

ISSN 2782-4985

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Центр фундаментального образования

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XVII международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 22-23 апреля 2022 года

(посвящается 90-летию со дня образования
ПЛТИ – МПИ – МарГТУ – ПГТУ)

Электронное научное издание

Йошкар-Ола
2022

УДК 378.147.88

ББК 74.58

Н 34

Редакционная коллегия

Д. В. Иванов, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук; профессор;

С. Г. Кудрявцев, канд. техн. наук, доцент;

Э. В. Унженкина, специалист по учебно-методической работе ЦФО

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XVII
Н 34 международной молодежной научной конференции по естественно-
научным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 22-23 апреля
2022 г.) / редкол.: Д. В. Иванов и др. Йошкар-Ола: Поволжский
государственный технологический университет, 2022. 598 с. URL:
<https://science.volgatech.net/nm/Conferences/Young%20creations/Sborn.pdf>

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Математика», «Прикладная механика», «Прикладная геометрия и компьютерная графика», «Прикладная и экологическая химия», «Материаловедение и технология машиностроения», «Энергообеспечение предприятий», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Современные информационные технологии в системах управления», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесоуправление и лесоустройство», «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе», «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов».

УДК 378.147.88

ББК 74.58

ISSN 2782-4985

© Поволжский государственный
технологический университет, 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное наукоемкое производство требует, чтобы выпускники высшей школы владели инновационной культурой, творческим мышлением, были способны искать и воспринимать новые идеи, создавать новейшие технологии с последующим их внедрением. Поэтому при организации учебного процесса целесообразно переносить акцент на совместную творческую работу преподавателей и студентов, направленную на решение конкретной научной задачи или доведение до практического применения научных или технологических достижений. Данная форма работы требует от обучающихся повседневного напряженного труда, мобилизации интеллектуальных, нравственных сил и в конечном итоге позволит сформировать у обучающихся определенный набор компетенций для дальнейшей практической деятельности.

XVII Международная молодежная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам «Научному прогрессу – творчество молодых», которая прошла 22-23 апреля 2022 года на базе центра фундаментального образования Поволжского государственного технологического университета, и была направлена на привлечение талантливой молодежи к научным исследованиям, использованию их творческого потенциала для решения актуальных проблем современной науки и практики.

Основные задачи, которые были поставлены при организации и проведении конференции:

- стимулировать интерес студентов к научному творчеству, научить методике, способам самостоятельного решения научно-исследовательских и практических задач, навыкам работы в научных коллективах;
- развить творческое и профессиональное мышление молодежи, углубить и закрепить полученные при обучении теоретические и практические знания;
- выявить наиболее одаренных и креативных студентов с целью их мотивации для дальнейшего творческого роста, подготовки резерва научно-педагогических и научных кадров;

- развить научные межвузовские связи как внутри страны, так и со странами ближнего и дальнего зарубежья;
- оценить уровень подготовки молодых исследователей с позиций их общего образовательного уровня, технической грамотности, инженерного мышления;
- провести независимую, объективную экспертизу работ, выполненных представителями разных научных школ;
- привлечь внимание представителей промышленности и бизнеса к научно-техническим разработкам молодежи.

В конференции участвовало более 250 представителей молодого поколения из вузов Российской Федерации, стран ближнего зарубежья. Работа конференции была организована в 18 секциях. Наименования секций соответствовали научным направлениям деятельности научных школ ПГТУ. Работу секций курировали ведущие в соответствующих областях науки ученые ПГТУ и других вузов России. По представлению руководителей секций лучшие доклады отмечены дипломами соответствующей степени.

При подведении итогов работы конференции было отмечено благоприятное отношение молодежи к научно-техническому творчеству, ее огромный интеллектуальный потенциал, который в дальнейшем необходимо направить на решение новых научных и прикладных задач.

Оргкомитет выражает искреннюю признательность участникам конференции, их научным руководителям за высокий уровень представленных статей. Особая признательность руководителям секций за процедуру отбора и квалифицированную оценку полученных результатов. Редакционная коллегия благодарит всех, кто предоставил статьи для публикации и помогал готовить их к публикации.

Желаем всем творческих успехов и удачи в достижении поставленных перед собой целей.

Проведение XVIII конференции по традиционной тематике аналогично планируется на вторую декаду апреля 2023 года. До новых встреч!

Директор центра
фундаментального образования ПГТУ
С. Г. Кудрявцев

УДК 519.83

Вершинин М. В., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ ИГР

Аннотация. Рассмотрена теория игр как математический аппарат, позволяющий находить более выгодную стратегию для победы, и самая популярная задача – дилемма Заключенного.

Ключевые слова: теория игр, равновесие Нэша, стратегия

Теория игр – теория математических моделей принятия оптимальных решений в условиях конфликта. Поскольку стороны, участвующие в большинстве конфликтов, заинтересованы в том, чтобы скрыть от противника свои намерения, принятие решений в условиях конфликта, как правило, происходит в условиях неопределенности. Наоборот, фактор неопределенности можно интерпретировать как противника субъекта, принимающего решение (тем самым принятие решений в условиях неопределенности можно понимать как принятие решений в условиях конфликта). В частности, многие утверждения математической статистики естественным образом формулируются как теоретико-игровые.

Теория игр – раздел прикладной математики, который используется в социальных науках (чаще всего в экономике), биологии, политических науках, компьютерных науках (главным образом для искусственного интеллекта) и философии. Теория игр пытается математически зафиксировать поведение в стратегических ситуациях, в которых успех субъекта, делающего выбор, зависит от выбора других участников. Если сначала развивался анализ игры, в котором один из противников выигрывает за счет других (игры с нулевой суммой), то впоследствии начали рассматривать широкий класс взаимодействий, которые были классифицированы по определенным критериям.

Ключевыми пионерами теории игр были математик Джон фон Нейман и экономист Оскар Моргенштерн в 1940-х годах. Многие считают математика Джона Нэша первым значительным продолжением работ фон Неймана и Моргенштерна.

Теория игр широко использует различные математические методы и результаты теории вероятностей, классического анализа, функционального анализа (особенно важны теоремы о неподвижных точках), комбинаторной топологии, теории дифференциальных и интегральных уравнений и другие. Специфика теории игр способствует разработке разнообразных математических направлений (например, теория выпуклых множеств, линейное программирование и т. д.).

Теория игр имеет широкий спектр приложений, включая психологию, эволюционную биологию, войну, политику, экономику и бизнес. Несмотря на многочисленные достижения, теория игр по-прежнему остается молодой и развивающейся наукой.

Рассмотрим одну из задач теории игр. Дилемма Заключенного является наиболее известным примером теории игр. Рассмотрим пример двух преступников, арестованных за преступление. У прокуратуры нет веских доказательств, чтобы их осудить. Однако, чтобы получить признание, чиновники выводят заключенных из одиночных камер и допрашивают каждого в отдельных камерах. Ни у одного из заключенных нет средств общаться друг с другом. Официальные лица представляют четыре сделки, часто отображаемые в виде квадрата 2×2 .

Варианты	Второй заключенный хранит молчание	Второй заключенный дает показания
Первый заключенный хранит молчание	Оба заключенных получают по полгода	Первый заключенный получает 10 лет, а второй освобождается
Первый заключенный дает показания	Второй заключенный получает 10 лет, а первый освобождается	Оба заключенных получают по два года

Самая выгодная стратегия – не признаться. Однако ни один из них не осведомлен о стратегии другого, и без уверенности в том, что один из них не признается, оба, скорее всего, признаются и будут приговорены к пяти годам тюремного заключения. Равновесие Нэша предполагает, что в дилемме заключенного оба игрока сделают ход, который лучше для них по отдельности, но хуже для всех вместе.

Но что такое равновесие Нэша? Равновесие Нэша – это результат, который, будучи достигнутым, означает, что ни один игрок не может увеличить выигрыш, изменив решения в одностороннем порядке. Равновесие также можно рассматривать как результат «без сожалений» в

том смысле, что после того, как решение принято, игрок не будет сожалеть о решениях с учетом последствий.

Равновесие по Нэшу в большинстве случаев достигается со временем. Однако, как только равновесие Нэша достигнуто, отклонения от него не будет. После того, как мы узнаем, как найти равновесие по Нэшу, посмотрим, как одностороннее движение повлияет на ситуацию. Есть ли в этом смысл? Так не должно быть, и именно поэтому равновесие по Нэшу описывается как результат «без сожалений». Как правило, в игре может быть более одного равновесия.

Однако это обычно происходит в играх с более сложными элементами, чем два выбора двух игроков. В одновременных играх, которые повторяются во времени, одно из этих множественных равновесий достигается после некоторых проб и ошибок. Этот сценарий различных вариантов выбора свержущо до достижения равновесия наиболее часто разыгрывается в деловом мире, когда две фирмы определяют цены на взаимозаменяемые продукты, такие как авиабилеты или безалкогольные напитки.

Одно из самых знакомых применений теории игр в жизни – игра «Мафия», в которой победа той или иной стороны зависит от действий всех игроков.

Таким образом, теория игр – это теоретическая основа для понимания социальных ситуаций между конкурирующими игроками и обеспечения оптимального принятия решений независимыми и конкурирующими субъектами в стратегической обстановке.

Используя теорию игр, можно разложить реальные сценарии для таких ситуаций, как ценовая конкуренция и выпуск продукции (и многое другое), и спрогнозировать их результаты.

Список источников

1. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 708 с.
2. Васин А. А., Морозов В. В. Теория игр и модели математической экономики. М.: МГУ, 2005. 272 с.
3. Фомин Г. П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: учебник. М.: Финансы и статистика, 2005. 616 с.
4. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики. М.: Мир, 1985. 199 с.

Горбунов А. В., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ПАРАДОКСЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

***Аннотация.** При развитии теории множеств, на которой базируется вся современная математика, возникали парадоксы.*

***Ключевые слова:** множество, парадокс, импредикабельность, теория множеств*

Множество – одно из ключевых понятий математики; представляющее собой набор, совокупность каких-либо (вообще говоря любых) объектов – элементов этого множества. Два множества равны тогда и только тогда, когда содержат в точности одинаковые элементы.

Изучением общих свойств множеств занимаются теория множеств, а также смежные разделы математики и математической логики. Примеры: множество непрерывных функций, множество решений заданного уравнения. Множество может быть пустым и непустым, упорядоченным и неупорядоченным, конечным и бесконечным, бесконечное множество может быть счётным или несчётным. Более того, как в наивной, так и в аксиоматической теориях множеств любой объект обычно считается множеством. Понятие множества позволяет практически всем разделам математики использовать общую идеологию и терминологию.

Парадоксами теории множеств называют рассуждения, демонстрирующие противоречивость наивной теории множеств, такие как парадокс Рассела, парадокс Кантора, парадокс Бурали-Форти.

Парадокс Рассела – теоретико-множественный парадокс, открытый в 1901 году британским математиком Берtrandом Расселом и демонстрирующий противоречивость логической системы Фреге, являвшейся ранней попыткой формализации наивной теории множеств Георга Кантора. Был открыт ранее Эрнстом Цермело, но не опубликован.

Парадокс Рассела возникает тогда, когда начинают рассматривать множество всех обычных множеств, которое получило название «расселовское» и пытаются понять, является ли оно «обычным». Есть два пути:

1. пусть «расселовское» множество – обычное. Если оно обычное, то должно включать себя в качестве элемента, ведь по определению оно состоит из всех «обычных» множеств. Но в то же время, оно не может быть «обычным», т. к. включает самого себя.

2. пусть «расселовское» множество – необычное. Теперь оно не может включать себя в качестве элемента, ведь по определению оно

состоит только из обычных множеств. Но если так, и оно не включает себя, оно само должно быть «необычным».

Парадокс брадобрея.

Это довольно известная история, и у нее есть много версий. В одном полку жил-был полковой парикмахер, которого называют брадобреем. Однажды командир приказал ему брить тех и только тех, кто не бреется сам. Брадобрей, получив приказ, сначала обрадовался, потому что многие солдаты умели бриться сами, побрил тех, кто бриться сам не умел, а потом сел на пенек и задумался: а что ему с собой-то делать? Ведь если он будет брить себя, то нарушит приказ командира не брить тех, кто бреется сам. Брадобрей уже решил было, что брить себя не будет. Но тут его осенила мысль, что если он сам себя брить не будет, то окажется, что он сам не бреется, и по приказу командира он должен все-таки себя побрить...

Причем же здесь теория множеств? А вот причем: командир пытался определить множество людей, которых брадобрею нужно брить, таким образом: {те и только те, кто не бреется сам}.

Парадокс каталога.

Каталоги – это книги, которые описывают другие книги. Некоторые каталоги могут содержать другие каталоги, а некоторые могут описывать даже себя. Можно ли составить каталог всех каталогов, которые не описывают сами себя?

Парадокс лжеца.

«То, что я утверждаю сейчас, ложно» – это классический вариант формулировки парадокса лжеца. Если предположить, что высказывание истинно, значит, человек должен говорить правду, но он признается, что лжет. А если высказывание на самом деле ложно, то человек должен нас обмануть, но в конечном счете говорит правду. Возникает противоречие: высказывание не может одновременно являться истинным и ложным. Это закон бивалентности: есть всего два истинностных значения, и у каждого высказывания может быть только одно из них.

Самоприменимость.

Импредикабельным называется свойство, которое не применимо само к себе. Например: свойство быть сладким не применимо само к себе, потому что свойство быть сладким само по себе не сладкое, значит свойство быть сладким – импредикабельно. Свойство быть абстрактным, будучи абстрактным, разумеется, абстрактно, т. е. применимо само к себе, а значит, по определению не импредикабельно.

Список источников

1. Яценко И. В. Парадоксы теории множеств. М.: Изд-во Московского центра непрерыв. мат. образования, 2002. 39 с.
2. <https://scienceforum.ru/2019/article/2018012225>.

Иванов А. Н., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ТРЕУГОЛЬНИК ПАСКАЛЯ И ЕГО СВОЙСТВА

Аннотация. Треугольника Паскаля вообрал в себя многие аспекты математики, не имеющие на первый взгляд между собой ничего общего, в самой простой и изящной форме.

Ключевые слова: треугольник Паскаля, двучлен, числа Фибоначчи, треугольные числа, треугольник Серпинского, граф, комбинаторика

Треугольник Паскаля – бесконечная таблица биномиальных коэффициентов, имеющая треугольную форму. В этом треугольнике на вершине и по бокам стоят единицы. Каждое число равно сумме двух расположенных над ним чисел. Строки треугольника симметричны относительно вертикальной оси. Назван в честь Блеза Паскаля.

Цитата Мартина Гарднера:

«Треугольник Паскаля так прост, что выписать его сможет даже десятилетний ребенок. В то же время он таит в себе неисчерпаемые сокровища и связывает воедино различные аспекты математики, не имеющие на первый взгляд между собой ничего общего. Столь необычные свойства позволяют считать треугольник Паскаля одной из наиболее изящных схем во всей математике.»

Первое свойство, которое сразу бросается в глаза – это коэффициенты в двучленах разных степеней. Рассмотрим третью строчку: 1 2 1. По формуле из начальной школы $(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$ видно соответствие коэффициентов. С помощью треугольника Паскаля удобно находить двучлены больших степеней. Например: $(x - y)^7$, т. к. степень 7, то смотрим на строку в треугольнике где есть 7. Это 1, 7, 21, 35, 35, 21, 7, 1. И т. к. двучлен с минусом, то получаем:

$$(x - y)^7 = x^7 + 7x^6y + 21x^5y^2 - 35x^4y^3 + 35x^3y^4 - 21x^2y^5 + 7xy^6 - y^7.$$

Также если сложить числа n -й строки то получим 2^{n-1} .

$$\begin{aligned} 1 &= 2^0=1 \quad 1+1=2^1=2 \quad 1+2+1=2^2=4 \\ 1+3+3+1 &= 2^3=8 \quad 1+4+6+4+1=2^4=16 \\ 1+5+10+10+5+1 &= 2^5=32 \text{ и т. д.} \end{aligned}$$

В треугольнике Паскаля есть числа Фибоначчи. Они получаются

[illegible]

при складывании диагональных чисел.

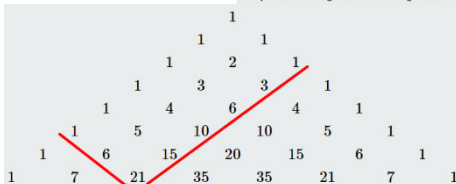
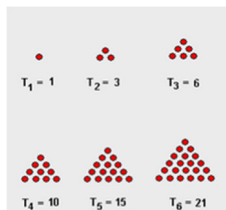
На рисунке есть последовательность 1, 3, 6, 10... Это треугольные числа – один из классов фигурных многоугольных чисел, определяемый как число точек, которые могут быть расставлены в форме правильного треугольника. А 1, 4, 10, 20... – это тетраэдральные числа, называемые также треугольными пирамидальными числами – это фигурные числа, представляющие пирамиду, в основании которой лежит правильный треугольник.

Если в треугольнике Паскаля четные и нечетные числа раскрасить разными цветами, то получается самоповторяющаяся фигура – фрактал. А точнее треугольник Серпинского.

Числа в треугольнике показывают, сколькими способами можно добраться от вершины до этой точки, и с этим связано следующее свойство.

Зная координаты точки, можно узнать, чему она равна. Докажем это. Возьмём за координаты числа после 1 на диагоналях, проведённых к нашей точке. Тогда у нашей точки координаты (6,3).

Чтобы дойти до 5, нужно сделать 5 шагов и 2 до 3. Следовательно, чтобы дойти до точки нужно сделать 5 шагов влево и 2 шага вправо. Получаем семь шагов _ _ _ _ _ . Тогда для первого шага вправо есть 7 свободных мест и 6 для второго. Если мы поставим 2 шага вправо в любое место, то все, которые влево, встанут автоматически. _ * _ _ _ * _ . Так как точки могут друг друга заменять, то у первого – 2 места на выбор и у второго – 1. Получаем формулу $\frac{7 \cdot 6}{2 \cdot 1} = \frac{42}{2} = 21$, что и требовалось доказать. Это называется комбинаторика.



Список источников

1. http://mech.math.msu.su/~shvetz/54/inf/perl-examples/PerlExamples_PascalTriangle.xhtml.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8F.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE.

Исманов С. К., Кулагина С. В.
Поволжский государственный технологический университет

ФРАКТАЛЫ

Аннотация. Мир фракталов очень разнообразен. Фракталы приближают нас к пониманию некоторых природных процессов и явлений. Поэтому тема фракталов является наиболее интересной и увлекательной для изучения.

Ключевые слова: математика, самоподобие, классификация фракталов

Фракталы окружают нас во многих аспектах жизни. Что такое фракталы? Почему фракталы важны и как фракталы влияют на нашу жизнь?

Фрактал – это бесконечно сложная математическая форма. По сути, фрактал – это шаблон, который повторяется вечно, и каждая часть фрактала, независимо от того, насколько вы увеличили или уменьшили, выглядит очень похоже на все изображение.

Предыстория фракталов

Наиболее часто показываемый фрактал называется множеством Мандельброта в честь математика Бенуа Мандельброта, который ввел термин «фрактал». Слово «фрактал» происходит от латинского слова «frāctus», что означает «сломанный» или «расколотый», что уместно, учитывая, что в каждом фрактале есть дробные компоненты.

Основные типы категорий фракталов

1. Фракталы в природе.
2. Фракталы в компьютерах.
3. Фрактальные формы.
4. Фракталы в математике.
5. Фракталы в 3D моделировании.

Фракталы в природе: снежинки, молнии и электричество, растения и листья, географическая местность и речные системы, облака, кристаллы.

Фракталы в компьютерах

Компьютеры открыли нам возможность исследовать фракталы на невероятно детальном уровне, и поскольку фракталы выводятся из математических уравнений, мы можем исследовать эти формы на бесконечном глубоком уровне.

Помимо практических применений использования компьютеров для исследования и построения фракталов, способность компьютера вычис-

лять невероятные числа дает нам возможность использовать сложные фрактальные уравнения для многих различных приложений реального мира, таких как 3D-моделирование и моделирование местности, где включение фрактальных уравнений увеличивает уровень реалистичности или точности проекта.

Фракталы в 3D-моделировании

Компьютеры позволяют создавать фракталы в виде математических формул, а не конечных форм. Преимущество создания фракталов таким образом позволяет пользователю глубоко исследовать значение фрактальных уравнений. Например, в 1800-х годах Карл Вейерштрасс, немецкий математик, создал фрактальную фигуру, не имеющую плоских поверхностей, а только углы. В традиционной геометрии такое действие было бы невозможно, однако с помощью фракталов можно создать формулу, которая имеет неровные углы в любом масштабе объекта. Это означает, что, если у вас есть линия на фигуре, которая кажется прямой, если вы увеличите масштаб, вы быстро увидите, что «прямая» линия на самом деле покрыта неровными краями. Этот узор повторяется бесконечно, в результате чего получается бесконечная зубчатая форма без прямых линий и только с краями, а также с бесконечным периметром. Детальное исследование этого достижения было бы невозможно без современных компьютеров.

Фракталы в математике

Мы исследуем фракталы, поскольку они представлены математическими формулами, концепцию размерности и то, как фракталы демонстрируют дробные измерения, а также то, как с помощью математики были созданы некоторые из самых знаковых фрактальных форм.

Фрактальные формы

Как и фракталы в природе, фрактальные формы в математике самоподобны и идентичны независимо от того, в каком масштабе вы смотрите. Это легче всего увидеть с помощью сплошного черного квадрата и треугольников.

Сплошной треугольник называется прокладкой Серпинского. Чтобы создать прокладку Серпинского, нужно начать с одного треугольника, и на каждой итерации начать удалять центр треугольника. С каждым повторением видно, что все больше и больше треугольника становится пустым пространством. Также каждый новый сформированный треугольник выглядит как следующая итерация и очень похожа на форму в целом.

Еще один отличный пример фрактальной формы – это форма, известная как Снежинка фон Коха. Снежинка фон Коха использует проти-

воположный подход к прокладке Серпинского. Вместо вычитания материала треугольника Снежинка фон Коха добавляет материал треугольной формы. Начиная с одного треугольника, при каждой итерации к каждой стороне треугольника добавляется пропорциональный треугольник. После нескольких итераций можно увеличить часть узора и увидеть самоподобие между краями.

Создание фрактала множества Мандельброта

Набор Мандельброта создается по формуле $zn + 1 = zn^2 + c$ в этой формуле c представляет собой точку на плоскости сетки, показанной на изображении. Z – это число, возведенное в квадрат, и при добавлении к c будет выводиться новое значение $zn + 1$. Если выбранное значение c позволяет этой формуле увеличиваться до бесконечности, то выбранное значение c не является частью набора Мандельброта. Если число не увеличивается до бесконечности, то число является частью множества Мандельброта.

Вот несколько примеров, которые следуют формуле в этом случае для $c = 1$ (не входит в набор Мандельброта):

$$zn + 1 = zn^2 + c$$

$$1 = 0^2 + 1,$$

$$2 = 1^2 + 1,$$

$$5 = 4^2 + 1,$$

$$26 = 5^2 + 1.$$

Чтобы сформировать сложную форму, подобную множеству Мандельброта, необходимо выполнить сотни тысяч и даже миллионы вычислений, подобных приведенным выше, чтобы получить подробное изображение. Чем больше вычислений с использованием формулы, тем более детализированной станет форма фрактала. Компьютеры значительно улучшили способность исследовать фрактальные уравнения.

Во всем, что нас окружает, мы часто видим хаос, но на самом деле это не случайность, а идеальная форма, разглядеть которую нам помогают фракталы.

Список источников

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Ин-т компьютерных исследований, 2002. 656 с.
2. Мандельброт Б. Фракталы и хаос: множество Мандельброта и другие чудеса. М.; Ижевск: Регулярная и хаотичная динамика, 2009. 391 с.

Исманов С. К., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ

Аннотация. Данная тема актуальна тем, что числа Фибоначчи и их различные инварианты отражаются во всех творениях вселенной, которые продуманы и подчинены единым законам природы и имеют большой практический и теоретический интерес во многих науках.

Ключевые слова: математика, область математики, золотое сечение, теория чисел, научный феномен

Числа Фибоначчи были впервые обнаружены человеком по имени Леонардо Пизано, известным под прозвищем Фибоначчи. Родился около 1170 года в Италии. Он сыграл важную роль в возрождении древней математики и внес в нее значительный вклад. Несмотря на то что Фибоначчи родился в Италии, он получил образование в Северной Африке, где его отец занимал дипломатический пост. С ним он много путешествовал и параллельно получал знания. Леонардо опубликовал книгу под названием «Liber abaci» в 1202 году, после своего возвращения в Италию, в этой книге впервые обсуждались числа Фибоначчи. «Liber abaci» ввела индустско-арабскую десятичную систему счисления и использование арабских цифр в Европе. Эта книга, однако, была несколько спорной, потому что она противоречила и даже доказывала ложность некоторых выдающихся римских и греческих математиков того времени. Фибоначчи опубликовал много известных математических книг, среди них – «Practica geometriae» (1220 г.) и «Liber quadratorum» в (1225 г.).

Последовательность Фибоначчи – это последовательность, в которой каждый член представляет собой сумму двух предшествующих ему чисел. Первые 10 чисел Фибоначчи: (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89...).

Эти числа, очевидно, рекурсивны.

Последовательность Фибоначчи используется в треугольнике Паскаля. Сумма каждой диагностической строки – это число Фибоначчи. Они также находятся в правильной последовательности: 1,1,2,5,8... Последовательность Фибоначчи играет важную роль во многих закономерностях в природе. Было обнаружено, что дроби $\frac{u}{v}$, представляющие

винтообразное расположение листьев, довольно часто являются члена-

ми последовательности Фибоначчи. На многих растениях количество лепестков является числом Фибоначчи: у лютиков – 5 лепестков; у лилий и ириса – по 3 лепестка; у некоторых дельфиниумов их 8; у кукурузных бархатцев – 13 лепестков; у некоторых астр – 21 лепестков, а у ромашек – 34, 55 или даже 89 лепестков. Члены Фибоначчи также используются с животными. Первая проблема, которую Фибоначчи пытался решить, используя числа Фибоначчи, заключалась в том, насколько быстро кролики могут размножаться в идеальных условиях.

Числа Фибоначчи также можно найти во многих других моделях. Существует диаграмма, известная как спираль Фибоначчи.

Можно сделать еще одну картинку, показывающую числа Фибоначчи 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ..., если мы начнем с двух маленьких квадратов размера 1, расположенных один над другим. Справа от них нарисуем квадрат размером 2 ($= 1 + 1$). Теперь мы можем нарисовать поверх них квадрат со сторонами 3 единицы длины и еще один слева от изображения, который является стороной 5. Мы можем продолжить добавление квадратов вокруг изображения, причем каждый новый квадрат будет иметь длину такой же длины, как сумма последних двух нарисованных квадратов.

Если мы возьмем отношение двух последовательных чисел в ряду Фибоначчи (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13...), мы найдем:

$$1/1 = 1; 2/1 = 2; 3/2 = 1,5; 5/3 = 1,666...; 8/5 = 1,6; 13/8 = 1,625.$$

Отношение, кажется, стабилизируется до определенного значения, которое греки называли золотым сечением и составляет 1,61803. У него есть некоторые интересные свойства, например, чтобы возвести его в квадрат, вы просто добавляете 1. Чтобы получить его обратное, вы просто вычитаете 1. Это означает, что все его полномочия – это просто целые числа, кратные самому себе, плюс еще одно целое число (и снова получатся числа Фибоначчи).

Числа Фибоначчи являются важным фактором в математике, золотом сечении, треугольнике Паскаля, производстве многих видов, растений и многом другом. Можно сделать вывод, что золотое сечение – это форма, которая обеспечивает развитие живых существ и процессов энергетически наименее затратным способом. Их изучение может помочь в раскрытии тайн природы.

Список источников

1. Воробьев Н. Н. Числа Фибоначчи. 5-е изд. М.: Наука, 1984. 144 с.
2. Ливио М. ϕ – число Бога. Золотое сечение – формула мироздания. М.: АСТ, 2002. 450 с.
3. Анхель дэ Куатьэ Золотое сечение. М.: ОлмаМедиаГрупп / Просвещение, 2010. 192 с.

Коптелова К. А., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ОСНОВНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТОПОЛОГИИ

Аннотация. В данной статье мы разберем основные понятия такого раздела в математике, как топология, выделим разновидности, проблемы изучения и разберемся, для чего же нужна топология в нашей жизни.

Ключевые слова: топология, гомеоморфизм, топологическое пространство, ряд, топологические свойства

Топология – часть геометрии, посвященная изучению феномена непрерывности, в частности свойствам пространства, которые остаются неизменными при непрерывных деформациях.

Топология изучает:

1. в самом общем виде – явление непрерывности;
2. в частности – свойства пространств, которые остаются неизменными при непрерывных деформациях;
3. весьма важными для топологии являются понятия гомеоморфизма и гомотопии (грубо говоря, это типы деформации, происходящие без разрывов и склеиваний).

Также топологию можно подразделить на три области, такие как:

- 1) комбинаторную топологию, изучающую геометрические формы посредством их разбиения на простейшие фигуры, регулярным образом примыкающие друг к другу;
- 2) алгебраическую топологию, занимающуюся изучением алгебраических структур, связанных с топологическими пространствами, с упором на теорию групп;
- 3) теоретико-множественную топологию, изучающую множества как скопления и описывающую множества в терминах таких топологических свойств, как открытость, замкнутость, связность и т. д.

В любой науке основополагающим является понятие равенства двух объектов, поскольку именно оно определяет свойства, по которым объекты могут различаться; эти свойства наука и изучает. Топология, в отличие от геометрии, от метрических свойств абстрагируется, например, круг и овал – эквивалентные топологические пространства. В алгебре понятие равенства – изоморфность. В топологии сходное значение имеет термин «гомеоморфность». Гомеоморфизм – два топологических пространства называются гомеоморфными, если существует взаимно однозначное непрерывное отображение любой из них на другую, для которого обратное

отображение тоже непрерывно; при этом само отображение называется гомеоморфизмом. Например, любой круг гомеоморфен любому квадрату, любые два отрезка гомеоморфны, но отрезок не гомеоморфен ни окружности, ни прямой. На основе понятия определяется важнейшее понятие топологического свойства, будучи присуще какой-либо фигуре, присуще и любой фигуре, ей гомеоморфной. На примере рассмотрим, какие бывают топологические свойства. Область, в которой любую замкнутую простую (т. е. гомеоморфную окружности) кривую можно стянуть в точку, оставаясь все время в этой области, называется односвязной, а соответствующее свойство области – односвязностью. Если же некоторую замкнутую простую кривую этой области нельзя стянуть в точку, оставаясь все время в этой области, то область называется многосвязной, а соответствующее свойство области – многосвязностью. Представьте себе две круговые области, или диски, одну – без дыр, а другую – с дырами. Первая область односвязна, вторая многосвязна. Односвязность и многосвязность – топологические свойства. Область с дырой не может перейти при гомеоморфизме в область без дыр. Интересно отметить, что если в многосвязном диске провести по разрезу от каждой из дыр до края диска, то он станет односвязным.

В топологии также встречается понятие топологическое пространство, на основе которого и строится термин в топологии как гомеоморфизм. Топологическое пространство – множество с дополнительной структурой определённого типа; является основным объектом изучения топологии.

Топологическое пространство состоит из множества точек S и набора S подмножеств множества S , удовлетворяющего следующим аксиомам:

- 1) все множество S и пустое множество принадлежат набору S ;
- 2) объединение любой совокупности множеств из S есть множество из S ;
- 3) пересечение любого конечного числа множеств из S есть множество из S .

Множества, входящие в набор S , называются открытыми множествами, а сам этот набор – топологией в S .

Рассмотрим основные теоремы, которые относятся к изучению раздела топология.

Теорема Брауэра о неподвижной точке

Пусть D – замкнутая область, состоящая из окружности и ее внутренности. Теорема Брауэра утверждает, что для любого непрерывного преобразования, переводящего каждую точку области D в точку этой же области, существует некоторая точка, которая остается неподвижной при этом преобразовании. Теорема Брауэра о неподвижной точке представляет особый интерес потому, что она, по-видимому, является, наиболее часто используемой в других разделах математики топологической теоремой.

Проблема четырех красок

Можно ли любую карту раскрасить в четыре цвета так, чтобы любые две страны, имеющие общую границу, были раскрашены в различные цвета? Проблема четырех красок топологическая, так как ни форма стран, ни конфигурация границ не имеют значения.

Гипотеза о том, что четырех красок достаточно для соответствующей раскраски любой карты, была впервые высказана в 1852. Опыт показал, что четырех красок действительно достаточно, но строгого математического доказательства не удавалось получить на протяжении более ста лет. И только в 1976 К. Appel и В. Хакен из Иллинойского университета, затратив более 1000 часов компьютерного времени, добились успеха.

Односторонние поверхности

Простейшей односторонней поверхностью является *лист Мёбиуса*, названный так в честь А. Мёбиуса, открывшего его необычайные топологические свойства в 1858. Пусть $ABCD$ – прямоугольная полоска бумаги. Если склеить точку A с точкой B , а точку C с точкой D , то получится кольцо с внутренней поверхностью, наружной поверхностью и двумя краями. Одну сторону кольца можно окрасить. Окрашенная поверхность будет ограничена краями кольца. Жук может совершить «кругосветное путешествие» по кольцу, оставаясь либо на окрашенной, либо на неокрашенной поверхности. Но если полосу перед склеиванием концов перевернуть на пол-оборота и склеить точку A с точкой C , а B – с D , то получится лист Мёбиуса. У этой фигуры есть только одна поверхность и один край. Любая попытка окрасить только одну сторону листа Мёбиуса обречена на неудачу, так как у листа Мёбиуса всего одна сторона. Жук, ползущий по середине листа Мёбиуса (не пересекая края), вернется в исходную точку в положении «вверх ногами». При разрезании листа Мёбиуса по средней линии он не распадается на две части.

Топология – одна из самых молодых наук и является отдельной областью математики. В настоящее время топология переживает период развития, рамки этой науки раздвигаются одновременно в нескольких направлениях. Топология существенно связана с математикой, но также нашла применение в области теоретической механики и теоретической физики, связана для контроля качества данных с пространственными отношениями, а также для помощи при их компиляции, что делает эту науку как ни есть необходимой в наши дни.

Список источников

1. <https://www.krugosvet.ru/enc/matematika/topologiya/>.
2. Бурбаки Н. Общая топология, основные структуры. М.: Наука, 1968. 275 с.
3. Введение в топологию / Ю. Г. Борисович, Н. М. Близняков, Я. А. Израилевич, Т. Н. Фоменко. 2-е изд., доп. М.: Наука. Физматлит, 1995. 416 с.

Краснов К. А., Кулагина С. В.
Поволжский государственный технологический университет

АЛГЕБРА ЛОГИКИ ИЛИ БУЛЕВА АЛГЕБРА

Аннотация. При всей простоте своей аксиоматики булева алгебра весьма содержательна. Мы находим в ней немало трудных проблем, они соприкасаются с логикой и теорией множеств, с теорией вероятностей и анализом. Такое обилие точек соприкосновения со смежными математическими дисциплинами роднит алгебру логики.

Ключевые слова: алгебра логики, множества, логические операции

Введение. В данной статье дается попытка раскрыть некоторые аспекты булевой алгебры. Математическая логика является современной формой так называемой формальной логики, применяющей математические методы для исследования своего предмета. (Другие ее названия: символическая логика, теоретическая логика, логистика.) В формальной логике и, соответственно, в математической логике, собраны результаты законов структуры правильных выводов.

Что такое алгебра логики?

Алгебра логики (булева алгебра) – это раздел математики, возникший в XIX веке благодаря усилиям английского математика Дж. Буля. Поначалу булева алгебра не имела никакого практического значения. Однако уже в XX веке ее положения нашли применение в описании функционирования и разработке различных электронных схем.

Актуальность: в чем её смысл?

Во-первых, она изучает методы установления истинности или ложности сложных логических высказываний с помощью алгебраических методов. Во-вторых, булева алгебра делает это таким образом, что сложное логическое высказывание описывается функцией, результатом вычисления которой может быть либо истина, либо ложь (1 либо 0). При этом аргументы функции (простые высказывания) также могут иметь только два значения: 0 либо 1.

Логические операции. Дизъюнкция, конъюнкция и отрицание (инверсия).

Так, как же связываются между собой простые логические высказывания, образуя сложные? В естественном языке мы используем различные союзы и другие части речи. Например, «и», «или», «либо», «не»,

«если», «то», «тогда». Пример сложных высказываний: «у него есть знания и навыки», «она придет во вторник либо в среду», «я буду играть тогда, когда сделаю уроки», «5 не равно 6». Как мы решаем, что нам сказали правду или нет? Как-то логически, даже где-то неосознанно, исходя из предыдущего жизненного опыта, мы понимаем, что правда при союзе «и» наступает в случае правдивости обоих простых высказываний. Стоит одному стать ложью и все сложное высказывание будет ложиво. А вот при связке «либо» должно быть правдой только одно простое высказывание, и тогда все выражение станет истинным.

Булева алгебра переложила этот жизненный опыт на аппарат математики, формализовала его, ввела жесткие правила получения однозначного результата. Союзы стали называться здесь логическими операторами.

Алгебра логики предусматривает множество логических операций. Однако три из них заслуживают особого внимания, т. к. с их помощью можно описать все остальные, и, следовательно, использовать меньше разнообразных устройств при конструировании схем. Такими операциями являются конъюнкция (И), дизъюнкция (ИЛИ) и отрицание (НЕ). Часто конъюнкцию обозначают $\&$, дизъюнкцию – $\parallel$, а отрицание – чертой над переменной, обозначающей высказывание.

<http://inf1.info>

Таблицы истинности			
Конъюнкция	A	B	A & B
	0	0	0
	1	0	0
	0	1	0
	1	1	1
Дизъюнкция	A	B	A B
	0	0	0
	1	0	1
	0	1	1
	1	1	1
Отрицание	A	¬A	
	0	1	
	1	0	

той над переменной, обозначающей высказывание.

При конъюнкции истина сложного выражения возникает лишь в случае истинности всех простых выражений, из которых состоит сложное. Во всех остальных случаях сложное выражение будет ложно.

При дизъюнкции истина сложного выражения наступает при истинности хотя бы одного входящего в него простого выражения или двух сразу. Бывает, что сложное выражение состоит более, чем из

двух простых. В этом случае достаточно, чтобы одно простое было истинным и тогда все высказывание будет истинным.

Отрицание – это унарная операция, т. к. выполняется по отношению к одному простому выражению или по отношению к результату сложного. В результате отрицания получается новое высказывание, противоположное исходному.

Таблицы истинности

Логические операции удобно описывать так называемыми таблицами истинности, в которых отражают результаты вычислений сложных высказываний при различных значениях исходных простых высказываний. Простые высказывания обозначаются переменными (например, А и В).

Законы алгебры логики

Для логических величин обычно используются три операции:

1. конъюнкция – логическое умножение (И) – and, &, $\wedge$.
2. дизъюнкция – логическое сложение (ИЛИ) – or, |, $\vee$.
3. логическое отрицание (НЕ) – not, $\neg$.

Логические выражения можно преобразовывать в соответствии с законами алгебры логики:

1. законы рефлексивности $a \vee a = a$ $a \wedge a = a$;
2. законы коммутативности $a \vee b = b \vee a$ $a \wedge b = b \wedge a$;
3. законы ассоциативности $(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c)$ $(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c)$;
4. законы дистрибутивности $a \wedge (b \vee c) = a \wedge b \vee a \wedge c$ $a \vee b \wedge c = (a \vee b) \wedge (a \vee c)$;
5. закон двойного отрицания $\neg(\neg a) = a$;
6. законы де Моргана $\neg(a \wedge b) = \neg a \vee \neg b$ $\neg(a \vee b) = \neg a \wedge \neg b$;
7. законы поглощения $a \vee a \wedge b = a$ $a \wedge (a \vee b) = a$.

Заключение. Булеву алгебру образуют все подмножества некоторого множества. То, что они образуют решетчатую структуру, очевидно. Нетрудно доказать и выполнение дистрибутивности. Нулевым элементом является пустое множество, а единичным – все основное множество. Для каждого подмножества существует дополнительный элемент – дополнение к множеству в теоретико-множественном смысле. Булевы алгебры находят применение главным образом в теории множеств, в математической логике, в теории вероятностей и в функциональном анализе.

Список источников

1. Владимиров Д. А. Булевы алгебры. М.: Наука, 1969. 318 с.
2. Кутасов А. Д. Элементы математической логики. М.: Просвещение, 1977. 63 с.
3. Мельников Г. П. Азбука математической логики. М.: Знание, 1967. 104 с.

Лазарев М. М., Кулагина С. В.
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛИНГВИСТИКА

Аннотация. В данной статье дадим понятие математической лингвистики.

Ключевые слова: математическая лингвистика, математика, лингвистика, изучение, логические цепочки

Начнём наше исследование с приведения основных понятий, которые впоследствии будем использовать.

Лингвистика – наука, которая изучает древние и современные языки.

Объект изучения лингвистики – естественный язык человека. В частности, она изучает закономерности устройства и функционирования языка.

Математическая лингвистика – математическая дисциплина, предметом которой является разработка формального аппарата для описания строения естественных и некоторых искусственных языков.

Данное направление изучает интеллектуальные процессы у человека и животных через призму математических моделей для создания систем искусственного интеллекта и описания естественных языков.

«Язык есть система знаков, выражающих идеи, а следовательно, его можно сравнивать с письмом, с азбукой для глухонемых, с символическими обрядами, с формами учтивости, с военными сигналами и т. д. и т. п.» (Фердинанд де Соссюр). Швейцарский лингвист, заложивший основу структурной лингвистики.

Математическая лингвистика представляет язык, как механизм, результатом функционирования которого, помимо речи, являются «правильные тексты» – последовательности речевых единиц, подчиняющиеся определённым закономерностям, многие из которых допускают математическое описание.

Изучением написания таких текстов и занимается один из разделов математической лингвистики.

Для описания строения предложения (его синтаксической структуры) существует два основных метода.

Выделение в предложении составляющих – групп слов, функционирующих как цельные синтаксические единицы.

Возникающие при этом математические объекты называются системой составляющих (1-й способ) и деревом синтаксического подчинения (2-й способ).

Система составляющих – это множество отрезков предложения, содержащее в качестве элементов всё предложение и все вхождения слов в это предложение (однословные отрезки).

Они обладают следующим свойством: каждые два входящих в него отрезка либо не пересекаются, либо один из них содержится в другом.

Дерево – множество, между элементами (узлами) которого установлено бинарное отношение (отношением подчинения), графически изображают стрелками, идущими от подчиняющих узлов к подчиненным. Такое, что:

1. среди узлов имеется точно один (его называют корнем), не подчинённый никакому узлу.
2. каждый из остальных узлов подчинен точно одному узлу;
3. невозможно, отправившись из какого-либо узла вдоль стрелок, вернуться в тот же узел.

Узлы дерева подчинения – вхождение слов в предложения.

Построение для предложения дерево подчинения часто называют синтаксической структурой.

Теория формальных грамматик – раздел математической лингвистики, который занимает центральное место.

Она изучает способы описания закономерностей, характеризующих уже не отдельные тексты, а всю совокупность правильных текстов того или иного языка. Эти закономерности описываются с помощью формальной грамматики – абстрактного механизма, позволяющего с помощью единообразной процедуры получить правильные тексты данного языка вместе с описанием их структуры.

К наиболее широко используемому типу формальной грамматики относится порождающая грамматика (грамматика Хомского).

Она представляет собой упорядоченную систему.

$$G = \langle V, W, P, R \rangle,$$

где V и W – непересекающиеся конечные множества, называемые основными (терминальным, вспомогательным, или нетерминальным) алфавитами;

P – элемент;

W – начальный символ;

R – конечное множество правил вида $\phi \rightarrow \psi$,

где φ и ψ – цепочки (конечные последовательности) из основных и вспомогательных символов.

Если $\varphi \rightarrow \psi$ – правило грамматики Γ и ω_1, ω_2 – цепочки из основных и вспомогательных символов, говорят, что цепочка $\omega_1 \psi \omega_2$ непосредственно выводима в Γ из $\omega_1 \varphi \omega_2$.

Если $\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_n$ – цепочки и для каждого $i = 1, \dots, n$ цепочка ξ_i непосредственно выводима из ξ_{i-1} , говорят, что ξ_n выводима в Γ из ξ_0 .

Множество таких структур, выводимые в Γ из её начального символа – это язык, порождаемый грамматикой Γ , и обозначается $L(\Gamma)$.

Если все правила Γ имеют вид $\eta_1 A \eta_2 \rightarrow \eta_1 \omega \eta_2$, то Γ называется грамматикой составляющих (или непосредственно составляющих), сокращённо НС-грамматикой; если при этом в каждом правиле цепочки η_1 и η_2 (правый и левый контексты) пусты, то грамматика имеет название бесконтекстная (или контекстно-свободной), сокращённо Б-грамматикой (или КС-грамматикой).

Другой важный тип формальной грамматики – доминационная грамматика.

Она порождает множество цепочек, интерпретируемых обычно как предложения вместе с их синтаксическими структурами в виде деревьев подчинения.

Формальные грамматики находят применение для описания не только естественных, но и искусственных языков, в особенности языков программирования.

В процессе написания данной статьи нам удалось взглянуть под новым углом как на лингвистику, так и на математику, убедиться, что связь между ними не просто существует, а ещё и активно используется математиками и лингвистами.

Список источников

1. https://studopedia.ru/6_148189_ponyatie-o-matematicheskoy-lingvistike.html.
2. https://gufo.me/dict/bse/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B2%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.
3. https://imwerden.de/pdf/gladky_melchuk_elementy_matematicheskoy_lingvistiki_1969__ocr.pdf.
4. <https://les.academic.ru/650>.

Лежнина А. С., Кулагина С. В.

*Поволжский государственный технологический университет***БИНАРНАЯ СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ**

Аннотация. Для правильного понимания работы вычислительных систем необходимо знание двоичной системы счисления.

Ключевые слова: бинарная система счисления, алфавит бинарной системы счисления, прямой код, дополнительный код, обратный код

Бинарная система – это один из видов позиционных систем счисления. Основание данной системы равно двум, то есть используется только два символа для записи чисел.

Впервые о данной системе чисел заговорил основоположник математического анализа Г. В. Лейбниц еще в XVII веке. Он доказал, что для данного множества действуют все арифметические операции: сложение, вычитание, умножение и даже деление. Однако вплоть до 30-х годов XX века данную систему не рассматривали всерьез. Но с развитием электронных устройств и ЭВМ ученые вновь приступили к изучению данной темы, так как бинарная система отлично подходила для программирования и организации хранения данных в памяти компьютеров.

Алфавит бинарной системы счисления состоит всего из двух знаков: 0 и 1. Однако это несколько не усложняет выполнение арифметических действий.

Кроме того, бинарная система является самой удобной для быстрого перевода в другие системы счисления.

Так, чтобы перевести бинарной (двоичное) число в десятичное, необходимо найти значение его развернутой формы. Например:

$$100110_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 38_{10}.$$

Чтобы наоборот перевести число в двоичную из десятичной, необходимо выполнить его деление на 2 с остатком, а затем записать все остатки в обратном порядке, начиная с частного.

Делимое	38	19	9	4	2
Делитель	2	2	2	2	2
Частное	19	9	4	2	1
Остаток	0	1	1	0	0
$38_{10} = 100110_2$					

Для перевода в другие системы необходимо:

1. перевести двоичный код в десятичный;
2. выполнить деление десятичного числа на основание той системы, в которую требуется перевести.

Однако можно воспользоваться и более быстрым и удобным способом: разделить знаки двоичного числа на условные группы слева направо (для восьмеричной – по 3 знака; для шестнадцатеричной – по 4 знака), а затем воспользоваться таблицей перевода:

Двоичная	Восьмеричная	Шестнадцатеричная
0	0	0
001	1	1
010	2	2
011	3	3
100	4	4
101	5	5
110	6	6
111	7	7

В двоичной системе также существует понятие «отрицательных» чисел. И для того чтобы провести какую-либо операцию с ними в двоичном коде, необходимо представить его в виде дополнительного кода. Запись положительного числа при этом не меняется ни для одного из кодов.

Чтобы найти дополнительный код отрицательного числа, необходимо воспользоваться его прямым и дополнительным кодами.

Прямой код предполагает приписывание единицы в начале без изменений записи:

$A > 0$	$A_{\text{обр}} = 0A$	$101011_2; A_{\text{пр}} = 0101011_2$
$A \leq 0$	$A_{\text{обр}} = 1 A $	$-101011_2; A_{\text{пр}} = 1101011_2$

Для записи обратного кода цифры заменяют на противоположное значение, первую единицу от прямого кода оставляют без изменений:

$A > 0$	$A_{\text{пр}} = 0A$	$101011_2; A_{\text{обр}} = 0101011_2$
$A \leq 0$	$A_{\text{пр}} = 1\bar{A}$	$-101011_2; A_{\text{обр}} = 1010101_2$

Дополнительный код предполагает использование обратного кода, с той лишь разницей, что к отрицательному числу прибавляют единицу:

$A > 0$	$A_{\text{доп}} = 0A$	$101011_2; A_{\text{доп}} = 0101011_2$
$A \leq 0$	$A_{\text{доп}} = 1\bar{A} + 1$	$-101011_2; A_{\text{доп}} = 1010101_2$

Двоичная система получила особое распространение в программировании цифровых устройств, так как она соответствует требованиям многих технических устройств, поддерживающих два состояния (есть ток, нет тока). Кроме того, является более простой и надежной для кодирования информации. Именно поэтому программный код большей части электронно-вычислительных машин основан именно на двоичной системе счисления.

Список источников

1. Курдец Д. Системы счисления. М.: Издательские решения, 2019. 108 с.
2. Шаманов А. П. Системы счисления и представление чисел в ЭВМ: учебное пособие. Екатеринбург: издательство Уральского университета, 2016. 68 с.

Милютин А. М.

Научный руководитель: Мустафина С. С., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ

Аннотация. Представлена краткая информация об истории появления комплексных чисел и об их применении.

Ключевые слова: комплексные числа, вещественные числа, мнимая единица

Что такое комплексные числа, какова их история, где они применяются? Это очень хорошие, а главное, интересные вопросы.

Комплексные числа – это числа вида $a + bi$, где a, b – вещественные числа, i – мнимая единица, то есть число, для которого выполняется равенство: $i^2 = -1$. Множество комплексных чисел обычно обозначается символом C . Вещественные числа можно рассматривать как частный случай комплексных, они имеют вид $a + 0i$. Главное свойство C : в нём выполняется основная теорема алгебры, то есть любой многочлен n -й степени ($n \geq 1$) имеет n корней. Доказано, что система комплексных чисел логически непротиворечива.

Древнегреческие математики считали «настоящими» только натуральные числа. Постепенно складывалось представление о бесконечности множества натуральных чисел. Наряду с натуральными числами применяли дроби – числа, составленные из целого числа долей единицы. Отрицательные числа применял в III веке древнегреческий математик Диофант, знавший уже правила действия над ними, а в VII веке эти числа уже подробно изучили индийские ученые, которые сравнивали такие числа с долгом.

В XVI веке в связи с изучением кубических уравнений оказалось необходимым извлекать квадратные корни из отрицательных чисел. Когда кубическое уравнение имеет один действительный корень, оно решается без всяких проблем, но если оно имеет три действительных корня, то под знаком квадратного корня оказывалось отрицательное число. Получалось, что путь к этим корням ведет через невозможную операцию извлечения квадратного корня из отрицательного числа.

Итальянский алгебраист Дж. Кардано в 1545 г. предложил ввести числа новой природы. Кардано называл такие величины «чисто отрица-

тельными» и даже «софистически отрицательными», считал их бесполезными и старался их не употреблять. Но уже в 1572 году вышла книга итальянского алгебраиста Р. Бомбелли, в которой были установлены первые правила арифметических операций над такими числами, вплоть до извлечения из них кубических корней. Название «мнимые числа» ввел в 1637 году французский математик и философ Р. Декарт, а в 1777 году один из крупнейших математиков XVIII века Л. Эйлер предложил использовать первую букву французского слова *imaginaire* (мнимый) для обозначения числа $-i$ (мнимой единицы). Этот символ вошел во всеобщее употребление благодаря К. Гауссу.

Долгое время отношение математиков к мнимым величинам было на грани мистики. Еще Г. В. Лейбниц писал, что мнимые числа – это прекрасное и чудесное убежище божественного духа, почти что амфибия бытия с небытием. Понадобился гений Леонарда Эйлера, чтобы признать мнимые числа настоящими числами и распространить вычисление с этими числами на все разделы математики. Именно Эйлеру и принадлежит гениальная догадка о том, что комплексные числа являются алгебраически замкнутыми относительно всех алгебраических операций. То есть не существует таких алгебраических операций над комплексными числами, которые невозможно было бы сделать, не выходя за рамки комплексных чисел. Первое строгое доказательство этого факта сумел получить Карл Фридрих Гаусс в 1799 году. Из этого факта следуют две самые знаменитые теоремы математики. Это основная теорема алгебры о том, что любой многочлен степени n с комплексными корнями всегда имеет n корней, которые в общем случае также комплексные. И теорема в теории функций комплексного переменного, где говорится, что если мы знаем все значения такой аналитической функции на каком-то участке, то мы можем однозначно узнать все ее значения за пределами этого участка.

В конце XVIII века французский математик Ж. Лагранж смог сказать, что математический анализ уже не затрудняют мнимые величины. С помощью мнимых чисел научились выражать решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Еще раньше швейцарский математик Я. Бернулли применял комплексные числа для решения интегралов. Хотя в течение XVIII века с помощью комплексных чисел были решены многие вопросы, однако еще не было строго логического обоснования теории этих чисел. Поэтому французский ученый П. Лаплас считал, что результаты, полученные с помощью

мнимых чисел, – только наведение, приобретающее характер настоящих истин лишь после подтверждения прямыми доказательствами.

Термин «комплексные числа» был введен Гауссом в 1831 году. Слово «комплекс» (от латинского «complexus») означает связь, сочетание, совокупность понятий, предметов, явлений, образующих единое целое. В конце XVIII века – в начале XIX века было получено геометрическое истолкование комплексных чисел. Датчанин К. Вессель, француз Ж. Арган и немец К. Гаусс независимо друг от друга предложили изобразить комплексное число $z = a + b \times i$ точкой $m(a, b)$ на координатной плоскости. Позднее оказалось, что еще удобнее изображать число не самой точкой M , а вектором, идущим в эту точку из начала координат. Геометрическое истолкование комплексных чисел позволило определить многие понятия, связанные с функцией комплексного переменного, расширило область их применения.

В настоящее время комплексные числа и функции комплексного переменного находят широкое применение в картографии, электротехнике, аэро- и гидродинамике, теории фильтрации почв, теоретической физике, теории упругости, в расчетах различных конструкций на прочность, в квантовой механике, при изучении движения спутников. К примеру, с конца XIX века стали широко применяться генераторы переменного тока. Для расчета цепей переменного тока оказались непригодными старые методы, разработанные для цепей постоянного тока на основе закона Ома. Эффективный метод расчета цепей переменного тока основан на применении комплексных чисел.

Таким образом, комплексные числа – это самые главные числа в математике. Поэтому многие математические положения на языке комплексных чисел формулируются очень кратко и изящно. Доказательство многих теорем становится очень компактным и простым. Вычисления в технике и в таких науках, как физика, механика, астрономия, значительно упрощаются.

Список источников

1. Рыбников К. А. История математики: учебник: в 2 ч. М.: Издательство МГУ, 1994. 495 с.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Комплексное_число.

Наумов Д. А., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИКА И МУЗЫКАЛЬНЫЙ РЯД

Аннотация. Каждый из нас хотя бы раз в жизни пытался наиграть ту или иную мелодию на гитаре. И, конечно же, все знают: музыка записывается с помощью семи нот.

Ключевые слова: музыка, алгебра, ноты

С давних времен музыкальные композиции звучали в ходе ритуалов и мистерий. Вопрос о том, почему некоторые мелодии кажутся приятными и весьма гармоничными для слуха, а другие наоборот – резкими и раздражающими, до сих пор не вызывал дискуссий. В качестве экспериментального опыта древнегреческий философ Пифагор изобрел, как гласит традиция, инструмент монохорд.

У монохорда было две струны: одна из них имела неизменный тон, а звучание другой менял сам человек. Пифагор проводил наблюдения за изменениями пропорционального соотношению двух звучащих струн. Благодаря этому он заключил: пропорция оказывает значительное влияние на звучание инструмента, более того, качество самого звучания возможно выразить числом. Проведенный Пифагором опыт также выявил еще одну особенность, которая проявляется в положении нот. Частота соседствующих нот всегда имеет разное отношение, однако те ноты, что различаются четырьмя позициями в ряду, имеют неизменяемое отношение частот, равное 3/2. Описанное созвучие получило название квинты, которая впоследствии легла в основу разработки так называемого «Пифагорова звукоряда».

Доли струны	1	8/9	64/81	3/4	2/3	16/27	128/243	1/2
Интер- вальные коэффи- циенты	1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2/1
Частоты колеба- ний зву- ков (в гц)	260,7 c ¹	293,3 d ¹	330 e ¹	347,6 f ¹	391 g ¹	440* a ¹	495 h ¹	521,5 c ²

* Стандартная частота.

Но вместе с этим появилась новая проблема: в этом звукоряде целое число квинт не укладывается в целое число октав. Такое несоответствие получило название «пифагорова комма» (система, при которой невозможно играть в произвольной тональности, не фальшивя).

К 1700 году Андреас Веркмейстер смог решить эту проблему. Немецкий теоретик вместо природного звукоряда создал собственный. Октава была разделена на 12 равных между собой полутонов. Новый звукоряд стал именоваться темперированным. Сущность октавы заключается в небольшом изменении величины интервалов в сравнении с точной акустической величиной. В 12-ступенном мерно темперированном строе все чистые квинты уменьшены на 1/12 пифагоровой коммы. От этого октава оказалась разделенной на 12 равных полутонов, и все одинаковые интервалы стали одинаковыми по величине.

Спустя время исследования показали, что дети, развивающие способности к игре на музыкальном инструменте, показывают сравнительно высокие результаты в решении задач, требующих использования таких когнитивных возможностей, как пространственно-временное мышление, арифметические знания, зрительно-моторная координация. Вероятно, это связано с необходимостью в ходе обучения располагать математическими и музыкальными навыками. Например, существует понятие «часть-целое», отражающее понимание дробей, обыкновенных и десятичных, процентов, которое более всего соотносится к ритмическому содержанию музыки. Для того чтобы грамотно изобразить ритм музыкального произведения, важно мысленно разбивать ритмический рисунок на равные части и полностью контролировать его. Если экстраполировать такой подход к музыке на решение любой математической задачи, то можно прийти к выводу о соотношении структуры деления ритма и применения «части-целого».

Значит, музыкальные упражнения позволяют человеку развивать его математические способности.

$$1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) + \frac{1}{4} = \frac{4}{4} - \frac{5}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$


Список источников

1. <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006376>.
2. <https://school-science.ru/4/7/414>.
3. <https://habr.com/ru/post/416969>.
4. <https://childdevelop.ru/articles/psychology/1034/>.

Петухов С. В., Кулагина С. В.

*Поволжский государственный технологический университет***ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ**

Аннотация. Золотое сечение – математическое явление, которое наблюдается в природе, широко используется в искусстве, живописи и дизайне.

Ключевые слова: золотое сечение, числа Фибоначчи, иррациональные числа, искусство

Золотое сечение, или золотая пропорция, представляет собой отношение двух величин, при котором большая величина относится к меньшей так же, как сумма этих величин к большей: например, отрезок AC поделен на две части таким образом, что большая его часть АВ относится к меньшей ВС так, как весь отрезок AC относится к АВ.

Таким образом, золотое сечение =

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,61803398875 \dots$$

По-другому его можно выразить как $1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$.

С золотым сечением тесно связаны числа Фибоначчи, обнаруженные в XIII веке знаменитым итальянским математиком Леонардо из Пизы (по прозвищу Фибоначчи) при решении задачи «о размножении кроликов». Числовой ряд Фибоначчи – это ряд чисел 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ..., в котором каждый член, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих. Отношение соседних чисел ряда Фибоначчи в пределе стремится к золотой пропорции.

Числа Фибоначчи проходят красной нитью через всю математику, и не только через нее, и интересно, как они растут, скажем, чему равно сотое число Фибоначчи. Ответ: последовательность чисел Фибоначчи растет с экспоненциальной скоростью, то есть как некоторое число в степенях.

Первое число Фибоначчи примерно равно некоторому числу в первой степени – назовем это число z . Второе число Фибоначчи примерно равно z^2 . Третье число Фибоначчи примерно равно z^3 . Сотое число Фибоначчи примерно равно z^{100} . Иными словами, каждое число Фибоначчи примерно равно z^n . Более того, если числа Фибоначчи умножить на $\sqrt{5}$, то совпадение некоторого числа Фибоначчи, умноженного на $\sqrt{5}$, с z^n оказывается с ростом числа n все более близким, несмотря на то что речь идет о растущей серии огромных чисел.

Впервые интерес к пропорции, возникающей при делении отрезка в крайнем и среднем отношении, возникает в античной науке (Пифагор, Платон, Евклид). Удивительные математические свойства этой пропорции уже тогда создают вокруг нее ореол таинственности и мистического поклонения. На русском языке гипотеза «золотого сечения» впервые была введена в научный оборот в 1876 г. с изданием небольшой книжки (автор укрылся под инициалами Ю. Ф. В.) с изложением результатов работы Цейзинга.

В античности скульпторы и архитекторы широко используют число 1,62 или близкие к нему числовые соотношения в своих произведениях, в эпоху итальянского Возрождения золотая пропорция возводится в ранг главного эстетического принципа. Существуют исследования, которые нашли золотое сечение или золотую спираль в картине «Мона Лиза», пирамидах в Гизе, соборе Парижской Богоматери, храме Василия Блаженного и многих других творениях искусства.

Существуют также мнения и исследования, что золотая пропорция заключена в основе движения галактик, ураганов, в строениях растений. Так, например, золотая спираль – идеальная модель нахождения семян подсолнуха, и при наложении математической модели расположения точек по золотой спирали (частный случай спирали Архимеда) на фотографию подсолнуха, сходство будет видно невооружённым глазом. Это наиболее эффективное использование пространства на окружности при размещении объектов, поэтому природа, несомненно, пользуется этим. Такие мелочи в природе доказывают, что золотое сечение, как и математика в целом – это не понятия, придуманные человеком, это то, что было до нас и будет во вселенной после нас.

Так как это явление окружает человека повсюду и преследует его всю жизнь, человеческий глаз считает наиболее эстетичным именно золотую пропорцию.

Естественно, упомянутые мной примеры – это лишь маленькая часть наблюдаемого нами явления. Однако целью данной статьи было познакомиться с данным понятием и показать насколько оно широко используется, как просто его наблюдать.

Список источников

1. <https://postnauka.ru/video/155813>.
2. Стахов А. П. Коды золотой пропорции. М.: Радио и связь, 1984. 152 с.
3. <https://web.archive.org/web/20090513042233/http://www.a3d.ru/architecture/stat/182>.

Романов А. Л., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

БИНАРНАЯ СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрена основа бинарной системы счисления, математические операции над ней и основное применение.

Ключевые слова: система счисления, логические операторы

Система счисления – это способ записи чисел. В повседневной жизни мы пользуемся десятичной системой счисления, т. к. эволюционно она самая простая – а именно, связана с количеством пальцев. Получается интересная ситуация: если бы у нас было другое количество пальцев, то и пользовались бы другой системой. Так же в жизни мы пользуемся шестидесятеричной системой счисления – секунды и минуты.

Бинарная система счисления – система счисления, состоящая из двух символов. Для простоты используют 0 и 1. Данная система удобна в вычислительной технике, а именно, использовать единицу как присутствие сигнала, а ноль – его отсутствие. Одним из первых крупных таких систем был телеграф.

Любая система счисления подчиняется стандартным математическим операциям. Но из-за привычки нам будет не совсем удобно считать в других системах счисления, поэтому рассмотрим эти операции:

1. сложение: $1 + 1 = 10$, т. е. из-за отсутствия цифры, больше единицы, происходит переход к следующему разряду, а оставшийся заполняется остатком от суммы;

2. вычитание: $10 - 1 = 1$;

3. умножение: $1 \times 1 = 1$, так же, как и в десятичной системе: умножение на ноль даёт ноль, на единицу – тот же результат;

4. деление: $1001 \div 11 = 11$.

Рассмотрим на больших числах:

Таблица 1

$\begin{array}{r} + 10110 \\ 1011 \\ \hline 100001 \end{array}$	Начиная с последнего разряда: складывая 0 и 1 получаем 1; в следующем разряде складывая 1 и 1 получим 10, из-за чего пишем 0, а остаток отправляем к следующему разряду; дальше складываем 1 первого числа, 0 второго числа и 1 в остатке, получаем 10; последующие разряды считаем аналогично.
$\begin{array}{r} - 10110 \\ 1011 \\ \hline 1011 \end{array}$	Начиная с последнего разряда: т. к. из 0 не вычтешь 1, то занимаем число у следующего разряда, тогда имеем $10 - 1 = 1$; в следующем разряде, т. к. занимали число, то получается аналогичная ситуация: из 0 вычитаем 1; в третьем с конца разряда у 1 отнимаем занимаемое число и вычитаем 0, получаем 0; последующие решения аналогичны.
$\begin{array}{r} \times 10110 \\ 1011 \\ + 10110 \\ 10110 \\ 00000 \\ \hline 10110 \\ 11110010 \end{array}$	Умножение довольно простое: умножая на 1 получаем то же число, и переносим в зависимости от местоположения; умножая на 0 получаем 0; а дальше пользуемся стандартными правилами сложения.
$\begin{array}{r} - 10110 \overline{)1011} \\ 1011 \\ \hline 0 \end{array}$	При делении пользуемся стандартными правилами деления и вычитания.

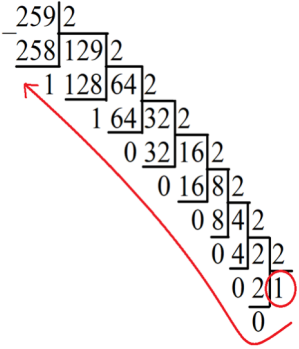
Число в любой системе счисления можно перевести в другую. Рассмотрим число 259_{10} , где 10 в индексе показывает основание системы (т. е. из скольких цифр состоит система). Переведем в двоичную систему: для этого достаточно делить с остатком данное число на 2, и последующие его ответы, а после, начиная с последнего неделимого ответа записать остатки. Тогда имеем $259_{10} = 100000011_2$.

Число 259_{10} можно расписать следующим образом:

$$259_{10} = 2 \times 100 + 5 \times 10 + 6 \times 1 = 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0.$$

При помощи аналогичной схемы происходит перевод из двоичной системы счисления в десятичную:

$$100000011_2 = 1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 256_{10} + 2_{10} + 1_{10} = 259_{10}.$$



Как говорилось выше, двоичная система счисления используется в вычислительной технике, т. к. она является простейшей в реализации. Но как компьютеры считают математические функции? Невозможно просто создать транзистор на математические функции, но можно при помощи комбинаций транзисторов создать логические операции И, ИЛИ, а уже из этих операций создавать другие логические операции и схемы для расчета любых задач. Каждая из данных операций выглядит следующим образом: операция И является последовательным соединением двух транзисторов, операция ИЛИ – параллельным соединением.

Рассмотрим логические операции подробнее. Операция И является логическим умножением и равна 1 только в том случае, когда оба числа на входе равны 1. Операция ИЛИ является логическим сложением и равна 1 в тех случаях, когда хотя бы один из входов равен 1. Т. е. таблицы истинности для операций И и ИЛИ выглядят следующим образом:

Таблица 2

A	B	A И B	A ИЛИ B
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

Таким образом, благодаря бинарной системе счисления возможно создание электронно-вычислительных устройств, которые облегчают и ускоряют математический аппарат, с помощью которого можно создавать точные модели, а также пользоваться данными устройствами в повседневной жизни.

Список источников

1. Фомин С. В. Системы счисления. М.: Наука, 1987. 48 с.
2. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. СПб.: БХВ-Петербург, 2001. 528 с.
3. Андреева Е. В. Системы счисления и компьютерная арифметика: учеб. пособие. 3-е. изд. М.: Бином. Лаб. знаний, 2004. 254 с.

Сапожникова А. И., Кулагина С. В.
Поволжский государственный технологический университет

АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

Аннотация. В данной работе мы разберем один из основных методов обработки изображений, его свойства, типы, частные случаи, а также разберем методы интерполяции и аппроксимации.

Ключевые слова: аффинное преобразование

Аффинное преобразование (от лат. *affinis* «соприкасающийся, близкий, смежный») – отображение плоскости или пространства в себя, при котором параллельные прямые переходят в параллельные прямые, пересекающиеся – в пересекающиеся, скрещивающиеся – в скрещивающиеся.

Аффинные преобразования изменяют геометрию плоскости, при этом сохраняя параллельность линий и соотношение расстояний. Безусловно, это один из основных методов обработки изображений. Аффинные преобразования используются для исправления искажений и деформаций, возникающих при не самых идеальных ракурсах камеры. Широко используются в машинном обучении и компьютерном зрении.

Свойства аффинных преобразований.

1. Аффинные преобразования сохраняют линейные отношения между векторами.
2. Аффинные преобразования сохраняют отношения коллинеарных отрезков. В частности, середины отрезков переходят в середины отрезков, а медианы треугольников, соответственно, – в медианы образов этих треугольников.
3. При аффинных преобразованиях отрезки переходят в отрезки, треугольники – в треугольники, тетраэдры – в тетраэдры.
4. Композиция аффинных преобразований плоскости является аффинным преобразованием плоскости.

Типы аффинных преобразований:

- эквиаффинное преобразование – аффинное преобразование, сохраняющее площадь (также, сохраняется аффинная длина);
- центроаффинное преобразование – аффинное преобразование, сохраняющее начало координат.

Частным случаем аффинных преобразований являются просто движения (без какого-либо сжатия или растяжения). Движения – это такие преобразования, которые сохраняют расстояние между любыми двумя точками неизменным, а именно параллельные переносы, повороты, различные симметрии и их комбинации.

Другой важный случай аффинных преобразований – это растяжения и сжатия относительно прямой.

Базовые аффинные преобразования:

1. поворот вокруг начала координат на угол;
2. растяжение/сжатие;
3. отражение;
4. перенос.

Методы интерполяции и аппроксимации, часто дополняют метод аффинных преобразований.

Метод интерполяции. Интерполяция – это способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

Метод аппроксимации. Аппроксимация – метод приближения, при котором для нахождения дополнительных значений, отличных от табличных данных, приближенная функция проходит не через узлы интерполяции, а между ними.

Заключение

В работе были рассмотрены свойства аффинных преобразований, их типы и частные случаи.

Применение аффинных преобразований довольно разнообразно. Их используют в компьютерной графике, применяют в судостроении, машиностроении, авиастроении, кинематографии и во многих других сферах деятельности, их даже используют для защиты от несанкционированного копирования файлов.

Также мы рассмотрели методы интерполяции и аппроксимации, которые часто дополняют метод аффинных преобразований. Эти методы применяют в том случае, когда необходимо получить более точные элементы объекта.

Список источников

1. <https://goo-gl.me/ayHo1>.
2. <https://goo-gl.me/YCQMJ>.
3. <https://habr.com/en/post/539420/>.
4. <https://goo-gl.me/nkuGq>.

Стяжкин И. А., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ КАТАСТРОФ

Аннотация. В статье изложено краткое описание теории катастроф. Рассмотрены семь фундаментальных типов катастроф, области применения, достоинства и недостатки теории катастроф.

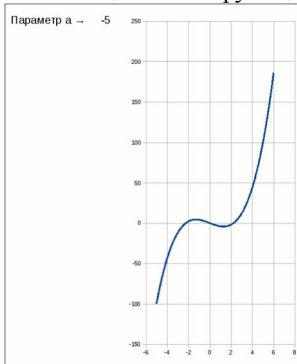
Ключевые слова: теория катастроф, омбилика, функции, ограничение, преимущества

Теория катастроф – раздел математики, включающий в себя теорию бифуркаций дифференциальных уравнений и теорию особенностей гладких отображений. Это раздел современной математики, который является дальнейшим развитием теории устойчивости и бифуркаций.

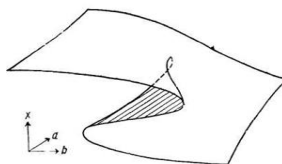
Хотя название предполагает исследование событий, сравнимых со стихийными катастрофами, эта теория также имеет дело с менее эффективным поведением. В рамках данной теории рассматриваются вопросы как технического направления (переворачивание судов), социологического (внезапные вспышки агрессивности, бунтов), так и экономического (обвал фондового рынка).

Теория катастроф анализирует критические точки (репетиции) потенциальной функции, то есть точки, где не только первая производная функции равна нулю, но и равны нулю же производные более высокого порядка. Динамика развития таких точек может быть изучена при помощи разложения потенциальной функции в рядах Тейлора посредством малых изменений входных параметров. Если точки роста складываются не просто в случайный узор, но формируют структурированную область стабильности, эти точки существуют как организующие центры для особых геометрических структур с низким уровнем катастрофичности. Если потенциальная функция зависит от трёх или меньшего числа активных переменных, и пяти или менее активных параметров, то в этом случае существует всего семь обобщённых структур описанных геометрий бифуркаций. Сегодня эти семь фундаментальных типов катастроф известны под именами, которые им дал Рене Том:

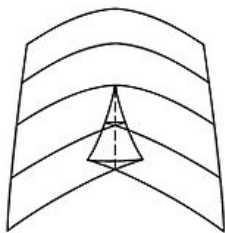
Потенциальные функции с одной активной переменной:



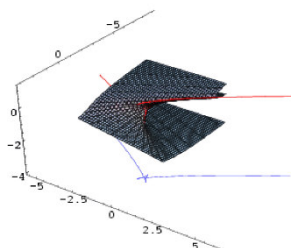
Катастрофа типа «складка»
 $V = x^3 + ax$



Катастрофа типа «сборка»
 $V = x^4 + ax^2 + bx$



Катастрофа типа «ласточкин хвост»
 $V = x^5 + ax^3 + bx^2 + cx$

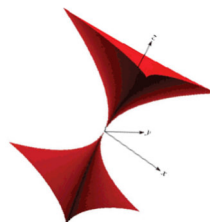


Катастрофа типа «бабочка»
 $V = x^6 + ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx$

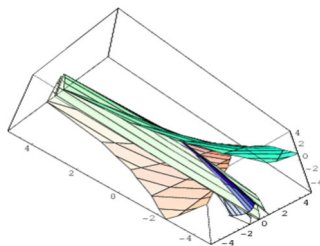
Потенциальные функции с двумя активными переменными:



Гиперболическая омбилика
 $V = x^3 + y^3 + axy + bx + cy$



Эллиптическая омбилика
 $V = \frac{x^3}{3} - xy^2 + a(x^2 + y^2) + bx + cy$



Параболическая омбилика $V = ux^3 + y^4 + ax^2 + by^2 + cx + dy$

Ограничения Теории катастроф. Недостатки

В настоящее время значение работ Рене Том для понимания организационного поведения более качественное, чем количественное. Предсказание поведения даже самой простой из комплексных систем все еще остается трудной задачей. Рене Том не сумел описать комплексные системы с множеством (более 5) значительных переменных. Предсказание поведения комплексных систем (организаций), вероятно, так и останется невозможным.

Теория катастроф. Преимущества

Данные идеи помогают понять реальный опыт управления изменениями. Теория катастроф показывает, почему реальные перемены – опасное явление. Она игнорирует мысль о том, что организации могут различаться по «спектрам» переменных ценностей. Вероятно, существует только немного доступных действительно устойчивых комбинаций. Теории показывают, почему изменением нельзя «управлять» как таковым, но на него можно оказывать влияние.

Применение теории катастроф

Создание и развитие этой части математического анализа было связано с широкими возможностями наглядного моделирования некоторых сложных явлений, особенно тех, которые встречаются при описании самых разных естественных явлений (радуга, каустика, устойчивость сложных систем, колебания и разрушение в строительной механике, поведение в этологии, и даже бунты в тюрьмах).

Список источников

1. Алексеев В. В., Крышев И. И., Сазыкина Т. Г. Физическое и математическое моделирование экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 366 с.
2. Арнольд В. И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук: первые шаги мат. анализа и теории катастроф, от эволюент до квазикристаллов. М.: Наука, 1989. 93 с.
3. Алексеев Ю. К., Сухоруков А. П. Введение в теорию катастроф: учебное пособие. М.: URSS, 2009. 171 с.

Суворов Н. П., Кулагина С. В.
Поволжский государственный технологический университет

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ТВОРЧЕСТВЕ АЛЕКСАНДРА СЕРГЕЕВИЧА ПУШКИНА

Аннотация. Новый метод «математического анализа» текста открывает новые грани для интерпретации и восприятия художественных произведений.

Ключевые слова: искусство, числа, математика, золотое сечение

Из многих пропорций, которыми издавна пользовался человек при создании гармонических произведений, существует одна, единственная и неповторимая, обладающая уникальными свойствами. Эту пропорцию называли по-разному – «золотой», «божественной», «золотым сечением», «золотым числом», «золотой серединой».

«Золотая пропорция» – это понятие математическое, и ее изучение – это, прежде всего, задача науки. Но она же является критерием гармонии и красоты, а это уже категория искусства и эстетики.

Золотое сечение – это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему.

С историей золотого сечения косвенным образом связано имя итальянского математика-монаха Леонардо из Пизы, более известного под именем Фибоначчи (сын Боначчи). Одна из его задач гласила «Сколько пар кроликов в один год от одной пары родится». Размышляя на эту тему, Фибоначчи выстроил такой ряд цифр:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 и т. д.

Ряд чисел 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 и т. д. известен как ряд Фибоначчи. Особенность последовательности чисел состоит в том, что каждый ее член, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих $2 + 3 = 5$; $3 + 5 = 8$; $5 + 8 = 13$, $8 + 13 = 21$; $13 + 21 = 34$ и т. д., а отношение смежных чисел ряда приближается к отношению золотого деления. Так, $43 : 21 = 1,619$, а $55 : 43 = 1,618$. Это отношение обозначается символом Φ . Золотое сечение условно обозначается буквой греческого алфавита Φ (фита) в честь начальной буквы имени Фидий. Скульптор Фи-

дий, живший в Афинах в 5 в. до н. э., считал золотое сечение самым гармоничным.

Спустя четыре столетия после открытия Фибоначчи ряда чисел И. Кеплер (1571 – 1630) установил, что отношение рядом стоящих чисел в пределе стремится к золотой пропорции. На языке математики это выражается формулой $U_{n+1}/U_n \rightarrow \Phi$ при $n \rightarrow \infty$. Здесь $\Phi = 1,61803\dots$ является золотой пропорцией.

А. С. Пушкин и математика

Многие произведения Пушкина, например, стихи, тесно связаны с математикой, а точнее – с числами Фибоначчи. Наиболее часто в творчестве поэта встречаются стихи с таким количеством строк, которые тяготеют к данной числовой последовательности: 5, 8, 13, 21, 34. Наиболее выдающиеся шедевры, состоящие из 8 строчек, – это «Я вас любил», «Пора, мой друг, пора! Покоя сердце просит». 13-14 строчек в стихах «Сонет», «Мадонна», «Няне». По 20 строчек – «Храни меня, мой талисман», «Во глубине сибирских руд», «К Чаадаеву», «Памятник».

1. Стихотворение «Сапожник» состоит из 13 строк. В нем выделяются две смысловые части: первая – в 8 строк и вторая (мораль притчи) – в 5 строк (13, 8, 5 – числа Фибоначчи). Морфологическая и семантическая функции золотого сечения проявлены в «Сапожнике» исключительно ярко, а благодаря числам Фибоначчи – предельно точно.

2. Стихотворение «Вакхическая песня». Вряд ли у кого возникнут сомнения в том, что ставшая крылатой десятая строка стихотворения «*Да здравствуют музы, да здравствует разум*» концентрирует в себе главную мысль стихотворения. Она расположена на линии золотого сечения ($16/10=1,6$).

3. Стихотворение «Из Пиндемонти» состоит из 21 строки, и в нем выделяются две смысловые части: в 13 и 8 строк. Структура стихотворения построена на числах Фибоначчи (закон золотого сечения выполнен в нем с предельной точностью). Рассмотрим эту структуру подробнее. В структуре «Из Пиндемонти» бросается в глаза излом 13-й строки – слово «Никому» оторвано Пушкиным от родного стиха и помещено отдельно. Тем самым четко выделяет границу между двумя основными смысловыми частями стихотворения: *их ценности – низость земного раболепия* (13 строк) и *мои ценности – высота духовной свободы* (8 строк). Части находятся в пропорции золотого сечения. Первая часть, в свою очередь, делится золотой пропорцией по принципу антитезы: *описание мнимых ценностей (8 строк) и отвержение их автором (5 строк)* – «Все это, видите ль, слова, слова, слова...».

4. Знаменитый роман в стихах «Евгений Онегин» состоит из 8 глав, в каждой главе в среднем 50 стихов (а в 7-ой главе 55), а каждый стих состоит из 14 строчек. Драгоценная жемчужина романа 8 глава: 51 стих плюс письмо Евгения Татьяне (5 стихов) – близко к числу 55. Письмо разбивает главу на две части: 32 и 19 стихов, их отношение равно 1,68. Нарастание эмоционального напряжения (длительный период) – кульминация – спад (короткий спад). Вторая половина главы: нарастание усилий Онегина встретиться с Татьяной (10 стихов), встреча, исповедь Татьяны (5 стихов), короткая концовка (4 стиха). Основная схема построения «Евгения Онегина» основана на близости к трём числам Фибоначчи: 8, 13, 55.

5. В «Сказке о рыбаке и рыбке» – 205 строк. Завязка действия состоит из 13 строк; один из кульминационных моментов (старик вытащил сети, увидел в ней непростую рыбку и услышал ее голос) состоит из 5 строк. Первое обращение старика к рыбке с просьбой заканчивается на 55 строке.

Текст от первой до второй встречи главных героев из 13 строк. В чем состоит 3 прихоть старухи (хочет быть столбовою дворянкой) мы узнаем на 89 строке. В 4 раз старик идет к морю с просьбой. Ответ рыбки – 144-145 строка. «Царствовала» старуха недолго: для этого хватило А. С. Пушкину 34 строки, из которых 3 строки – мораль. Старик идет в 5 раз к морю, и теперь его встреча с рыбкой является развязкой, которая уместилась на 8 строках. 3 строки составляет ответ рыбки.

В сказке преобладают числа 3, 1,2, 3, 3, 1,2, 1,2, 13,5, 55, 13, 89, 144, 34,3, 5,8,8 строк. Преобладание в метрике сказки А. С. Пушкина чисел ряда Фибоначчи никак нельзя признать случайностью, игрой слепой вероятности. Наличие этих чисел выражает одну из фундаментальных закономерностей творческого метода поэта, его эстетические требования, чувство гармонии. А. С. Пушкин совершенно верно определил все точки кульминационных моментов в каждой смысловой части – будто калькулятор рассчитал число строк, причём все кульминационные моменты этих частей точно вписались в композицию сказки: завязка – 13 строк; основные кульминационные моменты: 1-5 строк; 2 – 55 строка; 3 – 144 строка; 4 – 8 строк; развязка – 8 строк.

Таким образом, благодаря знаниям в математике, человек начинает иначе воспринимать текст. Она приводит читателя к открытию тайных «подводных» течений и смыслов, открывает нового Пушкина, выверившего «алгеброй гармонию».

Список источников

1. Френкель В. Я. Пушкин и точные науки // Квант. 1975. №8. С. 28-32.

Торков Г. В., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИКА В КАЗИНО

Аннотация. Люди всегда хотели обыграть казино и придумали для этого массу стратегий. К сожалению, игроки не изучали теории вероятностей, из-за чего и проигрывали много денег.

Ключевые слова: американская рулетка, европейская рулетка, математическое ожидание, стратегия Мартингейла, стратегии с позитивной прогрессией, любимый номер, несовершенство колеса, первый портативный компьютер

В рулетке прибыль заведения гарантирует секция zero, а в американском варианте – еще и дабл zero. Колесо, или «вертушка», разделено на 37 ячеек, в 36 из них проставлены числа от 1 до 36, а в последней – zero (в США ячеек 38, из которых две нулевые). Ставить можно на конкретные числа или группы чисел, или на «равные шансы»: черное-красное и чет-нечет. Прибыль при выпадении чисел намного выше, чем при угадывании цвета или четности.

Не будь ячейки zero, вероятность выигрыша для игрока, поставившего, скажем, на черное, была бы $18/36$, или 50%. Но из-за еще одной ячейки она сокращается до $18/37$. Другими словами, у заведения появляется «дополнительная» доля шанса на выигрыш – $1/37$, то есть 2,7%. В американском варианте из-за второго zero расхождение вдвое больше и составляет 5,4%.

Математическое ожидание

Чтобы посчитать, нужно взять каждую ситуацию и вероятность выпадения этой ситуации умножить на выигрыш либо на проигрыш, а итог сложить.

Когда человек ставит на конкретное число, игорный дом тоже остается в плюсе, несмотря на то, что выигрыш вроде бы щедро выплачивается из расчета 35 к 1. Шансы игрока проиграть составляют 36 из 37, а шансы выиграть – только 1 из 37. То есть с каждого рубля, поставленного на конкретный номер, казино получит

$(36/37 * 1 \text{ рубль}) - (1/37 * 35 \text{ рублей}) = 1/37 \text{ рубля}$ (примерно 2,7 копейки) или те же 2,7%. Это не означает, что игроки всегда в минусе, но шансов уйти с лишними деньгами у них намного меньше, чем проиграть имеющих.

Любимый номер НЕ РАБОТАЕТ

Игрок все время ставит на один и тот же номер, надеясь, что выигрыш в размере 35 к 1 покроет его расход. «Стратеги» не учитывают, что номера выпадают равномерно только при бесконечно большом количестве оборотов. А в реальной игре с высокой вероятностью за 36 спинов выбранный номер не сыграет ни разу просто потому, что какой-нибудь другой номер выпадет дважды (кстати, именно на этом факте основана система Биарриц, тоже весьма популярная у посетителей казино). Если бы любители 36 раз подряд ставить на одно и то же число провели несложный расчет, они бы стали более прижимистыми.

Обозначим вероятность того, что за 36 спинов номера ни разу не совпадут, как $p(n)$. Выберем любой номер в качестве любимого и будем «сверять» его с выпадающими числами. Вероятность того, что любой следующий спин даст непарный номер, равна $1-1/37$ (так как есть еще zero, в знаменателе дроби будет не 36, а 37). Вероятность, что любой из последующих оборотов опять не даст пары, составляет $1-2/37$. Дальше $1-3/37$ и так далее. Чтобы узнать, с какой вероятностью все номера за 36 спинов будут различными, нужно перемножить все эти вероятности. В

общем виде формула выглядит так: $\frac{37!}{37^n + (37 - n)}$, где ! – факториал

($m!$ – это перемножение всех чисел от 1 до m), n – число поворотов колеса.

За счет огромного знаменателя получится настолько маленькое число, что на экране обычного калькулятора не хватит места, чтобы его показать. То есть шансов, что за 36 спинов номера ни разу не повторятся, практически нет.

Вероятность, что за любое выбранное количество оборотов мы получим хотя бы одну пару, равна $1-p(n)$.

Если подсчитать этот параметр для конкретного количества спинов, то при четырех оборотах колеса шансы на минимум одну «двойню» составят 15%, при 7 оборотах – 45%, а при 18 – уже 99,3%!

Список источников

1. Математика обмана: почему казино всегда в плюсе. URL: <https://www.vokrugsveta.ru/article/215452/>

2. «Если вы такие умные, почему такие бедные»: математик Эдвард Торп обыграл казино и заработал \$800 млн на Уолл-стрит. URL: <https://vc.ru/story/172206-esli-vy-takie-umnye-pochemu-takie-bednye-matematik-edvard-torp-obygral-kazino-i-zarabotal-800-mln-na-uoll-strit>

Федяшина Н. С., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

СИММЕТРИИ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Аннотация. Базовым свойством большинства живых существ является симметрия, и именно законами симметрии можно объяснить такую особенность в листьях, цветах, животном мире.

Ключевые слова: симметрия, сферическая симметрия, радиальная симметрия, двусторонняя симметрия, метамерная симметрия

К слову «симметрия» мы привыкаем с детства, и кажется, что в этом ясном понятии ничего загадочного быть не может. Законам симметрии подчиняются все формы на свете. Даже «вечно свободные» облака обладают симметрией, хотя и искаженной.

Понятие симметрии исторически вырастает из эстетических представлений. Она широко проявляется в наскальных рисунках, первобытных изделиях труда и быта, что свидетельствует о ее древности.

Понятие симметрии берет начало с Древней Греции. Оно впервые было введено в V в. до н. э. скульптором Пифагором из Региума, который понимал под симметрией красоту человеческого тела и красоту вообще, а отклонение от симметрии определил термином «асимметрия».

Самая безупречная, «самая симметричная» из всех симметрий – сферическая, когда у тела не отличаются верхняя, нижняя, правая, левая, передняя и задняя части, и оно совпадает само с собой при повороте вокруг центра симметрии на любой угол. Однако это возможно только в такой среде, которая сама идеально симметрична во всех направлениях и в которой со всех сторон на тело действуют одни и те же силы. Но на нашей земле подобной среды нет. Существует по крайней мере одна сила – сила тяжести, которая действует только по одной оси (верх-низ) и не влияет на остальные (вперед-назад, вправо-влево). Она всё тянет вниз. И живым существам приходится к этому приспосабливаться.

Так возникает следующий тип симметрии – радиальная.



Рис. 1

У радиально-симметричных существ есть верхняя и нижняя части, но правой и левой, передней и задней нет. Они совпадают сами с собой при вращении только вокруг одной оси. К ним относятся,

например, морские звезды и гидры. Эти создания малоподвижны и занимаются «тихой охотой» за проплывающей мимо живностью. Радиальная симметрия присуща медузам и полипам, поперечным разрезам плодов яблок, лимонов, апельсинов, хурмы (рис. 1) и т. д.

Но если какое-то существо собирается вести активный образ жизни, гоняясь за жертвами и удирая от хищников, для него приобретает важность еще одно направление – передне-заднее. Та часть тела, которая находится впереди, когда животное движется, становится более значимой. Сюда «переползают» все органы чувств, а заодно и нервные узлы, которые анализируют полученную от органов чувств информацию. К тому же спереди должен находиться рот, чтобы успеть ухватить настигнутую добычу. Всё это обычно располагается на отдельном участке тела – голове (у радиально-симметричных животных головы нет в принципе). Так возникает

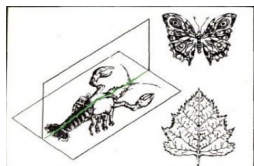


Рис. 2

билатеральная (или двусторонняя) симметрия. У билатерально-симметричного существа отличаются верхняя и нижняя, передняя и задняя части, и только правая и левая идентичны и являются зеркальным отображением друг друга. В неживой природе этот вид симметрии не имеет преобладающего значения, но зато чрезвычайно богат представлен в живой природе (рис. 2).

У некоторых животных, например у кольчатых червей, помимо билатеральной есть и еще одна симметрия – метамерная. Их тело (за исключением самой передней части) состоит из одинаковых члеников-метамеров, и, если сдвигаться вдоль тела, червь сам с собой «совпадает». У более развитых животных, включая человека, сохраняется слабое «эхо» такой симметрии: в каком-то смысле, наши позвонки и рёбра тоже можно назвать метамерами (рис. 3).

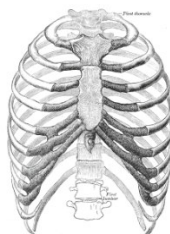


Рис. 3

Итак, согласно многочисленным литературным данным, в природе действуют законы симметрии, которые обеспечивают её красоту и гармонию и объясняются действием естественного отбора.

Список источников

1. Демьяненко Т. В. Симметрия в природе. 2-е изд., перераб. Л.: Недра, 1985. 168 с.
2. Здоровье среды: методика оценки: Оценка состояния природ. популяций по стабильности развития: метод. рук. для заповедников / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов и др.; Центр экол. политики России, Центр здоровья среды. М., 2000. 65 с.

УДК 531.1: 656.1

Андрианов Д. Ю.

*Российский государственный университет нефти и газа
(Национальный исследовательский университет) им. И. М. Губкина
г. Москва*

РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА БЕСПИЛОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ, ВЫБОР РЕДУКТОРА И ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. Создание экспериментального образца беспилотной платформы направлено на демонстрацию новых свойств и подтверждение возможности регулирования новых технических решений, заложенных в конструкцию. Были выполнены эскизы внешнего вида разрабатываемого объекта, эскизы и схемы механизма наклона отсека полезной нагрузки, а также разработана модель (в КОМПАС 3-D).

Ключевые слова: конструкторская документация, беспилотная платформа, полезная нагрузка, электромеханический исполнительный механизм, привод

В качестве электромеханических исполнительных механизмов элементов управления платформы использовались покупные узлы – электроприводы автомобильных стеклоподъемников и электрозамков. На эти изделия эскизная конструкторская документация не разрабатывалась.

Ключевым узлом в беспилотной платформе является электромеханический исполнительный механизм (ЭИМ) наклона отсека полезной нагрузки, т. к. он и обеспечивает свойство повышенной устойчивости. Создание данного ЭИМ потребовало выполнения расчетов и разработки эскизной конструкторской документации. Механизм двухстороннего наклона полезной нагрузки представляет собой двухрамочную рычажную систему с двумя приводами (рис. 1), где: 1 – базовая рама беспилотной платформы, 2 – полезная нагрузка (груз), 3 – первая рамка (рычаг), 4 – вторая рамка (рычаг), 5 – ЭИМ (приводы).

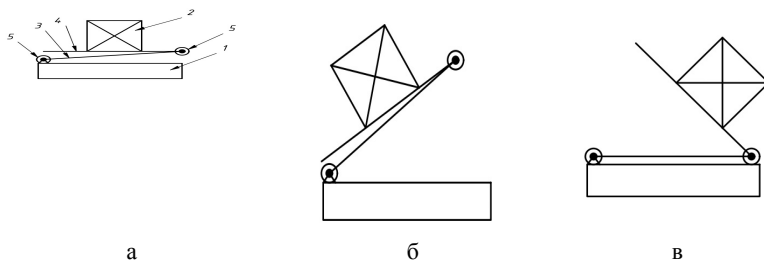


Рис. 1. Графическое изображение ЭИМ

Представленная конструкция (рис. 2) обеспечивает устойчивость платформы при критических наклонениях во фронтальной плоскости путем наклонения противовеса (полезная нагрузка) в противоположную сторону от наклонения платформы.

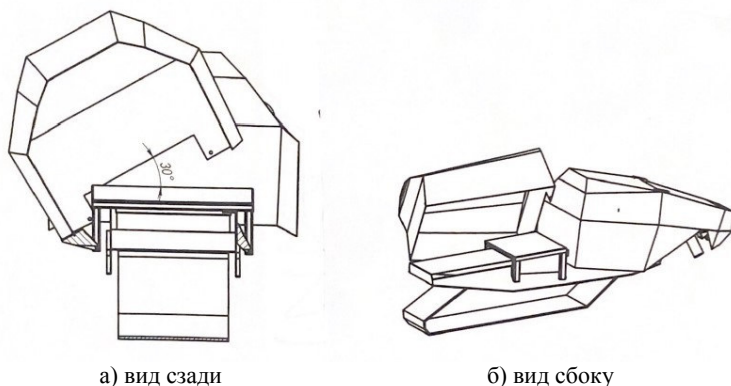


Рис. 2. Графическое изображение работы платформы, на снегоходе

В основу кинематической схемы редуктора ЭИМ была взята схема k-h-v на основе планетарно целочной передачи перспективной с точки зрения обеспечения малых габаритов и массы (параметр-удельная мощность). [1,2].

Расчеты редуктора привода (ЭИМ)

1. Исходные данные: $m = 45$ кг – масса полезной нагрузки, $l = 0,25$ – плечо нагрузки на ЭИМ. Ширина рамки $0,5$ м, $\alpha = 30^\circ$ – угол наклона рамки, $t = 0,5$ сек – время рамки с полезной нагрузки на угол 30° .

2. Расчет показал, что необходимая мощность двигателя составит $N_{\text{дв}} = 118$ Вт.

Наиболее подходящий электродвигатель – Махон ЕС90 (2510 об/мин; $0,56 \text{ Н} \cdot \text{м}$; 36/12 В; $0,6$ кг).

Требуемое предельное число редуктора $i = 236$, при $n_{\text{вых}} = 10,6$ об/мин.

Расчет эвольвентной зубчатой передачи на входе в цевочную передачу (при передаточном числе цевочной передачи – 50) будет $i_{\text{эв.п.}} = 4,7$.

Дальнейший расчет ведем в отношении цевочной передачи, т. к. она является выходной и, соответственно, наиболее нагруженной.

Момент, передаваемый сателлитом (трехсателлитная схема) $M_c = 40$ Н * м.

Сила, действующая на подшипник сателлита, получена $R_c = 659$ Н.

Номинальная долговечность подшипника сателлита (подшипник сателлита является наиболее нагруженным элементом в цевочной передаче, определяющим ресурс цевочной передачи в целом): $N_{\text{вых}} = 51$ об / мин, $N_c = 530$ об / мин.

Тогда номинальная долговечность – $L_h = 1235$ часов.

Такой ресурс ЭИМ можно считать удовлетворительным для беспилотной платформы.



Рис. 3. Модель изготовленного цетелита

1. Разработана эскизная конструкторская документация для создания экспериментального образца беспилотной платформы.

2. На основе выполненных расчетов разработана модель цевочного цетелита в КОМПАС-3D. Изготовлен прототип из полиамида ПА 6 (рис. 3). Замерение прототипа подтверждает правильность выполненных расчетов наиболее ответственной детали ЭИМ.

Список источников

1. Кудрявцев И. А. Двухсторонний планетарно-цевочный редуктор. Пат.RU 2535369. Опубликовано: Бюл. №34, 10.12.2014.
2. Планетарные передачи: справочник. Л.: Машиностроение, 1977. 563 с.

Андрианов Д. Ю.

*Российский государственный университет нефти и газа
(Национальный исследовательский университет) им. И. М. Губкина,
г. Москва*

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА И ТЕСТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ БЕСПИЛОТНОЙ СНЕГОХОДНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Аннотация. На базе серийно выпускаемых машин-снегоходов была изготовлена беспилотная снегоходная транспортная платформа, оснащенная системой беспилотного управления в ручном режиме. На экспериментальном образце проведено тестирование и анализ параметров функционирования системы смещения центра тяжести на динамическом стенде.

Ключевые слова: снегоход, платформа, динамический стенд, полезная нагрузка, экспериментальный образец

Экспериментальный образец беспилотной платформы создавался на базе серийно выпускаемой машины-снегохода «ТІКСІ 250» (производство АО «Русская механика» г. Рыбинск). Все работы производились на ранее проведенных исследованиях и на разработках.

Базовая машина была освобождена от внешних корпусных элементов (кожухов, сидения, руля), т. к. для беспилотного варианта их необходимость отпала.

Выкройки внешней оболочки и отсека полезной нагрузки создавались вновь, путем внешнего макетирования с помощью плотного картона.

При этом было отработано множество вариантов внешнего дизайна. После принятия окончательного дизайна (рис. 1) по картонным выкройкам были вырезаны детали внешней оболочки из алюминиевых листов ($S = 2$ мм).



Рис. 1. Графическое изображение окончательного варианта дизайна внешнего вида беспилотной платформы. Вид сбоку

С помощью трубочин оболочка была составлена и проверена изнутри. Внешний вид оболочки был доведен шпаклевкой с последующей покраской. Создание внешней оболочки по данной технологии не потребовало разработки эскизной документации.

В качестве электромеханических исполнительных механизмов (ЭИМ) элементов управления были использованы электроприводы автомобильных стеклоподъемников и автомобильных электростартеров (рис. 2).



Рис. 2. Изображения установленного оборудования для ЭИМ

Установка и монтаж велись по месту на тяге руля, тросиках дроссельной заслонки и тормоза. Сборка экспериментального образца проводилась в СКБ ПГТУ (г. Йошкар-Ола).

На экспериментальном образце для исследования и тестирования системы наклонения отсека полезной нагрузки были использованы два привода стеклоподъемников автомобиля ВАЗ. Беспилотная платформа была размещена на динамическом стенде, обеспечивающем наклонение всей платформы до положений крайних неустойчивых (рис. 3).



Рис. 3. Исследования и тестирования системы наклонения отсека полезной нагрузки

Наклонение динамического стенда с платформой осуществлялось вручную. Приборы наклонения отсека полезной нагрузки отрабатывали углы поворота шарнирных углов пропорционально углу наклонения плат-

формы на динамическом стенде. Процесс имитации критических наклонов платформы отражен на фотографиях, где видны значения углов наклона на приборе, реагирующем на отклонения системы (рис. 4).

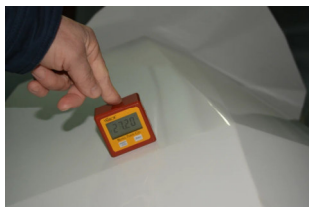


Рис. 4. Процесс имитации критических наклонов платформы. Показания параметров наклона смещаемой платформы

В результате тестирования были подтверждены работоспособность системы смещения центра тяжести на платформе и возможность успешной реализации проекта в будущих опытных образцах беспилотной транспортной платформы со смещаемым центром тяжести:

1. Выполнены тестирование и анализ параметров функционирования системы смещения центра тяжести платформы на динамическом стенде.
2. Определен предельный угол поперечной устойчивости, равный 30° , а также было получено рекомендуемое максимальное отклонение $27,2^\circ$.
3. Разрабатываемый проект демонстрирует новые функциональные возможности беспилотных транспортных платформ в сравнении с существующим уровнем техники в данной области, что обеспечивает его высокую конкурентоспособность.

Список источников

1. Андрианов Д. Ю. Беспилотная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести // Инновационные машиностроительные технологии. Оборудование и материалы – 2016: материалы Международной научно-технической конференции (МНТК «ИМТОМ – 2016»). Ч. 1. Казань: Акционерное общество «Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий», 2016. С. 248-251.
2. Андрианов Д. Ю., Фищенко П. А. Условие боковой устойчивости беспилотной транспортной платформы, движущейся по горизонтальной поверхности // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы II Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.) в 8 ч. Ч. 1. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. С. 8-13.
3. Кудрявцев И. А. Двухсторонний планетарно-цевочный редуктор. Пат. RU 2535369. Опубликовано: Бюл. № 34, 10.12.2014.

Анисимов Н. С., Шлычков С. В.

*Поволжский государственный технологический университет***СОЗДАНИЕ МКЭ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

Аннотация. С помощью метода конечных элементов созданы расчетные модели образца из древесины березы. Для дискретизации использованы балочные и пространственные конечные элементы. Проанализированы точность и эффективность расчетных моделей при решении тестовых задач с различной степенью дискретизации. Адекватность построенных моделей подтверждается результатами натурных экспериментов.

Ключевые слова: модуль упругости, метод конечных элементов, деформированное состояние

Введение. Древесина – это распространенный конструкционный материал, который широко используется во многих отраслях хозяйства. В этой связи корректное моделирование ее свойств представляется актуальной задачей. В настоящей работе рассматривается стержневой образец, изготовленный из древесины березы таким образом, что волокна древесины ориентированы вдоль его длины. Он имеет диаметр 3,3 мм и длину 150 мм (рис. 1).

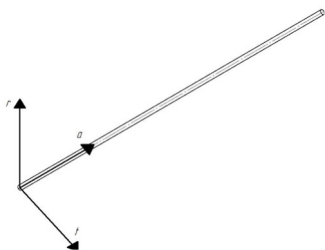


Рис. 1. Образец

Расчетная модель образца строится на базе метода конечных элементов (МКЭ) с помощью программного комплекса Ansys. Физико-механические свойства древесины учитываются на основе модели ортотропного тела. Это означает, что расчетная КЭ модель учитывает 9 независимых параметров: модуль упругости вдоль волокон $E_a = 18,3$ ГПа, в радиальном направлении $E_r = 0,67$ ГПа и в окружном направлении

$E_t = 0,49$ ГПа. Три модуля сдвига: $G_{ar} = 1,51$ ГПа, $G_{at} = 0,87$ ГПа, $G_{rt} = 0,23$ ГПа и три коэффициента Пуассона в соответствующих плоскостях: $\mu_{rt} = 0,49$, $\mu_{at} = 0,04$, $\mu_{ar} = 0,043$. Данные значения приняты на основе справочных данных [1].

Для построения КЭ моделей использованы два типа элементов. Балочный элемент Beam 188 имеет три узла и использует квадратичную

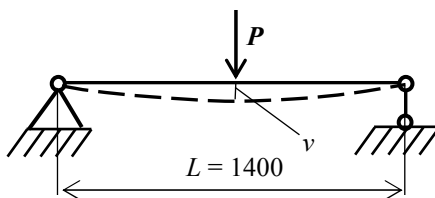
функцию формы. Он имеет шесть степеней свободы в каждом узле. Данные КЭ используются для расчета балок типа Тимошенко. Объемный КЭ Solid-186 способен аппроксимировать пространственные конструкции сложной геометрической конфигурации. Этот КЭ имеет 8 узлов с 3 степенями свободы в каждом.

В результате было построено три дискретных модели, насчитывающие (10, 20, 100 КЭ), и на их основе решена тестовая задача статики по определению максимального прогиба для зашпеленной балки, нагруженной на свободном конце сосредоточенной силой. Для всех случаев получены практически одинаковые результаты, что означает достаточно высокую эффективность построенных расчетных моделей. При дискретизации на 10 КЭ точность расчетов по перемещениям оказывается уже достаточно высокой. Для апробации расчетной КЭ модели был поставлен натурный эксперимент.

Эксперимент. Для определения прогиба образца была поставлена и проведена серия экспериментов (рис. 2а). Образец устанавливался на опоры, к его середине подвешивался груз, прогиб фиксировался посредством индикатора часового типа.



а



б

Рис. 2. Статический прогиб:

а – натурный эксперимент, б – расчетная схема

Расчетная схема для данного эксперимента принята в виде шарнирно-опертой балки (рис. 2б). Известно, что статический прогиб такой

балки определяется выражением
$$v = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot EI_z} \quad [2].$$
 В результате была

получена кривая зависимости прогибов от величины приложенной силы. Результаты отражены на рис. 3. Видно, что при небольших нагрузках прогиб линейно зависит от величины приложенной силы, т. е. вы-

полняется закон Гука. Начиная примерно с 15 Н, зона упругости заканчивается и зависимость перестает быть линейной. По достижении 17 Н экспериментальная кривая принимает горизонтальный характер, приводящий к разрушению образца.

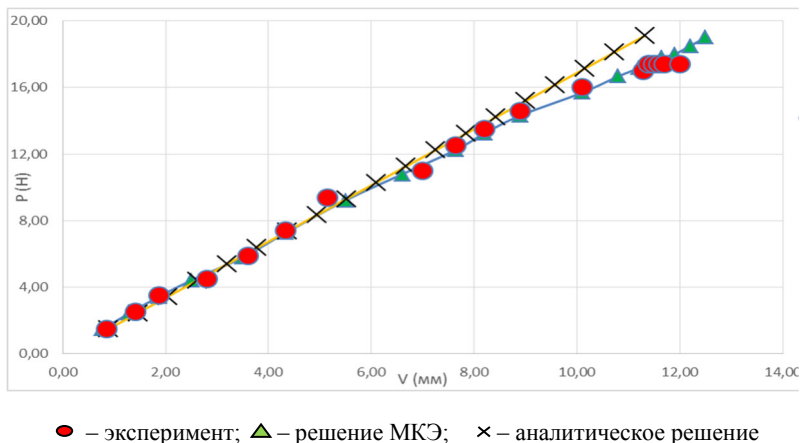


Рис. 3. Диаграмма прогибов

Аналитическое решение задачи о прогибе шарнирно-опертой балки, основанное на известной формуле [2], определяющей прогиб, отображено маркерами в виде крестиков. Решение на базе КЭ модели Ansys отображается треугольными маркерами. Сравнение результатов показывает более высокую эффективность МКЭ модели по сравнению с формулой Мора, использованной для аналитического решения. Однако если рассматривать большие перемещения, то КЭ модель будет давать существенную погрешность, но возможности Ansys позволяют решить эту проблему. С этой целью нужно моделировать древесину как нелинейно упругий материал и задавать предел текучести материала, по достижении которого деформации растут без увеличения нагрузки.

Список источников

1. Ашкенази Е. К., Ганов Э. В. Анизотропия конструкционных материалов. Л.: Машиностроение, 1980. 247 с.
2. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Наук. думка, 1988. 736 с.

Богатырев А. Д., Иванов С. П.

Поволжский государственный технологический университет

ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОГО СТЕРЖНЯ ПРИ НАЛИЧИИ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛА

Аннотация. В данной статье представлен вывод уравнения изогнутой оси физически нелинейного стержня при действии сжимающей и поперечной нагрузки. Представлен пример расчета.

Ключевые слова: продольно-поперечный изгиб, физическая нелинейность, энергетический метод, уравнение Эйлера-Лагранжа

Большое количество строительных конструкций работают в условиях сжатия с изгибом: арки, элементы рам, стойки и колонны. Эти конструкции могут быть изготовлены из материалов, имеющих нелинейные свойства. [1]. Это подчеркивает важность данной темы. Рассмотрим продольно-поперечный изгиб стержня (рис. 1).

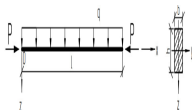


Рис. 1. Продольно-поперечный изгиб физически нелинейного стержня

Диаграмма деформирования материала изменяется в виде кубического полинома:

$$\sigma = E\varepsilon - E_1\varepsilon^3, \quad (1)$$

где E и E_1 – постоянные, принимаемые по экспериментальным данным.

Для вывода уравнения изогнутой оси стержня используем энергетический метод. Полная энергия деформирования состоит из работы внутренних сил U и внешних сил P и A :

$$\Pi = U - A. \quad (2)$$

Деформация изгиба балки имеет вид:

$$\varepsilon = -z \cdot w_{xx} = -z \frac{d^2 w}{dx^2}, \quad (3)$$

где w – функция прогиба стержня.

Внутренняя энергия деформирования равна:

$$U = \int_x \left[\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \left(\int_0^\varepsilon \sigma b d\varepsilon \right) dz \right] dx. \quad (4)$$

Проинтегрировав уравнения (4) с учетом (1) и (3), получим:

$$U = \int_x \left(\frac{Ebh^3}{24} w_{xx}^2 - \frac{E_1bh^5}{320} w_{xx}^4 \right) dx. \quad (5)$$

Работа внешних сил:

$$A = \int_x \left(\frac{Pw_x^2}{2} + qw \right) dx. \quad (6)$$

Полная энергия Π равна:

$$\Pi = \int_x \left(\frac{Ebh^3}{24} w_{xx}^2 - \frac{E_1bh^5}{320} w_{xx}^4 - \frac{Pw_x^2}{2} - qw \right) dx. \quad (7)$$

Определяем экстремальное значение полной энергии Π , используя уравнение Эйлера-Лагранжа:

$$-\frac{d^2}{dx^2} \frac{\partial F}{\partial w_{xx}} + \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial w_x} - \frac{\partial F}{\partial w} = 0, \quad (8)$$

где F – подынтегральная функция Π .

Раскрывая (8), получим:

$$EJ_y w_{xxxx} + Pw_{xx} = q + \frac{3}{80} E_1bh^5 (2w_{xx}w_{xxx}^2 + w_{xx}^2w_{xxxx}). \quad (9)$$

Нелинейное дифференциальное уравнение решается совместно с граничными условиями на краях стержня при $x = 0$ и $x = l$. В качестве примера рассмотрим стержень с шарнирными опорами.

Граничные условия:

$$\text{при } x = 0 : w(0) = 0; w_{xx}(0) = 0; \quad (10)$$

$$\text{при } x = l : w(l) = 0; w_{xx}(l) = 0.$$

Решаем уравнение (9) в рядах. В первом приближении, согласно граничным условиям (10), можно принять:

$$w(x) = w_1 \cdot \sin \frac{\pi x}{l}. \quad (11)$$

Подставляя (11) в (9), после ортогонализации получим:

$$w_1 \frac{\pi^2}{l^2} \left(EJ_y \frac{\pi^2}{l^2} - P \right) = 4 \frac{q}{\pi} + \frac{3}{320} E_1bh^5 \frac{\pi^8}{l^8} w_1^3. \quad (12)$$

Уравнение (12) решаем методом последовательных приближений:

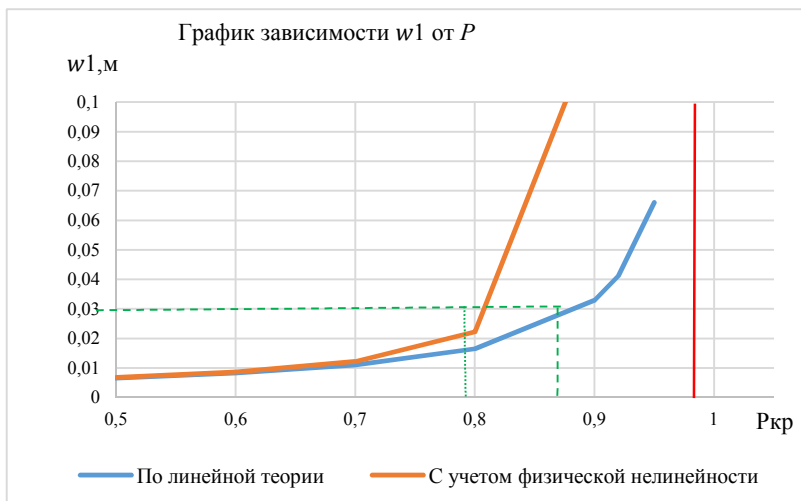
$$w_1 = w_{10} + w_{11} + \dots \quad (13)$$

В результате двух приближений получим:

$$w_1 = 4 \frac{q}{\pi B} + \frac{3}{320} E_1bh^5 \frac{\pi^8}{l^8} \cdot \frac{\left(\frac{4q}{\pi B} \right)^3}{B}, \quad (14)$$

$$\text{где } B = \frac{\pi^2}{l^2} \left(EJ_y \frac{\pi^2}{l^2} - P \right).$$

Построим график зависимости w_1 от P для стержня длиной $l = 4\text{м}$.



Отношение $\frac{E_1}{E} = 10^3$.

Анализируя график, можно заметить, что, начиная примерно от $0,7-0,8P_{кр}$, физическая нелинейность материала начинает оказывать существенное влияние на прогиб стержня. Так, нагрузка, соответствующая прогибу стержня $w_1 = 0,03\text{м}$, при учете физической нелинейности снижается на 8,5%.

Вывод. С учетом физической нелинейности стержень начинает терять устойчивость раньше. С учетом поперечной нагрузки можно оценить влияние начального несовершенства.

Список источников

1. Иванов С. П., Иванова А. С. Приложение вариационного метода В. З. Власова к решению нелинейных задач пластинчатых систем: монография. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. 248 с.

Булдакова Ю. М., Кудрявцев С. Г.

Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПЛОЩАДКИ НАГРУЖЕНИЯ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛУПРОСТРАНСТВА

Аннотация. Представлены результаты расчетов влияния формы области нагружения касательными усилиями на характер и величину распределения напряжений в упругом изотропном полупространстве.

Ключевые слова: напряжения, полупространство, упругость, касательная нагрузка

Рассмотрим упругое изотропное полупространство. Плоскость xy совместим с плоскостью, ограничивающей полупространство, ось z направим внутрь полупространства. Положительные направления перемещений и напряжений совпадают с обозначениями [1].

В работе [2] получены формулы для определения перемещений и напряжений в произвольной точке полупространства при действии на границе касательной нагрузки, равномерно распределенной по прямоугольной площадке. Исследуем, используя данные формулы, влияние формы прямоугольных областей при одинаковой их площади на характер изменения напряжений в полупространстве (рис. 1). Здесь и далее вариант нагружения поверхностной нагрузкой квадратной площадки с размерами 2×2 обозначен (a), прямоугольной с размерами 1×4 – (b).

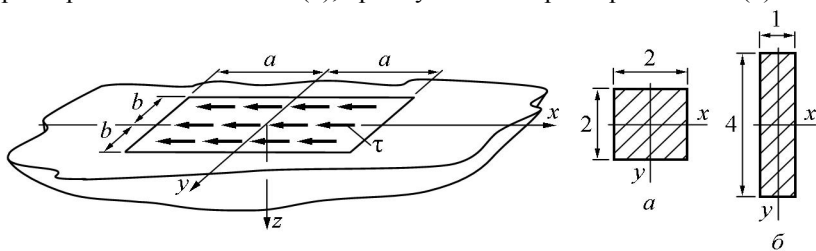


Рис. 1. Схема нагружения полупространства касательной нагрузкой

На рис. 2-6 приведены графики изменения напряжений на глубине $z=1$ в безразмерных параметрах

$$\sigma_z^* = \frac{2\pi\sigma_z}{\tau}, \quad \sigma_x^* = \frac{2\pi\sigma_x}{\tau}, \quad \sigma_y^* = \frac{2\pi\sigma_y}{\tau}, \quad \tau_{xz}^* = \frac{2\pi\tau_{xz}}{\tau}, \quad \tau_{yz}^* = \frac{2\pi\tau_{yz}}{\tau}.$$

Расчеты выполнены при значении коэффициента Пуассона $\nu=0,25$.

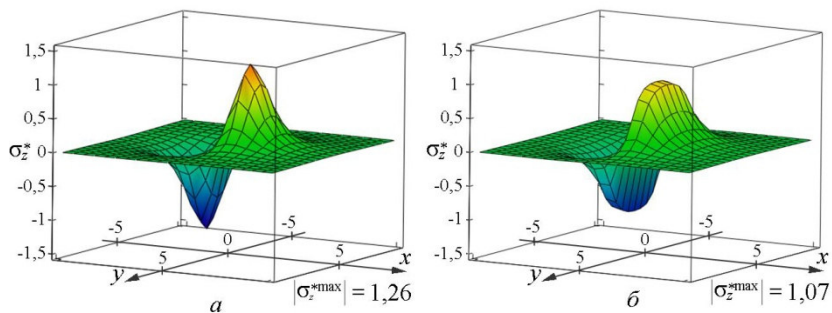


Рис. 2. Поле изменения безразмерного параметра напряжения σ_z^*

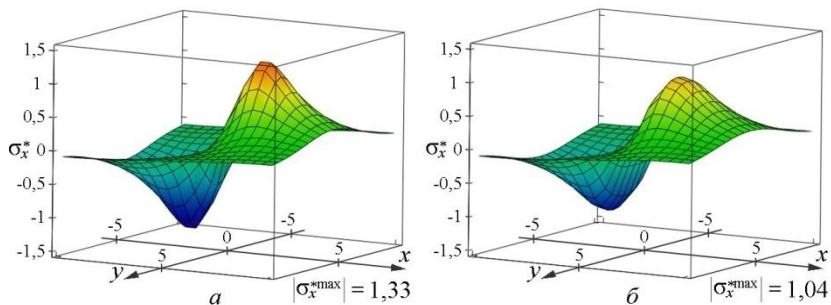


Рис. 3. Поле изменения безразмерного параметра напряжения σ_x^*

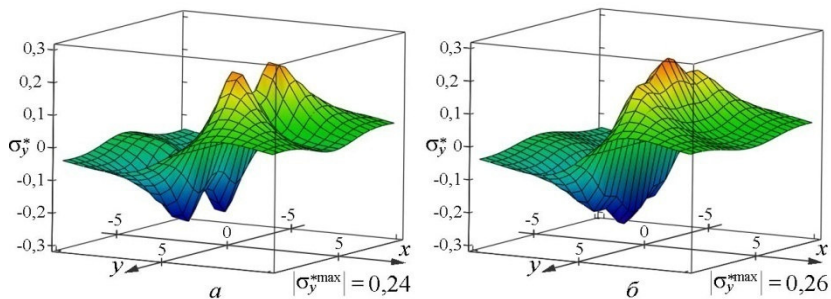


Рис. 4. Поле изменения безразмерного параметра напряжения σ_y^*

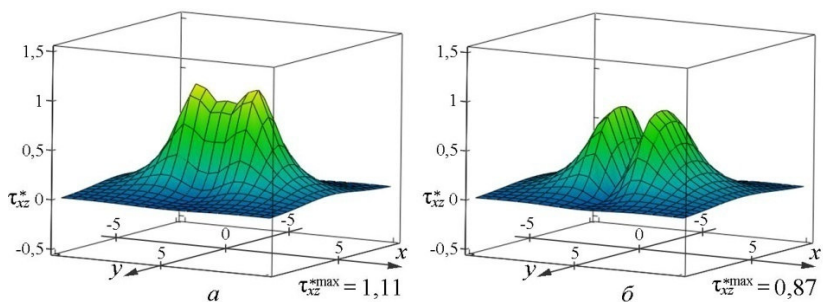


Рис. 5. Поле изменения безразмерного параметра напряжения τ_{xz}^*

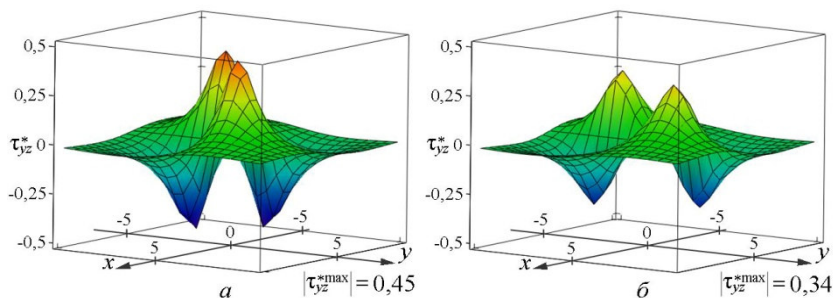


Рис. 6. Поле изменения безразмерного параметра напряжения τ_{yz}^*

Анализ графиков показывает, что качественная картина и численные значения параметров напряжений зависят от соотношения сторон прямоугольной площадки. При переходе от квадратной области к прямоугольной значения параметров нормальных σ_x , σ_z и касательных напряжений уменьшаются.

Список источников

1. Лурье А. И. Пространственные задачи теории упругости. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. 492 с.
2. Кудрявцев С. Г., Булдакова Ю. М. Напряженное и деформированное состояние в упругом полупространстве при заданных на границе усилиях или перемещениях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №3. С. 28-38.

Домрачева С. С.

Научный руководитель: Иванов С. П., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЁТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ТРЁХСТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассмотрен метод расчёта геометрически нелинейной трёхстержневой системы и проведён анализ перемещения узла (в котором соединяются три стержня) в зависимости от действия нагрузки и изменения угла α между стержнями.

Ключевые слова: геометрическая нелинейность, трёхстержневая система

В настоящее время в строительстве применяются большепролетные пространственные конструкции, работающие под воздействием статических и динамических нагрузок. В машиностроении, например, используются грузоподъёмные краны с телескопической стрелой. При полном вылете стрелы имеет достаточно большую длину. В связи с увеличением длины в системах могут возникать большие перемещения, которыми нельзя пренебрегать при проведении проектировочных расчётов. В таких случаях линейная зависимость между деформациями и перемещениями не выполняется, т. е. конструкция обладает геометрической нелинейностью. [1]

Под геометрической нелинейностью понимают нарушение линейной зависимости между нагрузкой и перемещениями, вызванное возникновением дополнительных усилий при деформировании конструкции или отдельных ее элементов. Расчёты с учетом геометрической нелинейности часто называют расчетами по деформированной схеме.

Рассмотрим геометрически нелинейную трёхстержневую систему.

Принимаем, что перемещение δ узла B сравнимо с длиной стержней (рис. 1). Здесь $l_1 = l_2 = l$; $l_3 = l \cdot \cos \alpha$.

Определим деформации ε_1 , ε_2 и ε_3 стержней 1, 2 и 3.

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \frac{KB_1 - KB}{KB} = \frac{KB_1 - l}{l}. \quad (1)$$

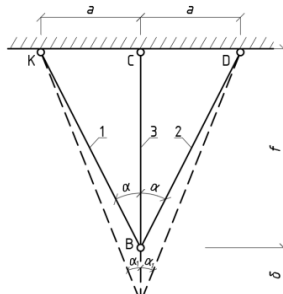


Рис. 1.

Деформированная схема

Зная, что

$$KB_1 = \sqrt{(f + \delta)^2 + a^2} = \sqrt{f^2 + 2f\delta + \delta^2 + a^2},$$

получим:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \frac{\sqrt{f^2 + 2f\delta + \delta^2 + a^2} - l}{l} = \sqrt{\frac{f^2}{l^2} + 2\frac{f\delta}{l^2} + \frac{\delta^2}{l^2} + \frac{a^2}{l^2}} - 1. \quad (2)$$

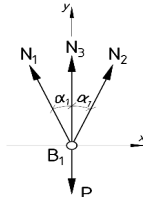
Из рис. 1 имеем: $\cos \alpha = \frac{f}{l}, \sin \alpha = \frac{a}{l}$; обозначим $\xi = \frac{\delta}{l}$.

Находим деформации стержней:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \sqrt{1 + 2\xi \cos \alpha + \xi^2} - 1; \quad (3)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{BB_1}{BC} = \frac{\delta}{l \cdot \cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \xi.$$

Вырезая узел B_1 (рис. 2), составим уравнения равновесия:



$$\begin{cases} \sum x = 0 : N_1 = N_2; \\ \sum y = 0 : 2N_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_3 - P = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Определим:

Рис. 2. Усилия, действующие в узле B_1

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{B_1C}{B_1K} = \frac{\delta + f}{\sqrt{f^2 + 2f\delta + \delta^2 + a^2}} = \\ &= \frac{\cos \alpha + \xi}{\sqrt{1 + 2 \cdot \xi \cdot \cos \alpha + \xi^2}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Выразим усилия N_1 и N_3 через деформации:

$$\begin{aligned} N_1 &= \sigma_1 \cdot A = EA \cdot \varepsilon_1; \\ N_3 &= \sigma_3 \cdot A = EA \cdot \varepsilon_3. \end{aligned} \quad (6)$$

Подставляя (3) и (6) во второе уравнение (4) с учётом (5), получим:

$$P = 2EA \cdot \left(\sqrt{1 + 2\xi \cos \alpha + \xi^2} - 1 \right) \cdot \frac{\cos \alpha + \xi}{\sqrt{1 + 2\xi \cos \alpha + \xi^2}} + EA \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \xi. \quad (7)$$

Упростим (7): $P^* = 2 \cdot (\cos \alpha + \xi) \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2\xi \cos \alpha + \xi^2}} \right) + \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \xi, \quad (8)$

где $P^* = \frac{P}{EA}$.

Уравнение линейной зависимости $P^*(\xi)$ имеет вид:

$$P^* = \left(2 \cos^2 \alpha + \frac{1}{\cos \alpha} \right) \cdot \xi. \quad (9)$$

По уравнениям (8) и (9) построены графики линейной и геометрически-нелинейной зависимостей $P^*(\xi)$ при $\alpha=30^\circ$, $\alpha=45^\circ$ и $\alpha=60^\circ$ (рис. 3).

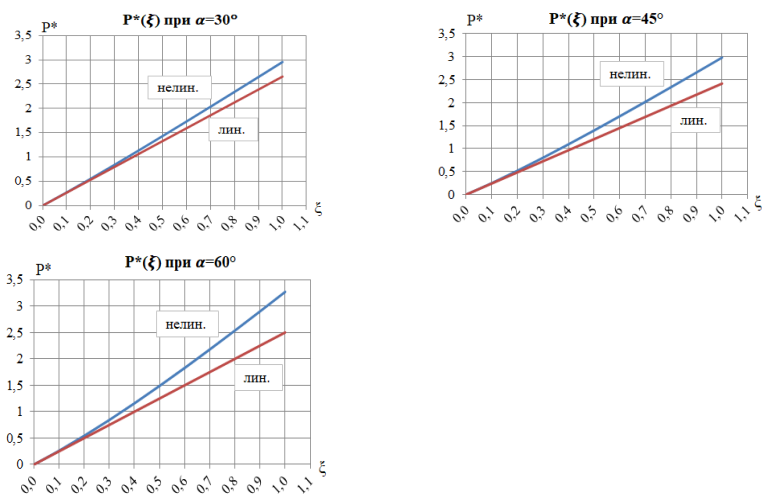


Рис. 3. Зависимости $P^*(\xi)$

По полученным графикам можно сделать следующие выводы:

1. геометрическая нелинейность трёхстержневой системы имеет более выраженный характер при наибольшем угле α между стержнями;
2. под действием нагрузки наименьшие перемещения получит узел той трёхстержневой системы, у которой угол α между стержнями наибольший;
3. при заданном перемещении, наибольшее нагружение можно произвести на ту трёхстержневую систему, у которой угол α между стержнями наибольший.

Список источников

1. Иванов С. П., Иванова А. С. Приложение вариационного метода В. З. Власова к решению нелинейных задач пластинчатых систем: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. 247 с.

Камаев А. М., Кадыров И. В., Журавлев Е. А.
Поволжский государственный технологический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ МНОГОТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. Создана физическая модель системы твердых тел с шарнирными сочленениями, которая была использована для проверки результатов численного имитационного моделирования динамического поведения многотельной системы. Для наблюдения за движением физической модели применялась замедленная видеосъемка.

Ключевые слова: система твердых тел, шарнирные сочленения, рекурсивный алгоритм, физическое моделирование, видеосъемка

Известно [1], что математическая модель динамического поведения многотельной системы с конечным числом n степеней свободы представляет собой систему дифференциальных уравнений:

$$A(q)\ddot{q} + B(q, \dot{q}) = Q, \quad (1)$$

с начальными условиями: $q(0) = q_0$, $\dot{q}(0) = \dot{q}_0$.

Здесь $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T$ – вектор обобщенных координат, A – матрица инерции, B – вектор центробежных и гироскопических сил, Q – вектор заданных обобщенных сил; точки обозначают производные по времени.

Если заданы начальные условия $q_0, \dot{q}_0$ и вектор $Q(t, q, \dot{q})$ обобщенных сил, то можно, решив систему дифференциальных уравнений (1), получить описание эволюции системы в виде зависимостей $q = q(t)$.

Для механических систем с числом степеней свободы $n < 10$ и древовидной кинематической структурой наиболее эффективными являются методы формирования и решения уравнений динамики (1), основанные на рекурсивном алгоритме решения обратной задачи динамики [2], [3]. Программная реализация подобной методики была выполнена на кафедре СМиПМ ПГТУ и описана в статье [3].

Для проверки достоверности результатов расчетов, во-первых, необходимо было убедиться в работоспособности численного метода интегрирования уравнений (1). Для этого проводилась проверка сходимости численного решения и эта проверка дала положительный результат.

Вторым шагом была проверка правильности формирования самих динамических уравнений (1). С этой целью для значений обобщенных координат q и скоростей $\dot{q}$ системы, полученных в ходе численного решения для различных моментов времени, были найдены величины её кинетической T и потенциальной Π энергий. Ограничиваясь случаем действия лишь потенциальных (гравитационных) сил и идеальных связей, было обнаружено выполнение равенства $T + \Pi = const$ с достаточно высокой точностью, т. е. проведена энергетическая проверка численного решения.

Третьим, заключительным шагом явилось сравнение результатов численного решения с экспериментальными данными, полученными наблюдением за поведением физической модели.

Физическая модель представляет собой плоский 4-х звенный механизм с шарнирными сочленениями и древовидной кинематической структурой (рис. 1). Звенья механизма с размерами поперечного прямоугольного сечения 15×3 мм были изготовлены из оргстекла. Для шарнирного сочленения звеньев использовались стальные оси диаметром 1 мм, которые вставлялись в отверстия диаметром 1,1 мм, просверленные в звеньях, и фиксировались с 2-х сторон прямоугольными шайбами из ПВХ (рис. 2).

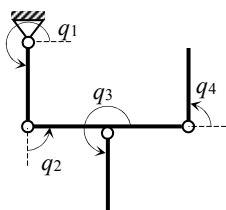


Рис. 1



Рис. 2

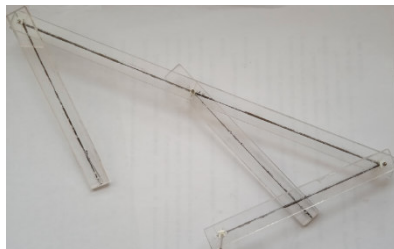


Рис. 3

Порядок поперечного расположения звеньев физ-модели, показанный на рис. 3, и выбор их размеров должен был обеспечить их беспрепятственное вращение вокруг осей сочленений. Движение физ-модели из начального состояния покоя, изображенного на рис. 1, обеспечивалось только действием сил тяжести звеньев.

Для фиксации положений звеньев физ-модели в различные моменты времени использовалась камера мобильного телефона в режиме замедленной видеосъемки и электронный секундомер. Результаты съемки показаны на рис. 4.

Результаты численного решения в соответствующие моменты времени показаны на рис. 5.

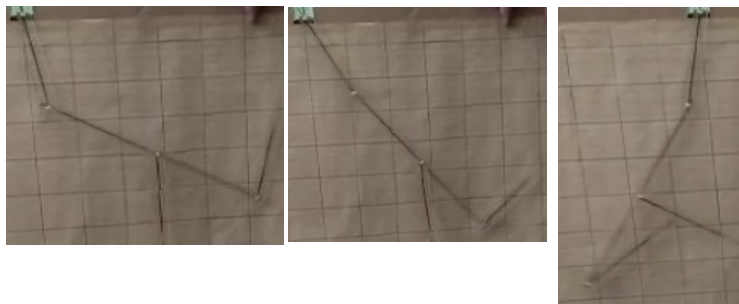


Рис. 4

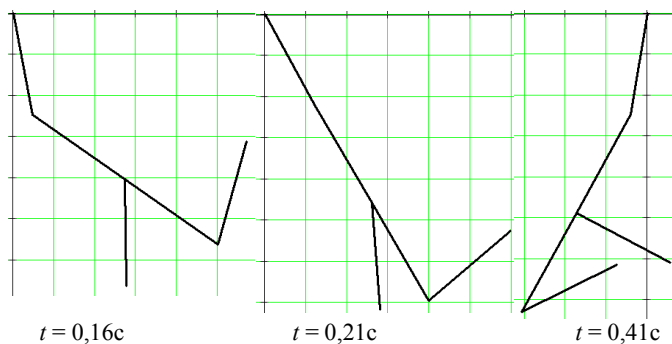


Рис. 5

Наблюдается довольно хорошее соответствие результатов расчетов и эксперимента при $t < 0,5$ с. Последующие расхождения результатов можно объяснить неидеальностью шарнирных сочленений звеньев физ-модели, т. е. наличием зазоров и действием диссипативных сил.

Список источников

1. Курс теоретической механики: учебник для вузов / В. И. Дронг, В. В. Дубинин, М. М. Ильин и др. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 736 с.
2. Featherstone R. Rigid body dynamics algorithms, Springer Science+Business Media, 2008. 272 p.
3. Журавлев Е. А. Реализация рекурсивных алгоритмов динамики для механизмов с древовидной кинематической структурой // Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. 2020. №8. С. 118-122.

Караваева М. С., Шлычков С. В.

Поволжский государственный технологический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация. В работе представляется экспериментальный метод оценки физико-механических свойств образцов из древесины ели и бамбука. С помощью разработанной методики устанавливаются модули упругости древесины вдоль волокон. Правильность оценки модуля упругости подтверждается результатами численных экспериментов по определению низших собственных частот построенных конечно-элементных моделей. Устанавливается взаимосвязь между упругими и диссипативными свойствами древесины.

Ключевые слова: модуль упругости, метод конечных элементов, собственная частота, декремент колебаний

Введение. Определение физико-механических свойств конструкционных материалов – сложная трудоемкая работа, требующая использования дорогостоящего лабораторного оборудования, существенных затрат временных и материальных ресурсов. В этой связи разработка альтернативных подходов [1, 2] для решения этих задач является актуальной и востребованной.

Объект исследования. В настоящей работе исследуются четыре стержневых образца: два изготовлены из древесины березы, два – из бамбука. Волокна древесины ориентированы вдоль длины образцов (табл. 1). Как материал, бамбук состоит из двух элементов: волокон древесины и полых, жестких трубок (сосудов), питающих растение водой и полезными веществами. Таким образом, бамбук аналогичен композитному материалу и совмещает в себе уникальные качества: прочность, упругость, высокое вибропоглощение. Береза – это широко распространенная в нашей стране лиственная рассеянно сосудистая порода. Ее основные физико-механические свойства определены [3].

Таблица 1

№ образцов	1	2	3	4
Порода древесины	Бамбук		Береза	
Масса [г]	0,88	1,08	0,72	0,93
Длина [мм]	150	152	150	150
Диаметр [мм]	3,2	3,2	3,3	3,3

Эксперимент. Схема устройства, использованного в работе, для определения упругих и диссипативных свойств подробно описана в работе [1]. Величины амплитуд колебаний определяются по виброграмме. С помощью представленных формул определяется логарифмический декремент колебаний δ

$$\delta = \ln\left(\frac{1}{d}\right); d^{k-1} = \frac{A_k}{A_1}. \quad (1)$$

Здесь k – это количество условных периодов затухающих колебаний, в течение которых измеряется декремент. Интервал определялся величиной $k = 21$. Он сделан достаточно большим для уменьшения погрешности измерений отдельных пиков. Таким образом, были получены результаты, характеризующие способность древесины рассеивать энергию колебаний. Для оценки упругих свойств древесины использован вибрационный подход для выявления величины f_1 первой собственной частоты колебаний образца. По формуле [4]

$$E = \frac{f_1^2 \cdot l^3 \cdot (m + 0,24m_0 l)}{3 \cdot I_z} \quad (2)$$

определены модули упругости экспериментальных образцов, изготовленных из древесины ели. Здесь I_z – момент инерции поперечного сечения, m – масса колпачка, m_0 – погонная масса образца.

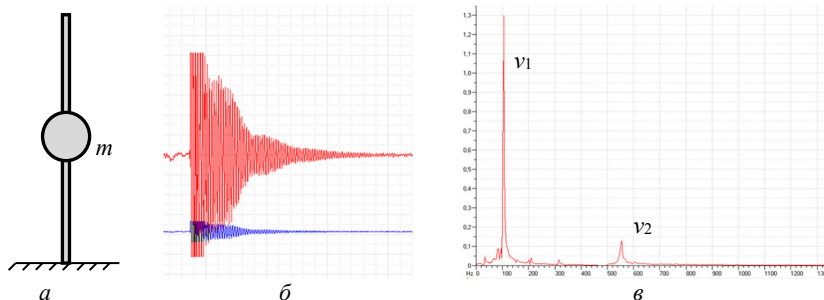


Рис. 1. а) расчетная схема образца с массой посередине, б) кривая затухающих колебаний, в) спектральная кривая

В каждом образце (рис. 1а) путем начального отклонения возбуждались механические изгибные колебания. Спектральный анализ этой кривой (рис. 1б) позволял определять низшие собственные частоты (рис. 1в). Затем, с помощью прибора [1], индуцируя моногармонические колебания на соответствующей частоте, по формуле (1) определены логарифмические декременты колебаний и с помощью (2) – модули

упругости древесины вдоль волокон. Результаты отображены в таблице. Следует отметить хорошее совпадение идентифицированных модулей упругости справочным данным.

Таблица 2

Порода древесины	Береза		Бамбук	
№ образцов	1	2	3	4
Результаты экспериментов с массой на конце образца				
Частота ν_1 [Гц]	63	64	64	53
δ_1	0,061	0,082	0,076	0,048
Модуль упругости, ГПа	15,7	17,4	18,2	12
	Справочные данные [3]			
	15-18,4		7-19	
	Результаты расчета МКЭ			
Частота ν_1 [Гц]	64	66	63	51
Результаты экспериментов с массой посередине образца				
Частота ν_1 [Гц]	115	109	107	82
δ_1	0,058	0,061	0,058	0,012
Частота ν_2 [Гц]	532	525	555	440
δ_2	0,039	0,034	0,086	0,058
	Результаты расчета МКЭ			
Частота ν_1 [Гц]	110	104	105	80
ν_2 [Гц]	518	506	484	391

Таким образом, у березы декремент колебаний с увеличением частоты уменьшается, а у бамбука – увеличивается.

Список источников

1. Шлычков С. В. Исследование упруго-диссипативных свойств древесины: эксперименты и расчеты // Сборник трудов XXXII сессии Российского акустического общества. М.: ГЕОС, 2019. С. 1463-1469.
2. Салдаева Е. Ю., Цветкова Е. М., Шлычков С. В. Идентификация упругих свойств древесины // Фундаментальные исследования. 2013. №10. Ч. 12. С. 2625-2629. URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10002109.
3. Ашкенази Е. К., Ганов Э. В. Анизотропия конструкционных материалов. Л.: Машиностроение, 1980. 247 с.
4. Светлицкий В. А., Стасенко И. В. Сборник задач по теории колебаний: учебное пособие для вузов. М. Высшая школа, 1973. С. 156-157.

Лагереv И. А., Химич А. В.
Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского

ДИНАМИКА КАНАТНОЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ КАНАТА

Аннотация. В работе представлена математическая модель для исследования динамических усилий в канатах перспективной лесозаготовительной машины, предназначенной для работы на склонах. Учитывается изменение жесткости каната в зависимости от усилия натяжения. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых-докторов наук №МД-1543.2022.4.

Ключевые слова: лесозаготовительная машина, канаты, усилия, динамика, моделирование

Мобильные канатные дороги нашли широкое применение для перевозки грузов в удаленной труднодоступной местности. Кроме того, они применяются для вывоза древесины в местности со сложным рельефом [1, 2]. В настоящий момент актуальной является задача по созданию канатных машин для лесозаготовки на склонах [3, 4].

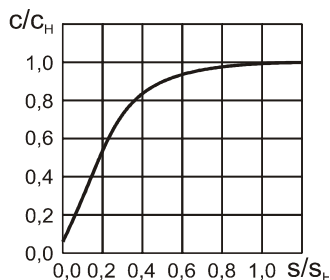
Конструкция и динамическая модель для исследования рабочих процессов канатной лесозаготовительной машины рассмотрена в работе [5]. Существующие модели учитывают наличие в конструкции тяговых и несущих канатов.

Жесткость каната можно определить по формуле

$$c = E_k F_k / l ,$$

где E_k и F_k – модуль упругости и площадь металлического сечения каната; l – длина каната.

При моделировании жесткость каната считается постоянной [5]. В то же время, реальная жесткость каната меняется в зависимости от текущего усилия натяжения (рис. 1). Здесь S , S_H – текущее и номинальное натяжения каната, c_H – номинальная жесткость каната, вычисленная по указанной выше формуле.



Зависимость жесткости каната от степени натяжения [6]

При численном интегрировании уравнений движения график изменения жесткости (рисунок) может быть представлен в виде ступенчатой функции. Расчеты показали, что учет переменности жесткости на 10...15% снижает амплитуду колебательного процесса (изменения координат системы, усилий в канатах). Также на 5...10% увеличивается время разгона элементов лесозаготовительной машины до номинальных скоростей.

Список источников

1. Лагереv И. А. Моделирование рабочих процессов манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов: монография. Брянск: РИО БГУ, 2016. 371 с.
2. Лагереv А. В., Лагереv И. А. Оптимальное проектирование линий канатного метро в условиях сильно урбанизированной городской среды // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2015. Т. 1. № 1. С. 57-65.
3. Лагереv И. А., Химич А. В. Перспективы развития транспортно-технологических машин для заготовки леса на склонах // Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта». Екатеринбург: УрФУ, 2022. С. 64-65.
4. Лесозаготовительные машины для работы на склонах / И. Григорьев, О. Куницкая, С. Рудов, В. Каляшов, А. Тамби // Бюллетень ассоциации «Лестех». 2020. № 1. С. 4-9.
5. Лагереv И. А., Химич А. В. Математическое моделирование динамики канальной грузоподъемной машины // Ученые записки Брянского государственного университета. 2022. №1. С. 7-10.
6. Лобов Н. А. Динамика грузоподъемных кранов. М.: Машиностроение, 1987. 160 с.

Лагереv И. А., Химич А. В.
Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В КАНАТАХ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Аннотация. В работе представлена математическая модель для исследования динамических усилий в канатах перспективной лесозаготовительной машины, предназначенной для работы на склонах. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых-докторов наук №МД-1543.2022.4.

Ключевые слова: лесозаготовительная машина, канаты, усилия, динамика, моделирование

Мобильные транспортно-перегрузочные канатные комплексы нашли широкое применение для перевозки грузов и пассажиров в труднодоступной местности. Подобные комплексы также применяются для вывоза древесины в районах со сложным рельефом [1-3]. В настоящий момент актуальной является задача по созданию канатных машин для лесозаготовки на склонах [4, 5].

Рассматриваемая перспективная машина для лесозаготовки (рис. 1) предназначена для эксплуатации на крутом склоне 1. Машина включает две базовые станции 2 и 3, в качестве которых могут выступать колесные или гусеничные шасси. Между базовыми станциями по несущим канатам 7 передвигается рабочий орган (лесопильная головка-захват) 4.

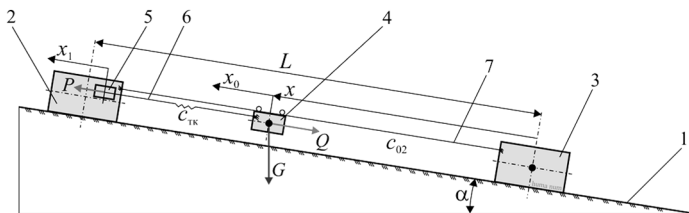


Рис. 1. Схема исследуемой машины для лесозаготовки на склоне: 1 – склон; 2, 3 – базовые станции; 4 – лесопильная головка-захват; 5 – приводная лебедка тягачевого каната; 6 – тягачевый канат; 7 – несущий канат

Привод головки осуществляется с помощью лебедки 5 через тяговый канат 6. В расчетах считается, что длина склона равна L , а угол его наклона к горизонту – α .

На расчетной схеме (рис. 2) показана область рабочего органа исследуемой машины. Разработанная математическая модель позволяет моделировать колебательные движения рабочего органа с массой m_0 вдоль тягового каната (координата x_0), а также в вертикальном направлении (координата y_0).

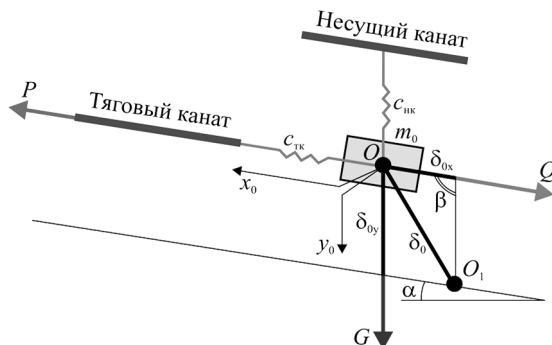


Рис. 2. Расчетная схема для исследования колебаний грузозахватного органа

Уравнения движения для исследуемой системы (рис. 2) выглядят следующим образом:

$$\begin{cases} m_0 \ddot{x}_0 + c_{тк} (x_1 - x_0) - c_{нк} y_0 \sin \alpha = -Q - G \sin \alpha; \\ m_0 \ddot{y}_0 - c_{нк} y_0 + c_{тк} (x_1 - x_0) \sin \alpha = G + Q \sin \alpha; \\ m_1 \ddot{x}_1 + c_{тк} (x_0 - x_1) = P(\dot{x}_1), \end{cases}$$

где x_0 , y_0 , x_1 – координаты (соответственно) грузозахватного органа вдоль тягового каната, в вертикальном направлении и привода лебедки; m_1 – приведенная к координате x_1 масса крутящихся частей лебедки; $c_{нк}$ – жесткость несущего каната (изменяется в зависимости от положения грузозахватного органа между базовыми станциями); $c_{тк}$ – жесткость тягового каната; Q – внешнее воздействие со стороны рабочего органа; G – вес рабочего органа с транспортируемым деревом; $P(\dot{x}_1)$ – приведенное к координате x_1 приводное усилие лебедки.

На рис. 3 показаны динамические процессы изменения усилий в канатах исследуемой машины.

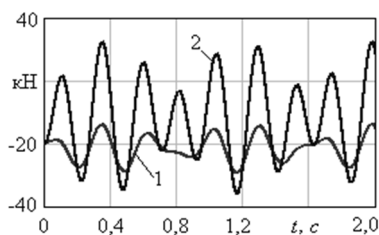


Рис. 3. Результаты расчета усилий в канатах КГМ (кН):
1 – тяговый канат; 2 – несущий канат

Интегрирование уравнений движения позволяет не только определить координаты и скорости элементов системы, но и оценить параметры динамической нагруженности конструкции, например, усилий в канатах. Учет влияния тягового и несущего каната позволяет повысить точность исследования рабочих процессов.

Список источников

1. Лагереv И. А. Моделирование рабочих процессов манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов: монография. Брянск: РИО БГУ, 2016. 371 с.
2. Лагереv И. А. Сравнительный анализ гидравлических кранов-манипуляторов транспортно-технологических машин и гидравлических манипуляторов промышленных роботов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2016. №3. С. 16-43.
3. Лагереv А. В., Лагереv И. А. Оптимальное проектирование линий канатного метро в условиях сильно урбанизированной городской среды // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2015. Т. 1. № 1. С. 57-65.
4. Лагереv И. А., Химич А. В. Перспективы развития транспортно-технологических машин для заготовки леса на склонах // Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта». Екатеринбург: УрФУ, 2022. С. 64-65.
5. Лесозаготовительные машины для работы на склонах / И. Григорьев, О. Куницкая, С. Рудов, В. Каляшов, А. Тамби // Бюллетень ассоциации «Лестех». 2020. № 1. С. 4-9.

Леухин М. Д., Иванов С. П.

Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТОЧЕЧНОЙ МАССЫ, ПРИКРЕПЛЕННОЙ К 3-Х И 2-Х СТЕРЖНЕВЫМ СИСТЕМАМ

Аннотация. Рассматриваются свободные колебания одномассовой системы при деформациях растяжения – сжатия несущих стержней.

Ключевые слова: свободные колебания, масса, частота

Цель работы заключается в исследовании частоты свободных колебаний точечной массы, прикрепленной к 3-х и 2-х стержневым системам, в зависимости от изменения угла α между стержнями.

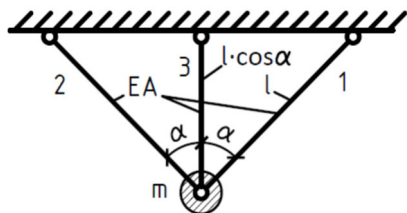


Рис. 1

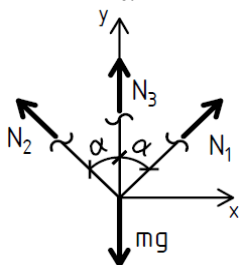


Рис. 3

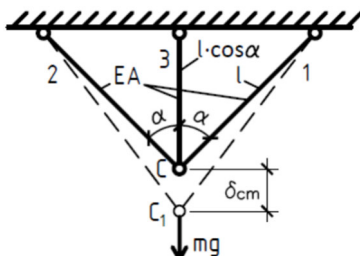


Рис. 2

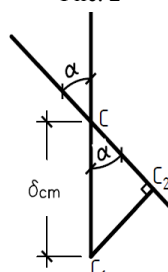


Рис. 4

Рассмотрим колебания точечной массы m , прикрепленной к 3-х стержневой системе (рис. 1). Длины крайних стержней обозначим l , а центрального стержня $l \cdot \cos \alpha$. Жесткость стержней равна EA . Приложим

вес массы к узлу С и для нахождения перемещения этого узла $\delta_{ст}$ вырежем его (рис. 2, 3). Составим систему уравнений равновесия (1):

$$\begin{cases} \sum X = 0: N_1 \cdot \sin \alpha - N_2 \cdot \sin \alpha = 0 \\ \sum Y = 0: N_1 \cdot \cos \alpha + N_2 \cdot \cos \alpha + N_3 - mg = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Для решения задачи уравнений равновесия не достаточно, т. к. система является статически неопределимой. Дополнительно используем уравнение совместности деформаций, согласно рисунку 4 получим:

$$N_3 \cos^2 \alpha = N_1. \quad (2)$$

Решая совместно уравнения (1) и (2), найдем N_3 . Далее определим статическое перемещение $\delta_{ст}$ (3) и частоту свободных колебаний (4):

$$\delta_{ст} = \frac{N_3 l \cos \alpha}{EA} = \frac{1}{2 \cos^3 \alpha + 1} \cdot \frac{l \cos \alpha}{EA} \quad (3)$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}} = \sqrt{\frac{EA(1 + 2 \cos^3 \alpha)}{ml \cos \alpha}}. \quad (4)$$

Для сравнения найдём частоты свободных колебаний двухстержневой системы в двух направлениях.

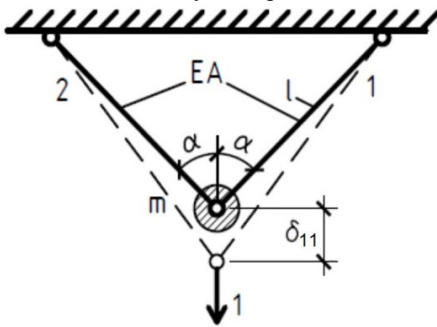


Рис. 5

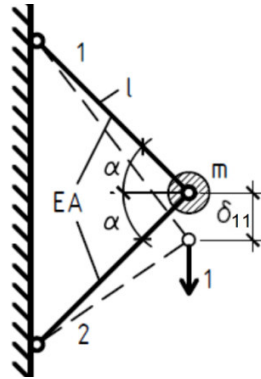


Рис. 6

Для 2-х стержневой системы (рис. 5) получим частоту ω_2 по формуле (5), а для схемы, представленной на рисунке 6, определим частоту ω_3 из формулы (6):

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{m \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{2 c \text{Эс}^2 \alpha EA}{ml}} \quad (5)$$

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{1}{m\delta_{11}}} = \sqrt{\frac{2 \sin^2 \alpha EA}{ml}} \quad (6)$$

Построим графики зависимости частоты ω от изменения угла α (рис. 7).

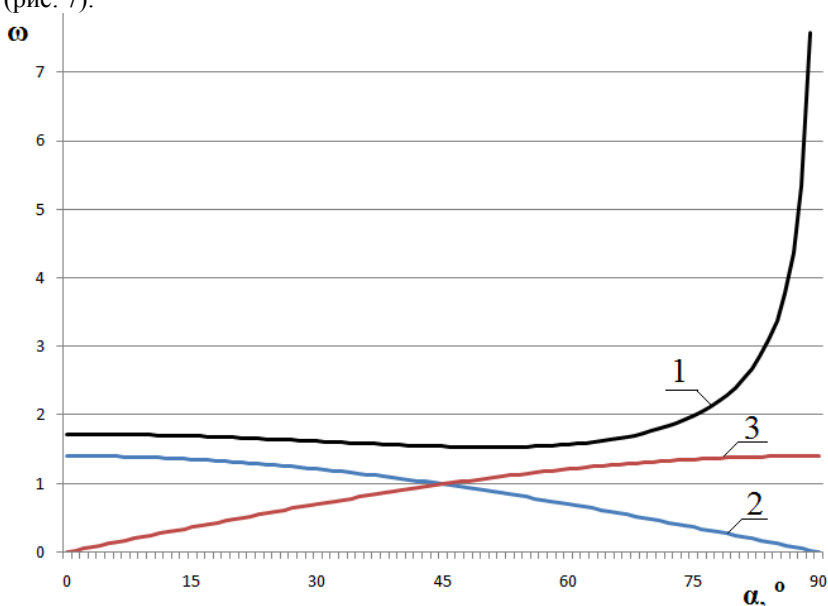


Рис. 7

По полученным результатам расчета можем сделать выводы (рис. 7).

В трехстержневой системе (кривая 1) с увеличением угла α в начале частота колебания убывает, а затем наблюдается рост частоты.

Из сравнения графиков для трехстержневой (кривая 1) и двухстержневой систем (кривые 2 и 3) видно, что частота колебаний выше у трехстержневой системы.

Если сравнивать колебания трехстержневой и двухстержневой систем в горизонтальном направлении, то видно, что частота колебаний у них совпадает, т. к. трехстержневая система вырождается в кососимметричную задачу (центральный стержень не работает).

В двухстержневой системе частоты колебаний в двух направлениях (см. кривые 2 и 3) совпадают при угле 45° .

Пирогова Д. А.

Научный руководитель: Иванов С. П., д-р техн. наук, профессор
 Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ 3-Х СТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. Выводится уравнение зависимости перемещения узла 3-х стержневой системы от действующей нагрузки. Приведены примеры расчета.

Ключевые слова: перемещение, напряжение, деформация

В современном мире многие конструкции выполняются в основном из высокопрочных материалов (железобетон, композиты, различные сплавы), имеющих нелинейную диаграмму деформирования. В природе нет материалов, идеально подчиняющихся закону Гука. Все они в той или иной мере обладают физической нелинейностью [1].

Физически нелинейная система – это система, у которой отсутствует линейная зависимость между напряжениями и деформациями.

Рассмотрим 3-х стержневую систему (рис. 1).

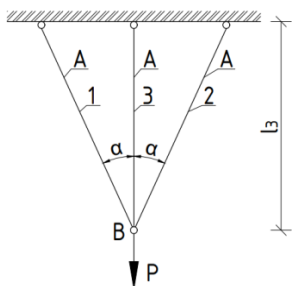


Рис. 1

Зависимость между напряжениями σ и деформациями ε принимаем в виде кубического полинома:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon - E_1 \cdot \varepsilon^3, \quad (1)$$

где σ – напряжения;

ε – деформации;

E – начальный модуль упругости материала;

E_1 – постоянная, учитывающая степень физической нелинейности материала.

Принимаем длину первого и второго стержня равными - $\ell_1 = \ell_2 = \ell$,
 длину третьего стержня - $\ell_3 = \ell \cdot \cos \alpha$.

Вырежем узел В и составим уравнения равновесия системы (рис. 2).

Спроецируем все силы на оси x и y :

$$\begin{aligned}\sum X &= 0; & N_1 &= N_2; \\ \sum Y &= 0; & 2N_1 \cos \alpha + N_3 - P &= 0.\end{aligned}\quad (2)$$

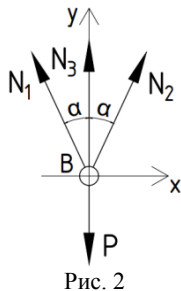


Рис. 2

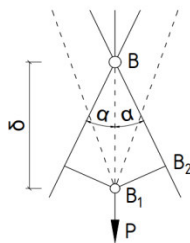


Рис. 3

Рассмотрим перемещение узла B под действием силы P (рис. 3) и составим уравнения совместности деформаций.

Принимаем перемещение стержня 1 и 2 равными $BB_2 = \Delta \ell_1$, стержня 3 – $BB_1 = \Delta \ell_3 = \delta$.

Запишем деформации стержней:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= \frac{\Delta \ell_1}{\ell_1} = \frac{\delta \cdot \cos \alpha}{\ell}; \\ \varepsilon_3 &= \frac{\Delta \ell_3}{\ell_3} = \frac{\delta}{\ell \cdot \cos \alpha}.\end{aligned}$$

Выразим из уравнения (2) продольные силы:

$$\begin{aligned}N_1 &= \sigma_1 \cdot A = A \cdot (E \cdot \varepsilon_1 - E_1 \cdot \varepsilon_1^3), \\ N_3 &= \sigma_3 \cdot A = A \cdot (E \cdot \varepsilon_3 - E_1 \cdot \varepsilon_3^3)\end{aligned}\quad (3)$$

Обозначим $\xi = \frac{\delta}{\ell}$ и $P^* = \frac{P}{E \cdot A}$.

Выразим из уравнения (2) значение силы P , предварительно подставим в уравнение (2) значения из уравнения (3):

$$P^* = \xi \cdot \left(2 \cos^2 \alpha + \frac{1}{\cos \alpha} \right) - \frac{E_1}{E} \cdot \xi^3 \cdot \left(2 \cos^4 \alpha + \frac{1}{\cos^3 \alpha} \right). \quad (4)$$

На основании уравнения (4) построены графики зависимости нагрузка P^* – перемещение ξ (рис. 4).

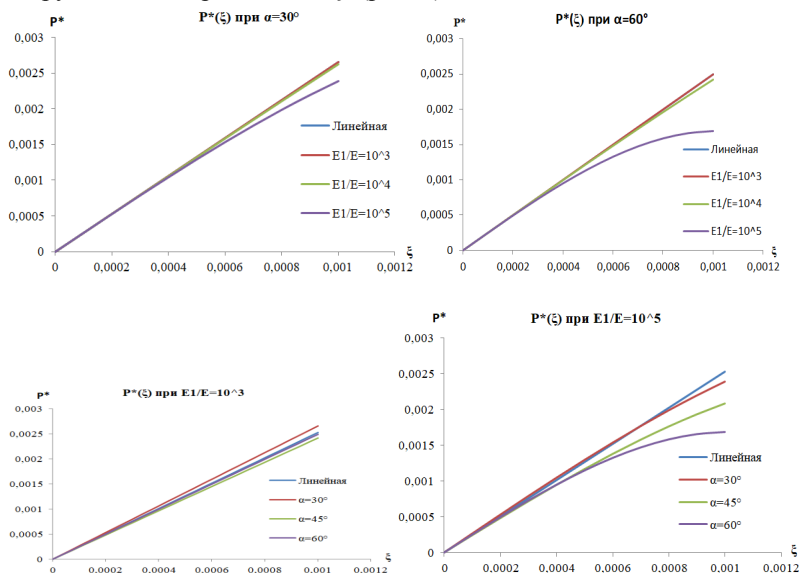


Рис. 4. Графики зависимости нагрузка P^* – перемещение ξ

Выводы.

1. Из графиков видно, что кривые, полученные с учетом физической нелинейности, значительно отклоняются от прямой, построенной по линейному закону, при отношении $E_1 / E = 10^5$ и угле $\alpha = 60^\circ$.
2. Меньшее влияние физической нелинейности на перемещение узла B оказывается при отношении $E_1 / E = 10^3$ и угле $\alpha = 30^\circ$.

Список источников

1. Иванов С. П., Иванова А. С. Приложение вариационного метода В. З. Власова к решению нелинейных задач пластинчатых систем: монография. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. 248 с.

Старегородцева Д. С., Козлова Н. Ю., Иванов О. Г.
Поволжский государственный технологический университет

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ СИСТЕМЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ЖЕСТКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. Проводится исследование усилий и перемещений в статически неопределимых системах.

Ключевые слова: статически неопределимые системы, метод перемещений, метод сил, перемещение

В инженерных конструкциях широко применяются стержневые системы, представляющие собой статически неопределимые системы. Статически неопределимые системы являются более жесткими по сравнению с определимыми системами. Усилия в статически неопределимых системах зависят от размеров поперечных сечений элементов и модуля упругости материала. В статически неопределимых системах возникают усилия не только от действия внешней нагрузки, но и от воздействия температуры, осадки опор, неточности изготовления элементов конструкций. Для расчета таких систем используют два основных метода – метод сил и метод перемещений.

Целью данной работы является определение перемещений в статически неопределимых системах в зависимости от соотношения жесткостей элементов с использованием методов сил и перемещений.

Рассмотрим статически неопределимую балку с разными жесткостями пролетов, нагруженную в середине первого пролета сосредоточенной силой P (рис. 1). Жесткость балки в первом пролете EJ_1 , во втором пролете EJ_2 .

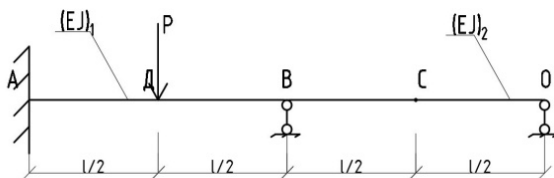


Рис. 1

Эпюра изгибающего момента построена методом перемещений.

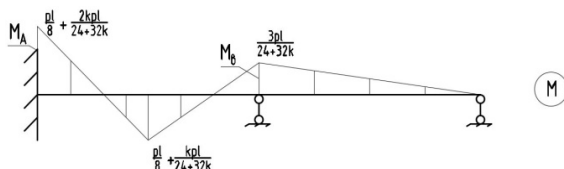


Рис. 2

Прогиб сечения C в середине второго пролета определяется методом Мора по правилу Верещагина:

$$\Delta_C = \frac{3Pl^3}{128EJ_2} \cdot \frac{1}{3+4K}, \text{ здесь } K = \frac{EJ_1}{EJ_2}.$$

Запишем прогиб в безразмерной форме:

$$\Delta' = \Delta_C \cdot \frac{128EJ_2}{3Pl^3} = \frac{1}{3+4K}.$$

На основе полученной формулы построен график зависимости прогиба сечения C от изменения соотношения жесткостей.

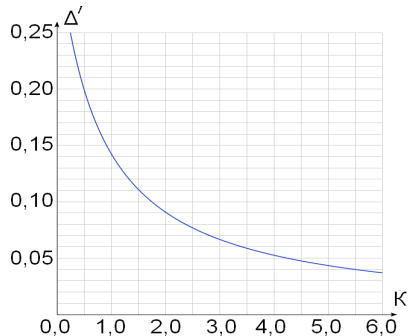


Рис. 3

Вывод. Из графика видно, что с увеличением соотношения жесткостей величина прогиба сечения в середине второго пролета уменьшается по гиперболическому закону.

Список источников

1. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация): учебное пособие для вузов / Н. П. Абовский, Л. В. Енджиевский, В. И. Савченков и др. М.: Стройиздат, 1978. 189 с.

Щекотова М. И.

Научный руководитель: Иванов С. П., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ТРЕХСТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Аннотация. Выводятся уравнения перемещения узла в трехстержневой системе в зависимости от действующей нагрузки с учетом физической и геометрической нелинейности. Приводятся примеры расчета.

Ключевые слова: физическая и геометрическая нелинейность, перемещение

В строительстве часто применяют пространственные конструкции, которые следует рассчитывать как единые системы с учетом факторов, определяющих напряженное и деформированное состояние [1].

При расчете таких конструкций как мембраны, пластинки и оболочечки, а также конструкций с элементами, выполненными из нелинейно-упругого материала и имеющими большие перемещения, следует учитывать влияние геометрической и физической нелинейности [2].

Рассмотрим трехстержневую систему (рис. 1). Материал стержней физически нелинейный.

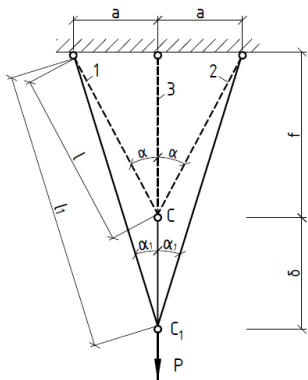


Рис. 1

Принимаем зависимость между напряжениями σ и деформациями ε в виде кубической параболы:

$$\sigma = E\varepsilon - E_1\varepsilon^3, \quad (1)$$

где E – начальный модуль упругости материала;

E_1 – постоянная, учитывающая степень физической нелинейности материала.

Перемещение узла C – δ сравнимо с длиной стержней.

A – площадь поперечного сечения стержней. Длина стержней 1 и 2 равна l , а стержня 3 – $l \cdot \cos \alpha$

Требуется получить зависимость между действующей нагрузкой P и перемещением δ .

Определим деформации стержней 1, 2, 3 – $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \frac{\ell_1 - \ell}{\ell}; \varepsilon_3 = \frac{\delta}{f} = \frac{\delta}{\ell \cdot \cos \alpha}; \quad (2)$$

$$\ell_1 = \sqrt{(f + \delta)^2 + a^2} = \sqrt{f^2 + 2 \cdot f \cdot \delta + \delta^2 + a^2}.$$

Зная, что $\cos \alpha = \frac{f}{\ell}$, $\sin \alpha = \frac{a}{\ell}$ (рис. 1) и обозначив $\xi = \frac{\delta}{\ell}$, получим из (2)

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \sqrt{1 + 2 \cdot \xi \cdot \cos \alpha + \xi^2} - 1; \varepsilon_3 = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \xi. \quad (3)$$

Введем обозначение для выражения (3) $\Phi(\xi) = \sqrt{1 + 2 \cdot \xi \cdot \cos \alpha + \xi^2}$.

Составим уравнения равновесия, вырезая узел C_1 (рис. 2):

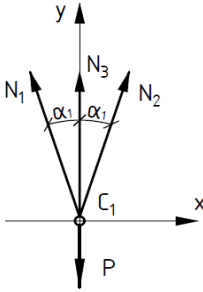


Рис. 2

$$\begin{aligned} \sum x = 0 : N_1 &= N_2 \\ \sum y = 0 : 2 \cdot N_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_3 - P &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Выразим усилия N_1 и N_3 через напряжения:

$$N_1 = \sigma_1 \cdot A;$$

$$N_3 = \sigma_3 \cdot A.$$

Учитывая (1), запишем:

$$\sigma_1 = E\varepsilon_1 - E_1\varepsilon_1^3;$$

$$\sigma_3 = E\varepsilon_3 - E_1\varepsilon_3^3. \quad (5)$$

Второе уравнение (4) с учетом (5) принимает вид:

$$2 \cdot (E\varepsilon_1 - E_1\varepsilon_1^3) \cdot A \cdot \cos \alpha_1 + (E\varepsilon_3 - E_1\varepsilon_3^3) \cdot A - P = 0. \quad (6)$$

Перепишем уравнение (6) в виде:

$$P^* = 2 \cdot \left(\varepsilon_1 - \frac{E_1}{E} \varepsilon_1^3 \right) \cdot \cos \alpha_1 + \left(\varepsilon_3 - \frac{E_1}{E} \varepsilon_3^3 \right), \quad (7)$$

где $P^* = \frac{P}{EA}$.

$$\text{Из рис. 1 } \cos \alpha_1 = \frac{f + \delta}{\ell_1} = \frac{\cos \alpha + \xi}{\Phi(\xi)}.$$

Преобразуем уравнение (7)

$$P^* = 2 \cdot \varepsilon_1 \cdot \cos \alpha_1 + \varepsilon_3 - \frac{E_1}{E} \cdot \left(2 \cdot \varepsilon_1^3 \cdot \cos \alpha_1 + \varepsilon_3^3 \right)$$

или

$$P^* = 2 \cdot [\Phi(\xi) - 1] \cdot \frac{\cos \alpha + \xi}{\Phi(\xi)} + \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \xi - \frac{E_1}{E} \cdot \left\{ 2 \cdot [\Phi(\xi) - 1]^3 \cdot \frac{\cos \alpha + \xi}{\Phi(\xi)} + \frac{1}{\cos^3 \alpha} \cdot \xi^3 \right\}. \quad (8)$$

Для линейной задачи имеем следующую зависимость между нагрузкой и перемещением:

$$P^* = \xi \cdot \left(2 \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{\cos \alpha} \right), \quad (9)$$

где $P^* = \frac{P}{EA}$.

Из решения (8) и (9) построены графики зависимости нагрузка P^* – перемещение ξ (рис. 3).

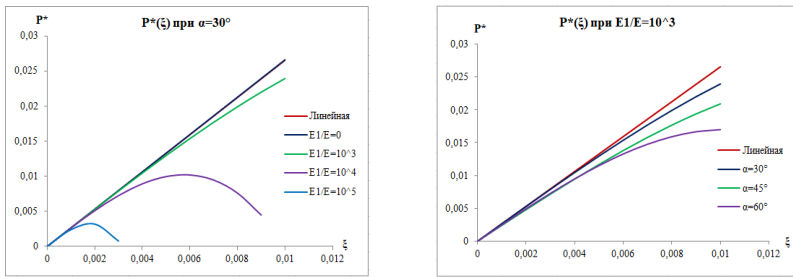


Рис. 3

Выводы.

1. При изменении угла наклона стержней и постоянной степени физической нелинейности E_1/E , большее отклонение кривых в сторону физической нелинейности происходит при угле $\alpha = 60^\circ$.

2. При изменении отношения E_1/E , также преобладает физическая нелинейность системы, причем, чем больше угол и степень физической нелинейности, тем ярче она выражена.

Список источников

1. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81. М., 2017. 148 с.
2. Иванов С. П., Иванова А. С. Приложение вариационного метода В. З. Власова к решению нелинейных задач пластинчатых систем: монография. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. 248 с.

УДК 515.2

Бачурин И. А., Рычагов М. С.

Научный руководитель: Моисеева О. А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

3D-СКАНИРОВАНИЕ ПРИ АНАЛИЗЕ ФОРМ ПОВЕРХНОСТЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

***Аннотация.** В статье рассматривается технология 3D-сканирования, приводится классификация 3D-сканеров, выделяются отрасли применения, достоинства и недостатки.*

***Ключевые слова:** 3D-сканирование, анализ геометрической формы предмета, современные технологии проектирования*

Уникальные новые возможности в различных областях человеческой деятельности открывает 3D-сканирование. Эта технология появилась ещё в 60-х годах XX века и на сегодняшний день имеет большую актуальность. 3D-сканирование позволяет перенести в цифровой формат физические параметры какого-либо объекта или окружающей среды, создать их объёмную модель путём анализа данных о форме и размерах. Эта технология успешно применяется во многих отраслях промышленности. Например, в геодезии и картографии, в нефтегазовой отрасли, археологии, архитектуре, дизайне и медицине.

Для применения данной технологии требуется специальное устройство – 3D-сканер. Первые образцы 3D-сканеров были довольно просты и не обладали широким функционалом. Постепенно они усложнялись и совершенствовались, позволяя добиваться все более четкого изображения объекта.

Современные 3D-сканеры разделяют по принципу работы и по принципу использования.

Виды 3D-сканеров (по принципу работы):

1. контактные. Таким сканерам необходим плотный физический контакт со сканируемым объектом. Их принцип работы заключается в использовании механического щупа с различными датчиками. Недостатки: возможно повреждение прототипа, ограниченность размеров сканируемых объектов. Преимущества: максимально точный результат.

2. бесконтактные. Эти устройства способны осуществлять сканирование на расстоянии. Работают такие 3D-сканеры следующим образом: поток излучения (лазер, рентгеновские лучи или ультразвук) направляется на сканируемый объект и после отражения распознается устройством. Недостатки: наличие погрешностей в измерениях. Преимущества: возможность сканирования крупных объектов и объектов, находящихся в труднодоступных местах.

Виды 3D-сканеров (по принципу использования):

1. ручные. Это удобные, простые и компактные модели. Недостатки: ограниченные технические возможности.

2. портативные. Сканеры, предназначенные для полевых работ, удобны при транспортировке.

3. настольные. Такие устройства имеют расширенную функциональность и применяются для создания качественных 3D-моделей.

4. стационарные. Эти модели позволяют сканировать большое количество объектов одновременно. Чаще всего используются в промышленном производстве.

3D-сканирование успешно применяется во многих отраслях промышленности:

1. транспортная инфраструктура (железнодорожные пути, автомагистрали). Создание картографической основы для проведения кадастровых работ.

2. объекты топливного комплекса. Мониторинг состояния коридоров трубопроводов.

3. объекты энергетического комплекса. Мониторинг состояния линий электропередач, анализ технического состояния опор.

4. добывающая отрасль. Анализ особенностей ландшафта при проектировании добывающих работ.

5. предотвращение чрезвычайных ситуаций. Анализ распространения лесных пожаров.

6. археология. Обнаружение и картографирование археологических и культурных объектов.

7. строительство и архитектура. Создание моделей зданий с целью анализа конструкции.

8. медицина. Разработка сверхточных моделей протезов.

9. киноиндустрия. Создание спецэффектов и декораций.

10. судебная экспертиза. Формирование цифровой модели мест происшествия.

11. палеонтология. Создание цифровой модели вымерших животных по найденным скелетам.

12. дизайн. Анализ трёхмерной модели объекта для оценки дизайнерского решения.

Рынок 3D-сканеров достаточно обширный. Зарубежные компании, занимающиеся производством 3D-сканеров: Creaform Inc (Германия); MakerBot Industries (США), LLC; Open Technologies Srl (Италия); Fuel 3D Technologies Limited (США); DAVID 3D Solutions GbR (Австралия).

Отечественные сканеры представляют компании: Artec 3D; Объёмные технологии; RangeVision; Texel; Thor3D.

Среди преимуществ использования 3D-сканеров выделяют: высокую скорость получения данных, информативность и детальность, экономичность стоимости работ, безопасность, автоматизацию процесса обработки данных, возможность сбора данных об объектах, находящихся в удалённых и труднодоступных местах, универсальность применения.

Существуют также и недостатки использования 3D-сканеров: Контрастные области. В некоторых случаях возникают трудности с распознаванием сканерами белого и чёрного цвета. Сложность отображения объектов с повышенным уровнем детализации. Необходимость обучения персонала определённым навыкам работы с 3D-сканерами и изучения сложных компьютерных программ. Дорогостоящий ремонт оборудования.

Несмотря на выявленные недостатки, 3D-сканирование является современной, динамично развивающейся и удобной технологией с большим количеством существенных преимуществ. Её использование позволяет в короткие сроки выполнять большое количество производственных задач с высоким уровнем точности. В ближайшее время очень велика вероятность внедрения данной технологии практически во все отрасли промышленности. В контексте современной политической и экономической ситуации технология 3D-сканирования может активно развиваться без какого-либо взаимодействия с зарубежными компаниями, благодаря существованию отечественных производителей.

Список источников

1. Принципы работы 3D-сканера. Виды сканеров, технологии и методы сканирования. URL: <https://cvetmir3d.ru/blog/poleznoe/printsipy-raboty-3d-skaneravidy-skanerov-tekhnologii-i-metody-skanirovaniya/#title-dop1-3/>.
2. ТОП 5 достоинств и недостатков 3D-сканирования. URL: <https://cantouch.ru/pros-and-cons-of-3d-scanning/>.

Берлякова У. А., Плотникова Н. А.
Научный руководитель: Фоминых И. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГРАНИЦЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

***Аннотация.** Рассматриваются особенности построения границы земляных работ в точках пересечений соседних откосов земляного сооружения и при отсутствии точек пересечения горизонталей откосов и топографической поверхности.*

***Ключевые слова:** числовые отметки, план, масштаб уклонов, интервал, граница земляных работ*

Проекция с числовыми отметками является разделом курса начертательной геометрии и чаще всего применяются при составлении чертежей строительных объектов, у которых размеры по высоте значительно меньше размеров в плане. Решение задач в проекциях с числовыми отметками в итоге сводится к разработке чертежей с вертикальной планировкой для таких сооружений, как: шоссейные и железные дороги, строительные площадки, аэродромы, дамбы, плотины и т. д. Чертежи в проекциях с числовыми отметками дают представление не только о форме сооружения и его размерах, но и об уклонах, об объемах земляных работ, о направлении стока паводковых и ливневых вод. Для определения объёма земляных работ и размера занимаемой сооружением площади, необходимо построить на плане выделенной территории границы земляных работ.

Границей земляных работ является линия пересечения откосов сооружения с топографической поверхностью. Наибольшую трудность в решении этой задачи вызывает построение границы по линии пересечения откосов и нахождение точек границы земляных работ в местах, где нет пересечения одноимённых горизонталей топографической поверхности и откосов. Рассмотрим особенности этих построений на примере горизонтальной площадки (рис. 1 и 2). На рис. 1 приведено наглядное изображение площадки с откосами, на рис. 2 дан чертёж площадки в проекциях с числовыми отметками.

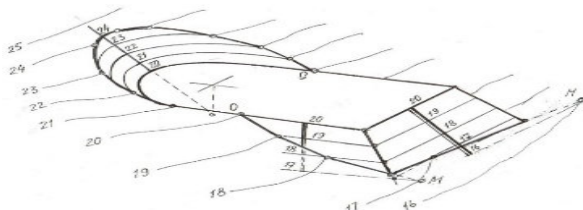


Рис. 1

При устройстве различных земляных сооружений необходимо сначала определить вид работ на каждом участке плана. На рис. 2 заданы горизонтальная площадка и горизонтали топографической поверхности. Как видно из чертежа, для устройства полотна площадки необходимо вправо от отмеченной на чертеже точки O устроить насыпь, а влево – произвести выемку грунта. В точке O работы не производятся – это точка нулевых работ. Углы наклонов откоса насыпи и выемки определяются по сетчатому масштабу с учётом угла естественного откоса для заданного грунта. Плоскости откоса задаются масштабом уклонов, а коническая поверхность прямолинейной образующей, эти линии градуируются в соответствии с интервалом откоса и проводятся его горизонтали. Построенные откосы насыпи и выемки пересекают топографическую поверхность по линиям, эти линии представляют собой границы земляных работ на данном участке.

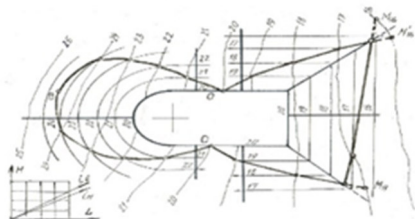


Рис. 2

Необходимо обратить внимание, что часть откосов представляют коническую поверхность и плавно переходят в плоские откосы прямолинейных участков площадки. Если коническая поверхность пересекается с плоским соседним откосом, то линией пересечения будет гипербола, которая строится по точкам пересечения одноуровневых горизонталей соседних поверхностей. Плоские соседние откосы пересекаются по биссектрисе развёрнутого угла, если имеют равные уклоны. В углах площадки граница земляных работ откоса определяется с «запасом» –

определяем мнимые точки M на территории соседнего откоса. Границы земляных работ соседних откосов построены правильно, если они пересекаются в одной точке на линии пересечения откосов.

Иногда при решении задач невозможно по имеющимся построениям определить промежуточную точку границы земляных работ на большом участке, в этом случае используют следующие приёмы. На рис. 3 показано построение точки B с использованием профиля, причём единичную высоту можно выбрать любую. Строятся уклоны топографической поверхности и откоса в месте разреза А-А. Точка пересечения уклонов проецируется на след вертикальной плоскости А-А, получим точку B , принадлежащую границе земляных работ.

Приём нахождения точек C , C' границы работ с помощью интерполяции (деление на более мелкие части) рассмотрен на рис. 4. Целочисленные горизонталы пересекаются на большом расстоянии друг от друга, а граница работ кривая линия. Для точного её построения проведём промежуточные горизонталы откоса и топ. поверхности с отметкой 24,5, эти горизонталы пересекаются в точках C , C' .

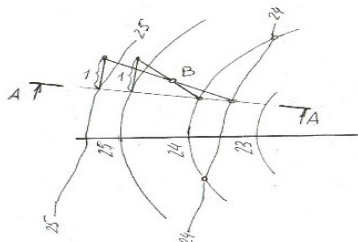


Рис. 3

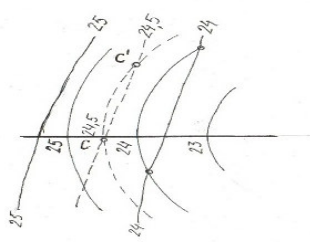


Рис. 4

При использовании приведённых способов построения точнее определяются границы земляных работ для всех видов земляных сооружений. Более точное решение позволяет правильно определиться с объёмом земляных работ и размерами занимаемой сооружением площади.

Список источников

1. Крылов Н. Н. Начертательная геометрия: учебник. 9-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2006. 223 с.

Колобкова А. Д., Матниязова Г. Р.
 Научный руководитель: Новоселов Н. Т., доцент
 Поволжский государственный технологический университет

РАСПОЛОЖЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА «ЕВРОПЕЙСКИХ» И «АМЕРИКАНСКИХ» ЧЕРТЕЖАХ

Аннотация. Рассмотрены различия в механизме образования изображений на «американских» и «европейских» чертежах. Приведены примеры чертежей в разных системах.

Ключевые слова: октанты, «европейский» чертеж, «американский» чертеж, плоскости проекций

С развитием инженерного труда люди озаботились вопросом оформления плодов своих мыслей в понятную для окружающих форму.

Первыми отголосками в этом направлении были наскальные рисунки, затем наброски на пергамент, позднее Леонардо да Винчи заложил идею чертежа, изображая свои машины в объеме и вычерчивая отдельно каждую составную деталь.

Идея наиболее близкая к современному методу изображения объекта на чертеже была выдвинута французским ученым Госпаром Монжем в 1798 году. Им предложено изображать объект на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций.

На сегодняшний день человечество имеет два стандарта чертежа: «американский» и «европейский».

По «американской» системе чертят США, Голландия, Англия, Австралия, Япония. По «европейской» – все остальные страны, включая Россию.

Известно, что чертеж получают посредством проецирования предмета на взаимно перпендикулярные плоскости проекций, которые делят пространство на восемь частей – октантов (рис. 1).

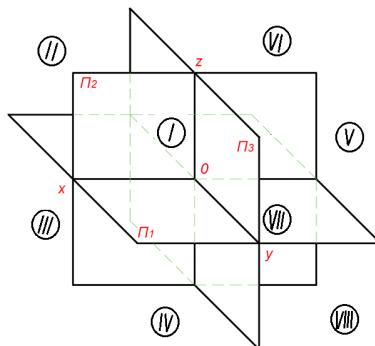


Рис. 1

Различие в образовании изображений по «американской» и «европейской» системе происходит, в первую очередь, за счет того, что «европейский» чертеж получается при проецировании объекта на грани первого октанта, а «американский» – третьего (рис. 2).

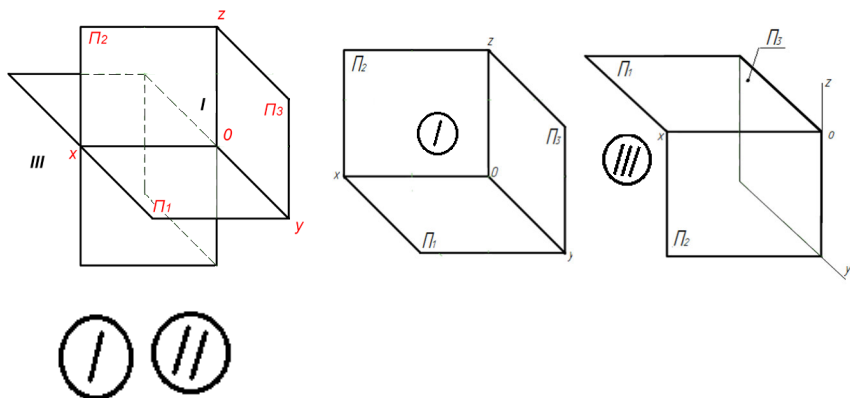


Рис. 2

Кроме того, при создании «европейских» и «американских» чертежей значительно отличается принцип проецирования.

В европейской системе проецирования мы видим непосредственно сам предмет, который располагается в первом октанте, а плоскости, на которые проецируется объект, находятся за ним.

Это значит, что если наблюдатель смотрит на объект спереди, а за ним расположена фронтальная плоскость проекции, то линии и плоскости, воспринимаемые его глазами, отобразятся на фронтальном виде точно так же.

То же произойдет с видом сверху и слева – они отобразятся на горизонтальную и профильную плоскость проекций соответственно (рис. 3).

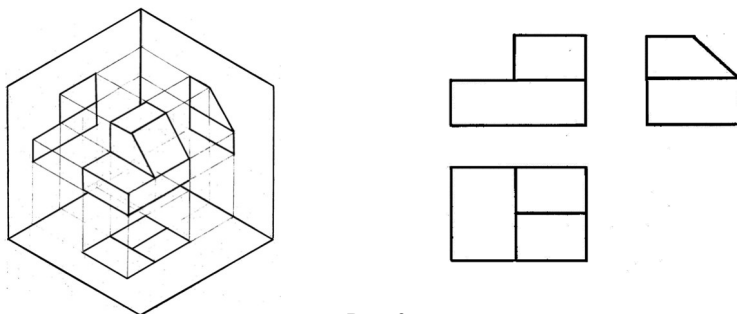


Рис. 3

Американская же система плоскостей проекций основана на принципе стеклянного куба, внутрь которого помещается объект. Изображение проецируется на видимые наблюдателю передние грани куба, расположенного в третьем октанте пространства (рис. 4). При этом наблюдатель находится за соответствующей плоскостью проекций, и изображения, получаемые на плоскостях проекций, являются как бы зеркальными отражениями. Затем грани куба разворачиваются на плоскость чертежа.

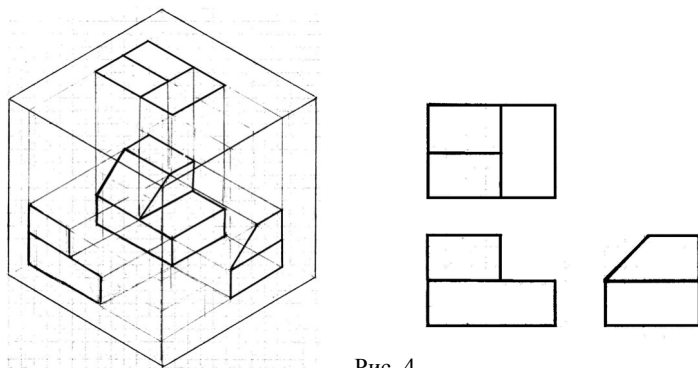


Рис. 4

На данный момент в мире успешно используются оба варианта проецирования. Очевидно, что в перспективном будущем для решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, будет целесообразно создать общий стандарт проецирования. Это позволит улучшить скорость коммуникации при проектировании новых технических решений, а также исключить возможные ошибки при работе в многонациональном коллективе.

Список источников

1. Константинов В. В. Исследование «американской» и «европейской» систем проецирования. URL: <https://pandia.ru/text/80/301/17.php>.
2. Американский метод оформления чертежей. URL: <http://weldworld.ru/theory/cherchenie/amerikanskiy-metod-oformleniya-chertezhey.html>.
3. Михайлова Е. В., Чуракова Е. Ю. Особенности расположения проекционных поверхностей в разных странах // Инновации и инвестиции. 2021. №3. С. 179.
4. Елкин В. В., Тозик В. Т. Инженерная графика. М.: Академия, 2009. 303 с.

Кузнецов Н. Д.

Научный руководитель: Волкова П. А., преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

КОЛИЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ И РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ

Аннотация. В статье рассмотрены правила выбора количества изображений и простановки размеров на чертеже.

Ключевые слова: изображение, чертеж, размеры

При разработке чертежа количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным для того, чтобы полностью отобразить форму всех элементов предмета. Необходимо помнить, что любое лишнее изображение затрудняет чтение чертежа.

На рис. 1 показан чертеж детали, состоящий из двух изображений. Однако не для всех элементов детали выявлена форма. Если детали изобразить как показано на рис. 2, то её форма только по одному изображению станет значительно яснее, то есть можно полностью определить форму и поставить размеры всех элементов детали.

По чертежу на рис. 2 хорошо видна заготовка детали, а также глубина фрезерования, закругление фрезы по радиусу, а на рис. 1 это не видно. Таким образом, графическая работа сократилась и чертеж стал легче читаться.

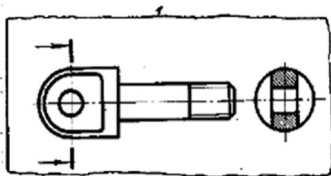


Рис. 1. Чертеж детали с одним изображением, определяющим форму детали

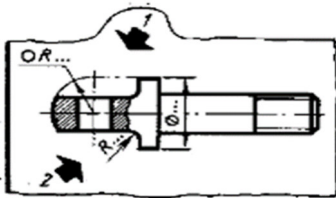


Рис. 2. Чертеж детали с одним изображением, определяющим форму детали

Для любой детали количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для определения размеров всех её элементов. На рис. 3 размеры d и l являются геометрическими размерами, определяющими цилиндрический элемент детали, размер a определяет положение этого элемента относительно вертикальной плоскости симметрии детали.

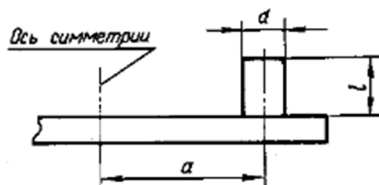


Рис. 3. Схема, поясняющая принципы простановки размеров

Для каждого элемента неплоских деталей необходимо задать три относительных размера. Однако особенности детали позволяют сократить количество относительных размеров. На рис. 3 второй относительный размер (по вертикали) не требуется, так как нижний торец цилиндрического элемента совпадает с верхней плоскостью основания детали.

Для рассматриваемого цилиндрического элемента детали может потребоваться только один относительный размер a . При постановке размеров деталей, представляющих сочетание геометрических тел, надо всегда учитывать минимальное количество размеров, определяющих каждое простое геометрическое тело, и не допускать на чертеже лишних размеров.

Для цилиндра необходимы два линейных размера; для усеченного конуса – три, из них один угловой; для сферы – один; для тора (кольца) – два размера.

Таким образом, грамотно выполненные изображения всех элементов детали, правильное расположение и взаимосвязь всего комплекса изображений значительно ускоряют чтение чертежа. На чертеже указывают столько размеров, сколько необходимо, чтобы метрически полно определить соответствующие размеры (длину, ширину, высоту, диаметр или радиус) каждого элемента детали и их относительно расположение.

Список источников

1. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебник. 12-е изд., доп. М.: Высш. шк., 2005. 453 с.: ил.

Никитина Т. С.

Научный руководитель: Турецких С. О., преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛИ «КОРПУС» РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ В КОМПАС 3D

***Аннотация.** В статье представлено создание 3D модели детали несколькими способами в учебной программе Компас 3D V19, оцениваются способы составления с целью выявления наиболее эффективного способа построения трехмерной модели детали «Корпус».*

***Ключевые слова:** 3D модель, чертеж, способы моделирования*

Инженер должен обладать таким необходимым навыком, как умение правильно создавать и читать чертежи. До появления и распространения систем автоматизированного проектирования необходимо было создавать все вручную с использованием чертежных инструментов. Инженеры совершенствовали свои навыки и модернизировали чертежные инструменты. Переход в информационную эпоху создал необходимость в выявлении наиболее результативных и быстрых способов создания электронных моделей деталей и других конструкторских документов.

Целью работы является выявление эффективных способов построения 3D модели деталей «Корпус» в КОМПАС 3D по двум заданным проекциям детали (рис. 1) и создание чертеж детали через ассоциативные виды. Для достижения поставленной цели были определены задачи:

1. создать модель детали всеми возможными способами по заданию;
2. проанализировать, сравнить алгоритмы построения модели и выявить наименее трудоёмкий способ создания модели детали;
3. по ассоциативному виду создать чертеж детали «Корпус» с вырезом $\frac{1}{4}$.

Результаты исследования. По ходу работы получилось выделить 3 способа создания модели «Корпус». Охарактеризуем все три способа.

В первом способе создаём деталь по базовым элементам модели (рис. 2).

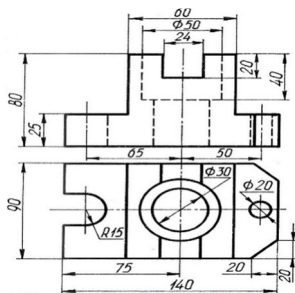


Рис. 1. Исходные данные

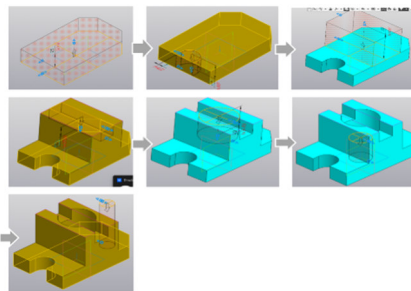


Рис. 2. Способ первый

К базовым элементам данной детали относятся призма и параллелепипед. Деталь имеет вырезы и отверстия. Создаем эскиз основания детали, которым является прямоугольник с 2 фасками $20 \times 45^\circ$ (справа). С помощью инструмента «элемент выдавливания» получаем параллелепипед. Далее создаем эскиз полуокружности и, используя операцию «вырезать выдавливанием», образуем сквозное отверстие. В плоскости верхнего основания элемента создаем эскиз центральной призмы, и с помощью инструмента «элемент выдавливания» образуем четырёхугольную призму. Дальше нам остается выполнить такие конструктивные элементы детали, как сквозные отверстия с разными радиусами и паз в верхнем основании призмы.

Во втором способе (рис. 3) используем инструмент «ломаная» и создаем эскиз прямоугольника с 2 скошенными краями. «Выдавливаем» и получаем параллелепипед. Создаем и вырезаем эскиз по основному виду. Затем выполняем конструктивные элементы.

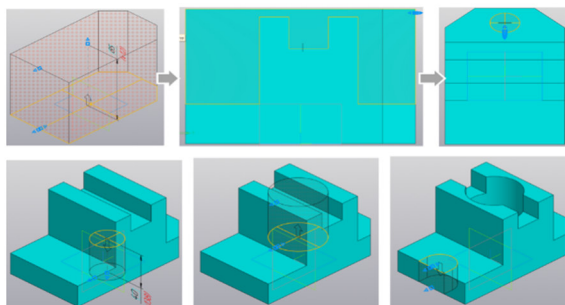


Рис. 3. Способ второй

В третьем способе (рис. 4) создаем эскиз детали по основному виду. Инструментом «элемент выдавливания» получаем основу детали. Даль-

нейшая работа заключается в выполнении конструктивных элементов детали: сквозных отверстий разного радиуса, фасок, паза.

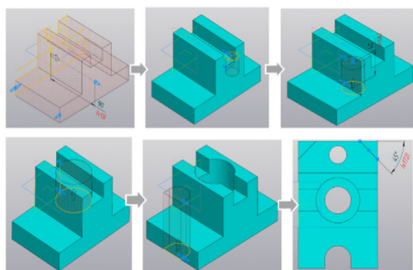


Рис. 4. Способ третий

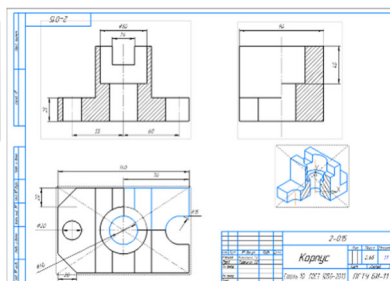


Рис. 5. Чертеж корпуса

Создаем чертеж. Для этого используем инструмент системы трёхмерного моделирования КОМПАС 3D «Чертеж». Чертеж корпуса детали выполняем с учетом требований ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные». Опираясь на ГОСТ 2.305 – 2008 Изображения – виды, разрезы, сечения, дорабатываем изображения на данном чертеже. По ГОСТу 2.307-2011 проставляем размеры на чертеже.

Выводы. Все рассмотренные способы привели к одному результату (рис. 5). Получилось создать 3D модель детали. Второй и третий способ имеют одинаковые алгоритмы создания конструктивных элементов детали.

Анализируя алгоритмы построения модели представленными способами, рассчитывая затраченное время, удобство работы в приложении, приходим к такому выводу: создание модели детали «Корпус» наиболее удобным и менее кропотливым является третий способ.

Список источников

1. Руководство пользователя Компас 3D V19. URL: <http://kompas.ru/source/documents/home/RelNotes-v19.pdf>.

Смирнова С. Е.

Научный руководитель: Бакулина И. Р., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОПРЯЖЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ МЕБЕЛИ

Аннотация. Для повышения познавательного интереса студента к учебной дисциплине полезно изучать прикладное значение решаемых задач. В статье рассказывается о прикладном значении темы «Сопряжение линий» дисциплины «Начертательная геометрия».

Ключевые слова: черчение, сопряжение, начертательная геометрия

Многие предметы, окружающие нас, имеют скругления, которые делают для того, чтобы увеличить прочность изделий, улучшить внешний вид, предотвратить травмы у людей, пользующихся ими. Плавный переход от одной линии к другой в черчении называют сопряжением. Выполнение чертежей, содержащих элементы сопряжений, является одним из заданий при изучении курса «Начертательная геометрия и инженерная графика». А какое прикладное значение имеет эта задача?

В окружающем нас мире мы встречаемся с сопряжением: прямого, острого или тупого угла, двух параллельных прямых, дуги и прямой линии, двух дуг. Сопряжение используется и при проектировании изделий мебели. Расчленив изделия на элементарные конструктивные звенья, можно заметить, что мебель формируется из повторяющихся в различных сочетаниях деталей и узлов с линейной, плоскостной и объемной формой. В практике конструирования мебели эти элементарные детали и узлы называются основными конструктивными элементами мебели. Одной из основных задач художественного конструирования мебели, как процесса создания технически совершенных изделий, является рациональный подбор сечений и конструкций элементарных узлов, а также выбор способов их сопряжений, обеспечивающих прочность, формоустойчивость, плотность или взаимную подвижность узлов с учетом конструктивного взаимодействия всех деталей системы [3].

Рассмотрим основные этапы построения и примеры сопряжения двух прямых (рис. 1). Для построения любого вида сопряжения необходимы следующие элементы: радиус сопряжения, центр дуги сопряжения и точки сопряжения [1, 2].

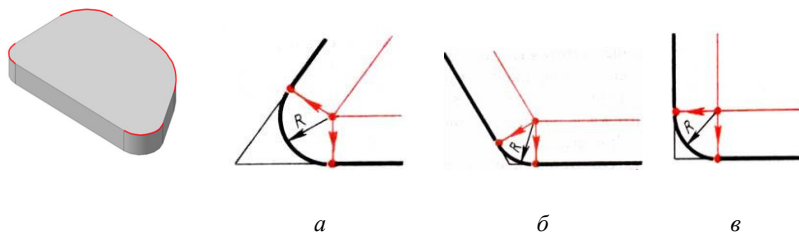


Рис. 1. Построение сопряжения двух прямых:
а – острого угла, *б* – тупого угла, *в* – прямого угла

Рассмотрев примеры изделий мебели на современных и архивных фотоизображениях, мы пришли к выводу, что все они содержат сопряжения: прямого, острого или тупого углов, параллельных прямых. Сопряжение углов мы можем встретить также, например, в конструкциях держателей, используемых в соединении мебельных заготовок (рис. 2).

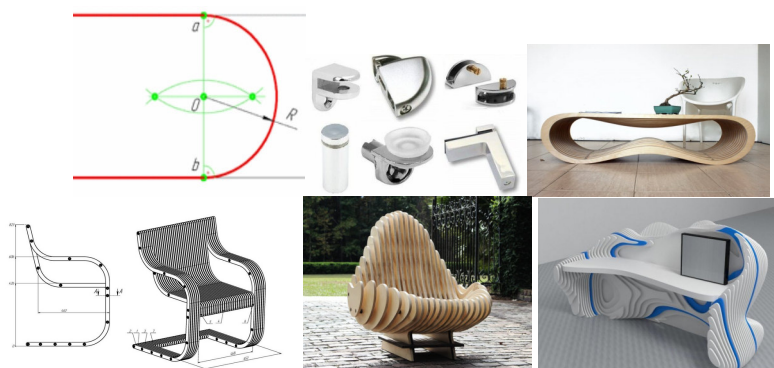


Рис. 2. Сопряжение прямых углов в изделиях мебели и держателей

Криволинейные детали на основе древесины получают путем механической обработки резанием, склеиванием под углом с последующей обработкой, гнутьем массивной древесины, склеиванием с одновременным гнутьем.

На рис. 3 показано построение внутреннего сопряжения двух окружностей. Примеры данного вида сопряжений показаны в элементах деталей и изделиях декоративно-прикладного творчества (рис. 4). Плавные переходы одной линии в другую на лестничных балясинах применяются для того, чтобы увеличить прочность изделия, удобного и безопасного обращения.

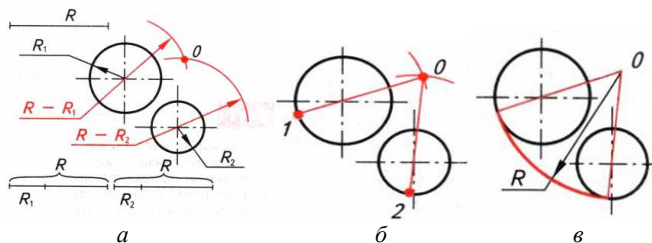


Рис. 3. Построение внутреннего сопряжения двух окружностей:
а – определение центра сопряжения, *б* – определение точек сопряжения,
в – построение сопряжения

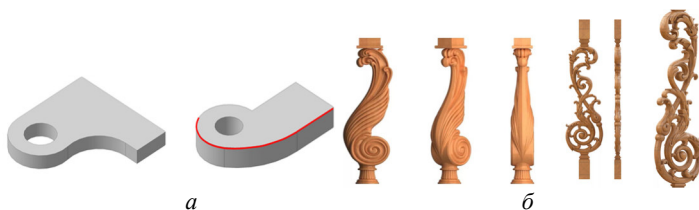


Рис. 4. Примеры сопряжений двух дуг:
а – в элементах деталей; *б* – в декоративно-прикладном творчестве

Изучать прикладное значение задач, безусловно, полезно:

- развивается творческое и логическое мышление, познавательный интерес студента, умение работать чертежными инструментами;
- работа с построением изображений становится более наглядной;
- повышается активность студентов в процессе обучения;
- повышается уровень самостоятельного изучения графических дисциплин.

Список источников

1. Боголюбов С. К. Инженерная графика: учебник. 3-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 2009. 392 с.
2. Маркова О. А. Инженерная графика. Сопряжение: учебно-методическое пособие. Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2013. 90 с.
3. <http://mebel.townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000009/st012.shtml>.

Смолина Е. В.

Научный руководитель: Петухова А. В., канд. пед. наук, доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения

РАЗРАБОТКА НАГЛЯДНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

***Аннотация.** В данной статье мы описываем проект, в рамках которого был разработан комплект наглядных трёхмерных моделей для курса «начертательная геометрия».*

***Ключевые слова:** начертательная геометрия, трехмерное моделирование, расчетно-графическая работа (РГР)*

Цель работы: разработать комплект электронных наглядных пособий для кафедры «Графика» Сибирского государственного университета путей сообщения.

На первом курсе студенты сталкиваются с большим количеством трудностей при решении задач курса «Начертательная геометрия и компьютерная графика». В связи с этим мы решили разработать несколько электронных моделей, которые позволили бы студентам посмотреть иллюстрации наиболее сложных задач, входящих в состав типовой расчетно-графической работы по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика».

Задачи исследования: создание модели к типовому заданию расчетно-графической работы по начертательной геометрии. Создаваемая модель должна выполнять иллюстративную функцию – помогать студенту представить объекты чертежа в пространстве.

При работе над проектом мы руководствовались разработками преподавателей Сибирского государственного университета и их коллег из других высших учебных заведений [1, 2].

При решении задач студенты пользуются программой AutoCAD. Задача решается средствами 2D-графики на плоском проекционном чертеже. Большинство студентов сталкивается с трудностями при решении задач, связанных с определением натуральной величины отрезка, построением перпендикуляра к плоскости и конструированием многогранников. Такие задачи встречаются как сами по себе, так и в составе более сложных комплексных задач.

Использование электронных наглядных моделей позволяет студенту справиться с трудностями [3, 4, 5, 6].

Для подготовки наглядного пособия мы принимали во внимание содержание задач, наглядность результата, возможность трансформации модели. В результате нескольких итераций решения задачи мы пришли к заключению, что для наибольшей наглядности модель следует формировать в полном соответствии с этапами решения задачи на плоском чертеже.

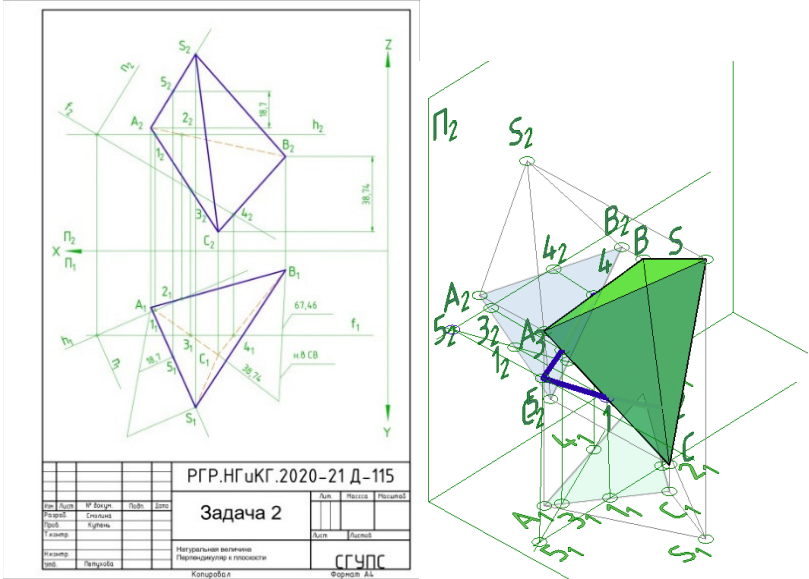
Этап 1 – получение задания на выполнение РГР, перенос исходных данных.

Этап 2 – построение перпендикуляра к плоскости на проекционном чертеже.

Этап 3 – нахождение натуральной величины отрезка.

Этап 4 – оформление чертежа.

Иллюстрация результата решения второй задачи РГР. Для возможности применения созданной модели в учебном процессе в качестве наглядного пособия для каждого этапа была разработана своя иллюстративная трехмерная модель. Затем мы разработали пошаговую инструкцию к решению задачи, включив в нее 3D-иллюстрации.



Вариант задания с решением и иллюстративная модель к нему

Все обозначения в учебном пособии полностью соответствуют обозначениям, используемым преподавателями на занятиях по начертательной геометрии и компьютерной графике, а также тем обозначениям, что фигурируют в курсе лекций по дисциплине. Все обозначения размещены в трехмерном пространстве. Это делает модель удобной для использования во время занятий, позволяет давать пояснения, меняя угол обзора и точку зрения.

В результате работы над проектом создан электронный наглядный макет, полностью соответствующий содержанию курса. Задача решена, цель достигнута. Созданный макет может быть использован как преподавателями, так и студентами при работе над заданиями по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика».

Список источников

1. Петухова А. В. Основы начертательной геометрии: учебно-методическое пособие. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2020. 27 с.
2. Астахова Т. А. Использование информационных технологий в изучении дисциплин графического цикла // Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации. материалы научно-практической конференции (заочной) с международным участием (27-28 ноября 2014). Тольятти: SimJet.2014. С. 317-319.
3. Петухова А. В. Мультимедиа курс «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»: опыт разработки и внедрения // Технологическое образование и устойчивое развитие региона. 2013. Т.1. №1-1 (10). С. 51-63.
4. Болбат О. Б., Петухова А. В. Опыт применения электронного учебно-методического комплекса по графическим дисциплинам // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2014. № 31. С. 215-225.
5. Болбат О. Б., Петухова А. В., Андрияшина Т. В. Электронное учебно-методическое сопровождение дисциплин // Образовательные технологии и общество. 2019. Т. 22. № 2. С. 78-84.
6. Петухова, А. В. Болбат О. Б., Андрияшина Т. В. Теория и практика разработки мультимедиа-ресурсов по графическим дисциплинам. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2018. 76 с.

Терехова В. В.

Научный руководитель: Бакулина И. Р., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН БОГОЛЮБОВА СЕРГЕЯ КОНСТАНТИНОВИЧА

Аннотация. *Рассматриваются этапы и основные направления развития машиностроительного черчения в России и вклад основоположника инженерной графики в нашей стране Боголюбова С. К.*

Ключевые слова: *графические дисциплины, черчение, история развития графического языка*

Целью работы являлось изучение истории развития графического языка в нашей стране и вклада русских ученых.

Поставленные задачи: узнать о развитии графических дисциплин; познакомиться с трудами ученых-основателей графических дисциплин в России; проанализировать состояние и перспективы развития графических дисциплин.

Графический язык занял преобладающее место в представлении научно-технической информации и стал профессионально ориентированным языком в инженерной проектно-конструкторской деятельности [2]. В области преподавания графических дисциплин по пути связи теории с практикой всегда шли крупнейшие авторитеты – ученые и педагоги в России и за рубежом. Среди ученых нашей страны авторитетом в этой области, безусловно, можно считать Сергея Константиновича Боголюбова.

Сергей Константинович Боголюбов (1909-2000) – заслуженный учитель РСФСР, выдающийся педагог, основатель и разработчик советского машиностроительного черчения, проработавший 60 лет в Кудиновском машиностроительном техникуме [1]. Шестьдесят лет он проработал учителем. С 1933 года Сергей Константинович преподавал в подмосковном городе Электроугли, который тогда еще был поселком.

Сергей Константинович – автор 44 книг, десяти серий плакатов, 15 атласов по детализированию чертежей и инженерной графике (рис. 1). Его работы переведены на английский, испанский, китайский, итальянский и греческий языки. Он почетный гражданин города Электроугли, Заслуженный учитель Российской Федерации, награжден орденом Трудо-

вого Красного Знамени, двенадцатью золотыми медалями ВДНХ. Сам Сергей Константинович признавался: «Наград у меня много. Даже не верится, неужели я столько успел сделать?».



С. К. Боголюбов и его труды

В один из прекрасных июньских дней в семье потомственного священника отца Константина Боголюбова родился четвертый ребенок. Мальчика назвали Сергеем. Шел 1909 год. Свое детство и юные годы Сергей Боголюбов провел в Рязани. Семья, в которой было 5 детей, отличалась высокой культурой и музыкальностью. Начавшиеся после революции гонения на священников создавали трудности их семьям. Поэтому с большими перебоями Сергей Константинович заканчивает 7 классов. Обладая способностью к пению и рисованию, он поступает в Рязанский художественно-педагогический техникум, который заканчивает в 1931 году, получив диплом преподавателя изобразительного искусства и черчения. В 1932 в поселке Кудиново, бывшей княжеской усадьбе, открывается подготовка к вузу для крестьян и рабочих. Молодой педагог был направлен туда преподавателем черчения. И с той поры начинается развитие его уникального творческого дарования.

По воспоминаниям одного из бывших учеников 32 школы, ученики сбегали с уроков со школы, чтобы послушать курс черчения, который читал С. К. Боголюбов. А вскоре он начинает вести уроки рисования, черчения и труда в средней школе. Его педагогические способности и творческий подход к предмету завораживали учащихся и студентов, не оставляя их равнодушными. Уроки черчения, конструирования и моделирования не только вызвали интерес и любопытство, но и пробуждали тягу к изобретательству и конструированию.

Во время войны в 1942 году рабфак преобразуется в Кудиновский машиностроительный техникум и становится настоящей кузницей высококвалифицированных инженеров и технических кадров для всей страны.

В 1949 году Сергей Константинович стал автором первого учебника «Задачник по черчению», который сразу же принес ему успех и известность. Так началась его активная авторская деятельность.

С 1949 по 2001 год вышли в свет 54 его книги. Его книгами пользовались в средних и высших учебных заведениях во всех регионах и республиках СССР. Книги выходили на английском, испанском, португальском, венгерском, китайском и на прочих языках. Кроме того, Сергей Константинович создал комплект наглядных пособий по черчению.

В течение 30 лет Боголюбов был заместителем председателя методической комиссии по черчению при Министерстве Высшего и среднего специального образования. За достигнутые успехи в развитии народного хозяйства СССР Сергей Константинович был награжден 12 золотыми медалями Главного комитета ВДНХ СССР. За заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов народного хозяйства Президиум Верховного совета РСФСР присвоил С. К. Боголюбову почетное звание Заслуженного учителя РСФСР. Его трудовая деятельность отмечена многими трудовыми наградами: орденами, медалями и грамотами. В 1999 году С. К. Боголюбову присвоено звание «Почетный гражданин города Электроугли».

За 60 лет педагогической деятельности Сергей Константинович выпустил несколько тысяч специалистов, многие из которых стали в дальнейшем выдающимися деятелями в различных отраслях гражданской и военной промышленности, кандидатами и докторами наук, героями Советского Союза.

Перспективы развития графического языка в настоящее время вызывают грусть. Черчение исчезло из списка обязательных школьных предметов, сокращается количество аудиторных часов на изучение графических дисциплин в высших учебных заведениях. А ведь современные системы автоматизированного проектирования основаны на знаниях начертательной геометрии и черчения.

Список источников

1. Боголюбов С. К. Инженерная графика: учебник. 3-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 2009. 392 с.
2. Покровская М. В., Лунина И. Н. Инженерная графика: теория и практика межпредметных связей // Машиностроение и компьютерные технологии. 2016. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenernaya-grafika-teoriya-i-praktika-mezhpredmetnyh-svyazey> (дата обращения: 10.04.2022).

Титов Д. С.

Научный руководитель: Селифонов В. С., канд. техн. наук, доцент
Брянский государственный технический университет

ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ О ГЕОМЕТРИИ ДЕТАЛИ В МАТРИЧНОЙ ФОРМЕ

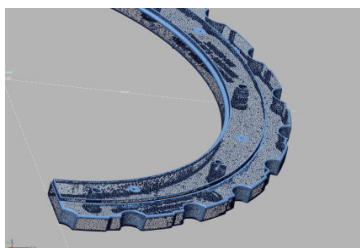
Аннотация. Рассматривается задача получения данных о геометрии детали в матричной форме посредством получения облака точек через 3D сканирование, восстановление исходной геометрии детали и дальнейшего преобразования из stl формата при помощи библиотеки языка C++.

Ключевые слова: геометрия детали, облако точек, полигональная сетка, матричная форма представления, Geomagic Design X, stl

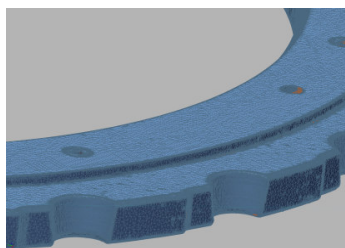
Возникают ситуации, когда необходимо получать геометрические параметры сложных деталей в матричной форме для дальнейшего использования в программе или для математического моделирования, подбора детали с оптимальными параметрами. Оптимизировать данный процесс позволяет 3D сканирование с последующим восстановлением геометрии и извлечением данных из полигональной сетки. Эффективным инструментом для объединения сканов и последующей работы с ними является программа Geomagic Design X.

Geomagic Design X – комплексное программное обеспечение для трехмерного реверсивного проектирования, объединяющее обработку геометрии в CAD с отсканированными массивами данных.

В результате сканирования детали мы получаем облако точек (рис. 1а), которое преобразовывается в полигональную сетку (рис. 1б).



а)



б)

Рис. 1. а) облако точек детали; б) полигональная сетка

Однако данная сетка имеет дефекты в виде разрывов/не отсканированных областей (рис. 2а). Geomagic обладает рядом инструментов для устранения таких дефектов.

Воспользуемся инструментом Rewrap, он позволяет глобально пересоздать сетку и автоматически заполняет все разрывы, возникшие после сканирования (рис. 2б).

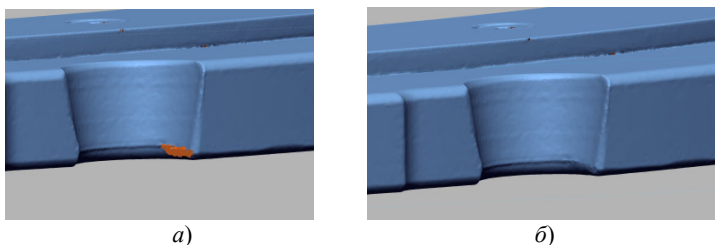


Рис. 2. а) дефект сетки; б) сетка после Rewrap

Также Geomagic Design X обладает инструментами для твердотельного моделирования, что позволяет построить твердотельную модель (рис. 3) с опорой на данные полигональной сетки, если для дальнейшей работы необходимо получить максимально точный координатный массив.

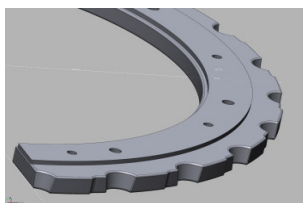


Рис. 3. Твердотельная модель

Для преобразования данных в матричный формат экспортируем 3D модель в stl формате, а далее воспользуемся библиотекой Stl_reader языка C++.

Stl_reader – это лицензированная BSD библиотека с одним заголовком, предоставляющая функции для чтения файлов геометрии stl в пользовательские контейнеры. Stl_reader легко интегрируется в код и не имеет внешних зависимостей, за исключением стандартной библиотеки шаблонов.

Центральной функцией `stl_reader` является `ReadStlFile(...)`. Он автоматически распознает, следует ли читать ASCII или двоичный файл. Кроме того, он идентифицирует совпадающие угловые координаты треугольников друг с другом, так что результирующий координатный массив не содержит одну и ту же координату-тройку несколько раз.

Функция работает с типами контейнеров шаблонов. Эти контейнеры должны иметь аналогичный интерфейс `std::vector` и работать с `float` или `double` типами (`TNumberContainer`) или `int` или `size_t` типами (`TIndexContainer`).

Также библиотекой предусмотрен класс удобства `StlMesh`, значительно облегчающий доступ к углам треугольника и соответствующим угловым координатам, также он обеспечивает необработанный доступ к базовым массивам данных.

Пример импорта данных геометрии из stl файла:

```
try {
    stl_reader::StlMesh <float, unsigned int> mesh("geometry.stl");

    for (size_t itri = 0; itri < mesh.num_tris(); ++itri) {
        std::cout << "координаты треугольника " << itri << ": ";
        for (size_t icorner = 0; icorner < 3; ++icorner) {
            float* c = mesh.vrt_coords(mesh.tri_corner_ind(itri, icorner));
            const float* c = mesh.tri_corner_coords(itri, icorner);
            // или в качестве альтернативы:
            // float* c = mesh.vrt_coords (mesh.tri_corner_ind (itri, icorner));
            std::cout << "(" << c[0] << ", " << c[1] << ", " << c[2] << ") ";
        }
        std::cout << std::endl;
        float* n = mesh.tri_normal(itri);
        std::cout << "нормали треугольника " << itri << ": "
            << "(" << n[0] << ", " << n[1] << ", " << n[2] << ")n";
    }
}
catch (std::exception& e) {
    std::cout << e.what() << std::endl;
}
```

В результате работы код извлечёт из stl файла координатный массив, с данными нормалей, который позволит дальше работать с геометрией уже в матричном формате.

Турашов Д. А.

Научный руководитель: Полушина Т. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

О ПРАКТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРЕМЫ ПОЛЬКЕ-ШВАРЦА

Аннотация. В статье дана формулировка и показаны практические применения основной теоремы аксонометрии – теоремы Польке-Шварца.

Ключевые слова: теорема Польке-Шварца, аксонометрия, 3D-модель детали

Теорема Польке – Шварца это теорема о параллельных проекциях тетраэдра. Она сформулирована в 1853 году немецким ученым К. Польке и обобщена Г. Шварцем в 1864 г. Теорема заключается в следующем: три отрезка произвольной длины, лежащие в одной плоскости и исходящие из общей точки под произвольными углами друг к другу (величина которых отлична от 0° и 180°), могут быть приняты за параллельную проекцию пространственного ортогонального репера. Отсюда любой полный плоский четырехугольник может служить параллельной проекцией тетраэдра наперед заданной формы, подобного данному, как показано на рис. 1:

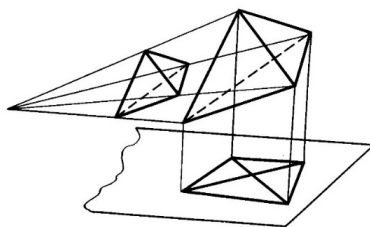


Рис. 1

Из теоремы Польке – Шварца следует, что вершины произвольного четырехугольника плоскости могут служить изображением вершин тетраэдра, равного данному тетраэдру. Поэтому если задан тетраэдр, то для его изображения достаточно начертить на плоскости произвольный четырехугольник и провести его диагонали. Из этой теоремы можно сделать практические выводы. Представим систему прямоугольных координат в пространстве, как на рис. 2. В этом случае масштабный тетраэдр можно представить в виде полного четырехугольника. Натуральные оси координат изобразятся в этом случае в виде трех прямых линий, исходящих из одной точки – начала координат.

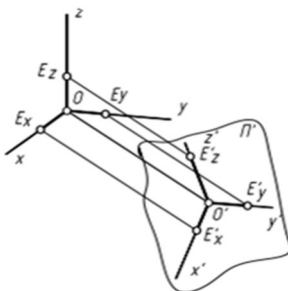


Рис. 2

Эту систему координат принято называть аксонометрической системой координат.

На основании этой теоремы система аксонометрических осей и аксонометрических масштабов на них может быть задана совершенно произвольным образом. Всегда найдется такое расположение прямоугольной системы координат в пространстве и такой размер натурального масштаба по осям координат, что заданная система будет параллельной проекцией натуральной системы координат.

Наглядное применение сказанному мы видим, моделируя детали на компьютере, используя графические пакеты, например, КОМПАС-3D. Студент, вращая смоделированную деталь на экране компьютера, фактически строит множество аксонометрий смоделированной детали, как на рис. 3.

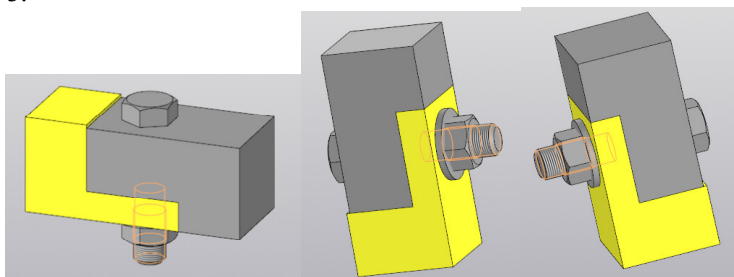


Рис. 3

Список источников

1. Глазунов Е. А., Четверухин Н. Ф. Аксонометрия. М.: ГТТЛ, 1953.
2. Теорема Польке-Шварца URL: https://studme.org/380815/tehnika/teorema_polke_shvartsa.

Турецких С. О., Бакулина И. Р.
Поволжский государственный технологический университет

РЕАЛИЗАЦИЯ АНИМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЕЧЕНИЙ В ПРОГРАММЕ BLENDER 3D

***Аннотация.** В статье представлено создание 3D-модели детали и дальнейшей анимации образования ее сечения с помощью секущей плоскости в программе Blender 3D 3.1.0.*

***Ключевые слова:** 3D-модель, сечения, разрезы, анимация*

Актуальной проблемой среди многих студентов является недостаточное развитие пространственного воображения. Это затрудняет полноценное понимание многих тем при изучении дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика». Наблюдаются сложности и при изучении такой темы, как сечения и разрезы. Часто обучающийся не может вообразить, каким образом проводится секущая плоскость и какое изображение должно получаться на выходе, что приводит к затруднениям в понимании данной темы и последующих тем.

Для упрощения представления процесса образования сечений и разрезов можно использовать наглядную анимационную визуализацию с помощью 3D-моделирования и рендеринга анимации модели. Таким образом, студент наглядно может видеть, как проводится секущая плоскость, какая часть объекта условно отсекается, а какая остается на изображении.

Цель работы: реализовать анимационные модели сечений деталей для повышения уровня визуального восприятия студента и упрощения понимания им темы.

Задачи:

- 1) создать 3D-модель детали;
- 2) выяснить, какое сечение или разрез является целесообразным;
- 3) создать анимацию рассечения детали секущей плоскостью и показать образованное сечение.

Для создания моделей и анимации мы использовали программу Blender 3.1.0. Выбор пал именно на эту программу, потому что, имея не менее широкий функционал по сравнению со своими платными аналогами, она менее требовательна к системе, бесплатна, а также имеет от-

крытый исходный код, что позволяет при необходимости добавлять в программу свои функции и дополнения [1].

Для реализации анимации мы создали простую кубическую сцену из трех плоскостей, источников освещения и камер (рис. 1).

Объектом для примера послужил вал со шпонкой, ввиду своей простой формы, что позволяет легче понять образование сечения объекта (рис. 2). Нам необходимо провести секущую плоскость через место расположения шпоночного паза перпендикулярно оси вала.

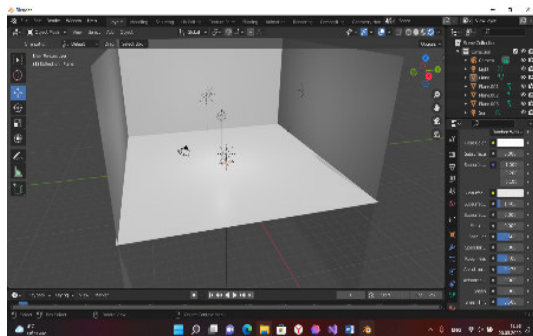


Рис. 1. Сцена

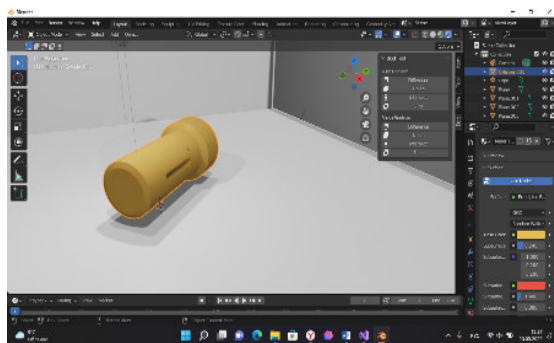


Рис. 2. Модель детали

Создаем секущую плоскость и располагаем ее над деталью, затем, используя встроенные библиотеки анимации и ключевые кадры, рассекаем деталь в области шпоночного паза (рис. 3), тем самым получаем изображение сечения на секущей плоскости (рис. 4). Далее показываем поворот фигуры сечения до положения параллельно экрану.

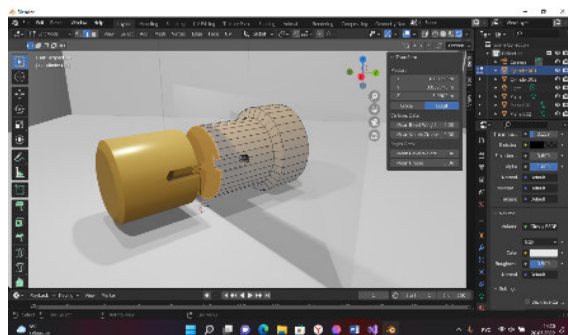


Рис. 3. Ввод секущей плоскости

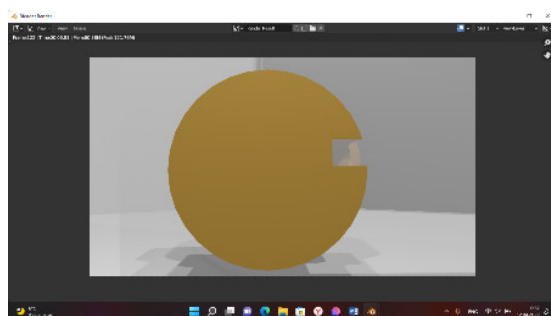


Рис. 4. Поворот фигуры сечения до положения «параллельно экрану»

Данный способ образования сечений может облегчить как работу преподавателя при объяснении темы, так и самим студентам при возникновении сомнений в правильности построения сечения на чертеже.

Выводы. Мы реализовали анимационную модель сечения детали на примере вала со шпонкой, а также нашли практическое применение реализации анимации в работе как преподавателей, так и студентов. Анимация позволяет наглядно видеть рассечение детали и вид сечения, что значительно облегчает понимание изучаемой темы. Эта работа была продолжена и практически реализованы также анимационные модели построения простых разрезов.

Список источников

1. Прахов А. Blender: 3D-моделирование и анимация. М.: Библиотека ГНУ, 2008. 272 с.

Тутубалина А. А.

Научный руководитель: Турецких С. О., преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВЫБОР КОЛИЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖЕ

Аннотация. Рассматривается выбор оптимального и достаточного количества изображений на чертеже на примере группы геометрических тел.

Ключевые слова: группа тел, виды, количество изображений

ГОСТ 2.305-2008 содержит указания о выборе главного вида с таким расчетом, чтобы изображение на нем давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. В зависимости от того какой вид будет выбран в качестве главного, зависит количество изображений, которые понадобятся для полного представления о форме детали. Однако важным моментом при выборе главного вида является и то, как деталь будет сориентирована относительно фронтальной плоскости проекций, при этом количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным для создания полного и однозначного представления о форме детали [1]. Любая деталь состоит из простых геометрических тел. Поэтому определение оптимального количества изображений для простых геометрических тел является актуальной задачей, так как в совокупности определяет достаточное количество изображений детали на чертеже.

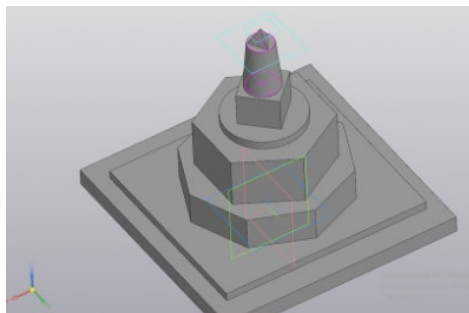


Рис. 1. Фигура, состоящая из группы простых геометрических тел

Цель работы: определить оптимальное и достаточное количество изображений на чертеже на примере группы геометрических тел.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1) рассмотреть, из каких простых геометрических тел состоит фигура;
2) определить, сколько изображений необходимо для призмы, параллелепипеда, цилиндра, конуса, пирамиды;

3) определить количество изображений для заданной фигуры (рис. 1).

Выбор положения детали на главном изображении в значительной степени определяет количество изображения на чертеже. Предмет стараются располагать так, чтобы большая часть этих элементов на главном виде изображалась как видимая [1].

Для заданной фигуры, состоящей из группы простых геометрических тел, используя метод прямоугольного проецирования, получим следующие изображения (рис. 2) на основных плоскостях проекций: 1 – вид спереди (главный вид), 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

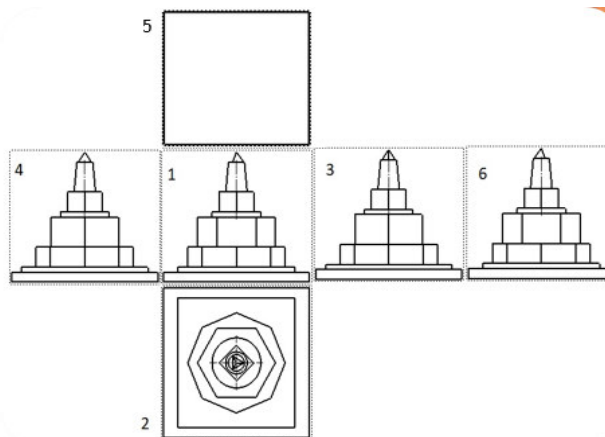


Рис. 2. Изображения на основных плоскостях проекций

Важно отметить, что при определении количества изображений следует учитывать выполнение следующих условий:

1. необходимо выбирать:
 - наименьшее число изображений, выявляющих все формы детали;
 - минимальное количество невидимых очертаний детали;
 - наименьшее число искажающихся при проецировании частей детали;

– удобное нанесение размеров.

2. сокращению числа изображений способствует применение условных знаков, надписей, обозначений.

Фигура, изображенная на (рис. 1), состоит из таких простых геометрических тел, как четырехугольная прямоугольная призма (или параллелепипед прямоугольный), правильная восьмиугольная призма, правильная шестиугольная призма, цилиндр, четырехугольная призма, усеченный конус и пирамида.

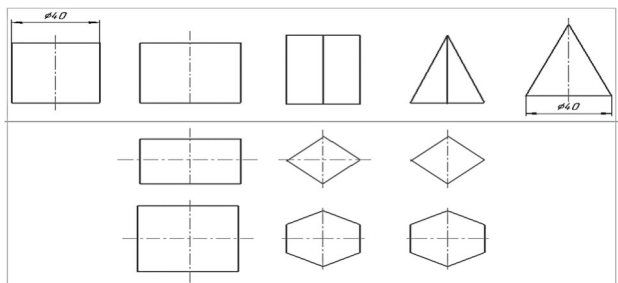


Рис. 3. Возможные виды для простых геометрических фигур

Для того чтобы наиболее полно представить форму фигуры, определить ее габаритные размеры, по рис. 3 можем сказать, что для призмы, параллелепипеда, пирамиды достаточно 2 изображения (главный вид спереди и вид сверху), а для цилиндра и конуса – 1 вида спереди (при простановке размера на главном виде достаточно поставить знак диаметра).

Выводы

Выбор числа изображений является важным этапом выполнения чертежей. Он заключается в нахождении главного изображения и необходимого числа других изображений (разрезов, видов, сечений – если деталь или фигура имеют отверстия, пазы или другие внутренние строения), которые позволят полно и точно отобразить внешнюю и внутреннюю форму, а также размеры предмета. Для фигуры, рассмотренной в данной работе достаточно двух изображений – главного вида (вида спереди) и вида сверху.

Список источников

1. ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069435> (дата обращения 03.04.2022).

Устюгов М. С.

Научный руководитель: Моисеева О. А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЛАЗЕРНАЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИЯ – ОДИН ИЗ МЕТОДОВ 3D ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается одна из технологий 3D печати., раскрывается принцип SLA технологии, выделяются преимущества перед другими технологиями 3D печати.

Ключевые слова: 3D модель, 3D печать, прототипирование, лазерная стереолитография

Лазерная стереолитография – это один из способов печати на 3D-принтере, при котором жидкий полимер меняет свои физические свойства через воздействие на него лазерного излучения. В дальнейшем материал застывает. 3D-печать также известна как аддитивное производство, быстрое изготовление прототипов, многоуровневое производство или изготовление в твердой форме. Это процесс, в котором несколько слоев материала добавляются один за другим под управлением компьютера для создания трехмерного объекта. Ключевой идеей этого инновационного метода является то, что трехмерная модель разрезана на множество тонких слоев, и производственное оборудование использует эти геометрические данные для последовательного построения каждого слоя до тех пор, пока не будет получен конечный желаемый продукт.

Рассмотрим, за счет чего технология справляется с поставленными задачами, в чем ее преимущества и недостатки, а также разберем популярные модели 3D-принтеров, применяющие в своей работе принцип стереолитографии [1]. Главным материалом для SLA технологии служит фотополимер (включая керамонаполненные смолы) – жидкий материал, который под действием лучей лазера меняет свои физические свойства, затвердевая в процессе печати. Модели из таких материалов обладают высокой прочностью, термостойкостью и могут быть прозрачными, что позволяет использовать их при решении широкого спектра задач.

Технология обосновалась в самых разных областях, применяющих печать 3D-моделей. Среди них: общая медицина и стоматология в част-

ности; производство ювелирных изделий; отрасль автомобилестроения; авиакосмическая область; архитектура; научные исследования; искусство; приборостроение.

Процесс печати с использованием технологии SLA достаточно трудоемкий и требует специального оборудования. В емкость заливается материал для печати, то есть фотополимерная смола. Далее в нее погружается подвижная платформа, на которой будет воспроизводиться изделие.

Платформа помещается на минимально возможную глубину таким образом, чтобы ее покрывал очень тонкий слой материала. Толщина 0,05-0,15 мм – самый низкий порог, доступный современным устройствам. Именно такого значения и позволяют добиться SLA-принтеры.

Когда платформа помещена в материал, начинается работа лазера. Она активируется в компьютерной программе. Луч прорабатывает первый слой на поверхности материала и вызывает его застывание.

Когда первый цикл завершен, платформа погружается глубже на такую же минимально возможную толщину слоя. Весь процесс повторяется заново, пока не завершится необходимое количество циклов.

После окончания печати модели ее обрабатывают специальным раствором, далее завершают процесс отвердевания при помощи ультрафиолетового излучения.

На финальном этапе с предмета удаляются поддержки, которые были нужны для процесса печати. Делается это в ручном режиме. Подобная технология печати дает высокую точность производства. Исходный материал легко обрабатывать и корректировать. При желании пользователь может придать изделию зеркальный блеск.

Технология SLA имеет преимущества перед другими технологиями 3D печати, к ним можно отнести: простота постобработки, она не требует сложных технологий, действий или длительного времени; оборудование не шумит в процессе работы; можно строить сложные модели с ювелирной структурой, к примеру тонкостенные изделия; предметы, произведенные по данной технологии, обладают высокой прочностью и большой точностью; поверхность изделия получается идеальной; материал расходуется экономно, производство получается безотходным.

Дополнительное преимущество SLA перед конкурентами состоит в том, что для печати можно использовать большие рабочие камеры, то есть производить крупногабаритные предметы. Некоторые камеры в 3D-принтерах, применяющих эту технологию, достигают в высоту 2,4 метра [2].

К недостаткам этого принципа печати можно отнести высокую стоимость производства, поскольку материалы для работы зачастую имеют высокую цену. [3].

SLA – технология, нацеленная на быстрый, точный и качественный результат. Ее методы успешно применяются в самых разных областях производства, таких как авиакосмическая, ювелирная и стоматологическая сфера.

Все характеристики как самого процесса печати, так и применяемых материалов находятся на высоте. Единственный явный недостаток лазерной стереолитографии – это его стоимость. Лишь обеспеченные люди и серьезные производства могут позволить себе подобное оборудование. Дорого стоят и сами SLA-принтеры, и материалы, применяемые для печати на них.

Список источников

1. Эртесян А. Р., Садыков М. И., Нестеров А. М. Обзор технологий 3D-печати в стоматологии // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2020. Т.22. №10. С. 15-18.
2. SLA (лазерная стереолитография) – технология 3D-печати. URL: <https://goo.su/DSEcq>.
3. Технология SLA – особенности, преимущества и лучшие модели SLA-принтеров. URL: <https://goo.su/zbSwX>.

УДК 546

Бачурин И. А., Охотников Д. Р.

Научный руководитель: Силкина О. В., канд. биол. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

ПРОТОЧНЫЕ РЕДОКС-БАТАРЕИ

Аннотация. *Представлены основные открытия в области современной электрохимии – проточные редокс-батареи, рассмотрены принцип работы и приоритеты их использования в промышленности и быту.*

Ключевые слова: *электрохимия, гальванический элемент, электрический ток, химическая реакция, проточные редокс-батареи, накопление энергии, ванадиевый электролит, топливо, электродные потенциалы, аккумулятор энергии*

Электрохимия принадлежит к числу тех немногих наук, дата рождения которых может быть установлена с высокой точностью. Это рубеж XVIII и XIX веков, когда благодаря знаменитым опытам итальянского физиолога Л. Гальвани и созданию итальянским физиком А. Вольта в 1799 году «вольтова столба» – первого в истории человечества химического источника тока – были сформулированы проблемы, решение которых определило основные задачи электрохимии. В настоящее время электричество «приручили» и успешно используют, но проблема новых аналогов источника электрической энергии продолжает волновать умы ученых. Одним из основных приоритетов в этом направлении остается водородный транспорт. Открытие гигантских заводов по производству и переработке аккумуляторных батарей, внедрение «умных» энергосетей – каждую неделю мы слышим о новых источниках тока, и это неслучайно. Глобальные темпы потребления электричества растут многократно, и это перестраивает всю структуру энергетики: людям все чаще нужно не просто сгенерировать электричество, а еще запасти излишки, чтобы запитать свои портативные устройства, транспорт или, например, пустить энергию, сгенерированную солнечными батареями днем, на какие-то приборы, работающие ночью. Электричество – это кровь цивилизации, и сейчас она начинает течь новыми путями. Энергетика ищет новые формы.

Одно из самых «молодых» открытий в области электрохимии – создание проточных *редокс-батарей*. Их можно назвать гибридом литий-ионных аккумуляторов и топливных элементов: это батарея, в которой электрическая энергия обратимо запасается и высвобождается за счет электрохимических реакций растворов электролитов, хранящихся в от-

дельных емкостях и непрерывно прокачиваемых через батарею во время работы. Такие системы перспективны для хранения огромных объемов энергии в узлах больших энергосетей, и в Китае сейчас как раз планируется запуск самого большого накопителя электроэнергии в мире, работающего на основе ванадиевых проточных редокс-батарей.

Есть три типа источников энергии: портативные (для каких-то носимых устройств), мобильные (ездят на колесиках) и стационарные (накапливают большие объемы энергии и нигде не перемещаются). И в зависимости от типа меняется плотность энергии. Для портативных и мобильных приложений она очень важна, а для стационарных – незначительна. У редокс-батарей этот параметр заметно хуже, чем у тех же литий-ионных аккумуляторов. Главное отличие редокс-батареи от аккумулятора в том, что аккумулятор – единый корпус, в котором сразу содержатся и вещества, рождающие электроэнергию, и электроды, с помощью которых это происходит. Проточная редокс-батарея позволяет отдельно вынести модуль, преобразующий энергию химических веществ в электроэнергию, и отдельно резервуары, в которых электроэнергия в виде химических веществ будет храниться. И то, и другое можно менять по размерам независимо друг от друга. Соответственно, если нужно, чтобы у устройства, которое запасает энергию, выросла мощность, а емкость осталась на прежнем уровне или наоборот, то это возможно только в случае с проточными редокс-батареями. В них есть отдельный модуль, преобразующий энергию веществ, и отдельные резервуары, которые хранят вещества. Эти вещества находятся в жидком состоянии и подаются в блок с помощью насоса.

Предположим, горит одна лампочка, и мы хотим, чтобы она работала от батарейки не один день, а один год. Мощность нам менять при этом не нужно. Если решать эту задачу при помощи батареек, то надо поставить много батареек, которых хватит на год. В таком случае мы увеличиваем мощность для нашей лампочки. Во-первых, нам не нужна такая мощность, во-вторых, нам придется за такую мощность больше заплатить. В редокс-батарейках же достаточно оставить тот же разрядный блок по площади и просто добавить больше жидкости. Однако в России по практическому применению редокс-батарей мы пока отстаем, потому что можем использовать другие источники электроэнергии.

Самые распространенные редокс-батареи – это ванадиевые батареи. Сейчас там используется концентрация раствора 1-2 моль/л. Эффективность таких электролитов по величине хранимой энергии на два порядка меньше, чем у жидкого топлива (бензина). Соответственно, нужно работать над тем, чтобы концентрация раствора стала не 2 моль/л, а, например, 10 моль/л. Но для этого придется использовать какие-то другие вещества.

Еще один фактор, который нужно оптимизировать – это разность стандартных электродных потенциалов между восстановителем и окис-

лителем. Потому как чем она больше, тем больше энергии мы можем сохранить при той же концентрации. Соответственно, для того чтобы повысить эту разность потенциалов, нужно варьировать природу окислителя и природу восстановителя.

К основным преимуществам редокс-батарей можно отнести независимое варьирование мощности и емкости, а также долгий срок службы, так как нет физических основ деградации материалов. Непосредственно из этого вытекают их экономические характеристики, потому что срок службы очень большой. Один из основных экономических показателей – стоимость на жизненном цикле. Основной недостаток редокс-батарей – низкая плотность хранимой энергии. Если этот параметр преодолеть, проточные редокс-батареи будут выгоднее аккумуляторов с твердотельными электроактивными компонентами. Есть параметры, по которым редокс-батареи отстают от аккумуляторов, и параметры, по которым они обгоняют аккумуляторы. Но в совокупности факторов, экологических и экономических, проточные редокс-батареи побеждают остальные системы хранения энергии.

Затраты на обслуживание у редокс-батарей довольно низкие, а вот капитальные затраты больше, чем у аккумуляторов. На самом деле проточные редокс-батареи, упрощенно говоря, своего рода заводской цех. То есть в одном углу стоит бак, в другом – насос, в третьем – разрядный блок. Есть система охлаждения, есть система управления. Но из-за того, что организованная система сможет работать 20 лет и обслуживать ее практически не придется, достигается экономическое преимущество по сравнению с аккумуляторами. У редокс-батарей рано или поздно кончится срок службы составных элементов, но все эти проблемы легко решаются. Если резервуар начнет коррозировать, мы просто его заменим. Если испортится разрядный блок, можно заменить модуль разрядного блока. В каком-то смысле это вечный аккумулятор, запчасти которого будут периодически ломаться. Сейчас из редокс-батарей разрабатывают так называемые гибриды: литийионная половина – та, что основана на интеркаляции лития в углеродный материал, – берется от аккумулятора; другая половина – окислитель, имеющий жидкую форму и подающийся по принципу, по которому работают редокс-батареи. Такой гибрид будет иметь довольно высокую плотность энергии.

Список источников

1. Проточные батареи на основе органических редокс-систем для крупномасштабного хранения электрической энергии / М. В. Годяева, И. А. Казаринов, Д. Е. Воронков, В. В. Олискевич, И. Г. Остроумов // Электрохимическая энергетика. 2021. Т.21. №2. С. 235-241.

Валиуллина А. Ф., Петрова Н. Н.
Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

***Аннотация.** Исследовано влияние полимерных смол на физико-механические и эксплуатационные свойства вулканизатов резиновой смеси.*

***Ключевые слова:** резина, полимерные смолы, физико-механические и эксплуатационные свойства*

Известно [1, 2], что введение полимерных смол в состав резиновой смеси приводит к улучшению технологических свойств резиновой смеси и повышению стойкости резины к агрессивным средам. В связи с этим нами было изучено влияние полимерных смол «Шинпласт», канифоли и смолы 101К на физико-механические и эксплуатационные свойства резины для гуммирования валов для защиты от воздействия агрессивных сред (растворов кислот и щелочей).

Исследуемая резиновая смесь на основе бутадиен-метилстирольного каучука СКМС-30АРКМ-15 содержала вулканизующий агент (серу), ускоритель вулканизации (тетрамилтиурамдисульфид), активаторы вулканизации (белила цинковые, стеариновую кислоту), наполнитель (технический углерод П 514) и другие ингредиенты в определенных дозировках. Резиновая смесь готовилась на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Были изготовлены четыре варианта резиновой смеси. Первый вариант не включал полимерных смол, второй – содержал смолу «Шинпласт», третий – канифоль, четвертый – смолу 101К в количестве 2,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука (таблица). Резиновую смесь вулканизовали в прессе Р-V-100-3RT-2-PCD при температуре 150 °С в течение 25 мин. Полученные вулканизаты исследовались на условную прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве (ГОСТ 270-75); твердость (ГОСТ 263-75); сопротивление раздиру (ГОСТ 262-79); изменение условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и твердости после термического старения на воздухе (ГОСТ 9.024-74); изменение массы после экспозиции в агрессивных средах (ГОСТ 9.030-74). Результаты исследований физико-механических и эксплуатационных свойств вулканизатов приведены в таблице.

Варианты резиновой смеси, физико-механические
и эксплуатационные свойства резиновой смеси

Ингредиент, показатель	Варианты резиновой смеси			
	1	2	3	4
Смола «Шинпласт», мас. ч.	-	2,0	-	-
Канифоль, мас. ч.	-	-	2,0	-
Смола 101К, мас. ч.	-	-	-	2,0
Физико-механические показатели вулканизатов				
f_p , МПа	6,3	6,8	6,1	6,4
ϵ_p , %	640	620	650	640
H , ед. Шор А	61	60	60	59
B , кН/м	33	35	34	33
Изменение свойств вулканизатов после старения в воздухе (70 °С ×24 ч)				
Δf_p , МПа	-16,4	-13,9	+15,8	-26,8
$\Delta \epsilon_p$, %	-19,1	-16,2	-19,7	-15,9
ΔH , ед. Шор А	-3	-3	-3	-4
Изменение свойств вулканизатов в среде 20% раствора HCl (23 °С ×24 ч)				
Δm , %	+8,7	+5,9	+8,2	+10,4
ΔV , %	+10,9	+8,1	+10,2	+12,1
Изменение свойств вулканизатов в среде 20% раствора NaOH (23 °С ×24 ч)				
Δm , %	+0,4	+0,2	+0,3	+0,5
ΔV , %	+0,6	+0,4	+0,9	+0,7

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; H – твердость по Шору А; B – сопротивление раздиру; Δf_p , $\Delta \epsilon_p$, Δm – относительные изменения условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и массы; ΔH – разность твердостей резины после и до выдержки в агрессивной среде; ΔV – изменение объема после экспозиции в агрессивной среде

Из данных таблицы следует, что вулканизат второго варианта резиновой смеси, содержащий смолу «Шинпласт», обладает наибольшей условной прочностью при растяжении. Введение полимерных смол в резиновую смесь не оказывает заметного влияния на относительное удлинение при разрыве, твердость и сопротивление раздиру вулканизатов. Результаты исследования эксплуатационных свойств вулканизатов показывают, что наименьшими изменениями физико-механических показателей после термического старения на воздухе, а также массы и объема после выдержки в 20% растворах HCl и NaOH характеризуется также вулканизат второго варианта. Таким образом, резина, содержащая смолу «Шинпласт» и обладающая стабильными физико-механическими показателями, может быть рекомендована для гуммирования валов, подверженных воздействию агрессивных сред.

Список источников

1. Царева Е. Е. Нефтеполимерные смолы в полимерной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. №7. С. 163-167.
2. Шашок Ж.С., Перфильева С.А., Прокопчук Н.Р., Усс Е.П. Исследование влияния нефтеполимерных смол на упругопрочностные свойства шинных резин // Труды БГТУ. Сер. 2: Химич. технологии, биотехнология, геоэкология. 2020. №1 (229). С.190-197.

Еманаев Н. В.

Научный руководитель: Винокурова Р. И., д-р биол. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА

Аннотация. *Представлена информация о видах керамики, представляющих интерес для технических целей.*

Ключевые слова: *керамика, техническая керамика, глина, минеральные добавки*

В последнее время средства массовой информации распространяют прогноз о скором наступлении керамической эры, которая в истории человеческой цивилизации займет место, сопоставимое с каменным или бронзовым веком. Этот прогноз свидетельствует о несомненном интересе к керамическим материалам.

Трудно назвать область научной, инженерной и художественной деятельности, которая пользовалась бы таким вниманием, как создание керамики. Ее изготавливают из глины со специальными добавками, которая проходит высокотемпературный обжиг в районе 1200-2500⁰С до появления спекания. Традиционный образ керамики, сложившийся в сознании человека, существенно отличается от того образа, который принято называть материалом будущего.

Одним из таких материалов является нитрид кремния, высокотемпературная прочность, химическая стойкость и легкость которого позволили создать двигатель внутреннего сгорания с рекордно высокой (1400⁰С) температурой рабочей камеры, что дало возможность повысить в 1,5 раза КПД двигателя, существенно снизить расход топлива и уменьшить загрязнение окружающей среды благодаря его полному сгоранию.

Перспективность керамики обусловлена многими факторами.

Керамика отличается исключительным многообразием свойств по сравнению с другими типами материалов (металлами и полимерами).

Достоинством керамики является высокая доступность сырья, в том числе для получения бескислородной керамики типа карбидов и нитридов кремния, циркония или алюминия, заменяющие дефицитные металлы.

Технология получения конструкционной керамики менее энергоемка, чем производство альтернативных металлических материалов.

Производство керамики не загрязняет окружающую среду в такой мере, как металлургия.

Керамические материалы обладают более высокой коррозионной стойкостью и устойчивостью к радиационным воздействиям.

В отдельную группу относят так называемую техническую керамику, которая отличается лучшими характеристиками.

Типы технической керамики по составу:

- керметы – это керамико-металлические материалы. В их составе находится металлический порошок, поэтому изделия частично получают свойства металлов. Из такого сырья изготавливают лезвия, а также детали турбин для авиационных двигателей.

- минералокерамика или корундовые изделия – ее изготавливают из спеченного оксида алюминия. Допускается наличие примесей, но не более 2%. Такие комплектующие требуются для производственных или лабораторных печей.

- волокнистая керамика – в ее состав входит аморфное кварцевое волокно, обработка проводится под высокотемпературным спеканием. Это отличный термоизоляционный материал, его используют для изготовления фильтров, работающих с горячими жидкостями.

- сверхтвердая техническая керамика – в ее состав входит нитрид бора. Из такого сырья производят высокопрочные детали для двигателей и мощных производственных установок.

Техническая керамика – разновидности по назначению:

- абразивные изделия – используются для шлифования различных поверхностей;

- электро- и радиотехнические материалы – применяются для изоляции при прокладке труб или сборке оборудования;

- пенокерамика – легкие материалы, используемые для укладки печей и другого оборудования;

- керметы – это керамико-металлические материалы, используемые для сборки двигателей или производства инструмента.

Большие перспективы открыты перед сверхпроводящей керамикой и совсем недавно созданной керамикой с гигантским магнитным сопротивлением, а также керамическими композитами с рекордно высокой ударной вязкостью.

Объем производства керамических материалов во всех странах мира растет необычайно быстрыми темпами. В настоящее время основными производителями керамики являются США и Япония.

Коннова К. А., Егоров Е. Н.

Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ *транс*-ПОЛИНОРБОРНЕНА И БАЗАЛЬНОГО ВОЛОКНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

Аннотация. *Исследовано влияние транс-полинорборнена и базального волокна на физико-механические свойства вулканизатов резиновой смеси на основе каучуков общего назначения.*

Ключевые слова: *транс-полинорборнен, базальтовое волокно, резина, физико-механические свойства*

В настоящее время одной из важных проблем при эксплуатации железнодорожного рельсового транспорта является понижение вибрации, которая передаётся в окружающую среду в виде шума. Для решения этой проблемы используются резиновые прокладки рельсовых креплений. Эти прокладки изготавливаются с использованием функциональных ингредиентов направленного действия. В качестве таких ингредиентов применяется *транс*-полинорборнен (ТПНБ) [1, 2] и базальтовое волокно [3, 4]. В связи с этим нами исследовано влияние ТПНБ и базального волокна на физико-механические свойства резины, используемой для изготовления прокладок рельсовых креплений.

Резиновая смесь содержала комбинацию каучуков общего назначения (изопреновый СКИ-3, бутадиен-метилстирольный СКМС-30АРК и бутадиеновый СКД), вулканизующие агенты (N,N'-дитиодиморфолин, тиурам Д), ускорители вулканизации (сульфенамид Ц, 2-меркаптобензтиазол), активаторы вулканизации (белила цинковые, стеариновую кислоту), мягчители (масло индустриальное И-12А, канифоль), противостарители (ацетонанил Н, диафен ФП) и другие ингредиенты в определенных количествах. Резиновая смесь готовилась на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Исследуемое базальтовое волокно представляло собой штапеля длиной резки 10-12 мм и диаметром элементарного волокна 9-13 мкм. Для улучшения совместимости ТПНБ марки Norsorex АРХ с матрицей каучуков готовилась его композиция ТПНБ с маслом индустриальным И-12А (КС) при массовом соотношении 1:1. Композицию КС вводили в резиновую смесь в количестве 50,0

мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков. Было изготовлено шесть вариантов резиновой смеси, из которых первый вариант не содержал базальтового волокна, а второй – шестой варианты содержали его в количестве от 2,0 до 10,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков (таблица). Резиновую смесь вулканизовали в прессе Р-V-100-3RT-2-PCD при температуре 143 °С в течение 25 мин. Полученные вулканизаты исследовались на условную прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве (ГОСТ 270-75); твердость (ГОСТ 263-75); сопротивление раздиру (ГОСТ 262-79); истираемость (ГОСТ 426-77); относительную остаточную деформацию сжатия (ГОСТ 9.029-74). Результаты исследований физико-механических свойств вулканизатов резиновой смеси приведены в таблице.

Варианты резиновой смеси и физико-механические свойства вулканизатов

Ингредиент, показатель	Варианты резиновой смеси					
	1	2	3	4	5	6
Композиция КС, мас. ч.	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Базальтовое волокно, мас. ч.	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Физико-механические свойства вулканизатов						
f_{100} , МПа	5,3	5,3	5,5	5,8	6,0	6,3
f_p , МПа	15,2	15,5	15,7	15,8	16,1	16,3
ϵ_p , %	470	460	460	450	440	420
H , ед. Шор А	72	74	76	78	79	81
B , кН/м	38	41	44	45	47	49
ОДС при 30% сжатии (100°С×24 ч), %	43,8	42,6	41,9	41,1	41,4	39,7
α , м ³ /ТДж	58,3	57,1	55,7	53,4	51,6	50,2

Примечание: f_{100} – условное напряжение при 100%-ном растяжении; f_p – условная прочность при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; H – твердость; B – сопротивление раздиру; ОДС – относительная остаточная статическая деформация сжатия; α – истираемость.

Из таблицы следует, что введение в резиновую смесь ТПНБ с базальтовым волокном приводит к увеличению условного напряжения при 100%-ном растяжении, условной прочности при растяжении, твердости и сопротивления раздиру вулканизатов. При этом происходит уменьшение их относительного удлинения при разрыве, относительной остаточной статической деформации сжатия и истираемости. Резина, содержащая 10,0 мас. ч. базальтового волокна и 50,0 мас. ч. композиции транс-полинонборнена с индустриальным маслом И-12А на 100,0 мас. ч. каучуков, характеризуется улучшенными физико-механическими свойствами.

Список источников

1. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Кольцов Н. И. Разработка и исследование резиновой смеси для прокладок рельсовых креплений // Российский химический журнал. 2021. Т.65. №1. С. 56-61.
2. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Кольцов Н. И. Исследование влияния транс-полинонборнена на свойства резиновой смеси для рельсовых прокладок // Материаловедение. 2021. № 12. С. 11-16.
3. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Матюнин А. Н., Кольцов Н. И. Влияние базальтового волокна и транс-полинонборнена на свойства резины для прокладок рельсовых креплений. Тезисы докладов XXVI научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии» (Москва, 24-28 мая 2021 г.). М.: ООО «Научно-исследовательский центр «НИИШП». 2021. С. 86-88.
4. Егоров Е. Н., Карпеев К. В., Матюнин А. Н., Кольцов Н. И. Влияние базальтового волокна на диэлектрические свойства резины на основе каучуков общего назначения. Сборник трудов II Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов «Актуальные проблемы науки о полимерах» (Казань, 25–26 мая 2021 г.). Казань: КНИТУ. 2021. С. 71-72.

УДК 556.3

Купсольцева Н. С., Таланцев В. И., Денисова О. Н.
Научные руководители: Денисова О. Н., канд. хим. наук, доцент;
Таланцев В. И., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В СЕРНУРСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *Проведён химический анализ подземных вод Сернурского района республики Марий Эл на разных глубинах водоносного слоя.*

Ключевые слова: *подземные воды, качество воды питьевого назначения, жесткость воды, химический анализ, атомно-абсорбционный анализ*

Сернурский район расположен на северо-востоке республики Марий Эл и является самым северным районом республики. На севере он граничит с Кировской областью. Территория района относится к зоне неустойчивого увлажнения. Среднегодовое количество осадков составляет 485 мм, что несколько ниже, чем в среднем по республике [1]. Жители

района для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд преимущественно используют воду из подземных источников.

Проанализирована вода из двух скважин, расположенных в д. Купсола Кукнурского с/п Сернурского района на расстоянии 3 м друг от друга. Глубина первой скважины 18 м, второй скважины – 33 м. В воде обеих скважин методом трилонометрического титрования определена общая жёсткость и содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Вода с глубины 18 м проанализирована с интервалом 6 месяцев: в апреле и октябре 2021 г. Методом осадительного аргентометрического титрования определено содержание хлорид-ионов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения жёсткости воды и содержания хлорид-ионов

Глубина	Жёсткость общая ммоль-экв/л		Содержание ионов				
			Ca^{2+} , ммоль-экв/л		Mg^{2+} , ммоль-экв/л		Cl^- , мг/л
	апрель	октябрь	апрель	октябрь	апрель	октябрь	октябрь
18 м	7,85	10,30	7,12	6,80	0,73	3,50	30,50
33 м	–	7,86	–	3,60	–	4,26	20,92
Норма*	7 (10**)		–		–		350

* по СанПиН 2.1.4.1074-01 [2]

** Величина, указанная в скобках, может быть установлена по указанию Главного государственного санитарного врача

Как видно из табл. 1, содержание хлорид-ионов находится в пределах нормы. Это говорит о допустимом уровне антропогенной нагрузки на водоносные слои. Установлено, что проанализированная вода является очень жёсткой. Причём общая жесткость воды осенью выше, чем весной. Данный факт вполне объясним разбавлением подземных вод талыми водами. В воде осенью повышается содержание солей магния, а содержание солей кальция меняется незначительно по сравнению с весенним сезоном. Это может быть связано с почвенным составом местности и различной растворимостью почвенных соединений. В России принято считать, что продолжительное использование жесткой воды чревато возникновением заболеваний суставов, образованием камней в почках и желчных путях. По нормативам, принятым на территории РФ, вода с глубины 18 м в осенний период не соответствует требованиям, предъявляемым к питьевой воде по уровню жёсткости, и пригодна к использованию только для хозяйственных нужд. Вода с глубины 33 м может использоваться в качестве питьевой только после кипячения или умягчения в бытовых фильтрах. До сих пор в мире не существует единого мнения относительно нормирования жёсткости питьевых вод. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) еще в 2011 году отметила, что не имеется доста-

точно данных для установления нижних (и верхних) пределов жёсткости воды, поэтому можно считать, что наличие солей жесткости в воде – обязательное условие нормальной жизнедеятельности человека. Национальный исследовательский совет США даже предложил считать, что жесткая вода служит пищевой добавкой кальция и магния. В последние годы появились достаточно достоверные данные о том, что есть связь между употреблением жёсткой воды и развитием атопического дерматита у детей. Значит, использование устройств, смягчающих воду, может как минимум, снизить риск тяжёлых форм детского атопического дерматита.

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии [3] в исследуемых водах определено содержание металлов (табл. 2). Вода, взятая с глубины 18 м, соответствует нормативам только по содержанию меди и цинка. Содержание остальных металлов существенно превышает ПДК. Вода на глубине 33 м имеет лучший состав, но и в ней наблюдается превышение по содержанию хрома (1 класс опасности) кадмия, кобальта, свинца (2 класс) и никеля (3 класс). Высокое содержание Cr(VI) может вызывать инактивацию ферментов, мутации, дерматиты, экземы, аллергические реакции, заболевания печени и лёгких. Кадмий приводит к деформации костей, отрицательно влияет на почки. Кобальт вызывает развитие анемии, эндемического зоба, дефицита витамина B₁₂. Накопление свинца в организме может привести к энцефалопатии, железодефицитной анемии, поражению почек. Никель нарушает функции сердечно-сосудистой и нервной системы, работу желудочно-кишечного тракта, снижает функции щитовидной железы, меняет баланс калия, йода, фосфора [4-5].

Таблица 2. Результаты определения содержания металлов

	Содержание металлов, мг/дм ³		Норма содержания, мг/дм ³	
	18 м	33 м	СанПиН 2.1.4.1074-01	ВОЗ
Железо	1,511±0,453	0,121±0,036	0,3 (1,0**)	0,3
Кадмий	0,061±0,18	0,045±0,014	0,001	0,003
Кобальт	0,328±0,098	0,180±0,054	0,1	–
Марганец	0,732±0,210	0,087±0,026	0,1 (0,5**)	0,5 (0,1)
Медь	0,230±0,069	0,318±0,095	1,0	2,0 (1,0)
Никель	0,502±0,151	0,245±0,074	0,01	–
Свинец	1,009±0,303	0,749±0,225	0,03	0,01
Хром	0,219±0,066	0,183±0,055	0,05	0,05
Цинк	2,118±0,635	1,025±0,308	5,0	3,0

По этим причинам воду перед употреблением обязательно необходимо очищать. Одним из самых доступных и распространённых методов очистки является использование специальных фильтров тонкой

очистки воды, требующих постоянной замены картриджей. Картриджи необходимо менять не реже, чем раз в 3-4 месяца, причем осенью и зимой чаще, чем весной и летом. При использовании данной воды для хозяйственных нужд бытовую технику тоже рекомендуется защищать, используя специальные защитные средства.

Таким образом, проанализированная вода по целому ряду показателей не соответствует требованиям, предъявляемым к питьевым водам и водам для хозяйственно-бытового назначения.

Список источников

1. Сернурский район // Энциклопедия Республики Марий Эл; отв. ред. Н. И. Сараева. Йошкар-Ола, 2009. С. 43-45.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. М., 2002. 59 с.
3. ПНД Ф 14.1:2.4.139-98 Методика измерения массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии. М., 2010. 24 с.
4. Медведев И. Ф., Деревягин С. С. Тяжелые металлы в экосистемах. Саратов: Ракурс, 2017. 178 с.
5. Илларионова Е. А., Сыроватский И. П. Химико-токсикологический анализ тяжелых металлов: уч. пособие. Иркутск: ИГМУ, 2016. 58 с.

УДК 678.7

Лушин Д. Н., Ефимов К. В., Егоров Е. Н.
Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОСОРБЦИОННОГО СОПОЛИМЕРА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДОНАБУХАЮЩЕЙ РЕЗИНЫ

Аннотация. *Исследовано влияние гидросорбционного сополимера акриламида с акрилатом калия на физико-механические свойства вулканизатов резиновой смеси на основе комбинации каучуков СКН-1855 и CR 2322.*

Ключевые слова: *резина, бутадиен-нитрильный и хлоропреновый каучуки, гидросорбционный сополимер акриламида с акрилатом калия, физико-механические свойства*

В настоящее время в связи с активным развитием нефтегазодобывающей промышленности актуальным направлением стала разработка высокоэффективных уплотнительных элементов на основе водонабухающих резин [1, 2]. Создание водонабухающих уплотнительных элементов основывается на разработке резин с применением различных функциональных ингредиентов направленного действия [3-6]. В данной работе рассмотрено влияние гидросорбционного сополимера акриламида с акрилатом калия на физико-механические свойства вулканизатов резиновой смеси на основе бутадиен-нитрильного СКН-1855 и хлоропренового CR 2322 каучуков. Резиновая смесь, наряду с каучуками, содержала следующие компоненты: полиизобутилен марки П-200, термоэластопласт FabFlex 118-60 BI S, 2,2'-добензтиазолдисульфид, гуанид Ф, цинковые белила, хлорид кальция, магнизию жженую, натрий-карбоксиметилцеллюлозу, технический углерод марки П 514 и другие ингредиенты в определенных дозировках. Изготовление резиновой смеси осуществлялось путём смешения ингредиентов на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Резиновую смесь охлаждали на металлическом столе, вулканизовали в прессе типа P-V-100-3RT-2-PCD при 150°C в течение 30 минут. Для полученных вулканизатов, согласно действующим в резиновой промышленности стандартам, определяли физико-механические показатели и их изменения после выдержки в дистиллированной и пластовой воде в течение 72 часов при температуре 90 °C (таблица).

Физико-механические свойства вулканизатов резиновой смеси

Ингредиенты, показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Гидросорбционный сополимер, мас. ч.	-	25,00	50,00	75,00	100,00
Физико-механические свойства вулканизатов					
f_p , МПа	3,7	3,1	2,8	2,3	2,0
ϵ_p , %	450	430	400	420	380
H , ед. Шор А	68	70	70	73	73
B , кН/м	14	15	13	11	10
Изменение свойств вулканизатов после выдержки в дистиллированной воде					
Δf_p , %	-43,2	-45,2	-53,6	-55,4	-58,9
$\Delta \epsilon_p$, %	-11,1	-15,6	-25,0	-28,6	-30,2
ΔH , ед. Шор А	-23	-29	-34	-40	-46

Изменение свойств вулканизатов после выдержки в пластовой воде (10%-ном растворе NaCl)					
Δf_p , %	-35,3	-40,8	-46,7	-49,3	-52,7
$\Delta \epsilon_p$, %	-8,7	-11,6	-15,5	-17,1	-21,3
ΔH , ед. Шор А	-17	-24	-28	-35	-40

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; H – твердость; B – сопротивление раздиру; Δf_p и $\Delta \epsilon_p$ – относительное изменение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве; ΔH – изменение твердости

Из результатов исследования физико-механических показателей следует, что вулканизаты вариантов резиновой смеси, содержащие в большем количестве гидросорбционную добавку, обладают меньшими величинами условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и сопротивления раздиру по сравнению с вулканизатом первого варианта резиновой смеси. При этом их твердость возрастает. После выдержки в дистиллированной и пластовой воде наблюдается заметное снижение физико-механических показателей и твердости вулканизатов. Эти изменения не превышают допустимые пределы при содержании гидросорбционного полимера не выше 75 мас. ч.

Список источников

1. Иванова А. В., Ушмарин Н. Ф., Егоров Е. Н., Сандалов С. И., Кольцов Н. И. Исследование влияния метилцеллюлозы и полиакрилата натрия на гидросорбционные свойства резины на основе хлоропренового каучука // Каучук и резина. 2017. Т. 76. № 4. С. 236-239.
2. Ефимов К. В., Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Кольцов Н. И. Исследование свойств водонабухающей резины, содержащей камеди и экстэлинт // Бутлеровские сообщения, 2020. Т. 62. №4. С. 72-76.
3. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Ефимов К. В., Сандалов С. И., Спиридонов И. С., Кольцов Н. И. Влияние функциональных ингредиентов на технологические свойства резиновых водонабухающих уплотнительных элементов // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 58. № 6. С. 146-151.
4. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Ефимов К. В., Сандалов С. И., Спиридонов И. С., Кольцов Н. И. Влияние функциональных ингредиентов на физико-механические и эксплуатационные свойства резин для водонабухающих уплотнительных элементов // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 58. № 6. С. 152-157.
5. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Спиридонов И. С., Кольцов Н. И. Влияние функциональных ингредиентов на физико-механические и эксплуатационные свойства резин для водонефтенабухающих уплотнительных элементов // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 57. № 2. С. 68-73.
6. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Спиридонов И. С., Кольцов Н. И. Влияние функциональных ингредиентов на свойства резиновых водонефте-набухающих уплотнительных элементов // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 57. № 1. С. 95-100.

Макарова С. Ю., Капитонова М. А.

Научные руководители: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНС-ПОЛИНОРБОРНЕНА НА СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

***Аннотация.** Исследовано влияние транс-полинорборнена на физико-механические, эксплуатационные и динамические свойства резины на основе бутадиен-стирольного и хлорбутилкаучуков.*

***Ключевые слова:** транс-полинорборнен, каучуки, резина, физико-механические свойства, эксплуатационные и динамические свойства*

В настоящее время для изготовления резинотехнических изделий для нефтегазовой промышленности, обладающих повышенными физико-механическими и динамическими свойствами, используемых в условиях воздействия морской воды, а также для звукоизоляции, применяются резины с добавлением специальных ингредиентов. В публикациях [1-3] показаны возможности повышения динамических свойств резин, используемых для изделий в морской воде [1-2] и на железнодорожном транспорте [3]. В связи с этим нами исследовано влияние каучукоподобной смеси (КС) ТПНБ с индустриальным маслом И-12А (в соотношении 1:1,5), на физико-механические, эксплуатационные и динамические свойства резины, на основе бутадиен-стирольного EUROPRENE HS 630 и хлорбутилкаучука-139, взятых в количестве 75 и 25 мас. ч. Резиновая смесь содержала вулканизующий агент (сера), ускорители вулканизации (2,2'-дибензтиазолдисульфид и дифенилгуанидин), активатор вулканизации (цинковые белила), мягчители (канифоль, фактис, битум нефтяной и нефтяная смола «СМПласт»), наполнители (мел природный, технические углероды П 803 и П 514) и вторичный активатор вулканизации (стеариновая кислота). Эта смесь изготавливалась на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Были изготовлены четыре варианта резиновой смеси, с использованием КС, содержание которого составляла: в первом варианте 37,5, во втором 12,5, в третьем 20, в четвертом 25 масс. ч. Резиновую смесь вулканизовали при 150°C в течение 30 минут. Для полученных вулканизатов, согласно действующим в резиновой промышленности стандартам, определяли физико-механические показатели и их изменение после воздействия морской воды (10% р-р морской

соли) и старения на воздухе, а также динамические свойства, исследованные на анализаторе Metravib VHF 104 при частоте 1000 Гц и температуре 23°C. Полученные результаты приведены в таблице.

Варианты и свойства вулканизатов резиновой смеси

Ингредиенты, показатели	Варианты резиновой смеси			
	1	2	3	4
КС (ТПНБ), мас. ч.	37,5 (15,0)	12,5 (5,0)	20 (8,0)	25 (10,0)
Физико-механические показатели вулканизатов				
f_p , МПа	7,1	9,6	8,6	8,5
ϵ_p , %	150	110	100	100
H , ед. Шор А	94	97	96	97
B , кН/м	39	29	39	40
S , %	15	18	18	17
Изменение свойств вулканизатов после воздействия морской воды (23 °С×7 сут)				
Δf_p , %	-12,5	-15,3	-15,9	-32,2
$\Delta \epsilon_p$, %	-13,3	-45,5	-40,0	-10,0
Изменение свойств вулканизатов после старения на воздухе (100°С×24 ч)				
Δf_p , %	-52,7	-15,6	-23,0	-19,4
$\Delta \epsilon_p$, %	-73	-63,6	-60,0	-60,0
ΔH , ед. Шор А	+1	+1	0	+2
Динамические свойства вулканизатов				
$tg\delta$	0,6	0,9	0,8	0,7
$E \cdot 10^{-8}$, Па	3,97	7,59	6,33	6,06

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; B – сопротивление раздиру; S – эластичность по отскоку; Δf_p и $\Delta \epsilon_p$ – относительное изменение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве; ΔH – изменение твердости; $tg\delta$ – тангенс угла механических потерь; E – модуль упругости

Из результатов исследования физико-механических показателей вулканизатов следует, что вулканизаты вариантов резиновой смеси, содержащие меньшее количество КС, обладают большими величинами условной прочности при растяжении и меньшим относительным удлинением при разрыве по сравнению с вулканизатом первого варианта резиновой смеси. При этом значения остальных упруго-деформационных свойств (твердости, сопротивление раздиру и эластичность по отскоку) для вулканизатов всех вариантов находятся практически на одинаковом уровне. После выдержки в морской воде вулканизат первого варианта характеризуется наименьшими изменениями условной прочности при растяжении, относительного удлинения по сравнению с вулканизатами второго – четвертого

вариантов. Из результатов исследования процесса старения вулканизатов на воздухе следует, что второй вариант характеризуется меньшими изменениями условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве. Из исследованных динамических свойств вулканизатов следует, что вулканизат с наименьшим содержанием КС, имеет большее значение тангенса угла механических потерь и модуля упругости.

Таким образом, вулканизат второго варианта резиновой смеси, содержащий 5 масс. ч. ТПНБ в КС, обладает наибольшими физико-механическими, динамическими свойствами и достаточно стоек к воздействию агрессивных сред, что позволяет рекомендовать этот вариант резиновой смеси для изготовления резино-технических изделий с повышенными эксплуатационными свойствами.

Список источников

1. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Кольцов Н. И., Ворончихин В. Д. Исследование динамических свойств стойкой к морской воде резины // Журнал Сибирского федерального университета. Сер.: Химия. 2021. Т. 14. №1. С. 38-44.
2. Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Кольцов Н. И. Исследование эксплуатационных и динамических свойств резины для изделий, работающих в морской воде // Известия высших учебных заведений. Сер.: Химия и химическая технология. 2020. Т. 63. №11. С. 96-102.
3. Коннова К. А., Егоров Е. Н., Кольцов Н. И. Разработка и резины с улучшенными физико-механическими, шумо- и вибропоглощающими свойствами для прокладок рельсовых креплений // Бутлеровские сообщения. 2021. Т. 68. №12. С. 57-61.

УДК 551.510.41:504.06:622.272:622.28

Макерова В. В., Секретова Н. Л.

Научный руководитель: Винокуров А. И., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТАН И ЕГО РОЛЬ В АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ

Аннотация. Рассмотрены вопросы содержания метана в атмосфере, естественные и антропогенные источники, его изменение концентрации и влияние на климат Земли.

***Ключевые слова:** метан, атмосфера, парниковые газы, утилизация, разложение, климат, парниковый эффект*

Метан – один из важнейших газов атмосферы Земли. Его доля составляет всего 0,00017 % всех газов атмосферы. Согласно современным представлениям, изменения средней глобальной температуры атмосферы обусловлено усилением парникового эффекта и, в частности, увеличением в ней концентрации углекислого газа и метана. В последние десятилетия (1981-2010 гг.) среднегодовая глобальная приповерхностная температура составляла около 14 °С или 287 К. Палеоклиматические данные и данные мониторинга глобального климата, основанные на результатах систематических инструментальных измерений гидрометеорологических параметров, указывают на то, что эта величина не является неизменной. Она менялась как в исторических временах, так и в новейшее время.

В период 1880-2012 гг. средняя температура выросла на 0,85 градуса. Так как метан задерживает значительное количество тепла, которое излучает Земля, его относят к парниковым газам. В развитии парникового эффекта метан в 21-25 раз активнее углекислого газа. В абсолютном выражении наиболее важным парниковым газом является CO₂ по той причине, что рост объемов его глобальной эмиссии намного превосходит рост выбросов других газов. И в уже произошедшем парниковом эффекте, и в возможно ожидаемом в течение XXI века основную роль играет диоксид углерода. Метан имеет меньшее значение, но увеличения его глобальных концентраций заметны.

С 1750 по 2011 год основные парниковые газы оказали следующее радиационное воздействие на климатическую систему Земли: CO₂ – 1,82 Вт/м², CH₄ – 0,48 Вт/м², N₂O – 0,17 Вт/м². За тот же период времени суммарное радиационное воздействие всех парниковых газов составило 2,83 (2,54 – 3,12) Вт/м². На долю метана при этом приходится 17%.

В основном метан находится в приземном слое атмосферы – тропосфере (11-15 км от поверхности Земли). Изучение физических и химических процессов, в которых принимает участие метан, и управление ими имеет большое экологическое значение.

Впервые в атмосфере метан был обнаружен в 1947 году. По происхождению различают:

- биогенный метан (возникает в результате химической трансформации органического вещества),

– бактериальный или микробный (образуется в результате деятельности бактерий в донных отложениях болот и водоемов или в кишечнике животных),

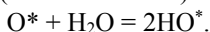
– термогенный (образуется в результате термохимических процессов в осадочных горных породах в условиях высоких температур и давлений),

– абиогенный метан (возникает в результате химических реакций неорганических соединений).

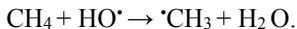
Основными источниками метана являются антропогенные (60% всех поступлений). Это мусор (34%), добыча и транспортировка газа, нефти и каменного угля (21%). Также сельскохозяйственная деятельность (20%) и очистка воды (7%). Природными источниками являются болота (76%), термиты (11%), океан (8%) и газовые гидраты (5%).

Концентрация метана в 70-е годы увеличивалась в атмосфере со скоростью 0,8-1,2% в год, что эквивалентно увеличению концентрации на 16,5 ppbv (ppbv – одна часть на миллиард) в год, а прирост его массы в атмосфере составлял 420-450 Мт/год. Общее содержание метана в атмосфере на 2020 год составляло 1889 ppb (частей на миллиард), по данным Всемирной метеорологической организации. Увеличение концентрации с 2019 по 2020 год было более значительным, чем среднегодовые темпы роста, наблюдавшиеся за последнее десятилетие.

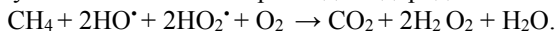
С увеличением концентрации метана в атмосфере нарушается баланс между поступлением метана и его стоком, что и приводит к повышению температуры поверхности земли. Время жизни метана в атмосфере составляет 8-12 лет, его молекула довольно устойчива, поэтому его сложно вывести из атмосферы. Метан исчезает из атмосферы, реагируя с радикалом HO^* . Этот радикал образуется в атмосфере в результате реакции воды с возбужденным атомом кислорода, который появляется после ультрафиолетового действия на молекулу озона



Первая стадия окисления метана в тропосфере «в чистом воздухе» может быть выражена уравнением:



Далее в результате каскада последовательных реакций происходит образование углекислого газа и пероксида водорода

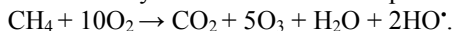


В присутствии оксидов азота (в загрязненном воздухе) общий результат окисления метана сильно изменяется, в результате чего метан окисляется до формальдегида



который далее способен реагировать с HO^* , давая начало новой цепи реакций с образованием муравьиной кислоты и оксида углерода (II).

Полное окисление молекулы метана можно выразить уравнением:



Таким образом, в загрязненном воздухе при окислении метана накапливаются озон и радикалы гидроксила, в результате чего окислительный потенциал атмосферы увеличивается.

Химический сток в атмосфере – это основной канал вывода метана из атмосферы. Из других стоков некоторое значение имеют поглощение метана почвенными бактериями и уход в стратосферу. Оба стока вносят вклад менее 10% в общий сток метана.

Утилизировать выделяемый в атмосферу метан можно и искусственно. Большая часть (около 70 %) эмиссии метана сейчас находится под прямым или косвенным контролем человека и дает реальные предпосылки к регулированию и снижению метана в атмосфере. Например, использование его в качестве альтернативного источника энергии, топлива.

Снижение уровня выбросов метана необходимо, поскольку это повлияет на климат в краткосрочной перспективе и позволит добиться снижения температуры на несколько градусов.

УДК 621

Нефедов М. С.

Научный руководитель: Силкина О. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВОДОРОДНЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Аннотация. *Представлены основные цели и задачи топливной энергетики на основе водорода, указаны принципы работы топливных водородных элементов, а также описаны перспективы развития «водородных программ» в различных отраслях промышленности.*

Ключевые слова: водород, топливо, глобальное потепление, промышленная энергетика, водородные накопители энергии, химическая реакция, топливный гальванический элемент

В условиях развивающихся экологических программ необходимо уходить от выброса CO_2 , поэтому звучат призывы вообще отказаться от углеродного топлива. Ближайшая перспектива энергетики – это органическое топливо и связанные с ним парогазовые технологии, глубокая переработка угля, ядерная энергетика. Более дальняя – возобновляемые источники энергии. Но существенно повысить эффективность всех видов топлива возможно с помощью водородных технологий.

Существует много различных классификаций накопителей электрической энергии. Наиболее удобной с практической точки зрения представляется классификация на электромагнитные и электрохимические, физические (механические), водородные и алюмо-водородные накопители энергии. Первые – запасают электроэнергию в сверхпроводящих катушках либо преобразуют ее в химическую энергию веществ, вторые – в механическую энергию. К электрохимическим накопителям энергии относятся аккумуляторные батареи, накопители энергии на основе молекулярных конденсаторов и др. Все типы электрохимических накопителей подключаются к сети через преобразователи (инверторы). К физическим накопителям электроэнергии в основном относятся два вида комплексов: кинетические накопители энергии (маховики), гравитационные накопители энергии (ГАЭС).

Водородные накопители энергии состоят из системы производства водорода, топливных элементов и системы связи и управления с электроэнергетической системой. Топливные элементы. Топливный элемент (ТЭ) – электрохимическое устройство, подобное гальваническому элементу, но отличающееся от него тем, что вещества для электрохимической реакции подаются в него извне – в отличие от ограниченного количества энергии, запасенного в гальваническом элементе или аккумуляторе. Топливные элементы не имеют такого ограничения на коэффициент полезного действия (КПД), как у тепловых машин. В связи с этим они могут иметь очень высокий коэффициент преобразования химической энергии в электрическую. Конструкция любого топливного элемента состоит из двух электродов (катода и анода) и находящегося между ними слоя электролита – среды, обеспечивающей перемещение ионов от одного электрода к другому и блокирующей движение электронов. Для того чтобы реакция протекала с более высокой скоростью, в электродах часто используют катализаторы. Работа топливных элемен-

тов поддерживается путем подачи двух применяемых для поддержания реакции компонентов – топлива и окислителя. В зависимости от типа топливного элемента, в качестве топлива могут использоваться газообразный водород, природный газ (метан), а также жидкое углеводородное топливо (например, метиловый спирт). В роли окислителя обычно выступает содержащийся в воздухе кислород, а некоторые типы топливных элементов могут работать только с чистым кислородом.

Технологические достижения в области производства топливных элементов привели к тому, что *водород* может использоваться в батареях топливных элементов для крупной и малой энергетики, отопления и, конечно, транспорта. В топливных элементах нет превращения химической энергии топлива в тепловую и механическую, как в традиционной энергетике. В связи с этим КПД топливных элементов значительно выше, чем у традиционных энергоустановок, и может достигать 90 %. Имеется возможность практически мгновенного возобновления их энергоресурса – для этого достаточно установить новую емкость (картридж) с используемым топливом. Применение не расходующихся в процессе реакции электродов позволяет создавать топливные элементы с очень большим сроком службы. Отмечается высокая экологическая чистота химических топливных элементов. Замена используемых в настоящее время батареек и аккумуляторов на топливные элементы позволит значительно сократить объем подлежащих переработке отходов, содержащих ядовитые и вредные для окружающей среды вещества.

Мы можем использовать водород по-разному. В зависимости от использования мы можем получить огромные экологические выгоды, а можем – не очень большие. При горении водорода все равно гораздо меньше выбросов, чем при горении углеводородного топлива, но все-таки они есть. В случае его использования в электрохимическом устройстве, а именно в топливном элементе, их просто нет. Если водород с большим КПД перерабатывать в электроэнергию, а это можно осуществлять с КПД 80-90%, то суммарный КПД от начала до конца будет выше 60%. Отсюда возникает уменьшение выбросов углекислого газа как минимум в два раза. Есть другие способы избавления от углекислого газа и CO – это превращение их в жидкое топливо. На самом деле CO – это хороший химический продукт, который можно использовать для производства метанола и других полезных веществ. Его можно не выбрасывать, а вторично использовать. Вещества, которые можно получить в дальнейшем из CO, тоже могут являться источниками энергии. Метан можно разложить на чистый водород и жидкие топлива, которые можно использовать в других

применениях. Это уменьшает выбросы парниковых газов и дает возможность дешево получать другие продукты. Еще один из способов получения водорода – электролиз. Это гораздо более дорогой способ, чем получение из углеводородного сырья, но абсолютно экологически чистый. Разлагая воду, мы получаем отдельно водород, отдельно кислород. Минус в том, что мы тратим много электроэнергии на получение водорода. Закон сохранения энергии говорит, что мы больше энергии вложим в разложение воды, чем потом получим при его сжигании. Но большинство установок в городских условиях – это установки электролиза. Они оправданны, когда у вас есть излишки электроэнергии. В первую очередь если вы получаете электроэнергию из возобновляемых альтернативных источников энергии. Солнце светит только половину дня, зато светит сильно. Электроэнергию на ночь можно зарядить в аккумулятор, а из этих избытков получить водород.

Генерирующие электростанции, включая атомные, работают на постоянной мощности, и мощность выше, чем нужна потребителям, она рассчитана на максимальные нагрузки. Крекинг, то есть температурное разложение, сейчас активно используется. Полученный углерод можно использовать в различных производствах – в зависимости от того, в какой форме углерод образуется. Это может быть сажа – шинная промышленность; углерод высокой удельной поверхности другого типа – носитель для катализаторов. Главное, мы не выбросили углекислый газ в окружающую среду. Технология новая и не самая оптимальная, но отвечает на вопрос, можно ли, получая водород из углеводородов, избавиться от парниковых газов: можно.

Водород уже сейчас не очень дорогой продукт, его производят в крупнотоннажных масштабах. Водород используется, например, при получении маргарина. Крупнотоннажное производство водорода – вещества для сельского хозяйства, в первую очередь, азотные удобрения. Даже сейчас в локальных производствах водород – это необходимый продукт, производящийся крупнотоннажно. «Водородные проекты» сейчас активно развиваются и в ближайшие годы водородная инфраструктура будет только набирать обороты.

Список источников

1. Козлов С. И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. 520 с.
2. Кузык Б. Н., Яковец Ю. В. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике. М.: Институт экономических стратегий, 2017. 400 с.

Ошуева Е. А., Смирнова С. Е.

Научный руководитель: Винокуров А. И., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФТОР И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены особенности строения, методы получения, свойства и применения фтора и его соединений.

Ключевые слова: атомарный фтор, молекулярный фтор, фториды, получение, реакционная способность, свойства, применение

Химический элемент фтор принадлежит к группе галогенов и имеет один стабильный нуклид с массовым числом 19. Его относительная атомная масса в углеродных единицах составляет 18,9984 – это самый легкий из галогенов. Заряд атомного ядра равен девяти, и соответственно девять электронов расположены на уровнях $1s^2 2s^2 2p^5$. Наличие неспаренного электрона на р-уровне позволяет говорить об атоме фтора как о фтор-радикале.

Фтор – почти бесцветный газ. При высоких плотностях и в жидкой фазе он имеет слабую желто-зеленую окраску. Его характерный запах напоминает запах смеси хлора с озоном. Точка кипения составляет 85 К, температура плавления 53,5 К. Латинское название элемента «fluogine» переводится как «текучий», а в греческом языке «фтор» означает «разрушающий».

Фтор обладает следующими особенностями, оказывающими определяющее влияние на химию его соединений:

- малый размер ($R_{ат} = 0,64 \text{ \AA}$, $R_{ион} = 1,33 \text{ \AA}$);
- самая высокая электроотрицательность (4 по шкале Л. Полинга);
- большая величина сродства к электрону $F + e^- = F^-$ ($327,8 \pm 0,2 \text{ кДж/моль}$) является сравнительно небольшой для ряда галогенов;
- очень высокое значение энергии ионизации

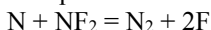
$$F = F^+ + e^- (I_1 = 1681,04 \pm 0,15 \text{ кДж/моль}).$$

Фтор является самым химически активным неметаллом и сильнейшим окислителем как в молекулярном, так и в атомарном виде.

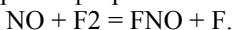
К основным методам получения атомарного фтора относятся:

- термическая диссоциация молекулярного фтора;
- электрический разряд в газе, состоящем из фторсодержащих молекул (SF_6 , NF_3 , N_2F_4 , CF_4 и др.) разбавленных инертным газом-носителем;

– химические реакции атомарного азота с дифторидом азота



и оксида азота с молекулярным фтором:



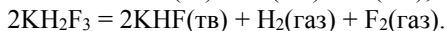
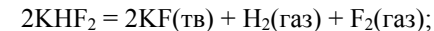
Молекулярный фтор в лаборатории в основном получают:

– термическим разложением фторидов, например, K_2NiF_6 , TbF_4 ;

– классической реакцией обмена



В промышленности его получают электролизом расплавов гидротрифторидов калия:



Фтор – наиболее реакционноспособное простое вещество из всех известных и может реагировать почти со всеми простыми веществами с образованием соответствующих фторидов. Исключением являются некоторые инертные газы. Малый размер атома фтора существенно влияет на свойства фтора и фторидов.

Среди многообразия неорганических фторидов можно найти примеры соединений с различными типами химической связи. Наиболее значительную группу неорганических фторидов составляют фториды металлов с преобладанием ионного характера связи (фториды щелочных, щелочноземельных металлов, трифториды лантанидов и актинидов, а также моно- и дифториды d-элементов).

Довольно представительна группа фторидов с ковалентной полярной связью $\text{Э} - \text{F}$, где Э – неметалл. К таким соединениям относятся, например, фториды и оксофториды галогенов, фториды кислорода, серы, азота, фосфора, кремния и инертных газов. Соединения с ковалентной связью легко летучи и имеют низкие температуры плавления и кипения.

Влияние характера химической связи на свойства соединений интересно проследить на примере фторидов урана. В ряду фторидов урана UF_3 , UF_4 , UF_5 , UF_6 происходит уменьшение ионной составляющей и увеличение ковалентного вклада в химическую связь $\text{U} - \text{F}$. В этом же ряду уменьшаются температуры плавления фторидов, которые составляют соответственно ~1500, 1036, 348 и 64°C.

Фторид – ион, имеющий четыре неподеленные электронные пары, является донором электронов при образовании ковалентной связи по донорноакцепторному механизму в координационных (комплексных) соединениях. Благодаря малому размеру лиганда и высокой донорной активности фторидные комплексы обладают высокой устойчивостью и

высокими координационными числами. Примеров комплексных фторсодержащих ионов очень много: $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{AsF}_6]^-$, $[\text{SiF}_6]^{2-}$. Очень часто центральный атом этих комплексов находится в высших неустойчивых, иногда максимально возможных для данного элемента степенях окисления. Стабилизация происходит благодаря экранирующему действию небольшого фторидного лиганда и достаточно высокой величине сродства к электрону. Окислить F^- до F_2 химическим путем даже сильным окислителем невозможно. Это можно сделать только путем электролиза. Поэтому F^- может стабилизировать максимальные степени окисления элементов в виде комплексных ионов или бинарных соединений (ReF_7 , PdF_6 , AuF_5 , TbF_4). Разумеется, подобное «стабилизированное» соединение является сильнейшим окислителем.

При работе с агрессивными и реакционноактивными фторидами металлов возникают проблемы. Прежде всего, это связано с легкостью протекания гидролиза и пиролизидролиза.

Другой экспериментальной проблемой является практическая неразличимость ионов F^- и O^{2-} (или OH^-) в твердых фазах. Возможность частичного замещения фтора на кислород связана с близостью ионных радиусов ($R_{\text{ион}} = 1,33\text{--}1,36 \text{ \AA}$), электронных конфигураций, электроотрицательностей атомов фтора и кислорода.

Третьей серьезной экспериментальной проблемой является выбор материалов аппаратуры, так как помимо агрессивности фторидов всегда существует опасность образования в системе фтороводорода (как продукта гидролиза или пиролизидролиза). Поэтому с фторидами никогда не работают в стеклянной посуде. Медь, никель, платина, тефлон, графит и стеклоуглерод – основные материалы аппаратуры при работе с фторидами.

С положением фтора в Периодической системе связаны уникальные свойства и возможности, среди которых, пожалуй, наиболее замечательной является не имеющая аналогов возможность замены любого числа атомов водорода на атомы этого элемента с сохранением многих присущих органическому веществу свойств, таких, как подвижность, летучесть, низкоплавкость, и одновременным появлением принципиально новых свойств. Особенно ярко это проявляется при полной замене водорода на фтор в органических соединениях различных классов, что означает трансформацию органической химии как химии углеводородов и их производных в химию фторуглеродов – соединений с уникальным сочетанием свойств. Благодаря этим, зачастую необычным, свойствам они нашли свое применение в науке и технике, промышленности и сельском хозяйстве, быту и медицине.

Соловьев Д. В.

Научный руководитель: Винокурова Р. И., д-р биол. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АТОМНАЯ СЛУЖБА СЕРЕБРА

Аннотация. *Представлена информация о современных областях применения серебра.*

Ключевые слова: *элемент № 47, серебро, применение, искусственная радиоактивность*

В настоящее время около 35% всего производимого серебра расходуется на производство кино и фотоматериалов. 20-25 % серебра используется для производства серебряно-цинковых аккумуляторов, изготовления контактов, припоев, проводящих слоев в электротехнике и электронике. Остальная часть благородного металла используется в ювелирной и других отраслях промышленности.

Но во второй четверти XX века появился еще один претендент на первоочередное использование элемента № 47.

В январе 1934 г. была открыта искусственная радиоактивность, возникающая под влиянием обстрела нерадиоактивных элементов альфа-частицами. Немного позже Э. Ферми попробовал иные «снаряды» – нейтроны. При этом регистрировали интенсивность возникающего излучения и определяли периоды полураспада новых изотопов. Облучали поочередно все известные к тому времени элементы. Особенно высокую радиоактивность под действием бомбардировки нейтронами приобретало серебро, а период полураспада образующегося при этом излучателя не превышал 2 минут. Именно поэтому серебро стало рабочим материалом в дальнейших исследованиях Ферми, при которых было открыто такое практически важное явление, как замедление нейтронов.

Позже этой особенностью серебра воспользовались для создания индикаторов нейтронного излучения, а в 1952 г. серебро «прикоснулось» и к проблемам термоядерного синтеза: первый залп нейтронов из плазменного «шнура» был зафиксирован на серебряных пластинах.

Но атомная служба серебра не ограничивается областью чистой науки. С этим элементом сталкиваются и при решении сугубо практических проблем ядерной энергетики.

В современных атомных реакторах некоторых типов тепло отводят расплавленными металлами, в частности натрием и висмутом. В металлургии хорошо известен процесс обезвисмучивания серебра (висмут делает серебро менее пластичным). Для атомной техники важен обратный процесс – обессеребрение висмута.

Современные процессы очистки позволяют получать висмут, в котором примесь серебра минимальна – не больше трех атомов на миллион. Зачем это нужно?

Серебро, попадая в зону ядерной реакции, будет по существу гасить реакцию. Ядра стабильного изотопа серебро-109 (на его долю в природном серебре приходится 48,65%) захватывают нейтроны и превращаются в бета-активное серебро-110. А бета-распад, как известно, приводит к увеличению атомного номера излучателя на единицу. Таким образом, элемент № 47 превращается в элемент № 48, кадмий, а кадмий – один из сильнейших гасителей цепной ядерной реакции.

По электропроводности при нормальной температуре серебру нет равных. Серебряные проводники незаменимы в приборах высокой точности, когда недопустим риск. Не случайно в годы второй мировой войны казначейство США выдало военному ведомству около 40 тонн драгоценного серебра на замену меди. Позже стало известно, что серебро необходимо было для работ по созданию атомной бомбы.

Трудно перечислить все современные службы элемента № 47. Благодаря своим уникальным свойствам: высоким степеням электро- и теплопроводности, отражательной способности, светочувствительности и т. д. – серебро имеет очень широкий диапазон применения. Его применяют в электронике, электротехнике, точном приборостроении, ракетостроении, медицине, для защитных и декоративных покрытий, для изготовления монет, медалей и других памятных изделий. Области применения серебра постоянно расширяются, и его применение – это не только сплавы, но и химические соединения.

Как и прежде, этот металл привлекает внимание ювелиров. Часть серебра идет на производство медикаментов. Но главным потребителем элемента № 47 стала современная техника. Уже довольно давно была отчеканена последняя в мире чисто серебряная монета. Слишком ценен и нужен этот металл, чтобы ходить по рукам.

Татарова Т. С., Спиридонов И. С.
Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ КАУЧУКОВ НА СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

***Аннотация.** Исследовано влияние бутадиен-стирольных каучуков на деформационно-прочностные свойства и эксплуатационные свойства резины.*

***Ключевые слова:** бутадиен-стирольные каучуки, резина, физико-механические и эксплуатационные свойства*

Производители синтетических каучуков предлагают потребителям спектр бутадиен-стирольных сополимеров, отличающихся своими характеристиками, в том числе и содержанием стирольных звеньев [1]. Это обусловлено тем, что соотношение сомономеров в полимерной цепи в значительной мере определяет свойства резин и изделий на их основе. Увеличение содержания стирола улучшает технологические свойства резиновых смесей, но вместе с тем приводит к снижению эластичности по отскоку и износостойкости резин [2]. В настоящей работе исследовано влияние бутадиен-стирольных каучуков на свойства резины на основе каучука БН-1675. Кроме каучуковой основы, резиновая смесь содержала: вулканизующий агент – серу; ускорители вулканизации – тиазол 2МБС, гуанид Ф; активаторы вулканизации – белила цинковые, стеарин; антиоксидант – нафтам; наполнители – технические углероды П514 и П803, мел; мягчители – канифоль, нефтеполимерную смолу СМП-пласт; стабилизатор – фактис; пластификатор – битум. Резиновая смесь изготавливалась путём смешения бутадиен-стирольных каучуков различных производителей и БН-1675 с ингредиентами на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. В таблице приведены варианты исследованной резиновой смеси, содержащие бутадиен-стирольные каучуки разных производителей в количестве 75 мас. ч. и 25 мас. ч. бутылкаучука БК-1675. В дальнейшем резиновую смесь охлаждали на металлическом столе, вулканизовали в прессе при 150°C в течение 30 мин. Для полученных вулканизатов, согласно действующим в резиновой промышленности стандартам, определяли физико-механические показатели и стойкость к воздействию морской воды, которые приведены в таблице.

Варианты и свойства резиновой смеси

Ингредиенты	Варианты			
	1	2	3	4
СМКС 30 АРК (Россия)	75	-	-	-
Европен HS630 (Италия)	-	75	-	-
Кратон СБС (Германия)	-	-	75	-
Синопек SEBC (Китай)	-	-	-	75
Физико-механические свойства вулканизатов (150°C×30 мин)				
f_p , МПа	4,1	4,7	4,2	4,6
ϵ_p , %	350	250	390	320
H, ед. Шор А	63	83	60	60
S, %	22	14	20	20
B, кН/м	22	32	24	23
Изменение свойств резины после воздействия морской воды				
Δf_p , %	-7,8	-6,1	-6,7	-8,7
$\Delta \epsilon_p$, %	-16,6	-13,3	-12,8	-14,4
ΔH , ед. Шор А	-2	-2	-3	-2
α , %	0,36	0,40	0,29	0,39

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; H – твёрдость; S – эластичность по отскоку; B – сопротивление раздиру; Δf_p и $\Delta \epsilon_p$ – относительное изменение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве; ΔH – изменение твёрдости; α – степень набухания по массе

Из таблицы следует, что вулканизат второго варианта резиновой смеси, включающий каучук Europrene HS 630 с высоким содержанием связанного стирола, обладает наибольшими величинами условной прочности при растяжении, твёрдости, сопротивления раздиру и наименьшей эластичностью по отскоку. Вулканизаты остальных вариантов резиновой смеси характеризуются близкими упруго-прочностными свойствами. Из данных таблицы также видно, что вулканизаты всех вариантов резиновой смеси незначительно набухают в морской воде, воздействие которой привело к понижению условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве с практически одинаковым уменьшением твердости и степени набухания.

Список источников

1. Галимова Е. М., Ахметов И. Г., Борисенко В. Н. Влияние содержания стирола и особенностей молекулярной структуры растворного бутадиен-стирольного каучука на эксплуатационные свойства протекторных резин // Каучук и резина. 2015. № 2. С. 6-9.
2. Куперман Ф. Е., Кантор Ф. С., Масагутова Л. В., Сапронов В. А. Свойства и применение растворных бутадиен-стирольных каучуков в шинной промышленности. Тематический обзор. М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1982. 60 с.

Трилинская А. Н., Смирнов Е. В., Осипов Т. А., Зиновьева Е. Г.,
Михадаров Д. Г., Калинин А. Г.

Научный руководитель: Зиновьева Е. Г., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ НА ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Аннотация. В работе представлены результаты по изучению свойств теплоносителей на основе водных растворов гликолей для металлических конструкций.

Ключевые слова: теплоносители, растворы гликолей, коррозия, свойства, применение

Чувашским государственным университетом в рамках внутренней НИР разрабатываются специальные охладители на основе меди и алюминия для устройств силовой электроники, отличающиеся повышенной теплоотдачей за счет контура жидкого теплоносителя.

Теплоносители представляют собой, как правило, рабочие жидкости, предназначенные для нагрева и/или охлаждения отдельных узлов оборудования или объектов (зданий, помещений и др.) [1]. Вода является хорошим теплоносителем благодаря своим физическим характеристикам, но поскольку она имеет низкую температуру кристаллизации, то замерзшая вода в системе охлаждения в случае возникновения аварии в зимнее время способна разорвать трубы и радиаторы за счет объемного расширения. В условиях с высоким риском замерзания на помощь приходят альтернативные варианты рабочих жидкостей, в частности теплоносители на водно-органической основе. Например, водный раствор этиленгликоля (ЭГ) при определенной концентрации сохраняет жидкую фазу даже при охлаждении до -60°C . В условиях отрицательных температур такая система охлаждения будет работать стабильно без риска повреждения целостности труб. Кроме того, 40%-й водный раствор ЭГ с точкой кристаллизации -30°C имеет минимальный коэффициент объемного (1,5%) и линейного (0,5%) расширения. У воды этот показатель составляет 9% и замерзает она практически мгновенно. ЭГ даже при превышении порога замерзания не кристаллизуется, а образует вязкую массу (шугу), которая безопасна для коммуникаций. К таким водно-органическим теплоносителям предъявляются следующие требования:

1) высокая текучесть, которая позволяет снизить нагрузку на работу циркуляционного насоса и повышает длительность эксплуатации дорогостоящих узлов и компонентов;

2) высокие показатели теплопроводности и теплоемкости, определяющие производительность отопительной или охлаждающей системы;

3) минимальная токсичность, т. к. в работе инженерных систем бывают непредвиденные ситуации, состав в случае утечки не должен вызывать экологическую катастрофу или становиться угрозой для жизни персонала;

4) продолжительный срок эксплуатации без потери основных технических характеристик более пяти лет и т. д.

Также необходимо учитывать класс пожаро- или взрывоопасности, зависимость температуры замерзания и кипения от концентрации состава, наличие функциональных добавок (ингибиторов коррозии, флуоресцентных красителей) и др. Ингибиторы коррозии позволяют обеспечить работу без отложения солей и образования накипи, не разъедать резиновые, технические и пластиковые детали оборудования; а флуоресцентные красители помогают определить очаги протечек системы, т. к. теплоноситель светится в темноте при ультрафиолете. Также во многих случаях по изменению цвета теплоносителя при эксплуатации можно определить окончание срока его дальнейшего использования.

Нами были изучены основные теплофизические свойства теплоносителей для алюминиево-медных пластин, изготовленных по технологии сварки трением с перемешиванием [2]. Определения проводили в соответствии с ГОСТ 28084-89. По результатам работы подобраны оптимальные составы водно-органических теплоносителей, обеспечивающие работоспособность изделий на основе алюминиево-медных пластин.

Авторы выражают благодарность Васильеву П. А. за предоставленные алюминиево-медные образцы для испытаний.

Список источников

1. Михайлов А. Г., Вдовин О. В., Слободина Е. Н. Теплообмен в элементах жаротрубного котла с изменением теплофизических свойств теплоносителя // Омский научный вестник. 2018. №4. С. 73-78.
2. Васильев П. А., Шведов М. А., Христофоров О. В., Калинин А. Г., Григорьев В. С. Технология сварки трением с перемешиванием в Чувашском государственном университете им. И. Н. Ульянова // Сварочное производство. 2021. № 9. С. 48-53.

Устюгов М. С.

Научный руководитель: Силкина О. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АЛЮМОВОДОРОДНЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Аннотация. *Представлены основные преимущества алюмоэнергетики, обозначены основные приоритеты выбора именно алюмоводородных накопителей, отмечены принцип действия воздушно-алюминиевого топливного элемента, его безопасность и распространенность алюминия в природе.*

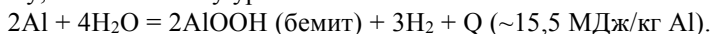
Ключевые слова: *электроэнергия, экологичность, алюмоэнергетика, алюминий, электрохимическое окисление, воздушно-алюминиевые топливные элементы, энергетический потенциал*

В настоящее время проблема энергосбережения и повышения экологичности генерирования электроэнергии становится особенно актуальной в связи с существенным удорожанием ископаемого топлива и ухудшением экологической обстановки. Данная ситуация привлекает внимание к разработке и производству источников автономного и аварийного энергоснабжения с улучшенными экологическими показателями.

Концепция алюмоэнергетики заключается в применении алюминия в качестве промежуточного энергоносителя в стационарных, транспортных и портативных приложениях. Подходами, развиваемыми для получения энергии, являются прямое электрохимическое окисление алюминия в воздушно-алюминиевых топливных элементах (ВАТЭ) и алюмоводородные технологии. В последнем случае алюминий химически окисляется водой, а затем полученный водород применяется как топливо в тепловых машинах и топливных элементах с выработкой тепловой и электрической энергии. Алюминий по своему энергетическому потенциалу очень близок к водороду, считающемуся сегодня перспективным топливом. При этом алюминий лишён недостатков, свойственных водороду (чрезвычайно малая плотность газа и взрывоопасность). Когда речь идёт о хранении и транспортировке водорода, возникает масса вопросов, связанных с безопасностью. Также до сих пор не существует простого и недорогого способа производства водорода в массовых количествах из возобновляемых ресурсов. Алюминий

же по распространённости в природе стоит на первом месте среди металлов и на третьем, после кислорода и кремния, среди химических элементов. В обычных условиях алюминий химически инертен. Причём продукты его окисления можно вторично использовать для восстановления металла, поэтому нет необходимости значительно расширять добычу алумосодержащих ископаемых. Таким образом, алюминий может участвовать в распределении экологически чистой (по сравнению с ископаемыми топливами) энергии возобновляемых источников и АЭС и регулировании их генерирующей мощности. При этом наработанные оксиды снова возвращаются на алюминиевый завод для регенерации.

Ядром воздушно-алюминиевого топливного элемента является реактор, в котором при высоких давлении и температуре (до 15 МПа, 300-350°C) происходит окисление алюминия с получением водорода, *бемита* и выделением большого количества тепла. Данные элементно-структурного анализа продуктов реакции и термодинамические расчеты свидетельствуют, что реакция в данных условиях протекает по механизму, описываемому уравнением



Полученная в результате реакции паро-водородная смесь направляется для преобразования тепла реакции в полезную тепловую энергию и конденсации паров воды. Часть тепловой энергии также отбирается от выходящей из реактора суспензии из бемита и воды. Следует отметить, что реакция является сильно *экзотермической*, что позволяет реализовать принцип когенерации и получить большое количество тепловой энергии, которая в дальнейшем может быть использована для нужд теплофикации или (летнее время, южные районы) получения холода. При этом рассматриваются схемы не только с электрохимическим окислением водорода, но и со сжиганием его «традиционным» способом в камерах сгорания, турбинах и газопоршневых системах. В качестве топлива в настоящее время используются порошки алюминия размером около 10 мкм. Помимо водорода в процессе реакции нарабатывается нанокристаллический гидроксид алюминия (бемит), являющийся ценным сырьем для ряда отраслей промышленности – производство катализаторов, антипиренов, искусственного сапфира, фильтрующих материалов, специальной керамики и порошковой металлургии. Путем высокотемпературного отжига бемит может быть преобразован в корунд или γ -оксид алюминия, область применения которых существенно шире. Исполь-

зование для генерирования электроэнергии электрохимического генератора на основе топливных элементов с твердополимерным электролитом обеспечивает высокую экологичность процесса генерации электроэнергии – единственными выбросами в данном случае являются пары воды при температуре 60°C.

Таким образом, алюминий может участвовать в распределении экологически чистой (по сравнению с ископаемыми топливами) энергии возобновляемых источников и АЭС и регулировании их генерирующей мощности. При этом наработанные оксиды снова возвращаются на алюминиевый завод для регенерации. Энергообеспечение объектов капитального строительства обычно сталкивается с дилеммой: либо строительство автономных энергоисточников в ущерб состоянию окружающей среды, либо отказ от строительства объектов. Выходом из создавшейся ситуации могло бы стать сооружение автономных алюмоводородных энергоисточников, не требующих подведения коммуникаций и практически безвредных для окружающей среды.

Разрабатываемые технологии алюмоводородной энергетики могут быть применены как в «водородной экономике» будущего в качестве эффективного и безопасного способа транспортировки водорода и запасаемой энергии, так и в качестве дополнения существующих энергосистем в регионах, где отсутствуют централизованная газовая сеть или местные виды топлива. Применение алюминия для генерации водорода и энергии позволяет снизить нагрузку на окружающую среду. Эффективность применения подобных установок во многом определяется стоимостью исходного сырья и побочных продуктов реакции, а также наличием или отсутствием конкурирующих решений по централизованному энергоснабжению потребителей.

Список источников

1. Алюмоводородная энергетика; под ред. акад. РАН А. Е. Шейндлина. М.: ОИВТ РАН, 2017. 215 с.

Шарафиева Р. Р.

Научный руководитель: Силкина О. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕРМОХИМИЯ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Аннотация. *Представлены основные понятия химической термодинамики, термодинамические характеристики и методы термодинамических расчетов, позволяющих вычислить тепловой эффект системы и определить направление процесса.*

Ключевые слова: *физическая химия, термохимия, тепловой эффект, химическая реакция, закон Гесса, энтальпия*

Энергия при химических превращениях, как известно, может выделяться или поглощаться в различных формах: в виде тепла, света, электричества и т. д. Количественное изучение тепловых изменений, сопровождающих химические реакции, составляет задачу специального раздела химии, называемого термохимией.

Для измерения тепловых эффектов химических реакций пользуются специальными приборами, называемыми калориметрами. Простейший калориметр представляет собой сосуд с хорошей термоизоляцией, наполненный точно взвешенным количеством воды. Реакция проводится в реакционной камере, помещенной в калориметр. Выделяющееся при реакции тепло передается воде, температура которой до и после реакции измеряется чувствительным термометром. Произведение из величины повышения температуры на теплоемкость воды и калориметра служит мерою выделяющегося при реакции тепла.

В практическом отношении особенно важным является определение количества тепла, выделяющегося при сжигании различных веществ. Эти определения производятся при помощи, так называемой калориметрической бомбы, представляющей собой закрытый сосуд, изготовленный из прочной стали и способный выдерживать давление в несколько десятков атмосфер. Бомба помещается в калориметр. Сжигаемое вещество вносят в бомбу, наполняют последнюю кислородом под давлением и вызывают реакцию с помощью электрического запала. Количество выделившегося тепла определяется по повышению температуры воды в калориметре.

Основной принцип, на котором основываются все термохимические расчеты, установлен русским академиком Г. И. Гессом в 1840 г. Этот принцип, известный под названием *закона Гесса*, может быть сформулирован так: *Тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояний реагирующих веществ, но не зависит от промежуточных стадий процесса.*

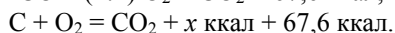
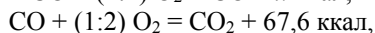
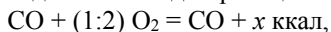
Закон Гесса дает возможность вычислять тепловые эффекты реакций в тех случаях, когда они почему-либо не могут быть измерены. Обычный прием, применяемый при таких расчетах, заключается в разбивке сложной реакции на отдельные стадии. Вычисление искомого теплового эффекта основано на том, что общее количество тепла, выделяемого (или поглощаемого) при данной реакции, есть алгебраическая сумма количеств тепла, выделяемых (или поглощаемых) при последовательных стадиях реакции. При расчетах нужно всегда помнить, что теплота образования сложного вещества из простых веществ равна его теплоте разложения, взятой с обратным знаком.

Хорошим примером применения закона Гесса может служить вычисление теплоты образования окиси углерода из простых веществ — угля и кислорода. Тепловой эффект этой реакции не может быть определен непосредственно из опыта, так как уголь, сгорая, превращается в углекислый газ, а не в окись углерода; но его можно рассчитать, зная теплоту образования углекислого газа из угля и кислорода (94 ккал) и теплоту сгорания окиси углерода (67,6 ккал).

Реакция горения угля выражается термохимическим уравнением:



Разбиваем эту реакцию на стадии, допуская, что уголь сгорает до окиси углерода, которая затем, в свою очередь, сгорает, образуя углекислый газ. Обозначив теплоту образования окиси углерода через x , пишем уравнения для отдельных стадий реакции и складываем их:



Сравнивая полученное уравнение с написанным выше, находим:

$$x + 67,6 \text{ ккал} = 94 \text{ ккал; отсюда } x = 26,4 \text{ ккал.}$$

Следовательно, теплота образования окиси углерода из угля и кислорода равна 26,4 ккал.

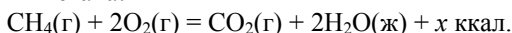
Полученный результат очень интересен. Он показывает, что присоединение второго атома кислорода к атому углерода сопровождается выделением гораздо большего количества тепла, чем присоединение первого атома. Это можно объяснить тем, что при окислении углерода,

прежде всего, нужно разрушить связь между атомами углерода. На эту работу затрачивается большая часть той энергии, которая освобождается при соединении атома углерода с первым атомом кислорода, и лишь остающаяся энергия выделяется в виде тепла.

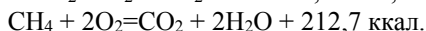
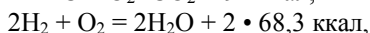
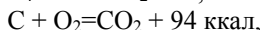
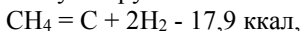
При сгорании угля в окись углерода выделяется немногим больше четвертой части того количества тепла, которое дает полное сгорание угля. Отсюда понятно экономическое значение полного сгорания топлива. Присутствие большого количества окиси углерода в выпускаемых на воздух дымовых газах указывало бы на потерю значительной части той энергии, которая содержалась в сгоревшем угле.

Для усвоения термохимических расчетов вычислим еще тепловой эффект реакции горения метана CH_4 , исходя из следующих данных: теплота образования метана 17,9 ккал, теплота образования воды 68,3 ккал и теплота образования углекислого газа 94 ккал.

Обозначив искомый тепловой эффект через x , составляем уравнение реакции горения метана:



Разбиваем реакцию на стадии. Представим себе, что метан сначала разлагается на водород и уголь, а затем уголь и водород соединяются с кислородом, образуя воду и углекислый газ. Учитывая, что теплота образования метана равна 17,9 ккал и, следовательно, при разложении его столько же тепла должно поглощаться, составляем уравнения для отдельных стадий реакции и суммируем их:



Разобранный нами пример вычисления теплового эффекта реакции является иллюстрацией следующего общего положения, вытекающей из закона Гесса: Тепловой эффект химической реакции равняется сумме теплот образования получающихся веществ за вычетом, суммы теплот образования вступающих в реакцию веществ.

Это положение позволяет упростить многие термохимические расчеты, необходимые для основных расчетов в теплоэнергетических системах.

Список источников

1. Краснов, К. С., Воробьев Н. К., Годнев И. Н. Физическая химия. Книга 1. Строение вещества. Термодинамика. М.: Высшая школа, 2001. Т. 1. 512 с.

Юдина О. А., Ефимов К. В., Семенова Н. А.
Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОСФЕР НА СВОЙСТВА ВОДОНАБУХАЮЩЕЙ РЕЗИНЫ

Аннотация. *Исследовано влияние полых полимерных микросфер на свойства водонабухающей резины на основе комбинации бутадиен-нитрильного СКН 1855, полихлоропренового CR 2322 и полиизобутиленового П-200 каучуков.*

Ключевые слова: *каучуки, микросферы, водонабухающая резиновая смесь физико-механические свойства, термоагрессивостойкость*

Основная роль в водонабухающих уплотнительных элементах принадлежит резине, свойства которой зависят от природы используемых каучуков и функциональных ингредиентов. Водонабухающие уплотнительные элементы, в основном, изготавливаются из резин на основе хлоропреновых, бутадиен-нитрильных каучуков с применением различных гидрофильных добавок [1-2]. В последние годы широкое распространение в резинотехнической промышленности получили наполнители различной природы, использующиеся в дополнение или взамен технического углерода, что позволяет решить ряд актуальных задач в области рецептуростроения резиновых смесей. Среди таких наполнителей следует выделить полые микросферы. Микросферы применяются для увеличения объема и снижения веса полимерных материалов. Сферическая форма, контролируемые размеры и низкая плотность делают их часто незаменимыми компонентами резиновых смесей, позволяющими повысить стойкость резин к истиранию и сопротивление раздиру [3]. В связи с этим нами исследовано влияние различных полимерных сфер на свойства водонабухающей резины. В состав резиновой смеси входили: каучуки СКН 1855, полихлоропреновый CR 232, полиизобутиленовый П-200; вулканизирующий агент – сера; активатор и ускоритель вулканизации – цинковые белил и альтакс, наполнители – технический углерод и крахмал; гидросорбционные добавки – натрий карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламид, гель водоканальный и другие ингредиенты. В качестве наполнителей взамен крахмала (первый вариант резиновой смеси) во втором – четвертом вариантах резиновой смеси использовались микросферы марок Legafaom 120, Expancel 920 DOT 40 и Expancel 930 MB 120 (таблица).

Варианты и свойства резиновой смеси

Ингредиенты, показатели	Варианты			
	1	2	3	4
Крахмал, мас. ч.	37,5	-	-	-
Lega Foam 120 MB, мас. ч.	-	37,5	-	-
Expancel 930 MB 120, мас. ч	-	-	37,5	-
Expancel 920 DOT 40, мас. ч.	-	-	-	37,5
Физико-механические свойства вулканизатов резиновой смеси				
f_p , МПа	3,0	3,3	3,2	3,4
ϵ_p , %	380	420	430	420
H , ед. Шор А	70	72	70	72
S , %	17	18	18	18
B , кН/м	11	13	12	14
Изменение свойств после воздействия дистиллированной воды				
Δf_p , %	-39,9	-24,1	-26,7	-26,8
$\Delta \epsilon_p$, %	-21,2	-14,1	-17,0	-12,3
ΔH , ед. Шор А	-16	-9	-10	-8
Изменение свойств после воздействия пластовой воды				
Δf_p , %	-69,9	-53,8	-56,1	-50,3
$\Delta \epsilon_p$, %	-30,5	-22,9	-25,0	-20,2
ΔH , ед. Шор А	-25	-13	-15	-12

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; f_{100} – модуль напряжения при 100% удлинении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; B – сопротивление раздиру; ОДС – относительная остаточная деформация сжатия; Δf_p и $\Delta \epsilon_p$ – относительное изменение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве; ΔH – изменение твердости

Резиновая смесь готовилась на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Для полученной резиновой смеси на реометре MDR 3000 Basic исследовались вулканизационные характеристики. В результате проведенных исследований установлено, что микросферы улучшают реологию резиновой смеси. Причем, введение в резиновую смесь микросфер марки Expancel 920 DOT 40 приводит к наибольшему увеличению максимального крутящего момента и разности максимального и минимального крутящих моментов, а, следовательно, степени сшивки резиновой смеси при её вулканизации и улучшению упруго-деформационных свойств резины. При переходе от вулканизата первого варианта к вулканизату четвертого варианта резиновой смеси наблюдается некоторое увеличение условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и сопротивления раздиру. Природа микросфер практически не влияет на твердость и эластичность по отскоку вулканизатов. Повышенными упруго-деформационными свойствами и наимень-

шими их изменениями после воздействия дистиллированной и пластовой воды, а также наибольшей степенью набухания в водных средах обладает вариант резиновой смеси, содержащий микросферы марки Expancel 920 DOT 40. Увеличение температуры водных сред приводит к увеличению степени набухания резины.

Список источников

1. Ефимов К. В., Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Кольцов Н. И. Исследование свойств водонабухающей резины, содержащей камеди и экстэлинт // Бутлеровские сообщения. 2020. Т. 62. №4. С. 72-76.
2. Ефимов В. А., Егоров Е. Н., Ушмарин Н. Ф., Сандалов С. И., Кольцов Н. И. Влияние гидросорбционных полимеров на свойства водонабухающей резины // Бутлеровские сообщения. 2020. Т. 64. №10. С. 90-93.
3. Ушмарин Н. Ф., Егоров Е. Н., Кольцов Н. И. Влияние микросфер на свойства агрессивостойких резин // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2021. Т. 64. Вып. 2. С. 49-55.

УДК 678.046

Яббарова Э. Р., Егоров Е. Н.

Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

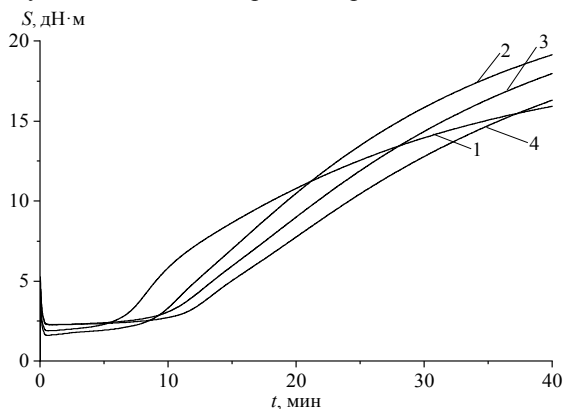
ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОСФЕР НА РЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ

Аннотация. *Исследовано влияние полых полимерных микросфер на реометрические свойства резиновой смеси.*

Ключевые слова: *резиновая смесь, полимерные микросферы, реометрические свойства*

В настоящее время существует большое количество разных наполнителей, при введении которых в резиновую смесь можно улучшить ее технологические свойства при переработке. Одними из таких наполнителей являются полимерные микросферы [1-3]. В связи с этим нами исследовано влияние полимерных микросфер марки Lega Foam 120 MB на реометрические характеристики резиновой смеси для обрезаживания валов для защиты от воздействия агрессивных сред. Резиновая смесь содержала комбинацию каучуков общего назначения (изопреновый

СКИ-3 и бутадиен-метилстирольный СКМС-30АРК), вулканизующий агент (сера), ускоритель вулканизации (2,2'-дибензтиазолдисульфид), активаторы вулканизации (белила цинковые, стеариновую кислоту), наполнитель (технический углерод П 514), и другие ингредиенты. Изготовление резиновой смеси осуществлялось путём смешения ингредиентов на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Были изготовлены четыре варианта резиновой смеси, из которых первый вариант не содержал микросферы, а второй – четвертый варианты содержали их в количестве от 2,0 до 7,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков. Реометрические показатели резиновой смеси исследовали на реометре MDR 3000 Basic при 150°C в течение 40 мин. На рисунке представлены полученные кривые вулканизации. Реометрические показатели, определенные на основе полученных вулканизационных кривых, приведены в таблице.



Вулканизационные кривые резиновой смеси при 150 °C
(номера кривых соответствуют номерам вариантов резиновой смеси)

Варианты и реометрические свойства резиновой смеси

Ингредиент, показатель	Варианты резиновой смеси			
	1	2	3	4
Lega Foam 120 MB, мас. ч.	–	2,0	5,0	7,0
S_H , дН·м	15,93	19,21	18,03	16,37
S_L , дН·м	2,18	2,22	2,93	2,92
t_s , мин	7,91	10,37	12,33	13,69
t_{90} , мин	32,30	34,02	35,03	35,44

Примечание: S_H – максимальный крутящий момент; S_L – минимальный крутящий момент; t_s – время начала вулканизации; t_{90} – оптимальное время вулканизации

Как видно из таблицы, введение полимерных микросфер Lega Foam 120 MB в резиновую смесь приводит к увеличению максимального и минимального крутящих моментов, времени начала и оптимального времени вулканизации. При этом разность максимального и минимального крутящих моментов достигает наибольшее значение для второго варианта резиновой смеси. Это позволяет получить вулканизат с улучшенными физико-механическими свойствами, что является важным для повышения стойкости к действию агрессивных сред гуммировочного слоя обваловки валов из этой резины.

Список источников

1. Ушмарин Н. Ф., Егоров Е. Н., Кольцов Н. И. Влияние микросфер на свойства агрессивостойких резин // Известия высших учебных заведений. Сер.: Химия и химическая технология. 2021. Т. 64. № 2. С. 49-55.
2. Ushmarin N. F., Krasnova E. V., Egorov E. N., Kol'tsov N. I., Stroganov I. V., Khairullin R. Z. The effect of hollow corundum microspheres on the properties of materials based on carbon-chain rubbers // Polymer Science. Series D. 2018. V. 11. № 3. P. 320-322.
3. Ушмарин Н. Ф., Пелипенко Д. В., Сандалов С. И., Егоров Е. Н., Кольцов Н. И. Влияние полых корундовых микросфер на свойства подошвенной обувной резины. Тезисы докладов XXII научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии» (Москва, 29 мая – 2 июня 2017 г.). М.: ООО «Научно-исследовательский центр «НИИШП». 2017. С. 110-112.

УДК 684

Воронцова В. В., Савина А. Д.

Научный руководитель: Тарасова О. Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАНЕКЕН ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДЕТСКИХ КРОВАТЕЙ, ЛЮЛЕК И КОЛЫБЕЛЕЙ

***Аннотация.** В статье рассматривается новое устройство для комплектации испытательного оборудования при проведении оценки показателей безопасности детских кроватей, люлек колыбелей.*

***Ключевые слова:** макет, испытание, безопасность ребенка*

Детская мебельная продукция, поступающая на рынок Российской Федерации и Таможенного союза, должна быть качественной и безопасной для здоровья потребителя. Оценить ее прочность, долговечность, устойчивость, экологичность и прочие характеристики, требования к которым установлены нормативно-правовыми документами, позволяющих лабораторные тесты и испытания.

По статистическим данным Росстата, в период 2020 – 2021 гг. объем рынка по производству и реализации детской мебели в России превысил 25 миллиардов рублей [1]. Доля российских производителей на рынке составляет немногим больше 25%, а более 70% приходится на импортную мебель из европейских и азиатских стран.

На сегодняшний день, вследствие политики импортозамещения, объем рынка детской мебели возрос на 15-20 процентов. В большинстве федеральных округов России отмечается рост рождаемости, вместе с которым начинает увеличиваться спрос на товары для детей и детскую мебель.

Известны способы проведения испытаний по ГОСТ 28777-2016 «Мебель. Кровати детские. Методы испытаний» [2], однако, при проверке используется манекен, представленный в виде объекта цилиндрической формы, диаметром 120 мм, высотой 180 мм и массой 9 кг с центром тяжести в центре цилиндра, с радиусом кромок 50 мм с допускаемыми отклонениями: по нагрузке – $\pm 5\%$; по массе – $\pm 0,5\%$; по геометрическим размерам – $\pm 0,5$ мм.

Недостатками применения данного манекена являются:

1. несоответствие размеров, массы и формы истинным антропометрическим характеристикам ребенка;
2. отсутствие возможности оценки качества мебельных изделий для разных возрастных категорий детей;
3. несоответствие размеров, массы и формы манекена приводит к недостоверности результатов испытаний и риску получения травм при эксплуатации.

Поэтому необходима разработка манекена, реально отражающего антропометрические характеристики ребенка.

Вся детская продукция тем или иным образом подлежит подтверждению соответствия в форме обязательной сертификации, при этом детская мебель попадает под действие ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции» [3].

Производителям детских кроватей, люлек и колыбелей, проектирующих новые виды изделий, рекомендуется испытывать данную продукцию во избежание получения отрицательных результатов сертификационных испытаний на самом предприятии по некоторым показателям в частности на устойчивость и прочность.

Стоимость сертификационных испытаний только кровати типа 1 из древесины составляет около 11000 рублей, поэтому при оценке соответствия нескольких видов изделий производитель тратит значительную сумму, а если результаты будут отрицательными, то затраты будут значительные.

Предлагаемое устройство-манекен имитирует тело ребенка, имеет возможность изменения веса, применением съемных татированных грузов, установленных внутри корпуса туловища, и параметров тела, увеличивающихся в размерах по длине раздвижением элементов рук и ног, обеспечивающих проведение испытаний различных мебельных изделий в зависимости от возраста ребенка.

Сферой использования манекена являются предприятия, осуществляющие производство детской мебели из различных конструкционных материалов.

Применение манекена будет осуществляться следующим образом:

1. манекен устанавливается (укладывается) в испытываемое изделие в соответствии со схемой проведения испытаний;
2. при испытании кровати-качалки и колыбели, предназначенных детям до года с ростом до 68-80 см, длина манекена может быть до 80 см; при испытании кроватей детских типов I и II, предназначенных детям от года до трех лет, длина манекена может быть увеличена до 97 см.

Увеличение длины изделия производится за счет раздвижения элементов, имитирующих руки и ноги ребенка.

3. изменение веса манекена производится установкой татированных грузов, соответствующих по массе определенному возрасту ребенка от 3 до 15 кг, укладываемых в нишу туловища;

4. при проведении испытаний, требующих вертикального положения манекена, предусмотрено его крепление к испытываемому изделию.

Научная новизна состоит в возможности получения достоверных данных путем применения манекена в испытаниях с соответствующими антропометрическими характеристиками ребенка в зависимости от вида эксплуатируемых мебельных изделий (размерами, массой и формой) для обеспечения безопасности при эксплуатации изделий: кровати-качалки и колыбели для домашнего использования, кровати с ограждением типа I и кровати без ограждения типа II, складных (разборных) кроватей за счет изменения веса и параметров манекена.

Список источников

1. Обзор рынка детской мебели в России. URL: <https://hooglink.com/obzor-gynka-detskoj-mebeli-v-rossii/> (дата обращения 04.04.2022).

2. ГОСТ 28777-2016 «Мебель. Кровати детские. Методы испытаний». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146971>. (дата обращения 04.04.2022).

3. ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902352816>. (дата обращения 04.04.2022).

УДК 658.5

Савина А. Д.

Научный руководитель: Салдаева Е. Ю., доцент

Поволжский государственный технологический университет

АУДИТ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В статье рассматривается проведение внутренних аудитов производственных процессов предприятий, их способы проведения и инструменты, с помощью которых непосредственно проводится внутренний аудит организации.

Ключевые слова: система менеджмента качества, аудит процессов, внутренний аудит, производственный процесс

Совершенствование и улучшение системы менеджмента качества является неотъемлемой частью современного, развивающегося производства. Одним из важнейших инструментов, предназначенных для анализа эффективности СМК, является внутренний аудит предприятия. Согласно ГОСТ Р ИСО 19011, термин «аудит» определяется как систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств проверки и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения критериев аудита.

Внутренний аудит служит инструментом для обнаружения факторов, которые влияют на снижение качества продукции и эффективности работы предприятия.

Аудит процессов – это проверка соответствия процесса согласованным требованиям. Он включает проверку соответствия операций или методов установленным инструкциям или требованиям стандартов – продолжительности операции, точности, температуре, давлению, составу, чувствительности, силе тока, составу смеси и т. д. В ходе аудита процесса оцениваются соответствие этим требованиям стандартов и результативность разработанных инструкций. Аудит может охватывать специальные процессы, такие как разогрев, пайка, гальванопокрытие, покрытие изолирующими материалами и сварка.

В процессе аудита исследуются также ресурсы (оборудование, материалы и люди), используемые для трансформации входов в выходы, производственная среда, применяемые методы (процедуры и инструкции), а также различные измеряемые показатели, характеризующие функционирование процесса. В ходе аудита процесса проверяются адекватность и эффективность методов управления процессом, установленных в процедурах, рабочих инструкциях, блок-схемах и спецификациях.

Аудит процесса обычно проводят, используя два способа.

1. Аудит, ориентированный на элементы/требования.

При проведении аудита процесса или системы по элементам проверяют их соответствие требованиям. Ценность этого метода заключается в его прямой связи с требованиями лицензии, контракта или нормативных документов. Аудит процесса по элементам обеспечивает уверенность в том, что люди знают соответствующие требования, а организация их выполняет.

Аудит процесса по элементам обеспечивает также состояние готовности к выявлению и обеспечению соответствия многочисленным внешним требованиям.

2. Аудит, основанный на процессном подходе.

При аудите процесса или системы на основе процессного подхода осуществляется проверка соответствия установленной последовательности шагов – от входа до выхода. При этом аудиторы используют та-

кие простые инструменты, как блок-схемы, карты процессов или поточные диаграммы. Аудитор, как правило, получает эту информацию из процедуры или блок-схемы, предоставляемой организацией.

Процессы можно описать, используя хорошо известный набор компонентов: сотрудники, участвующие в реализации заказа; необходимое оборудование; производственная среда; методы контроля и мониторинга; применяемые технологии; используемые материалы.

Применение этих компонентов служит гарантией того, что все аспекты процесса будут оценены, что помогает при разработке его блок-схемы. Эти же компоненты (называемые еще «группы причин») используются для построения причинно-следственных диаграмм, или диаграмм «рыбий скелет» для анализа причин возникающих проблем.

При проведении аудита процесса аудитор должен также применять цикл PDCA, который является хорошим инструментом для проверки того, можно ли управлять процессом без письменных процедур или для этого обязательно нужно разрабатывать соответствующие документированные процедуры.

Аудиторы должны выявлять наличие тех показателей функционирования процесса, которые сдерживают усилия по улучшению. К ним, в частности, относятся: задержки; переделки; отклонения от заданных значений; возврат.

Показатели результативности и эффективности процесса следует соотносить с программами улучшения, такими как «Бережливое производство» или «Шесть сигм».

Большинство организаций до сих пор проводят аудит процесса или группы процессов по элементам или разделам требований и недооценивают выгоды процессных методов аудита, которые добавляют ценность, поскольку позволяют оценить, как протекает процесс, как осуществляется управление им, какие имеются риски и насколько процесс обеспечивает достижение желаемых целей. Аудиторы и менеджеры выиграют, если будут использовать указанные методы для повышения результативности управления процессами.

Список источников

1. Володина Н. Л. Система менеджмента качества как концепция управления изменениями // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т.10. №3-1. С. 108-110.
2. Аудит процессов системы менеджмента качества. URL: <http://www.icgrp.ru/docs/list/article/?action=showproduct&id=123> (дата обращения 04.04.2022).
3. Внутренний аудит URL: <https://bsclass.org/sysfiles/files/Vnutrenniy-audit-sistemyi-menedjmenta.pdf> (дата обращения 04.04.2022).

Савина А. Д.

Научный руководитель: Носова А. Н., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ТОВАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

***Аннотация.** В статье рассматриваются результаты анализа фальсифицированной продукции в магазинах Москвы, Санкт-Петербурга и Красноярска. Также выделены меры для улучшения ситуации качества продукции.*

***Ключевые слова:** качество продукции, исследования, испытания, фальсификация, несоответствия*

Для каждого предприятия в современном мире очень остро стоит проблема обеспечения качества производимой продукции путем разработки и осуществления системы управления качеством продукции.

Качество продукции зависит от случайных, местных и субъективных факторов. Для уменьшения влияния этих факторов на качество изготавливаемой продукции создается система управление качеством. Данная система является совокупностью мер, которые могут воздействовать на процесс создания продукции с целью поддержания высокого уровня качества.

В 2021 году Российский институт потребительских испытаний провел исследование по итогам испытаний продуктов питания в трех организациях:

- Российский институт потребительских испытаний (РИПИ);
- Санкт-Петербургская общественная организация потребителей «Общественный контроль»;
- ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае».

Годом ранее в перечисленных организация прошли испытания более 550 товаров различных марок. Для анализа данных было выдвинуто решение выделить 6 основных групп пищевой продукции, входящих в потребительскую корзину: молочная продукция; мясная продукция; рыбная продукция; овощная продукция; яйца; продукты бакалеи.

Обработанные результаты исследования представлены на рисунках 1 и 2.

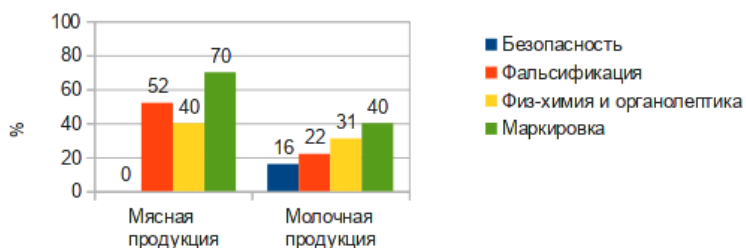


Рис. 1. Диаграмма выявленных нарушений в отдельных группах продуктов питания в 2020 году (в процентах)

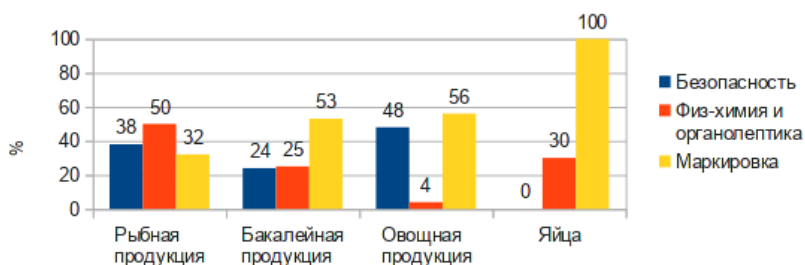


Рис. 2. Диаграмма выявленных нарушений в отдельных группах продуктов питания в 2020 году (в процентах)

Исследование по выявлению нарушений проводилось в 3-х регионах страны: Красноярск, Санкт-Петербург, Москва.

Наибольший процент на несоответствия был выявлен в овощной продукции и составил 48%. Такой высокий процент объясняется наличием в свежих овощах остаточных количеств пестицидов, которые не регламентированы к обязательной проверке (при декларировании продукции полагается проверять только 2 пестицида).

В рыбной продукции было выявлено 38% несоответствий, в молочной продукции 16% и бакалейная продукция 24%.

По результатам анализа мясной и молочной фальсификации было выявлено соответственно 52% и 22% несоответствий. Часто встречающимися фальсификациями мясной продукции являются:

- несоответствие фактического состава продукции и заявленного на упаковке;
- использование низкокачественного сырья;
- добавление искусственных ароматизаторов, красителей.

Фальсификация в молочной продукции зависит от вида продукта и соответствует следующим показателям: сметана – 33 %, сливочное масло – 30 %, творог – 22 %, молоко – 21 %, мороженое пломбир – 20 %, сгущенное молоко – 17 %, сыр – 4 %. Исследования выявили что фальсификатом является каждый второй мясной продукт и как минимум каждый пятый молочный.

Распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2017 г. № 738-р утвержден план мероприятий по реализации Стратегии повышения качества пищевой продукции в России до 2030 года.

Планом предусматриваются следующие меры, направленные на улучшение качества пищевой продукции:

- совершенствование и развитие нормативной базы в сфере качества пищевой продукции;
- мониторинг качества пищевой продукции;
- совершенствование государственного регулирования;
- стимулирование производителей к выпуску пищевой продукции, отвечающей критериям качества и принципам здорового питания;
- актуализация действующих нормативов содержания в пищевой продукции пищевых добавок, вкусоароматических веществ, биологически активных веществ, остатков лекарственных препаратов для ветеринарного применения;
- продвижение принципов здорового питания и др.

Таким образом, контроль и оценка качества продукции является одним из важнейших этапов системы управления качеством на предприятиях любой формы собственности. Контроль продукции обязан осуществляться как в процессе производства, так и хранения на складе готовой продукции для исключения фальсификации.

Список источников

1. Фальсификация пищевых продуктов. URL: <https://www.sgs.ru/ru-ru/news/2020/11/falsifikaciya-pishchevyh-produktov-riski-dlya-potrebitelya-i-dlya-biznesa> (дата обращения 04.04.2022).
2. Фальсификация товара URL: https://studopedia.ru/7_185275_falsifikatsiya-tovarov.html (дата обращения 04.04.2022).

УДК 681.12

Альмаков А. А.

Научный руководитель: Смоленцев Ю. Н., преподаватель
Йошкар-Олинский аграрный колледж ФГБОУ ВО «ПГТУ»

РЕЖИМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВОЗДУХОМ

Аннотация. В статье рассматриваются режимы питания двигателя воздухом.

Ключевые слова: ЭСАУ, датчик массового расхода воздуха

В современных двигателях электрическое управление осуществляется с помощью ЭБУ. Применение электрической системы автоматического управления (ЭСАУ) топливopодачей бензиновых двигателей обусловлено необходимостью снижения токсичности отработавших газов и повышения топливной экономичности двигателя внутреннего сгорания.

Кроме того, ЭСАУ двигателем позволяют повысить приемистость автомобиля, надежность холодного пуска, ускорить прогрев и увеличить мощность двигателя. ЭСАУ топливopодачей бензиновых двигателей разделяют на системы впрыска и карбюраторные системы с электронным управлением. Принцип действия системы электронного управления карбюратором заключается в согласованном управлении воздушной и дроссельной заслонками.

Дроссельная заслонка является конструктивным элементом впускной системы бензиновых двигателей внутреннего сгорания с впрыском топлива и предназначена для регулирования количества воздуха, поступающего в двигатель через впускной коллектор для образования топливно-воздушной смеси. Дроссельная заслонка устанавливается между воздушным фильтром и впускным коллектором.

Впускной коллектор распределяет поток воздуха по цилиндрам двигателя и придает ему необходимое движение. Разрежение, возникшее во впускном коллекторе, используется в работе вакуумного усилителя тормозов, а также для привода впускных заслонок.

На двигателях с непосредственным впрыском топлива в дополнение к дроссельной заслонке устанавливаются впускные заслонки. Они обеспечивают процесс смесеобразования за счет разделения воздуха на два

впускных канала. Один канал перекрывает заслонка, через другой – воздух проходит беспрепятственно. Впускные заслонки установлены на общем валу, который поворачивается с помощью вакуумного или электрического привода.

Корпус дроссельной заслонки включен в систему охлаждения двигателя. Но придуман с другой целью.

В холодное время года система охлаждения служит не для того чтобы остужать дроссель от перегрева, а наоборот, нагревать его, для того, чтобы воздух проходящий во впускную систему был теплым, что позволяет двигателю легче работать и запускаться.

Регулятор холостого хода является устройством, которое необходимо в системе для стабилизации оборотов холостого хода двигателя и поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя при закрытой дроссельной заслонке во время пуска, прогрева и при изменении нагрузки во время включения дополнительного оборудования. РХХ представляет из себя шаговый электродвигатель с подпружиненной конусной иглой, которая, передвигаясь, изменяет количество воздуха, поступающего во впускную систему в обход дроссельной заслонки, в двигатель поступает необходимое количество воздуха для его стабильной работы.

Датчик массового расхода воздуха. Воздух учитывается датчиком массового расхода воздуха (или расходомер), и в соответствии с его количеством блок управления двигателем осуществляет подачу топлива в двигатель через топливные форсунки. По датчику положения коленчатого вала блок управления двигателем отслеживает количество оборотов двигателя и в соответствии с режимом работы двигателя управляет РХХ, таким образом добавляя или снижая подачу воздуха в обход закрытой дроссельной заслонки.

Датчик массового расхода воздуха (расходомер воздуха).

Экологические требования к современным двигателям внутреннего сгорания предполагают поддержание определенного (стехиометрического) соотношения воздуха и топлива в топливно-воздушной смеси на всех режимах работы. Только в этом случае каталитический нейтрализатор полностью удаляет вредные вещества в отработавших газах.

Для поддержания стехиометрического соотношения компонентов топливно-воздушной смеси требуется точная информация о количестве (расходе) всасываемого воздуха, которую предоставляет расходомер воздуха. Расходомер передает на блок управления двигателем частотно-импульсный сигнал, изменяющийся в прямой зависимости от пройден-

ного через него количества воздуха. Чем большее количество воздуха пройдено через датчик, тем выше частота сигнала.

Из этого следует, что бензиновые двигатели работают на воздухе, т. е. все измерения осуществляются по показаниям расхода воздуха.

Так же мною был сделан стенд расхода воздуха на холостых и на средних, высоких оборотах. Стенд снабжён разрезами в дроссельной заслонке, поставлены светодиоды, показывающие путь воздуха. Стенд даёт студентам представление по работе дроссельного узла.

Список источников

1. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. М. Виноградов, И. В. Бухтев, В. Н. Редин, А. А. Соколов. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 256 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов и др. 6-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 480 с.
3. Яковлев В. Ф. Диагностика электронных систем автомобиля: учебное пособие. М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 272 с.

УДК 679.9

Волкова П. А.

Научный руководитель: Крутских Н. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Аннотация. Актуальность рассматриваемой задачи определяется широким применением композитов в современной технике.

Ключевые слова: композит, армирование, волокнистые композиты, правило аддитивности

Композит – это многокомпонентный материал, изготовленный из двух или более компонентов с существенно различными физическими и/или химическими свойствами, которые в сочетании приводят к появлению нового материала с характеристиками, отличными от характеристик отдельных компонентов и не являющимися простой их суперпозицией.

При проектировании композита, работающего в условиях плоского напряженного состояния, армирование производится в двух взаимно перпендикулярных направлениях, совпадающих с главным напряжением. Предельные напряжения вдоль осей x и y будут определяться по правилу аддитивности для плоского напряженного состояния по формулам:

$$\sigma_x^{пред} = \sigma_{ef} V_f k_x + \sigma_{em} (1 - V_f) k_x, \quad (1)$$

$$\sigma_y^{пред} = \sigma_{ef} V_f k_y + \sigma_{em} (1 - V_f) k_y, \quad (2)$$

где V_f – объемная доля волокон (в направлении осей x и y) в композите; k_x и k_y – коэффициенты относительного содержания волокон во взаимно перпендикулярных направлениях, которые определяются по формулам

$$k_x = \sigma_x / (\sigma_x + \sigma_y),$$

$$k_y = \sigma_y / (\sigma_x + \sigma_y),$$

Предел прочности волокон σ_{ef} определялся при растяжении нитей на разрывной машине, предел прочности матрицы σ_{em} был взят из справочной литературы.

Для композита с объемной долей волокон $V_f = 0,65$ и коэффициентом относительного содержания волокон в направлении осей x и y $k_x = 0,67$ и $k_y = 0,33$ предельное напряжение по (1) и (2) будет равно

$$\sigma_x^{пред} = 670 * 0,65 * 0,67 + 50 * (1 - 0,65) * 0,67 = 303 \text{ МПа},$$

$$\sigma_y^{пред} = 670 * 0,65 * 0,33 + 50 * (1 - 0,65) * 0,33 = 149 \text{ МПа}.$$

Выводы. Определение предельных напряжений по правилу аддитивности, адаптированному для плоского напряженного состояния (1) и (2) позволяет проводить инженерные расчеты с минимальными затратами времени.

Список источников

1. Первушин Ю. С., Жернаков В. С. Проектирование и прогнозирование механических свойств однонаправленного слоя из композиционного материала: уч. пособие. Уфа: Уфим. гос. авиац. техн. ун-т, 2002. 126 с.

Градобаев Р. А.

Научный руководитель: Алибекова Е. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

***Аннотация.** Представлены и перечислены основные аспекты и условия применения фрикционных металлокерамических материалов, перечислены основные типы и марки на медной и железной основе и их характеристики.*

***Ключевые слова:** металлокерамические фрикционные материалы, композит, графит, железо, медь*

Промышленное производство неуклонно развивается и неизбежно требует эффективных конструкционных материалов для работы в деталях и узлах, передающих или рассеивающих кинетическую энергию (тормоза, фрикционные муфты, сцепления, демпферы и др.). Такие материалы, называемые фрикционными, должны выдерживать влияние сопряженных поверхностей, благодаря стабильному и высокому коэффициенту трения, износостойкости, устойчивости к температурным колебаниям.

Условиями работы фрикционного материала являются широко варьируемые удельные нагрузки и скорости трения, абразивные нагрузки, воздействие слабоагрессивных рабочих сред – масло, воздух, вакуум, так и агрессивных. Чаще всего, в зависимости от условий работы фрикционные материалы делятся на работающие в условиях сухого трения и в масле. Фрикционные материалы в зависимости от условий эксплуатации могут быть металлическими, абсбосмоляными, органическими и металлокерамическими.

Одним из успешных проектов, позволяющих решить проблему создания оптимальных фрикционных материалов, является технология изготовления материала методом порошковой металлургии, позволяющая получить металлокерамический композиционный материал, имеющий, кроме заданных эксплуатационных характеристик, и следующие достоинства: более высокий срок службы, экологическую чистоту метода получения и, что немаловажно, низкую стоимость. По такой технологии компоненты и матрица материала подбираются так,

чтобы свести к минимуму формоизменение под влиянием фазовых превращений.

Порошковые фрикционные материалы предназначены для работы в различных тормозных и передаточных узлах автомобилей, гусеничных машин, дорожных и строительных механизмов, самолетов, станков, прессов и т. п.

Порошковые фрикционные материалы, как правило, состоят из металлической матрицы (40-50 об. %), которая обеспечивает высокую теплопроводность и прирабатываемость, и неметаллических соединений, повышающих коэффициент трения или оказывающих смазывающее действие.

Наибольшее применение нашли порошковые фрикционные материалы на основе металлов или сплавов меди и железа. Наиболее распространённые металлокерамические фрикционные материалы на медной основе являются М-106, М-106А, М-140, МК-6, ФМ-(1-9), на железной основе – ФЖ-(1-10), шадеф.

При высокой температуре на поверхности трения материалы на основе меди (бронза), имеющие относительно низкую температуру плавления, проявляют склонность к схватыванию с контртелом, приводящую к вырыванию частичек материала. Поэтому применение спеченных материалов на основе меди ограничивается узлами, в которых температура на поверхностях трения не превышает 300⁰С. При более высоких рабочих температурах в качестве материала основы используется железо, при этом температура на поверхностях может достигать до 1000÷1200⁰С.

Порошковые материалы на основе железа содержат добавки меди, графита, оксида кремния, асбеста, сульфата бария. Они назначены для работы в условиях сухого трения при давлениях до 300 МПа и скоростях до 60 м/с в паре с чугуном либо легированной сталью в тормозных устройствах различной конструкции – дисковых, колодочных или ленточных.

Каждая добавка в композит придает необходимые свойства.

Одни добавки служат в качестве внутренней смазки и предохраняют фрикционный материал от чрезмерного износа и заедания фрикционного узла, например, свинец, олово, сурьма, графит, сульфиды молибдена, железа или меди, сернокислые соли бария и железа, нитрид бора. Добавка графита и свинца приводит к снижению механических свойств, повышению износостойкости и снижению коэффициента трения. В процессе трения чешуйки графита за счет отрыва от основы

покрывают трущиеся поверхности и создают устойчивую защитную плёнку. Оптимальное содержание графита, как смазывающей добавки, для материалов на медной основе 4-7%, для материалов на железной основе 6-12%. Оптимальное содержание свинца для материалов на медной основе 5-8%, на железной основе 5-15%. При значительном нагреве трущейся пары содержащийся в структуре металлокерамики свинец расплавляется и служит своего рода смазкой.

Другие фрикционные добавки, обеспечивают порошковому материалу требуемый коэффициент трения и оптимальный уровень зацепления с рабочей поверхностью контртела. Эти добавки должны иметь высокие температуру плавления, быть достаточно прочными и твердыми, хорошо сцепляться с металлической основой. Этим свойствам отвечают оксиды кремния, алюминия, железа, магния, марганца, циркония, хрома, титана и др., некоторые карбиды (кремния, бора или вольфрама), силициды (железа и молибдена), или бориды (редких металлов и др.). Их суммарное содержание составляет 0,5-10% в материалах для работы при сравнительно низких температурах, 10-15% в материалах, применяемых в средненагруженных узлах, 15-25% и более в материалах, работающих при высоких температурах (1000⁰С и выше).

Влияние фрикционных добавок на эксплуатационные свойства порошкового материала сложное, но для каждой из добавок существует оптимум её содержания во фрикционном материале. Порошковые фрикционные материалы позволяют, изменяя состав и природу матрицы и добавок, получать широкий спектр эксплуатационных свойств, востребованных в современном машиностроительном производстве.

Список источников

1. Хренов О. В., Дмитриевич А. А., Лешок А. В. Металлокерамические фрикционные материалы: учеб.-метод. пособие. Минск: изд-во Белорусского нац. техн. ун-та, 2011. 42 с.
2. Гаршин А. П. Материаловедение. Техническая керамика в машиностроении: учебник для академ. бакалавриата. М.: Юрайт. 2016. 296 с.

Губин Н. А., Щербаков Р. В.

Научный руководитель: Крашенинникова Н. Г., д-т с учен. степ. канд. наук; уч. ст.: канд. физ.-мат. наук

Поволжский государственный технологический университет

ПОРОШКОВЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. Рассмотрены виды и свойства порошковых инструментальных материалов.

Ключевые слова: технология порошковой металлургии, твердые сплавы, быстрорежущие стали, карбидостали

Порошковая металлургия имеет огромный потенциал устойчивого развития, прежде всего благодаря возможности получения материалов самых разных составов и свойств. В частности, технологии порошковой металлургии успешно применяются в производстве инструментальных материалов.

К основным материалам инструментального назначения порошкового производства относятся твердые сплавы типа ВК, изготавливаемые на основе карбида вольфрама- и кобальтовой цементирующей связки. Дефицит и высокая стоимость вольфрама подтолкнули к разработке других групп твердых сплавов с частичной заменой карбида вольфрама на карбида титана, тантала. Разработаны и безвольфрамовые твердые сплавы на основе карбонитрида титана.

Технология порошковой металлургии может успешно использоваться и в производстве инструмента из быстрорежущих сталей, обладающих высокой твердостью и теплостойкостью благодаря легированию карбидообразующими элементами (W, Mo, Cr, V, Ti и др.) в таком количестве, при котором они связываются с углеродом в специальные карбиды типа Me_6C , $Me_{23}C_6$, Me_8C . Порошковые быстрорежущие стали по сравнению с аналогичными сталями, полученными обычным металлургическим переделом, имеют более однородную структуру, не страдают такими пороками, как ликвация по легирующим компонентам и карбидам. Особенности структурного состояния порошковых быстрорежущих сталей повышают стойкость, механические свойства, служебные характеристики инструментальных изделий в два-три раза по сравнению с изделиями, изготовленными из кованых сталей.

Первоначально порошковые быстрорежущие стали по составу были аналогичны традиционным сталям марок P6M5, P6M5K5, P6M5Ф3 и др.

Затем был освоен выпуск порошковых сталей марок Р9М4К8-МП, Р6М5Ф3К9-МП, Р10М3Ф4К10-МГ1 и др. (буквы МП означают «металлургия порошковая»). В настоящее время выпускают высоколегированные быстрорежущие стали с содержанием (W+Mo) до 30%, V – до 6,5%, Co – до 15%.

Еще одна перспективная группа порошковых инструментальных материалов – карбидостали (порошковые материалы, состоящие из легированной стальной матрицы и карбидов с массовой долей от 20 до 70%). В качестве карбидной составляющей чаще всего применяют карбид титана. Матрица из легированной стали выполняет роль связки с равномерно распределенными в ней карбидами.

Карбидостали обладают высокой твердостью при нагреве, сравнительно низким коэффициентом трения, устойчивостью против адгезии при обработке материалов, незначительным изменением размеров при термической обработке. Карбидостали легче инструментальных сталей на 12%, твердых сплавов – на 50%. В отожженном состоянии твердость карбидостали составляет 40-44 HRC, а после закалки и отпуска 68-70 HRC. При использовании в качестве материала режущего инструмента карбидосталь обеспечивает повышение стойкости в 1,5-2 раза по сравнению с аналогичными марками обычной технологии производства. В ряде случаев карбидосталь является полноценным заменителем твердых сплавов, особенно при изготовлении формообразующих инструментов (деформирующие протяжки).

Активно разрабатываются минералокерамические твердые сплавы с использованием, прежде всего, керамики на основе оксида алюминия, сверхтвердые материалы (алмазы, кубический нитрид бора карбид бора и материалы на их основе), также получаемые по порошковой технологии.

Таким образом порошковые технологии весьма перспективны для изготовления инструментальных материалов широкого спектра составов и высоких эксплуатационных свойств.

Список источников

1. Арзамасов Б. Н., Черепяхин А. А. Материаловедение: учебник. М.: Экзамен, 2009. 350 с.
2. Порошковые инструментальные материалы. URL: <https://extxe.com/14744/poroshkovaja-metallurgija>.
3. Герасимова Н. С. Инструментальные материалы: учебное пособие по курсу «Материаловедение». Калуга: КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 61 с.
4. <https://ozlib.com>.
5. <https://studfile.net/preview/4427376/page:40>.

Забродин А. Г., Забродина Н. А.

Научный руководитель: Алибеков С. Я., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЦЕСС И УСТРОЙСТВО ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ К СЖИГАНИЮ ОБВОДНЕННЫХ ВЫСОКОВЯЗКИХ МАЗУТОВ

Аннотация. *Описан процесс эффективной подготовки сжигания водомазутной эмульсии. Приведено решение проблемы диспергирования исходного обводненного топлива. Спроектирована система подготовки к сжиганию различных видов обводненных жидких топлив.*

Ключевые слова: водотопливная эмульсия, диспергирование, центробежная форсунка, полнота сгорания топлива

Процесс организации эффективного сжигания высоковязких мазутов энергоёмок и достаточно сложен. Как правило, при использовании в котельных установках в качестве жидких топлив высоковязких сортов мазута могут возникнуть различные трудности, связанные с подготовкой данного вида топлива к сжиганию. Данная проблема возникает из-за особенностей транспортировки мазута, при этом содержание воды в топочном мазуте во многих случаях существенно превышает предельно допустимые значения (вместо 1,5% по норме обводненности доходит до 12-16%, а в отдельных случаях – до 20-35%). [1] При этом из-за близких значений плотности воды и мазута в его составе остается большое число скоплений воды. Такие скопления могут приводить к срыву факела и затуханию пламени, а также снижению КПД котлоагрегата.

Одним из эффективных решений перечисленных проблем является диспергирование исходного обводненного топлива до состояния водотопливных эмульсий (водомазутных, если в качестве топлива применяется мазут и т. п.). Водомазутные эмульсии представляют собой топливные системы на основе топочных мазутов (дисперсная среда), в которой равномерно по объему распределена вода (дисперсная фаза) в виде капель диаметром от 0,5 до 15 мкм в количестве 10-15% по объему. Эмульсия может быть получена с помощью различных способов

эмульгирования: механического, акустического, барботажного, кавитационного, физико-химического.

Нами спроектирована система, предназначенная для подготовки к сжиганию различных видов обводненных жидких топлив. Система представляет собой комплекс устройств: устройство подготовки обводненного жидкого топлива к сжиганию и механическую центробежную форсунку с усовершенствованной конструкцией.

Устройство подготовки обводненного жидкого топлива представляет собой диспергатор жидкого топлива, который является одновременно фильтром и устройством для подогрева топлива, что выгодно отличает его от аналогов. Диспергирование обводненного мазута осуществляется за счет механического перемешивания, а также воздействия ультразвуковых волн, что повышает эффективность работы устройства, при этом в конструкции устройства отсутствуют движущиеся механические части, что положительно влияет на надежность его работы. [2].

Мы вычислили, что площадь поверхности частицы дисперсной фазы под воздействием ультразвукового поля увеличивается в 1,587 раза (на 58,7%), что вызовет организацию горения в основном на поверхности капель при сжигании полученной водомазутной эмульсии.

Организовывая горение на поверхности капель, мы можем уменьшить коэффициент избытка воздуха α , так как кислорода для поверхностного горения требуется меньше. Данный эффект позволяет повысить КПД котлоагрегата в результате уменьшения уноса полученного тепла с дымовыми газами, повысить полноту сгорания топлива (уменьшается выделение CO с уходящими газами), а также снизить выбросы других вредных веществ (NOx, SOx и т. д.).

Список источников

1. Батуев С. П., Корягин В. А. Особенности хранения и подготовки к сжиганию обводненного жидкого топлива в мазутном хозяйстве котельной // Промышленная энергетика. 1987. №5. С. 35-37.
2. Патент на полезную модель «Устройство для подготовки водотопливной эмульсии в котельных установках» № 102245 от 27.01.2011.

Караваяева М. С.

Научный руководитель: Алибекова Е. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПОКРЫТИЯ CVD

Аннотация. В инструментальном производстве получил применение современный метод получения тонких пленок при помощи высокотемпературных реакций разложения и взаимодействия газообразных прекурсоров на образце или подложке инструментального материала.

Ключевые слова: покрытие CVD, основные свойства покрытий, плазменное химическое осаждение из паровой фазы

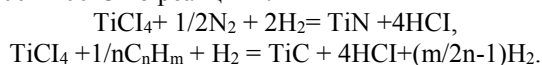
Современные требования к увеличению износостойкости режущего инструмента, деталей машин, зуборезного инструмента, твёрдосплавных свёрл и фрез требуют применения высокотехнологичных покрытий. Покрытия должны обеспечить устойчивость инструментов к воздействию высокой температуры и коррозионным воздействиям, сократить высокоскоростной износ, при низких силах трения и адгезии.

Проблема хрупкости твёрдосплавного инструмента была решена путём создания тонкой плёнки оксидов, карбидов, нитридов, карбонитридов металлов на поверхностях и режущих кромках инструмента. Тонкая пленка позволила, не изменяя структуры твёрдого сплава, повысить теплостойкость и скорость обработки материалов [3].

Получить покрытия требуемых характеристик с толщиной пленки 5-15 мкм можно химическим методом нанесения покрытий (CVD). Получаемые довольно толстые защитные CVD-покрытия на инструменте очень важны при обработке чугунов и легированных сталей.

CVD-процесс – это химическое осаждение пленок из газовой фазы. При процессе CVD обрабатываемый материал (инструмент) помещается в пары одного или нескольких веществ, которые, вступая во взаимные реакции и/или разлагаясь, формируют на поверхности подложки слой требуемого вещества.

Например, получение нитрида и карбида титана происходят при температуре 900-1100°C по реакциям:



Эти реакции многостадийны, но записаны в конечной форме.

Осаждаемое износостойкое покрытие или пленка может состоять как из отдельных компонентов, так и из комбинаций слоев карбида титана (TiN), карбонитрида титана (TiCN) и оксида алюминия (Al_2O_3). Каждый из компонентов покрытия выполняет свои функции в покрытии: TiC и TiCN повышают износостойкость твёрдосплавного инструмента и предотвращает образование сколов; TiN предотвращает формирование заусенцев и налипание обрабатываемой заготовки на режущую кромку, повышая качество обработки поверхности; Al_2O_3 значительно увеличивает стойкость к высоким температурам и препятствует критическому нагреву инструмента.

Преимуществом покрытий этого типа является высокая когезионная прочность в сочетании с высокой адгезионной прочностью с твёрдым сплавом – способностью сохранять целостные свойства инструмента на поверхности раздела.

У покрытия CVD чаще всего структура среднезернистая, в то время как крупные зерна упрочняющего покрытия обеспечивают устойчивость к сильным вибрациям и ударам, но ограничивают применение указанного покрытия для точных и чистовых режимов резания.

Преимущества получения износостойких покрытий методом CVD заключаются в простоте загрузки, отсутствии необходимости поворота изделий и длительной подготовке изделий. Эти преимущества особенно очевидны при нанесении покрытий на большие партии маленьких изделий [2].

Например, такое покрытие для концевой фрезы приводит не только к увеличению прочности, износостойкости и теплостойкости, но и представляет для производственных предприятий следующие выгоды: сокращение производственного цикла, рост производительности предприятия, уменьшение себестоимости продукции, увеличение чистой прибыли компании и освобождение ресурсов.

Дальнейшее совершенствование свойств CVD покрытий будет происходить как за счет совершенствования технологии нанесения покрытий, так и использования новых материалов покрытий.

Ведутся разработки по CVD покрытиям, содержащих слой высокой твердости оксида циркония ZrO_2 . Такое бадделитовое покрытие должно быть значительно эффективнее используемых.

Развитие технологии химического напыления идет по пути применения плазменных технологий, что позволяет существенно расширить материал подложки, на которые можно наносить покрытия. Одним из успешно реализуемых на практике примеров является метод PECVD

(плазменного химического осаждения из паровой фазы). PECVD менее энергозатратен, поскольку для плазмы требуется меньшая энергия по сравнению с методами нагрева, необходимыми для классических CVD-методов. Плазменные технологии позволяют сделать процесс получения покрытий более управляемым, что обеспечивает получение покрытий требуемой структуры и состава [1].

Современная CVD технология широко применяется не только для нанесения износостойких покрытий на режущем инструменте, но и в других областях техники, где требуется получение слоев покрытия и пленок из кристаллических материалов с высокой чистотой и заданной структурой.

Список источников

1. Соснин Н. А., Ермаков С. А. Плазменные технологии: руководство для инженеров. СПб.: СПбГПУ, 208. 406 с.
2. Григорьев С. Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 380 с.
3. Износостойкое покрытие инструмента CVD. URL: <https://pitools.ru/articles/pvd-coating.html> (дата обращения 02.04.2022).

УДК 621.762.8

Кобылина Е. В.

Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ЛИТЬЕМ ИЗ КОМПОЗИЦИЙ ЖЕЛЕЗО-ОКСИД ЖЕЛЕЗА-СВЯЗУЮЩЕЕ

Аннотация. Рассмотрен анализ технических и экономических аспектов изготовления деталей машин как традиционными методами прессования и спекания, так и по технологии с применением процессов формования пресс-литьем композиций, состоящих из порошков железа, его оксидов и связующего. Показано, что существуют границы составов пресс-композиций, при которых данная технология эффективнее по сравнению с традиционными процессами прессования-спекания, а также по сравнению с ММ-технологией.

Ключевые слова: композиция, порошок, оксид, железо, латунь, связующее, инфильтрация, псевдослав, структура, прочность, дисперсность

Получение заготовок литьевыми технологиями позволяет решить ряд проблем, имеющих место в традиционной технологии прессования и спекания. Нами разработана технология получения деталей сложной формы, методом литьевого формования и последующего спекания композиций из порошков железа, его оксидов и связующего на основе фенолформальдегидных смол. Для снижения стоимости существующих материалов предложено использование псевдосплавов, в которых одним из главных структурных элементов является высокодисперсная и высокопрочная фаза с субмикроструктурной структурой, которая связана более легкоплавким металлом. Такие материалы могут быть получены инфильтрацией медным сплавом заготовок из высокодисперсного железа – продукта углеродного восстановления оксидов. Идея технологии заключается в том, что в композициях пространство между крупными частицами железа заполнено смесью оксида и связующего и эта смесь фактически является новым связующим.

Технологическая схема получения деталей состоит из операций: получение композиций путем смешивания исходных компонентов, сушки полученной смеси и ее гранулирования; формование композиций методом прямого компрессионного прессования при давлении до 90 МПа при температурах от 160 до 190 °С, термическая обработка с целью удаления связующего, внутреннего восстановления оксидов и спекания материала; инфильтрация жидкого расплава латуни (марка Л63, ГОСТ 15527–2004) в полученный пористый железный каркас с целью получения композиционных гетерогенных материалов с высокими физико-механическими свойствами. Особенности технологии являются: процесс получения смеси, что осуществляется за счет применяемого оборудования, и температурно-временных режимов прессования; получение деталей сложной формы аналогично МИМ-технологии; применение дешевого сырья; возможность получения деталей в условиях мелкосерийного производства.

Рентгеноструктурный анализ показал, что материал однофазный с объемноцентрированной кубической решеткой. Окончательная структура композиционного материала – крупные участки легированного и пересыщенного по границам феррита размером 30-150 мкм, пространство вокруг которых заполнено медной фазой и участками легированного феррита размером 1-8 мкм (выделавшееся из пересыщенного раствора железа). Химический анализ состава материала после инфильтрации латунью (в дальнейшем псевдосплав) показал: Cu – 27,11%, Zn – 11,72%, Mn – 0,11%, остальное – Fe. Материал получается двухфазный ОЦК фаза железа и ГЦК фаза меди. Механические свойства псевдо-

сплава с различными вариантами термической обработки показаны в таблице 1.

Таблица 1. Механические свойства псевдосплава

Показатель	Минимальное значение			
	Псевдо-сплав	Псевдосплав после закалки	Псевдо-сплав после закалки и старения	Дополнительно легированный Ni и Mo, после инфильтрации, закалки и старения
Твердость, HB	98	170	210	296
Предел прочности при растяжении, σ_B , МПа	283	310	340	710
Относительное удлинение, %	8,0	9,0	11,0	10,0

Представленные в таблице 1 результаты механических свойств псевдосплава получены инфильтрацией в среде эндотермического газа в интервале температур 920-950 °С со скоростью движения ленты $V = 20$ мм/мин, его свойства после закалки при температуре 800-850 °С в воду и после закалки и старения при температуре 400 °С в течение 4 ч. Дополнительная термическая обработка способствует упрочнению материала.

В таблице 2 приведены основные параметры разработанной технологии в сравнении с существующими технологиями: традиционной технологией прессования и спекания и МИМ-технологией.

Таблица 2. Сравнительные показатели

№	Показатели технологии	Однократное прессование – спекание	МИМ-технология	Разработанный процесс
1	Давление формования, МПа	600 – 900	25 – 100	70 – 100
2	Относительная плотность	0,83 – 0,85	0,97 – 0,99	0,97 – 0,99
3	Поле допуска на размеры в % от номинального	0,2 – 0,5	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0
4	Относительная стоимость изделия, у.е./кг.	200 – 300	1500– 2000	240 – 400

Как видно из таблиц 1 и 2, разработанная технология имеет ряд преимуществ. По сравнению с традиционной технологией прессования-спекания, давление прессования уменьшается примерно в 10 раз, что позволяет на оборудовании одинаковой мощности производить детали площадью в 10 раз больше; форма прессованных изделий значительно сложнее и сравнима с формой изделий, получаемых из реактопластов, что повышает конкурентоспособность разработанной технологии.

По сравнению с ММ-технологией, стоимость исходных материалов в 5-10 раз ниже; обеспечивается возможность получения изделий с заданной пористостью.

Технология предназначена для производства деталей широкой номенклатуры машиностроительного комплекса, авто- и авиастроения и т. д. из порошков железа средней дисперсности, порошков оксида железа и связующего.

УДК 678.8

Козлова А. С., Овечкина К. С.

Научный руководитель: Крашенинникова Н. Г., канд. физ-мат. наук,
доцент

Поволжский государственный технологический университет

СТЕКЛОПЛАСТИК. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

***Аннотация.** Рассматриваются свойства, основные виды, способы производства и перспективы применения стеклопластиков.*

***Ключевые слова:** композитные материалы, стеклопластики*

Композиционные материалы (композиты) — многокомпонентные материалы, состоящие, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями, обладающими высокой прочностью, жесткостью и т. д. Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам, и в то же время они легче. Использование композитов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении ее механических характеристик.

Стеклопластики представляют собой материалы на основе полимерной матрицы, упрочненные стеклянным наполнителем, чаще всего, стеклянными волокнами.

В качестве связующего обычно используются термореактивные смолы (полиэфирная, эпоксидная, фенолоформальдегидная).

Отличительной особенностью стеклопластиков является сочетание высокой прочности с демпфирующей способностью, химической стойкостью, высокими электроизоляционными свойствами, низкими теплопроводностью и плотностью.

Механические свойства стеклопластиков зависят от вида стекловолокнутого наполнителя. Наиболее высокими механическими свойствами обладают стеклопластики, армированные непрерывным прямолинейным стекловолокном. В направлении волокон их прочность при растяжении достигает 1000 МПа, а модуль упругости до 40000 МПа, однако, в поперечном направлении прочность стеклопластиков невелика (примерно в 10 раз меньше).

Основными сферами применения стеклопластиков являются:

- авиация и космическая техника, для которых налажено производство стеклопластиковых изделий, работающих в условиях мощных динамических нагрузок и высоких температур;
- автомобилестроение, которое обеспечивается стеклопластиковыми изделиями в широком диапазоне размеров и сложности;
- судостроение, активно применяющее СПМ из-за прекрасного сочетания прочности, легкости и водостойкости;
- электротехника, приборостроение, связь, производство электроинструментов;
- нефтегазовая промышленность, постоянно нуждающаяся в больших емкостях, резервуарах, баках, цистернах, которые обладают неоспоримыми достоинствами;
- строительная отрасль;
- коммунальное хозяйство;
- бытовые изделия, домашняя техника, элементы интерьера;
- наружная реклама.

Стеклопластик обладает высокой сопротивляемостью влаге, что позволяет использовать его для производства оконных профилей, гидросооружений и многого другого.

Среди преимуществ выделяют:

- прочность, не уступающую металлу;
- малый удельный вес;
- электроизоляционные свойства;
- устойчивость к перепадам температуры;
- низкую теплопроводность;
- сопротивляемость влаге;

- внешний вид;
- устойчивость к коррозии;
- долгий срок службы.

Стеклопластиковая арматура (АСП) – композитная арматура, изготавливаемая из стекловолокна, придающего прочность, и термореактивных смол, выступающих в качестве связующего. Одним из плюсов стеклопластиковой арматуры являются малый вес и высокая прочность. Имея высокую прочность и коррозионную стойкость, является альтернативой арматуре из металла. Главным достоинством стеклополимерной арматуры считается свойственный ей высокий предел разрушающего воздействия – почти в 2,5 раза выше, чем у стали.

Стеклопластиковые трубы – трубы, выполненные из стеклопластика. Применяются как для транспортировки по ним различных сред, так и в качестве конструкционных элементов (опор, колонн, перекладин, облочеч).

По состоянию на 2020 год известны пять принципиально отличающихся технологий производства стеклопластиковых труб:

- намотка пропитанной связующим стеклянной арматуры на наружную поверхность технологической оправки (мандрели);
- центробежное литье;
- центробежное формование из препрега на внутренней поверхности технологической оправки (формы);
- пултрузия в зазоре между наружной и внутренней оправками;
- экструзия связующего, наполненного в объеме рубленым стеклянным волокном.

Таким образом, стеклопластики отличаются многими ценными свойствами и весьма перспективны в разных областях техники. Их свойства можно регулировать в широких пределах оптимизацией состава и методов применения, поэтому дальнейшие исследования в этом направлении весьма перспективны.

Список источников

1. Аверко-Антонович И. Ю., Бикмулин Р. Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров: учебное пособие. Казань: изд-во КГТУ, 2002. 603 с.
2. Максанова Л. А., Аюрова О. Ж. Полимерные соединения и их применение: учебное пособие. Улан-Удэ: изд-во ВСГТУ, 2005. 344 с.
3. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: учебник. Н. Новгород: изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского; М.: Академия, 2003. 366 с.
4. ACI 440.1R-06 Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. (Reported by ACI Committee 440).

Кутонова Е. В., Алибеков С. Я.
Поволжский государственный технологический университет

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аннотация. Одним из главных загрязнителей окружающей среды является нефть, нефтепродукты. На сегодняшний день применяются различные методы очистки воды от нефтяных загрязнений. Одним из результативных методов является сорбция. Данная работа посвящена определению нефтеемкости углеродных волокнистых материалов.

Ключевые слова: сорбция; углеродные волокнистые материалы; нефтеемкость

В настоящее время для сорбции нефти и нефтепродуктов используют более 200 видов сорбентов. Сорбенты можно подразделить на 3 группы: неорганические, органические и синтетические.

Для качественной характеристики сорбентов к ним предъявляют следующие требования: нефтеемкость; гидрофобность; плавучесть; возможность утилизации после сорбции; возможность повторного использования сорбента.

Неорганическими сорбентами являются глина, песок, цеолиты, пемза, туфы и диатомовые породы. Они недорогие, но у них низкая нефтеемкость, и они не способны удерживать легкие нефтяные фракции, такие как керосин и бензин. Применение их на водных поверхностях невозможно, так как они тонут вместе с нефтепродуктами. Ещё одной причиной их неэффективности является практически ограниченные способы их утилизации.

Органические сорбенты считаются наиболее перспективными при ликвидации загрязнений водной поверхности нефтепродуктами. Для таких целей используют древесные отходы (опил, стружка), отходы сельского хозяйства, шерсть и целлюлозные материалы. Они обладают хорошей нефтеемкостью, например, 1 кг шерсти может сорбировать до 8-10 кг нефти. А их природная эластичность дает возможность отжимать из нее большую часть легких фракций нефти. Существенным недостатком шерсти являются высокие требования к условиям хранения.

Достаточно эффективным природным сорбентом для нефтепродуктов являются отходы льняного производства. Их можно утилизировать

путем сжигания. Но получить достаточно хороший сорбент из жестких стеблей льна в настоящее время невозможно.

Многие экологи и промышленные предприятия для сбора разлившихся нефтепродуктов и масел используют древесные опилки. При сорбции нефтепродуктов с водной глади опилки впитывают и влагу и частично тонут, и нефтепродукты могут оказаться на дне водоемов. Сорбированные нефтепродукты постепенно могут раствориться или всплывать на поверхность водоема, образуя сплошную тонкую пленку на поверхности воды, которая уменьшает попадание кислорода воздуха в воду.

Собранный сорбент с нефтепродуктами отправляют на компрессионный отжим или извлекают нефть с помощью термических методов. Путем отгонки фракций в безвоздушном пространстве при низких температурах 250÷350°С. Данные методы экономически эффективны, но эти методы приводят к нарушению структуры сорбента и приводит к резкому уменьшению сорбционной емкости. Отработанные сорбенты сжигаются как топливо, предварительно изготовив из них топливные брикеты.

Многие развитые в техническом отношении страны, такие как Япония, Германия, США, изготавливают синтетические сорбирующие материалы как тканые, так и нетканые. В настоящее время в качестве сорбирующих материалов применяются полиуретаны в гранулированном и губчатом виде, а также формованные полиэтилены с различными наполнителями.

В последнее время промышленностью выпускаются углеродные волокнистые материалы – это уникальные сорбенты, используемые во многих областях промышленности и техники.

Нами проведены исследования сорбционной активности углеродных волокнистых материалов по отношению к нефти и нефтепродуктам, которые показали, что данные материалы обладают достаточно высокой нефтеемкостью. Данные по нефтеемкости приведены в таблице.

Результаты эксперимента

Углеродные материалы	Нефтеемкость сорбента, г/г
Войлочная ткань	8,20
ТМ-4	2,00
ЛТ1-22/40	2,40
Бусофит Т-055	5,40

Максимальная емкость достигается в период 15-20 секунд, если нефтепродукты имеют среднюю плотность.

При использовании сорбентов следует учитывать возможность многократного использования, сохранения нефтеемкости и методы утилизации сорбированных нефтепродуктов.

Для утилизации сорбированной нефти и нефтепродуктов мы использовали метод сжигания. После пятикратного повторения процесса, сорбция – регенерация, нефтеемкость углеродных волокнистых материалов практически не меняется. Сорбционный материал становился жестче из-за накопления продуктов горения на поверхности и между волокнами.

Таким образом, нами показана возможность использования углеродных волокнистых материалов для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

В результате проведенных исследований нами было установлено, что углеродные волокнистые материалы показали высокие сорбционные свойства. По сорбционной способности углеродные ткани не уступают многим природным материалам. Данные сорбционные материалы не теряют свои сорбционные свойства при повторном использовании. Для регенерации применяли метод сжигания, который позволяет утилизировать нефтепродукты и восстанавливать сорбционные свойства материала. Установлено, что углеродные волокнистые сорбенты сохраняют свои способности после утилизации методом сжигания, так как термостойкость данных тканей очень высокая.

УДК 678.8:620.1

Лобанов Н. А.

Научный руководитель: Бастраков В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. В статье проведен анализ современных технологий покрытий, изучены сильные и слабые стороны различных технологий.

Ключевые слова: технологии покрытий, защита от коррозии, металлические, неметаллические, полимерные покрытия, электрохимические технологии

Металл был и остается главным конструкционным материалом индустрии. Он присутствует везде: от средств производства до потребительских товаров. Наиболее значимые потребительские свойства товара

– это его внешний вид и долговечность. Ржавчина же способна уничтожить эти качества за считанные месяцы и дни.

Попробуем разобраться с основными технологиями нанесения защитных покрытий, с перспективами старых методов и с успехами новых.

Для того чтобы защитить сталь от коррозии, применяют покрытия трёх групп:

- металлические;
- неметаллические (керамические);
- полимерные.

Три метода эффективной защиты черного металла:

- изменение самого металла и его оксидной пленки (например, состава металла до нержавеющих и т. п. сталей),
- применение защитных металлических покрытий (цинкование и т. д.);
- применение защитных неметаллических покрытий (полимерных и т. п.).

Комбинация разных методов более эффективна. как следствие, формирование многослойных покрытий металла. Это относится к широко распространенным условиям эксплуатации металлических изделий в условиях нашего климата. [1].

Электрохимический метод нанесения покрытий защищает материал путём нанесения металлических покрытий только из чистых металлов и (реже) – отдельных сплавов. Главное достоинство метода – хорошая технологическая отработка и универсальность для нанесения почти всех металлов (и ряда сплавов) на электропроводящую основу. Свойства и толщина покрытия регулируются составом электролита и режимом работы (температура, ток). Качество покрытия (сплошность и т. д.) при строгом соблюдении технологии высокое. [1] Общим недостатком всех электрохимических методов является дополнительный процесс качественной очистки поверхности металла до нанесения покрытия. Другим недостатком данной технологии часто является ее экологическая вредность (от средней до высокой), зависящая от химреактивов очистки, электролита, отходов процесса.

«Горячий» метод нанесения покрытий. Как правило, «горячим» способом погружения металла в расплав наносятся покрытия цинка, олова, алюминия и ряда сплавов (и малого ряда керамических эмалей). Обычно этим методом защищают от коррозии сталь. [2] Набор расплавов, подходящих для этого метода, весьма ограничен. Поэтому данный метод не универсален. Его достоинство – высочайшая производительность. Покрытие, толщиной до долей миллиметра, формируется за считанные секунды. Благодаря этому комплекс оборудования для покрытий из рас-

плавов хорошо вписывается в современные непрерывные технологические линии. Из недостатков метода можно выделить не слишком высокую равномерность покрытия.

Ионное (вакуумно-плазменное) нанесение металлических и прочих покрытий. Широко распространено нанесение декоративно-защитных покрытий с помощью вакуумных ионно-плазменных (вакуумно-дугового и магнетронного) методов напыления благодаря экологической чистоте производства и высокому качеству получаемых декоративно-защитных плёнок. [3] Качество декоративно-защитных покрытий целиком и полностью определяется качеством поверхности заготовок (шероховатость, фактура и т. д.), качеством подготовки поверхности заготовок (наличие загрязнений, наличие окисных плёнок, степенью активации поверхности ионным травлением), культурой производства. Недостатком вакуумного ионно-плазменного напыления является то, что не допускается последующая механическая обработка деталей, их пайка, сварка.

Полимерные (лакокрасочные) покрытия. Необычайным качеством покрытия и долговечностью отличаются порошковые полимеры. [4] Их популярность объясняется высокими защитными свойствами полимерного покрытия. Они обусловлены составляющими компонентами. У полимерных покрытий свои особенности во время их нанесения, в связи с которыми они не просто покрывают поверхность, а проникают в нее, т. е. связываются с поверхностью, особенно с металлической, на молекулярном уровне. Полимерное покрытие устойчиво:

- к воздействию влажной среды;
- ультрафиолету;
- к высоким температурам;
- к агрессивной щелочной среде;
- к любым химикатам (в т. ч. растворителям).

Недостатки полимерных покрытий: высокая стоимость покрытия, проблематичность удаления покрытия, отсутствие возможности самостоятельного нанесения покрытия, подходят только для металлических поверхностей, со временем происходит старение лакокрасочных покрытий. Покрытия используют также для стабилизации исходных свойств полимерных материалов и для получения изделий с требуемыми декоративными свойствами.

Таким образом, выбор остается за потребителем, какие разработанные виды технологий подходят для конкретных потребностей, исходя из перечисленных основных видов и характеристик нанесения защитно-декоративных покрытий.

Список источников

1. Рожков И. М., Бойков А. А., Ларионова И. А., Калинин О. И., Костюхин Ю. Ю. Комплексная оценка эффективности функционирования металлургического предприятия // Металлург. 2016. №10. С. 11-17.
2. Васин В. А. Современные технологии покрытий // Металлургический бюллетень. 2003. №7. С. 16-19.
3. Силаева А. А., Лукьянкова А. И., Макаров А. В., Пелясова Д. А., Квасников М. Ю. Лакокрасочные металлополимерные покрытия, полученные путем совместного осаждения меди, никеля и полимерного связующего на катоде // Успехи в химии и химической технологии. 2016. том 3. №10. С. 88-89.
4. Нефедов Н. И., Семенова Л. В., Кузнецова В. А., Веренинова Н. П. Лакокрасочные покрытия для защиты металлических и полимерных композиционных материалов от старения, коррозии и биоповреждения // Авиационные материалы и технологии. 2017. № 5. С. 393-402.

УДК 004.896:621.91

Локшин В. В., Шобанов Л. Н.

Научный руководитель: Алибеков С. Я., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ В САПР

***Аннотация.** Описание проблем нормирования станочных операций.*

***Ключевые слова:** нормирование, режимы резания, себестоимость*

На большинстве предприятий машиностроительного профиля нормирование много лет является большой проблемой. Существующая практика нормирования «исходя из многолетнего опыта нормировщика», т. е. без расчетов режимов резания, времени на вспомогательные и рабочие хода и пр. приводит к завышенным нормам времени.

Критерием качества работы нормировщика часто является отсутствие претензий из цеха, поэтому даже на вновь вводимые детали, нормы, как правило, завышены, иногда в разы. Т. к. на большинстве предприятий накладные расходы считаются от фонда заработной платы на изделие, не следует удивляться неконкурентоспособным ценам и длительному периоду подготовки производства.

Если находится рабочий, выполнивший более 150% месячной нормы, то считается вполне обоснованным, увеличить норму так, чтобы в

следующий месяц тот же объем стал 100-110%. Если рабочий не понял с первого раза, он поймет после второго увеличения нормы или ему объяснят товарищи, что он не прав.

Это дает:

- неполную загрузку оборудования;
- неэффективное использование металлорежущего инструмента;
- появление выгодных и невыгодных для рабочих деталей;
- отсутствие понятия справедливости;
- отсутствие рационализации в рабочей среде;
- повышение себестоимости выпускаемой продукции;
- снижение конкурентоспособности предприятия и пр.

От внедрения САПР многие руководители ждут кардинального решения проблемы. Но годами выработанная привычка рабочих «не сильно потеть», пусть даже меньше зарабатывая, ломает все расчеты САПР, например, угрозой рабочих уволиться. Ситуацию усугубляет то, что современные САПР, основанные на старых справочниках не отражают возможностей современного оборудования и инструмента. Ни одна из известных нам САПР не учитывает состояния оборудования, в частности, его жесткости. Не учитывается соотношение стоимости станка и стоимости инструментов при определении режимов резания и пр.

После нескольких проигранных «битв в цехе за правильные нормы», все возвращается на старые правила «расчета» норм. Тем более, что спорить с цеховыми от САПР, как правило, некому: или это программисты, ничего не понимающие в теории резания, или молодые специалисты, боящиеся подойти к станку, или технологи, которые отвыкли считать нормы, и эти расчеты для них лишний груз – пусть считают нормы и спорят с цехами нормировщики. Для технологов технически обоснованное нормирование в САПР требует большего времени, а для руководителей отделов важнее разработать технологию к заданному сроку, чем сделать ее с правильными материальными нормами и нормами времени.

Выходом из создавшейся ситуации будут новые принципы расчета норм на станочные операции и технологический аудит внешними специалистами.

Список источников

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т.; под ред. Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. М.: Машиностроение, 1973. 495 с.
2. Морозов И. М., Гузев В. И., Фадюшин С. А. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: учебное пособие. Челябинск Изд-во ЮУрГУ, 2000. 71 с.
3. <https://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-712>.

Локшин В. В., Шобанов Л. Н., Кропотов С. Г.
Научный руководитель: Алибеков С. Я., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМЫ РЕМОНТА ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

***Аннотация.** Разработана конструкция кессона для ремонта подводных переходов магистральных трубопроводов.*

***Ключевые слова:** кессон, дефект, трубопровод, сварка*

При широкомасштабном проведении внутритрубной диагностики магистральных трубопроводов на переходах через водные преграды проводится идентификация дефектов разного типа. Идентификация дефекта трубопровода, проложенного с заглублением в дно, является сложной технической задачей, которая по трудоемкости значительно превышает аналогичную процедуру на суше.

Для обеспечения условий безопасной работы водолаза откосы подводного котлована выполняются с большим уклоном, чем на суше. Подводный котлован постоянно заносится грунтом. Подводно-технические работы выполняются в условиях ограниченной видимости или даже при ее отсутствии, поэтому для проведения дополнительного диагностического контроля требуются специальные технические средства. Подводный трубопровод часто бывает заглублен в грунт на несколько метров, защищен футеровкой и забалластирован пригрузами. Поэтому важно точно определить местоположение дефекта, чтобы снизить до минимума трудозатраты по его размыву и контролю.

Одним из наиболее эффективных методов ремонта подводных трубопроводов является создание условий для ремонта дефектов теми же методами, что и на поверхности.

При таком подходе используются опробованные и сертифицированные материалы и технологии, квалифицированные специалисты, не имеющие водолазной подготовки, стандартные приборы и средства контроля.

Для этого используется специальная подводная камера (кессон), позволяющая производить обследование и ремонт дефектов традиционными методами. При принятии решения об установке камеры производится разработка котлована вокруг места дефекта. Размеры котлована должны позволить произвести заводку и монтаж частей камеры на трубопровод. Срок

работ по ликвидации дефекта составляет 2-3 недели, включая подготовительные и земляные работы, занимающие более половины времени.

Существующие конструкции кессонов имеют значительные недостатки конструкции. Например, стандартный металлический кессон имеет большие габариты, из-за чего требуется расчищать почти 1000 куб. метров грунта, а это затраты времени и топлива. Сам процесс установки очень трудоемкий, надо с помощью плавкрана и лебедок в несколько этапов устанавливать многотонную нижнюю половину камеры. Все это происходит под водой в условиях практически нулевой видимости. Нельзя ни в коем случае допустить повреждения трубопровода во время этих манипуляций. Модель кессона им. Захарова гораздо меньше по габаритам, из-за чего накладываются ограничения по количеству рабочих внутри кессона. Еще данная модель не позволяет работать с верхними и нижними дефектами, что существенно снижает область ее применения.

Для сокращения времени подготовки, ремонта, снижения затрат ресурсов, разрабатывается более легкий кессон. Он способен упростить стадию размыва грунта и упростить процедуру установки кессона на трубе.

К основным отличиям нового кессона от применяемых в настоящее время кессонов шахтного типа можно отнести следующее:

- незначительная масса. Установка и транспортировка не требуют использования тяжелых грузоподъемных механизмов, что дает возможность применения на несудоходных реках. В процессе установки не создается дополнительного воздействия на трубопровод.

- конструктивные особенности. Применение камеры кессона возможно для различных диаметров подводных переходов нефте- и газопроводов.

- габаритные размеры. При установке камеры на трубопровод не возникает парусности и дополнительных изгибающих (выкручивающих) усилий в трубе. Для установки на трубопровод требуется незначительных размеров котлован, что, в свою очередь, позволяет сократить сроки и объем земляных работ.

Данная технология предусматривает ремонт подводного нефтепровода следующими методами: вырезка катушки, композитная муфта, обжимная приварная муфта, галтельная муфта, заварка, шлифовка.

В этом кессоне будет использоваться композитный материал, который будет выдерживать нормы прочности конструкции, позволит производить сварочные работы внутри кессона и иметь частичную воздухопроницаемость, что поможет выводить посторонние газы из рабочей зоны.

Система ремонта с применением кессона дает возможность проведения ремонта трубопровода без его подъема на поверхность воды и производства ремонтных работ (сварки, изоляции) в «сухих» условиях.

Изоляция места выполнения работ от водной среды обеспечивает качество ремонтных работ.

Список источников

1. Мансуров М. Н., Лаптева Т. И. Проблемы надежности и ремонта морских подводных трубопроводов для транспорта нефти и газа при освоении континентального шельфа. // Территория нефтегаз. 2013. №6. С. 72-79.
2. Гайдукевич С. В., Никоненко А. Д., Шалагин В. Н. Технологическое обслуживание речных и морских переходов трубопроводов ОАО «Газпром». Анализ состояния и предложения по развитию // Территория нефтегаз. 2013. №11. С. 84-89.

УДК 539.376

Патерюхин И. С.

Научный руководитель: Крысь Н. А., доцент, PhD;

Алибеков С. Я., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Аннотация. Рассмотрены эмиссионные методы исследования поверхности покрытий, назначение применения методов к анализу покрытий твердосплавных режущих инструментов.

Ключевые слова: оже-электронная спектроскопия покрытия, фотоэлектронная спектроскопия, электроискровое легирование

Среди эмиссионных методов анализа поверхности наибольшее распространение при исследовании покрытий получили методы, основанные на Оже-эффекте и фотоионизации. К ним относятся Оже-электронная спектроскопия (ОЭС) и фотоэлектронная спектроскопия, чаще называемая электронной спектроскопией для химического анализа (ЭСХА). Уникальные аналитические характеристики обусловили применение данных методов к исследованию явлений, связанных с окислением, коррозией (включая межкристаллитную), пассивированием металлических поверхностей, адгезией покрытий и пр.

Метод ОЭС основан на энергетическом анализе вторичных Оже-электронов. В процессе бомбардировки первичный электронный пучок, обладающий высокой энергией, выбивает электрон с одной из внутренних атомных оболочек, например с К, и переводит его на более высокий уровень. Возбужденный атом может вернуться в нормальное состояние при заполнении вакантного места электронами из оболочек с более высокой энергией, например из L. Такой переход сопровождается освобождением энергии, определяемой разницей энергий двух уровней $E_K - E_L$, которой достаточно для испускания либо фотона, что имеет место при характеристическом рентгеновском излучении либо еще одного электрона из L-оболочки. Этот вторичный электрон и называется Оже-электроном. Оже-электроны располагаются только на дискретных уровнях и, таким образом, являются характеристическими: их энергия характерна для излучающего элемента. Следовательно, анализ энергий Оже-электронов позволяет определить состав исследуемых образцов.

Вследствие высокой энергии первичных электронов Оже-электроны могут возникать на значительной глубине. Однако большинство из них теряет часть своей энергии из-за неупругих столкновений раньше, чем они покидают поверхность твердого тела. Как правило, вклад в Оже-спектр вносят только те Оже-электроны, которые находятся вблизи поверхности на расстоянии от 0,3 до 3,0 нм. Поэтому метод ОЭС чрезвычайно эффективен при изучении тонких поверхностных слоев, в том числе электроизоляционных покрытий.

Метод ЭСХА основан на анализе энергии электронов, эмитируемых с внутренних оболочек под действием рентгеновского излучения. С помощью ЭСХА достаточно легко получить информацию о химическом состоянии атома изучаемого элемента, поскольку энергия этих электронов равна разнице между энергией падающего фотона и энергией связи. Хотя рентгеновское излучение обладает высокой проникающей способностью, в диапазоне энергий, который используется в фотоэлектронных спектрометрах, разрешение по глубине, определяемое длиной свободного пробега электрона, примерно такое же, как в ОЭС.

Простейший Оже-спектрометр состоит из рабочей камеры, в которой расположены электронная пушка, образец, энергоанализатор, и системы регистрации. В рабочей камере Оже-спектрометра создается глубокий вакуум ($10^{-6} - 10^{-8}$ Па), поскольку выход Оже-электронов чувствителен к состоянию поверхности, наличию на ней атомов и пленок адсорбированных газов. Современные приборы оснащены приспособлениями, позволяющими проводить очистку исследуемой поверхности непосредственно в рабочей камере, например с помощью высокотемпературного нагрева или ионной бомбардировки.

ОЭС и ЭСХА хорошо дополняют друг друга и поэтому часто объединяются в одном приборе или в комбинации с другими методами изучения поверхности, например, в приборах серии ESCALAB. Такие спектрометры, как правило, снабжены ЭВМ, камерой для обработки образцов и шлюзования, перчаточным боксом с инертной атмосферой, устройством для манипуляции с образцами и т. д., что значительно расширяет возможности исследования.

Метод ОЭС обладает высокой чувствительностью (в среднем на 1–2 порядка выше ЭСХА), быстротой получения спектра, возможностью обнаружения всех химических элементов (кроме водорода и гелия) и определения их количества в поверхностном слое. Используя ОЭС в сочетании с ионным травлением, можно получать профили распределения элементов по глубине.

Относительно неплохое разрешение по поверхности в методе ОЭС, определяемое диаметром первичного пучка электронов (от 5 мкм до 50 нм), привело к развитию сканирующей ОЭС, использующей электронный пучок для изучения пространственного распределения элементов в поверхностном слое. Сканирующая ОЭС дает информацию о топографии поверхности, а применение метода в комбинации с ионным травлением делает исследование комплексным.

Однако для того, чтобы ответить на вопрос, получен ли сигнал от изолированного атома или от атома, входящего в состав соединения, т. е. получить информацию о химических связях, метод ЭСХА является более точным, чем ОЭС. Энергия фотоэлектронов однозначно связана с валентным состоянием атома и в спектрах соединений это проявляется в сдвиге электронных линий. Изменение энергии связи можно легко интерпретировать на основе элементарных представлений, и определение химического состояния молекулярных соединений по химическим сдвигам на ЭСХА-спектрах – в настоящее время сравнительно простая задача. В противоположность этому интерпретация химических сдвигов в спектрах ОЭС требует большого труда.

Список источников

1. Каллистер У., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры); пер. с англ. под ред. Малкина А. Я. СПб.: Научные основы и технологии, 2011. 896 с.
2. Ковенский И. М., Поветкин В. В. Металловедение покрытий: учебник для вузов. М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999. 296 с.
3. Степанова Т. Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2009. 64 с.

Поликарпова А. А., Бастраков В. М.
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

Аннотация. В настоящей статье представлены различные современные способы, существенно повышающие коррозионную стойкость металла и придающие стальным конструкциям невосприимчивость к влажным и агрессивным воздействиям. В статье рассмотрены легирующие элементы, влияющие на стойкость к коррозии, а также электрохимические способы её повышения.

Ключевые слова: коррозионная стойкость, легирующие элементы, сталь обыкновенного качества, гальваническое покрытие, электрохимический способ.

Стали обыкновенного качества нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, особенно в машиностроении. Одним из недостатков таких сталей – их низкая коррозионная стойкость. Основным показателем коррозионной стойкости является скорость распространения коррозии, которая зависит от многих факторов: состава и технических характеристик стального сплава. Существуют различные способы, повышающие коррозионную стойкость металла. Их можно разделить на две группы:

- изменение химического состава стального сплава с введением легирующих добавок. В качестве таковых выступают элементы с положительным электрохимическим потенциалом или обладающие способностью к пассивации:

- хром (Cr) повышает коррозионную стойкость, увеличивает прочностные качества, твердость;

- никель (Ni) повышает устойчивость к коррозии, улучшает пластические свойства металла;

- молибден (Mo) делает сталь особенно устойчивой не только к воздействию воды, но также кислот, щелочей, солевых растворов;

- вольфрам (W) делает металл более твердым и менее хрупким;

- кремний (Si) повышает коррозионную стойкость стали, делает ее магнитонепроницаемой, мало подверженной процессам окисления.

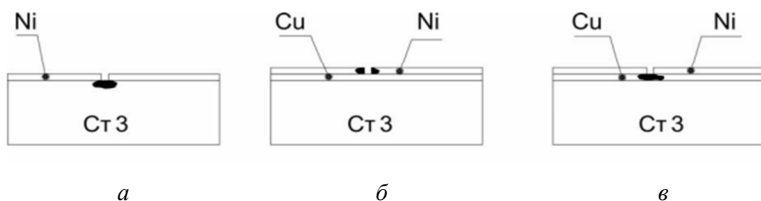
Например, влияние концентрации хрома на коррозионную стойкость стали в морской воде показано в таблице, из которой видно, что увели-

чение концентрации хрома от 1 до 12% может уменьшить скорость коррозии стали на 60-70 %.

% C _{Cr}	1	3	6	9	12
V мм/год	0,190	0,140	0,125	0,125	0,015

Второй способ повышения коррозионной стойкости – нанесение надежных защитных покрытий на готовые металлические изделия. Наибольший эффект дают многослойные металлические материалы с правильно подобранными составами и толщиной слоев.

Электрохимический потенциал чистого никеля в активном состоянии, измеренный в морской воде, составляет – 0,12 В по отношению к углеродистой стали (потенциал в морской воде – 0,40 В) данное покрытие будет выполнять роль катода, а по отношению к меди (потенциал которой в морской воде – 0,08 В) – анода.



Схематическое изображение возможных вариантов коррозионного разрушения в системах сталь Ст 3 – Ni (а), Cu – Ni (б, в) в различных средах: а, б – кислой, без окислителей; в – щелочной, с окислителями

В кислой среде, например в растворе хлороводородной кислоты, покрытие никелем не будет пассивироваться, следовательно, будет анодом по отношению к меди (рисунок). Следовательно, применение данной системы в кислой среде нецелесообразно. Таким образом, при эксплуатации стальных изделий в нейтральной и щелочной среде, содержащей ионы окислителей, целесообразно применение двухслойного медь-никелевого покрытия, когда на сталь наносится слой меди, на поверхность которого будет затем формироваться никелевое покрытие.

Покрывания цинком по отношению к стали Ст3 являются анодными до температур 50...70 °С (в зависимости от среды). При более высоких температурах потенциал цинка смещается в область менее отрицательных значений и теряет способность к электрохимической защите стали.

В одном из экспериментов на поверхности стали Ст3 из щелочного электролита был сформирован слой цинка толщиной 5 мкм, затем на него был нанесен никель толщиной 5 мкм. Полученные таким образом образ-

цы были помещены в раствор хлорида натрия (концентрация 0,5 моль/л) и выдерживались при температуре 25 ± 1 °С. Продукты «красной» коррозии в виде отдельных пятен были обнаружены через 120 ч, причем площадь данных пятен не увеличивалась на протяжении 14 суток.

Следовательно, для более эффективной защиты от коррозии между сталью и никелем необходимо наносить подслои цинка, который при наличии пор в никелевом слое будет исполнять роль анода по отношению и к стали, и к никелю и препятствовать образованию продуктов коррозии. Исследование никелированной стали в данных условиях показало, что продукты красной коррозии становятся заметными через 2-3 ч. Увеличивая толщину промежуточного слоя цинка, можно увеличить время до начала коррозии основы примерно на 35-40%.

Таким образом, коррозионную стойкость сталей обыкновенного качества можно повысить:

1. введением в химический состав сплава легирующих элементов в определенных соотношениях;
2. нанесением покрытий в несколько слоев, подбирая при этом состав слоев, их количество и толщину.

Оптимальное соотношение состава легирующих элементов, подбор состава слоев покрытий и их толщину можно определить теоретическими и экспериментальными исследованиями

Список источников

1. Коррозия и защита от коррозии; под ред. И. В. Семеновой. М.: Физматлит, 2002. 336 с.
2. ГОСТ 5272-68 Коррозия металлов. Термины.

УДК 621.9.01

Семерюк Д. В.

Научный руководитель: Селифонов В. С., канд. техн. наук, доцент
Брянский государственный технический университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТАНКА МОДЕЛИ 16Б16ФЗ

***Аннотация.** В работе приводится краткое описание конструкции разработанного защитного устройства рабочей зоны станка и описание механиз-*

рованного привода, а также возможность использования данного оборудования в составе РТК.

Ключевые слова: *рабочая зона, защитное устройство, РТК*

В современном машиностроительном производстве все чаще применяют автоматизированное оборудование (станки-автоматы и полуавтоматы, станки с ЧПУ, ГПС, ГПМ), где процесс обработки проходит без участия рабочего, а качество обработки практически не зависит от его квалификации [1, 2].

В данной работе рассматривается модернизация защитного устройства рабочей зоны станка с ЧПУ мод. 16Б16Ф3, находящегося в лаборатории кафедры «МСИИ» и «АТС». Базовая модель станка имела защитное устройство рабочей зоны в виде двух кожухов – переднего и заднего, перемещаемых вручную.

Назначение ограждения – защита обслуживающего персонала и окружающей среды от разлетающейся стружки и разбрызгивающейся эмульсии в процессе обработки. Для использования данного станка в составе РТК необходимо обеспечить согласование основных и вспомогательных движений. Этого можно достичь путём автоматизации данных движений. Следовательно, целью модернизации является проектирование автоматизированного привода защитного устройства, обеспечивающего минимум затрат времени при работе и обслуживании станка.

Конструкция защитного устройства предусматривает несущую систему, подвижные передний и задний кожухи. Несущая система должна обладать достаточной жесткостью и виброустойчивостью. Для возможности автоматизации загрузки (разгрузки) станка заготовками (при использовании станка в составе РТК) передний кожух должен перемещаться в автоматизированном режиме от привода вдоль станка, вправо от рабочей зоны. При этом шпиндельная бабка, находящаяся слева, должна быть открыта для установки промышленного робота. Для обеспечения плавности и прямолинейности перемещения передний кожух должен перемещаться по двум направляющим. Нижняя направляющая крепится к горизонтальной плоскости тумбы станка спереди, а верхняя – к несущей системе. Механизм привода предусматривает использование асинхронного электродвигателя с червячным редуктором, на валу которого закреплён барабан. Передний кожух перемещается с помощью стального троса, переброшенного через блоки и наматываемого на барабан. Для возможности уборки стружки задний кожух также должен быть подвижен, но его перемещение возможно вручную.

В результате реализации предлагаемой модернизации можно обеспечить более эффективное использование возможностей станка и создание на его базе РТК.

Список источников

1. Оборудование машиностроительных предприятий: учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе и др. Старый Оскол: Изд-во ООО «Тонкие наукоёмкие технологии», 2013. 167 с.
2. Ефремов В. Д. Металлорежущие станки: учебник для вузов / В. Д. Ефремов и др.; под общ. ред. П. И. Ящерицына. 5-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол: изд-во ООО «Тонкие наукоёмкие технологии», 2013. 695 с.

УДК 621.791

Стародубцева О. Н., Патерюхин И. С., Лежнин Р. А., Разинская О. И.,
Алибеков С. Я.

Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Аннотация. Рассмотрены физико-механические и структурные изменения, происходящие при изготовлении сварных инструментов, состоящие из быстрорежущих и конструкционных сталей. Указаны теплофизические и структурные изменения, происходящие при термической обработке.

Ключевые слова: быстрорежущие и конструкционные стали, теплофизические свойства, структуры, напряжения

Современным инструментальным материалам предъявляют высокие требования: твердость и износостойкость, сохраняемость свойств при нагреве, малая адгезионная способность к обрабатываемым материалам. При работе инструменты испытывают высокие нагрузки в виде давления, вибрации, температурные напряжения и деформации. Поэтому инструменты наряду с высокой твердостью должны обладать и прочностью. Частично эту задачу решают составные инструменты.

В настоящее время наиболее часто применяемыми инструментами являются составные или сварные, которые дешевле, чем цельные. Такие инструменты состоят из различных сталей: режущая часть из одной, стали, а крепежная – из другой.

Конструкционные и инструментальные стали для крепежной части сварного инструмента и корпусов паянного инструмента по химическому составу относятся к группе углеродистых и низколегированных. По содержанию углерода конструкционные стали доэвтектоидные, инструментальные стали – эвтектоидные и заэвтектоидные. Стали в инструменте сварной конструкции используются в отожженном состоянии. Стали для крепежной части инструмента и корпуса имеют структуру феррит плюс перлит. Быстрорежущая сталь по структуре относится к стали ледебуритного класса, по фазовому составу – карбидные. При отжиге эти стали имеют структуру сорбитообразный перлит плюс карбиды и остаточный аустенит.

В зависимости от условий нагрева и охлаждения при изготовлении сварного инструмента быстрорежущая сталь в зоне термического влияния приобретает различные структуры. Образования различных структур в зоне сварки приводят к появлению остаточных напряжений.

Быстрорежущая сталь углеродистая сталь усиливается после отжига вследствие диффузионных процессов в соединении. При эксплуатации инструменты нагреваются до различных температур. В сварных соединениях возникают напряжения, поэтому теплофизические свойства свариваемых материалов являются обязательной характеристикой при изготовлении и эксплуатации инструмента.

К теплофизическим характеристикам таких инструментов относятся теплопроводность и теплоемкость.

При пайке или сварке инструмента применяется преимущественно нагрев электрическим током, поэтому представляют интерес данные об электропроводимости материала. А также для характеристики степени согласованности соединения необходимо учитывать коэффициенты теплового расширения материалов.

Теплофизические свойства быстрорежущих сталей следует рассматривать в отожженном состоянии и после закалки и отпуска. Как известно, теплопроводность отожженной быстрорежущей стали в два раза меньше теплопроводности конструкционной стали, в закаленном состоянии – в три раза меньше.

Для сварки представляют интерес и механические свойства быстрорежущих и конструкционных сталей в отожженном состоянии и изменение их в зависимости от температуры. Предел текучести конструкционной стали 45 при нормальных условиях составляет 30 кг/мм^2 , быстрорежущей стали 50-60 кг/мм^2 . При температуре 900°C соответственно

5,5 кг/мм² и 8 кг/мм². Пластичность быстрорежущей стали при температуре 900°C в 1,5-2,0 раза ниже, чем у конструкционных сталей.

Таким образом, нами установлены зависимости изменения физико-механических свойств и фазовых свойств превращений при сварке быстрорежущих сталей к конструкционным сталям. Установлено, что при термообработке необходимо учитывать структурные превращения, происходящие в этих сталях.

УДК 621.91

Стародубцева О. Н., Патерюхин И. С., Алибеков С. Я., Лежнин Р. А.
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА НА СВОЙСТВА ИНСТРУМЕНТА

Аннотация. *Статья посвящена выбору исходной заготовки для изготовления режущего инструмента с учетом размеров исходной заготовки и физико-механических свойств и способа обработки заготовки для изготовления инструмента.*

Ключевые слова: *заготовки для изготовления инструментов, способы их обработки*

В процессе механической обработки режущая кромка инструмента изнашивается и тупится. Часть материала инструмента подвергается изнашиванию под действием значительных удельных давлений. Для устойчивости этой части материала против изнашивания она должна иметь высокую твердость – выше 60 HRC. При обработке материалов на высоких скоростях резания режущая кромка может нагреваться до температуры 700-900°C и выше. Как известно, высокие температуры резко снижают твердость и изменяют физико-механические свойства материала инструмента, в основном, из-за структурных изменений.

Структура закалённой стали мартенсит подвергается разрушению и превращается в более мягкие структуры феррит и перлит. Вследствие чего инструмент быстро теряет твердость и режущую способность. Выбор марки инструментального материала для изготовления того или иного металлорежущего инструмента зависит от вида инструмента, его размеров, обрабатываемого материала и условий работы. Для изготовления ручных режущих инструментов, работающих при малых скоро-

стях резания, выбирают углеродистые или легированные стали. При обработке материалов высокой прочности применяются инструменты, изготовленные из быстрорежущей стали или металлокерамических сплавов.

Известно, что большое влияние на выбор инструментального материала также оказывает объем инструмента и его размер. Выбор инструментального материала зависит не только от требуемых режущих свойств, но и от возможности проведения термической обработки, с целью повышения механических свойств инструмента.

При выборе инструментального материала особенно следует учитывать режущие способности различных материалов. Эта способность обычно выражается допустимой скоростью резания при определенных параметрах стойкости и величине износа инструмента. Обычно примерное соотношение допустимых скоростей резания для инструментов из углеродистых и легированных сталей составляет 0,3-0,5, для быстрорежущих сталей – 1,0, а для твердых сплавов больше – от 3,0-4,0.

При изготовлении режущих инструментов необходимо правильно выбрать материал, сделать заготовки таких типов и размеров, чтобы припуски на их обработку были вполне достаточны, так как даже незначительное увеличение припуска по диаметру заготовки существенно увеличивает расход металла. На припуск влияет химический состав исходной стали. Поэтому при назначении размеров заготовки необходимо всегда учитывать исходное состояние металла при его поставке. Необходимо учесть допустимые отклонения по основным параметрам: по овальности, по величине обезуглероженного слоя, по кривизне.

Эти параметры определяют себестоимость режущего инструмента, затраты на материал обычно составляют более 50%. Инструментальная сталь применяется для изготовления режущего инструмента, она может поставляться в виде прутков круглого, прямоугольного и квадратного профилей, листов, поковок и отливок, следует также учитывать вид поставляемых прутков стали – горячекатаные или холоднокатаные. Горячекатаные стали имеют значительные отклонения по диаметру, по ширине и толщине. Прутки из холоднокатаной стали характеризуются хорошим состоянием поверхности, а также малыми отклонениями от номинального размера сечения. Припуски на последующую обработку заготовок из прутков холоднокатаной стали значительно меньше.

С точки зрения лучшего использования металла, большие преимущества имеют заготовки в виде отливок, приближающихся к форме готового инструмента.

Многие промышленные предприятия при производстве режущих инструментов из литых заготовок сначала подвергают их механической и термической обработке. Такие заготовки приобретают высокие физико-механические свойства, выход годного инструмента увеличивается. К основным преимуществам производства режущего инструмента из литых заготовок следует отнести:

- значительное сокращение веса литых заготовок по отношению к весу заготовок из проката или поковок;
- уменьшение количества металла, превращаемого в стружку, и сокращение трудоемкости механической обработки;
- повышение режущей способности литого инструмента по сравнению с инструментом, изготовленным из проката, благодаря возможности дополнительного легирования металла.

Таким образом, правильный выбор размера и качества инструментальной стали в состоянии поставок для изготовления заготовок режущего инструмента имеет большое значение, так как обеспечивает значительное сокращение отходов инструментального материала, позволяет использовать имеющееся в наличии оборудование, влияющее на снижение производственного цикла. Повышает физико-химические свойства инструмента, так как механообработка литых заготовок уменьшает дефектность, вызывает явление наклепа приводящего к повышению прочности и твердости изготовленного режущего инструмента. В конечном итоге, это повышение производительности труда, снижение себестоимость режущего инструмента и продление срока его эксплуатации.

УДК 67.05

Стародубцева О. Н., Сластихина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ

Аннотация. *Представлен краткий теоретический анализ способов восстановления режущего, мерительного, штампового инструментов, применяемых на производстве.*

Ключевые слова: *восстановление инструментов, переделка инструментов*

При эксплуатации режущего, мерительного, штампового инструментов возможна их поломка. Восстановление зачастую может быть дешевле, чем покупка нового инструмента.

Под восстановлением инструмента понимается приведение в нормальное эксплуатационное состояние полностью изношенного и списанного с учета инструмента и придания ему первоначального вида.

Существуют две большие группы, объединяющие существующие методы восстановления инструментов: восстановление первоначального размера инструмента; переделка изношенного инструмента на меньший размер. Рассмотрим эти способы подробнее.

Восстановление размера инструмента способом дополнительного нагрева. Этот способ применяют, в первую очередь, для восстановления вышедших из строя вследствие нормального износа калибров, изготовленных из легированной стали ХГ, Х09, ХВГ и др. Нагрев инструмента для восстановления размеров надо производить в масляной ванне для защиты поверхности от окисления. Продолжительность выдержки при нагреве составляет в зависимости от размера инструмента 2-5 час. После охлаждения инструмент доводят до необходимых размеров.

Восстановление размера хромированием. Этот способ используют для калибров и многих типов вытяжных штампов, изготовленных из углеродистой или легированной стали. Изношенный инструмент шлифуют перед хромированием. При шлифовке надо снимать минимальный слой металла. Если в процессе эксплуатации был допущен повышенный износ инструмента, следует шлифовку заменить доводкой. Хромирование простых по форме инструментов позволяет достаточно точно регулировать толщину наносимого слоя хрома, а это упрощает процесс окончательной доводки инструмента после хромирования.

Стоит отметить, что при восстановлении инструмента, изготовленного из легированной стали, целесообразно сначала подвергнуть его дополнительному старению, а затем хромированию. Такая двойная обработка позволяет значительно увеличить размер изношенного инструмента.

Способ восстановления инструмента расковкой применяется для расточных пластин, одноперовых сверл и т.п. При этом инструмент нагревают до 900-950° и «раздают» в штампе одним-двумя ударами молота. В результате такой расковки инструмент несколько уменьшается по толщине, но увеличивается в размерах по диаметру. Послековки инструмент охлаждают в песке, затем его отжигают и проводят черновую заточку. После этих операций инструмент проходит закалку и отпуск, а затем окончательную заточку.

Восстановление размера инструмента способом посадки применяют для уменьшения диаметра внутреннего отверстия кольцевого инструмента (резьбовых калибров, матриц вытяжных штампов и т. п.), изготовленного из малопронакаливающейся стали У8-У12. Инструмент нагревают в свинцовой ванне при 750-770° в течение 0,5-1 мин., замачивают в воде или в водном растворе соды, а затем охлаждают в масле. Важно, чтобы при выдержке в свинцовой ванне нагрелся только наружный поверхностный слой. При этом рабочая часть и сердцевина металла должны оставаться холодными или незначительно нагретыми. Для защиты данных поверхностей от нагревания их покрывают асбестом.

Способ переделки изношенного инструмента на меньший размер способом химического травления применяют при невозможности восстановления первоначального размера инструмента из-за небольшой разницы в размерах инструмента (однотипные метчики, развертки различных диаметров и т. п.). Он заключается в травлении поверхности инструмента в смеси кислот, что позволяет снять достаточно равномерно слой металла толщиной до 1 мм и больше. После этого инструмент промывают в холодной воде, просушивают и нагревают при 150-180° в течение часа. Такой нагрев необходим для предотвращения повышенной хрупкости инструмента, возникающей вследствие диффузии водорода в поверхностный слой металла при травлении. Затем производят шлифовку или доводку инструмента до требуемого размера.

Переделка изношенного инструмента на меньший размер путем механической обработки на станках. Восстанавливаемый инструмент сначала подвергают отжигу, а затем механической обработки. Этот способ можно использовать, если конструктор при разработке различных типов инструмента и выборе размеров заранее предусмотрел условия переделки инструмента после износа. Например, фрезы или дисковые резцы и т. п. можно переделать на меньший размер в том случае, если внутренний диаметр их является одинаковым. Аналогично можно переделать изношенные резьбовые фрезы на дисковые резцы и т. д. Этот способ применим также для переделки измерительного инструмента (например, пробок), некоторых типов пуансонов и т. п. [1].

Можно сделать вывод, что затраты на восстановление почти всегда меньше цены нового инструмента. При этом не только снижаются расходы на закупку или изготовление замены сломанных инструментов, но и достигается экономия дефицитных инструментальных сталей.

Список источников

1. Восстановление и использование изношенного инструмента // Строительно-информационный портал «Строй вместе с нами». URL: <https://fecland.ru/instrumentalnaya-stal/3382-vosstanovlenie-i-ispolzovanie-iznoshennogo-instrumenta.html> (дата обращения 31.03.2022).

УДК 666.76

Тараканов Р. А., Белоусов Д. И.

Научный руководитель: Крашенинникова Н. Г.,

д-т с учен. степ. канд. наук; уч. ст.: канд. физ.-мат. наук

Поволжский государственный технологический университет

КОРУНДОВАЯ КЕРАМИКА: СВОЙСТВА, ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. *Рассматриваются состав, технология получения, свойства и области применения корундовой керамики.*

Ключевые слова: *корундовая керамика, оксид алюминия, исходные материалы, методы формования, спекание*

В настоящее время керамика все шире используется в качестве конструкционного материала благодаря ряду весомых преимуществ по сравнению с другими группами материалов:

1. керамика не окисляется и устойчива в более высокотемпературной области в сравнении с металлами. Модуль упругости керамических материалов на порядок выше, чем у металлов.

2. керамика отличается исключительным многообразием свойств. Среди керамик можно найти материалы как с большими, так и малыми (даже отрицательными) значениями коэффициента термического расширения. Широкий спектр керамических материалов с разнообразными электрофизическими свойствами, среди которых есть и диэлектрики, и полупроводники, и проводники (сравнимые по проводимости с металлами), и сверхпроводники. Среди видов керамики всегда можно найти такие, которые с успехом заменяют металлы и полимеры, тогда как обратное возможно далеко не во всех случаях.

3. важным достоинством керамики является высокая доступность сырья, она успешно заменяет дорогостоящие и дефицитные металлы.

4. технология получения конструкционной керамики обычно менее энергоемка, чем производство альтернативных металлических материалов;

5. керамические материалы по сравнению с металлами обладают более высокими коррозионной стойкостью и устойчивостью к радиационным воздействиям, что обуславливает долговечность керамических конструкций в агрессивных средах.

В электронной промышленности и других областях техники широко применяют корундовую керамику, основным компонентом которой является оксид алюминия (его содержание составляет не менее 95%).

В качестве исходных материалов для производства высокоглиноземистой и корундовой керамики применяют главным образом безводные формы оксида алюминия, выпускаемые промышленностью в виде технического глинозема и белого электроплавленнного корунда.

Заготовки формуют изостатическим прессованием, шликерным литьем в гипсовые формы, горячим литьем под давлением в металлические формы и пленочным литьем.

Температура спекания $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ без введения добавок составляет 1700-1750°C. При введении в корундовую массу оксидов или солей, называемых минерализаторами (ZrO_2 , TiO_2 , Cr_2O_3 , Y_2O_3 , MgO), температура спекания корунда может быть снижена до 1600 °C и ниже.

К преимуществам высокоглиноземистой и корундовой керамики относят высокие диэлектрические свойства, механическую прочность, твердость, износостойкость, огнеупорность, химическую стойкость.

На диэлектрические свойства напрямую влияет содержание Al_2O_3 : чем оно выше, тем выше изоляционные свойства керамики.

Керамика на основе оксида алюминия широко применяется в электроизоляционной, радиоэлектронной и электровакуумной технике для изготовления многих видов изделий. Керамические подложки на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ широко используются в электронной и электротехнической промышленности и по совокупности электрофизических и технико-экономических параметров являются одними из наиболее пригодных для изготовления гибридных интегральных схем СВЧ.

Помимо этого, корундовую керамику используют для производства режущего инструмента, тиглей для плавки цветных металлов, огнеупорных изделий. Разработана прозрачная корундовая керамика, используемая для панелей ИК-ламп, подложек интегральных схем, окон выводов энергии и во многих других случаях. Корундовая керамика с пористостью до 90% служит хорошим теплоизолирующим материалом при температурах до 1700-1750°C. В последние годы корундовая кера-

мика получила применение в качестве деталей костных имплантантов (биокерамика).

Таким образом, благодаря высоким значениям физико-механических, электрофизических свойств, отличной химической устойчивости корундовая керамика все шире применяется в самых различных областях техники, в связи с чем дальнейшие исследования в части совершенствования составов и технологии производства изделий из корундовой керамики весьма актуальны.

Список источников

1. Матренин С. В. Исследование свойств оксидной керамики на основе Al_2O_3 и ZrO_2 : учеб. пособие. Томск: ТПУ, 2009. 24 с.
2. Толкачева А. С., Павлова И. А. Технология керамики для материалов электронной промышленности: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2019. 124 с.
3. Петюкевич М. С., Двилис Э. С., Хасанов О. Л., Дитц А. А., Хасанов А. О., Качаев А. А. Технологии керамики. Томск: изд-во ТПУ, 2014. 224 с.

УДК 681.11.031.12

Токтаров И. В.

Научный руководитель: Антипанова И. С., ст. преподаватель
Казанский государственный энергетический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

Аннотация. Рассмотрена возможность применения технологии водородных топливных элементов на тяговом электрическом транспорте. Сформулированы достоинства и недостатки данной технологии. Сделан вывод о пригодности её использования на сегодняшний день.

Ключевые слова: экология, накопление энергии, водород, топливный элемент, эффективность

Электрический транспорт сегодня набирает всё большую популярность и применение в жизни людей. В 1926 году на рельсы встал первый советские трамвай. В 1935 году запущен участок метрополитена Москвы. В 2008 году компания Tesla Motors начинает выпускать серийные полностью электрические автомобили Tesla Roadster, не уступаю-

щие по ходовым характеристикам автомобилям с двигателем внутреннего сгорания (ДВС). [1].

На всём протяжении истории электрического транспорта его главной проблемой являлся источник питания тягового электродвигателя. Трамваи, троллейбусы и метро имеют собственную электрическую инфраструктуру: не ограничены в использовании электрического тока на протяжении всего рабочего времени, но они жестко привязаны к ней (воздушная контактная сеть, контактный рельс и т. д.). Современные электромобили имеют зачастую Li-ion аккумуляторы с запасом хода 600-1000 км, после чего вынуждены заряжаться от электрической сети от 1 до 8 часов в зависимости от источника питания, в то время как автомобилям с ДВС достаточно всего 10 минут для того, чтобы заправиться и продолжить движение. Очередным преимуществом автомобилей с ДВС является также развитая инфраструктура заправочных станций. Автомобилист может без проблем проехать от одной заправки до другой «на полном баке».

Возможным решением для электрического транспорта являются водородные топливные элементы. Они позволяют уйти от ограничения питания от контактной сети и сильно увеличить запас хода. [2]. Принцип действия водородного топливного элемента заключается в том, что он преобразует химическую энергию водорода в электрическую прямым методом.

Химический процесс, происходящий на катоде описывается уравнением $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$. Ионизация атома водорода с отрывом электрона происходит при высокой температуре. В свою очередь, на аноде протекает реакция синтеза воды в окружающую среду $\frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$. Коэффициент полезного действия таких топливных элементов достигает 60%. [3].

Технология ВТЭ была впервые описана ещё в 1839 Уильямом Грове, который доказал, что процесс электролиза обратим. Самыми удачными примерами применения ВТЭ сегодня являются:

1. автомобиль Toyota Mirai с тяговым электродвигателем 133 кВт и топливным элементом на 114 кВт;
2. электропоезд на неэлектрифицированном маршруте Coradia iLint – запущен в Германии в 2018 году. Заменил собой дизельные локомотивы на своих маршрутах.
3. в 2019 году силами ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и СПб ГУП «Горэлектротранс» создан макетный образец трамвая на ВТЭ на базе серийного трамвая ЛМ-68М2. Целью данного

проекта было улучшение технологий беспроводного электротранспорта. [4].

На сегодняшний день комбинации возможных электрохимических технологий преобразования энергии на автотранспорте имеют ряд неоспоримых преимуществ, включающих хорошие экологические показатели: невысокие расходы топлива, одну из лучших энергоемкостей среди топлива – энергоемкость водорода, быструю заправку, эталонные показатели запаса хода и мощности. Однако сложные требования развитой инфраструктуры перечеркивают все доступные на сегодня достоинства транспорта на ВТЭ. Они жестко привязаны к водородной сети так же, как троллейбусы и трамваи привязаны к контактной электрической сети. Для успешного развития водородного транспорта требуется в первую очередь развитие водородной инфраструктуры. [5]

Преимущества и недостатки ВТЭ

Преимущества	Недостатки
Высокий запас хода обусловлен небольшим расходом водорода	Требуется развитая система водородной энергетики. Сложная инфраструктура добычи, хранения и транспортировки водорода. Дорогие заправочные станции.
Высокий КПД	
Высокая выходная мощность	
Параметры тока стабильны на всем протяжении работы ВТЭ	
Экологичность	
Быстрая «зарядка» транспорта	
Экономичность	

Список источников

1. Электромобиль [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль> (дата обращения 25.03.22).
2. Топливный элемент [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Топливный_элемент (дата обращения 25.03.22).
3. Касаткин М. А., Ландграф И. К. Перспективы водородных энергоустановок на топливных элементах для развития электротранспорта // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2019. №6 (85). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vodorodnyh-energoustanovok-na-toplivnyh-elementah-dlya-razvitiya-elektrotransporta> (дата обращения 25.03.2022).
4. Филимонова А. А., Чичиров А. А., Чичирова Н. Д., Разакова Р. И. Электрохимические технологии для автомобилей на водородном топливе // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. 23(2). С. 104-115.

Федорова П. Е.

Научный руководитель: Крутских Н. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КАВИТАЦИИ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С РАЗДЕЛЯЮЩИМИСЯ ПОТОКАМИ

***Аннотация.** Представлены результаты исследований возможности появления кавитации в гидравлических системах и определены причины кавитационного разрушения фильтра очистки пластовой воды.*

***Ключевые слова:** кавитация, эрозия, прочность, гидравлическая система*

Предметом исследования является кавитация, которая возникает в гидравлических системах. Данная работа была проведена на примере фильтров для очистки пластовой воды, установленных на участках бурения скважин нефтедобычи, которые дали критические течи в период эксплуатации.

На некоторых участках фильтров возникла эрозия, в процессе исследований выяснялись причины ее возникновения. Эрозионные повреждения образовались на внутренней поверхности цилиндрической оболочки фильтра, со стороны входа жидкости, причина возникновения которой явилась кавитация.

Прочностные расчеты цилиндрической обечайки фильтра, выполненные по ГОСТу [2], показали, что прочность конструкции фильтра обеспечена.

Так как процесс конденсации парового и сжатия газового пузырька происходит мгновенно, частицы жидкости перемещаются к его центру с большой скоростью, в результате кинетическая энергия соударяющихся частиц вызывает в момент смыкания пузырьков местные гидравлические удары, сопровождающиеся высокими забросами давления и температуры в центрах пузырьков (по расчетам температуры могут достигать значений 1000-1500 °С, а местное давление может достигать 150-200 МПа). Наглядно это явление можно продемонстрировать на трубке Вентури [2] (рис. 1).

Вода или иная жидкость под давлением подводится к регулировочному крану (вентилю) А и далее протекает через прозрачную трубку Вентури, которая сначала плавно сужает поток, затем еще более плавно расширяет и через кран выводит в атмосферу. При малых значениях

расхода и скорости жидкости, небольшом открытии регулировочного крана, падение давления в узком месте трубки незначительно, поток при этом прозрачен, как следствие, кавитация отсутствует. При значительном открытии крана происходит увеличение скорости жидкости в трубке и падение абсолютного давления, наблюдается возникновение пузырьков газов.

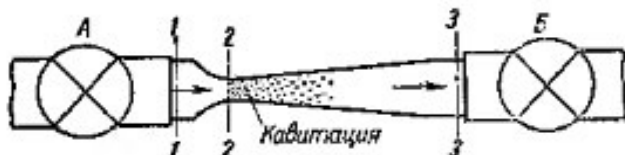


Рис. 1. Объяснение условия возникновения кавитации

В узком месте трубки отчетливо видимая зона кавитации представляет собой область местного кипения жидкости и последующей конденсации паров. Давление в узком сечении 2-2 сохраняется строго постоянное, так как постоянно давление насыщенных паров ($p_{абс2} = p_{нп2}$).

Конструкция фильтра очистки пластовой воды была исследована на предмет возможности образования кавитации, для этого были рассчитаны площади поперечных сечений потока жидкости. В начале потока площадь входа составляет 707 кв. см, который разделяется на два потока (вверх и вниз) площадью 213 кв. см каждый. Расчеты показывают, что площадь потока уменьшается в 1,67 раза.

Рассмотрим уравнение Бернулли для сужающегося потока идеальной жидкости по которому напор складывается из трёх составляющих: геометрического, пьезометрического и скоростного. На рис. 2 видно, что при сужении потока пьезометрический напор значительно уменьшается, следовательно, при сужении потока давление уменьшается, то есть возможно возникновение кавитации.

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2g}.$$

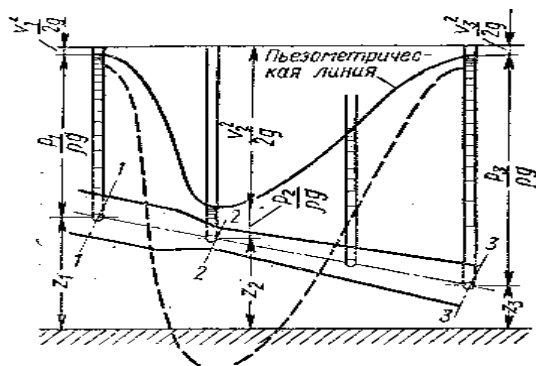


Рис. 2. Изменение пьезометрического и скоростного напора при сужении потока

Для характеристики кавитации применяется безразмерный критерий, который называется числом кавитации, значение которого будет определяться по формуле:

$$\chi = \frac{s_1^2}{s_2^2} - 1,$$

где s_1, s_2 – площади входного трубопровода и сумма раздваивающихся в фильтре потоков. В нашем случае критерий кавитации равен:

$$\chi = \frac{707^2}{426^2} - 1 = 1,78.$$

Выводы

1. Конструкция фильтра имеет значительное сужение раздваивающегося потока, что приводит к возникновению кавитации и образованию эрозионного разрушения металла, и, как следствие, появлению свищей (протечек).
2. Для предотвращения кавитации необходимо не допускать сужения потоков в гидравлической системе или делать расширение потока.

Список источников

1. ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.
2. Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов. М.: «Издательский дом Альянс», 2011. 423 с.

Ханина Ю. А., Кутонова Е. В., Алибеков С. Я., Крашенинникова Н. Г.
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ КРАСОК НА ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. *Технология получения и состав порошковых красок, их свойства и способы нанесения на поверхности. Устройство нанесения красок на внутренние поверхности труб.*

Ключевые слова: *порошковые краски, способы нанесения лакокрасочных покрытий, свойства красок, преимущество порошковых красок*

Покраска металлических поверхностей – это трудоемкий процесс. Большинство известных нам красок с металлом не совсем дружат – не выдерживают больших температур, влагу, образуют трещины и отслаиваются. Этих недостатков лишены порошковые краски. Они представляют собой сухие смеси, состоящие из полимерных смол в сочетании с пигментами, выравнивающими наполнителями, модификаторами потока, отвердителями и другими добавками. Эти ингредиенты смешиваются в определенной пропорции, расплавляются, охлаждаются, а затем измельчаются до однородной массы. Основой может быть термопластичный или термореактивный полимер (полиэтилен, поливинилхлорид, полиарилаты, смолы) Данные краски обладают уникальным набором преимуществ. При нанесении на поверхности практически отсутствуют дефекты, свойственные жидкой краске. Порошковые краски могут создавать гораздо более толстые покрытия по сравнению с обычными, без подтеков, просадки и провисания.

В них отсутствуют растворители, испаряющиеся при нанесении, высыхании, они не содержат вредные для окружающей среды вещества. Время затвердевания порошковых красок значительно короче по сравнению с обычными аналогами. За один проход можно нанести до 60-80 микрон – что эквивалентно 3 слоям жидкой краски. Они обеспечивают высокие эксплуатационные свойства из-за устойчивости к сколу, царапинам, износу и другим воздействиям. У них низкий расход на покраску единицы поверхности. Но у этих красок имеются и недостатки: они дороги и сложнее получить идеально гладкие поверхности.

Для нанесения порошковых красок используют несколько методов. Наиболее распространённым из них является электростатический. Дру-

гие способы: трибозаряд, псевдоожженный слой и газопламенное распыление (используют реже). При газопламенном напылении трудно соблюдать необходимые температурные режимы.

При покраске внутренних слоев изделий, внутренних поверхностей труб возникают большие трудности из-за неравномерности нанесения красок и образования наслоений.

Нами для покраски труб внутренних поверхностей предложена установка, защищенная патентом.

Данная установка состоит из подводящей трубы, соединенной с распределительной головкой посредством радиального подшипника, установленного на подводящей трубке. На подводящей трубке с одной стороны смонтировано магнитожидкостное уплотнение, а с другой – посредством резьбового соединения установлена соединительная муфта, служащая для наращивания подводящей трубки по длине путем присоединения дополнительных подводящих трубных сегментов.

Таким образом, разработанная установка позволяет повысить качество наносимого покрытия на внутренних и труднодоступных поверхностях. Данная разработка повышает надежность работы при нанесении защитных покрытий на внутреннюю поверхность труб, позволяет повысить производительность труда и на 20-30% сэкономить лакокрасочные материалы.

УДК 539.376

Ханина Ю. А., Бастраков В. М.

Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В КЕРАМИКЕ

Аннотация. Настоящая статья посвящена изучению керамики на основе корунда, которая активно применяется в промышленности. В статье также представлены механизмы влияния добавок при введении их в состав керамических масс. Рассмотрены и вредоносные примеси, ухудшающие механические свойства и влияющие на температуру спекания керамики. Представлены 2 механизма действия вводимых добавок.

Ключевые слова: корунд, керамика, минерализаторы, спекание, рекристаллизация, добавки

Корундовая керамика широко применяется и актуальна в различных областях: металлургия, космос, промышленность, строительные материалы, атомная энергетика и др. Известность керамики на основе корунда обусловлена такими многофункциональными свойствами, как износостойкость, механическая прочность, твердость, устойчивость к ударным нагрузкам, и т. д. Кроме того, керамика с использованием корунда отличается химической и высокой электрической стойкостью.

Известны следующие механизмы действия добавок, способствующих спеканию корундовой керамики:

1. добавки эвтектических составов, вызывающие появление небольшого количества расплава, активно участвующего в спекании;
2. добавки, не образующие жидкую фазу. Такие минерализаторы активизируют процесс спекания за счет образования твердых растворов, а также замедляют рекристаллизацию.

Добавление TiO_2 снижает температуру спекания корунда, вызывает насыщенный рост кристаллов корундовой керамики. Механизм действия добавок TiO_2 заключается в том, что он образует твердые растворы со спеченной основой, при этом создаются точечные дефекты, ускоряющие диффузию твердого тела; увеличивается степень спекания материала, а также плотность керамики.

Для сравнения показателей прочности при изгибе были выбраны керамические композиции 3 составов с различным процентным содержанием оксида титана и без него. Основа керамики – глинозем 97%, состав №1 содержит 2,5% TiO_2 , состав №2 содержит 1,5% TiO_2 , состав №3 без добавок оксидов титана. Обжиг при температуре 1300°C. Анализируя результаты графика (рисунок), очевидно, что наибольшим значением прочности при изгибе обладает состав №1, превосходя другие составы в несколько раз.



График зависимости прочности от состава керамических масс

К добавкам, замедляющим процесс рекристаллизации кристаллов корунда, относится MgO . Существенного снижения температуры спекания материала при введении MgO не прослеживается. Добавление ZrO_2 увеличивает прочность корундовой керамики. Благодаря оксиду циркония можно получить керамику с высокой трещиностойкостью и повышенной жаропрочностью. Периклаз, оксид марганца (IV), доломит и мел вводят в состав керамических масс с целью снижения температуры спекания керамики.

«Вредными» компонентами керамики являются: карбонатные примеси, кальцит, снижающие огнеупорность керамики и сокращающие интервал спекания изделий. Кварцевый песок снижает пластичность. Гидроксиды железа снижают огнеупорность керамики, при обжиге образуют шлаки. Иные примеси соединений железа снижают огнеупорность глин.

Армирование корундовой керамики некоторыми примесями не только способствует повышению прочностных свойств, но и открывает новые области применения керамики, повышая интерес к ней.

Список источников

1. Батыгин В. Н., Метелкин М. И., Решетников А. М. Вакуумно-плотная керамика и ее спаи с металлами; под ред. Н. Д. Девяткина. М.: Энергия, 1973. 410 с.
2. Макаров Н. А. Использование добавок, образующих жидкую фазу при обжиге, в технологии корундовой керамики // Стекло и керамика. 2003. №10. С. 31-34.
3. Плетнев П. М., Симонова Г. В., Степанова С. А. Связь микроструктуры функциональной керамики с её физико-техническими свойствами // Гео-Сибирь. 2009. Т.5. №2. С. 80-84.

УДК 62.592

Абдуллин Т. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

РАСЧЕТ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ ТРУБОПРОВОДА

Аннотация. В работе проведены расчеты собственных частот колебаний для балочных форм для трубопровода, свободно лежащего на опорах.

Ключевые слова: виброакустическая диагностика, трубопроводы

Существует множество способов технической диагностики оборудования и трубопроводов. Наиболее точным и удобным можно назвать вибрационную диагностику – метод диагностики, основанный на снятии вибрационного сигнала и анализе параметров. [1].

Собственные частоты поперечных колебаний (балочных форм) определяются конкретно для каждого трубопровода при испытаниях или с использованием формулы, Гц:

$$F_n = \frac{m}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EJg}{q}},$$

где m – коэффициент для многопролетного свободнолежащего на опорах трубопровода с одним компенсатором на конце, равный 1,62; 3,49; 6,38 и 9,70 соответственно для 1-4-й форм колебаний (рис. 1);

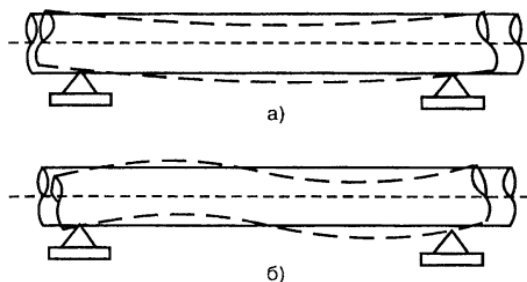


Рис. 1. Балочные формы колебаний трубопровода:
а – первая форма; б – вторая форма

l – длина пролёта между промежуточными опорами, см;

E – модуль упругости, кг/см²;

J – момент инерции, см, $\pi(D^4 - d^4)/64$;

D – наружный, d – внутренний диаметры трубопровода;

g – гравитационная постоянная, см/с²;

$$q = q_{\text{ст}} + q_{\text{в}},$$

$q_{\text{ст}}$ – собственная масса оболочки трубопровода [2], приходящая на сантиметр погонной длины, кг/см;

$$q_{\text{ст}} = \pi(D^2 - d^2)\gamma / 4;$$

$q_{\text{в}}$ – собственная масса воды, заключённой в трубопроводе, приходящая на сантиметр погонной длины, кг/см;

$$q_{\text{в}} = \frac{\pi d^2 \gamma_{\text{в}}}{4};$$

$$\gamma_{\text{в}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{см}^3;$$

$$\gamma_{\text{ст}} = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{см}^3.$$

Измерение собственных частот балочных форм колебаний производится при возбуждении колебаний трубопровода в поперечном направлении с помощью нагрузочно-разгрузочного устройства (рис. 2).

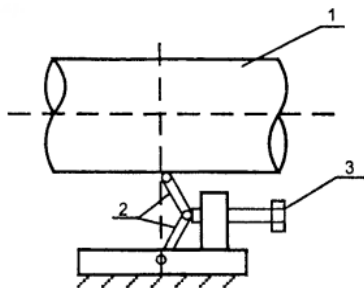


Рис. 2. Схема устройства для возбуждения собственных колебаний;

1 – оболочка; 2 – толкатель; 3 – болт

Исследуется стальной трубопровод из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т. [3].

Исходные данные:

Модуль упругости $E = 198$ ГПа (при 20°C);

Длина трубопровода $l = 100$ см;

Наружный диаметр $D = 37,7$ см;

Внутренний диаметр $d = 36,1$ см.

$$E = 110 \text{ ГПа} = 1121687,834 \text{ кГц} / \text{см}^2;$$

$$J = \pi(D^4 - d^4) / 64 = \frac{\pi(37,7^4 - 36,1^4)}{64} = 15791,39 \text{ см};$$

$$F_n = \frac{m}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EJg}{q}} = \frac{1}{2\pi \cdot 1^2} \sqrt{\frac{1121687,834 \cdot 15791,39 \cdot 981}{0,727638}} = 777778,1585 \text{ Гц} = 777678 \text{ кГц}.$$

Диаграмма, показывающая зависимость частоты собственных поперечных колебаний трубопровода от величины его наружного диаметра:

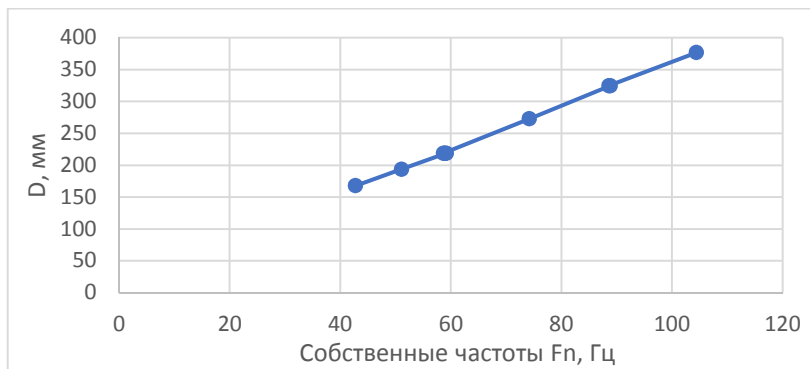


Рис. 3. Диаграмма зависимости частоты от диаметра

Список источников

1. Разработка методики определения размера коррозионного поражения оболочек акустическим методом / Ш. Г. Зиганшин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, С. П. Кузнецов // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 1(57). С. 36-38.
2. Оценка технического состояния подшипников качения виброакустическим методом / М. В. Акутин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, Ю. Я. Петрушенко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2009. № 2. С. 55-57.
3. Загретдинов А. Р., Кондратьев А. Е., Ваньков Ю. В. Разработка прибора и методики ударно-акустического контроля многослойных композиционных конструкций // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013. № 9-10. С. 97-104.

Акбиров Р. И., Курочкин И. С.

Научный руководитель: Измайлова Е. В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ НАГРЕВ НЕФТИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПОДГОТОВКИ

Аннотация. В данной статье проведен сравнительный анализ прямого и косвенного нагрева нефти с помощью промышленной печи.

Ключевые слова: энергосбережение, нефть, теплоноситель, газ, котел, теплоноситель, печь, косвенный нагрев, теплообменный аппарат

В данной статье проведен сравнительный анализ прямого и косвенного нагрева нефти с помощью промышленной печи.

Нефтегазовое производство является составной частью топливно-энергетического комплекса России и на сегодняшний день определяет развитие многих отраслей промышленности. Использование всех составляющих ресурсов нефтегазовой промышленности – это одна из важных стратегических задач промышленной безопасности России [1].

На большинстве нефтеподготовительных объектов юго-востока Татарстана нагрев нефти производится с помощью печи ПТБ-10 (печь трубчатая блочная). Эти печи (рис. 1) широко используются в России и странах СНГ.

Печь обладает повышенной мощностью, что позволяет ее использовать со значительным экономическим эффектом на больших месторождениях. Нагрев продукта в ПТБ-10 осуществляется прямым путем [2]. Нефть протекает по змеевикам, которые расположены в топочной камере печи. В топочной камере происходит нагрев нефти за счет тепла, выделяемого при сжигании топлива.

Основным недостатком данной печи является ее небезопасная работа, т. е. нагреваемый продукт при своем движении по секциям змеевика нагревается за счет тепла, отдаваемого продуктами сгорания топливного газа.

Также недостатками в использовании печи ПТБ-10 являются низкая эффективность нагрева, большой расход топлива.

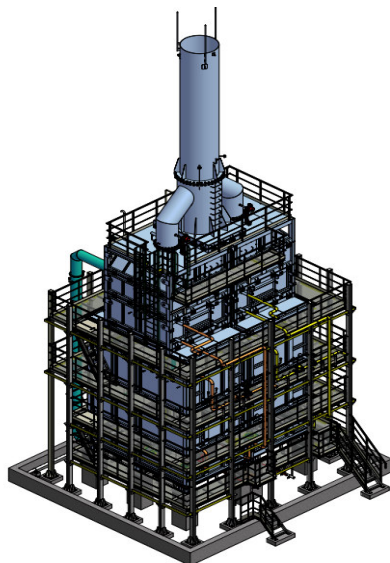


Рис. 1. Печь ПТБ-10 «СКБ Нефтехим»

Косвенный нагрев нефти – это процесс нагрева нефти с помощью промежуточного теплоносителя [2], осуществляемый в теплообменном аппарате БТ-101 (рис. 2).

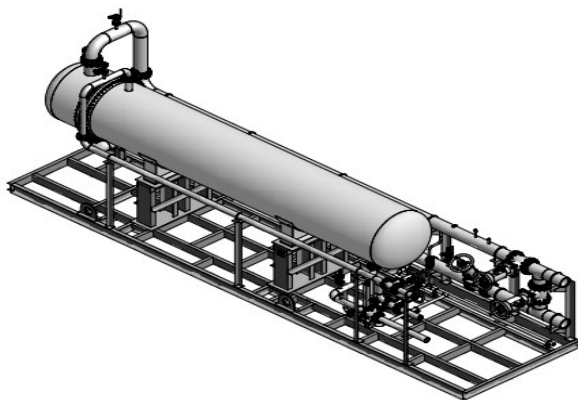


Рис. 2. Теплообменный аппарат БТ-101

В промышленной печи косвенного нагрева нефти, производителем которой является ООО «СКБ-Нефтехим», в качестве промежуточного теплоносителя используется масло БС-1.

Масло БС-1 нагревается в топке печи за счет сжигания топлива, а остывает в теплообменных аппаратах, тем самым нагревая нефть.

Теплообменные аппараты, в которых протекает процесс нагрева нефти, могут быть как пластинчатого, так и кожухотрубчатого исполнения.

Транспортировка теплоносителя и нефти по технологической сети трубопроводов осуществляется благодаря центробежным насосам.

После того как масло нагрело нефть и потеряло часть своего теплового потенциала, оно возвращается обратно в топку и процесс повторяется [3].

Преимуществами варианта косвенного нагрева нефти в печи являются:

- неограниченность в нагреве теплоносителя до температуры кипения воды;
- отсутствие необходимости в блоке химической подготовки воды;
- низкий расход газа;
- безопасность;
- возможность работы на попутном нефтяном газе (ПНГ).

Недостатками варианта косвенного нагрева нефти являются большие капитальные затраты.

Подводя итог, можно сделать вывод, что при использовании косвенного нагрева нефти расход топлива на нагрев 1 тонны нефти меньше на 17,4%, чем при использовании печи прямого нагрева.

Список источников

1. Данилова О. Л., Костюченко П. А. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов; под общей редакцией д.т.н. Данилова О. Л., Костюченко П. А. М.: Технопромстрой, 2016. С. 58-65.
2. Денисенко В. А. Характеристики подогревателей нефтяной эмульсии при прямом и косвенном нагреве продуктами сгорания топлива // Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах: материалы Международной научно-технической конференции. Воронеж: Воронежская гос. технологическая акад., 2016. С. 241-245.
3. Глаголева О. Ф. Капустин В. М. Повышение эффективности процессов подготовки и переработки нефти (обзор) // Нефтехимия. 2020. Т. 60. № 6. С. 745-754.

Акбуляков А. Т.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АККУМУЛЯТОРЫ ТЕПЛА НА МАТЕРИАЛАХ С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ

***Аннотация.** Данная работа предназначена для ознакомления с основными проблемами, связанными с аккумулярованием тепла при проектировании автономных систем теплоснабжения. Также в статье приведены доводы в пользу использования аккумуляторов на материалах с фазовым переходом.*

***Ключевые слова:** аккумуляторы тепла, материалы с фазовым переходом*

Аккумуляирование тепла – химические или физические процессы, благодаря которым происходит накопление и хранение тепловой энергии в тепловом аккумуляторе. Аккумуляторами тепла называют устройства, обеспечивающие обратимые процессы накопления, хранения и передачи тепла.

В результате анализа работ выяснилось, что в настоящее время проблемами аккумуляирования тепла решается по трем направлениям:

- разработка аккумуляторов тепла, использующих для накопления и хранения энергии теплоемкость рабочего тела;
- разработка аккумуляторов тепла, накапливающих энергию благодаря обратимым химическим реакциям или явлениям адсорбции-десорбции;
- разработка аккумуляторов тепла, использующих как теплоемкость рабочего тела, так и теплоту фазового перехода [1].

В первых рабочим телом является вещество, которое охлаждается и нагревается без фазовых переходов. К преимуществам данных аккумуляторов относятся простота конструкции, долговечность рабочего тела и его дешевизна. К недостаткам же относятся малая плотность накопления энергии и изменчивая температура разряда, из-за чего они и не используются для долгосрочного хранения тепла в солнечных системах теплоснабжения [2].

У вторых главным преимуществом является то, что тепло в них может храниться без потерь почти неограниченное количество времени. В данных аккумуляторах тепло хранится в двух (или более) химических

компонентах, которые могут в нужный момент времени вступить в экзотермическую реакцию и тем самым начать выделять тепло.

Наиболее весомым преимуществом третьего типа аккумуляторов является постоянная температура разрядки, а также меньший объем по сравнению с теплоемкостными. На наш взгляд, именно аккумуляторы на материалах с фазовым переходом целесообразно использовать в системах теплоснабжения, использующих гелиоустановки и действующих круглый год.

Однако следует также отметить то, что создание таких аккумуляторов тепла сопряженно с определёнными трудностями, например:

- уменьшение срока службы аккумулятора, что является следствием изменения первоначальной структуры рабочего тела в процессе зарядки-разрядки;
- коррозионная активность рабочего тела;
- некоторые материалы с фазовым переходом, которые имеют высокую теплоемкость, не производятся [3].

Из вышеизложенного следует, что создание аккумулятора тепла на материалах с фазовым переходом, освоенных в промышленности, является перспективным и целесообразным.

Так, в работе [4] был разработан и исследован аккумулятор тепла, имеющий в своей конструкции четыре слоя теплоаккумулирующих материалов, одним из которых являлся теплоемкостной материал (трансформаторное масло), и тремя другими – материалы с фазовым переходом (эвтектические смеси нитратов щелочных металлов с органическими добавками). Этот аккумулятор используется в пассивной системе отопления. Односторонняя передача тепла осуществляется благодаря конструкционным и технологическим особенностям данного аккумулятора. О высокой, по сравнению с однослойными аккумуляторами, эффективности говорят данные экспериментов, проведенных в рамках работы Степана Олександровича. Отсюда следует, что при сезонном аккумулировании тепла перспективным направлением является использование многокомпонентных материалов с фазовым переходом.

Однако следует отметить, что использование вышеописанного аккумулятора в автономной системе теплоснабжения, использующей гелиоустановки, без переработки его конструктивных элементов, которые не приспособлены для использования в этой системе параметров, а следовательно, и без дополнительного технико-экономического обоснования его структуры невозможно. По нашему мнению, разработка многослойных аккумуляторов тепла, базирующихся на дешевых материалах с фазовым переходом, является наиболее перспективным путем решения

проблемы накопления и хранения тепловой энергии в течении сезона в автономных системах теплоснабжения на гелиоустановках.

Работа выполнена в рамках гос. задания № 075-03-2021-175/3.

Список источников

1. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. К., Наукова думка, 1999. 314 с.
2. Калинина М. В. Проблемы эксплуатации солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения индивидуального жилого дома в Республике Татарстан // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 181-182.
3. Гатауллина И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 160-162.
4. Кудря С. О. Системи акумулювання і перетворення енергії відновлюваних джерел: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук. К., 1996. 36 с.

УДК 620.92

Анпилогов Л. Д.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассмотрены особенности развития солнечной энергетики, рассмотрены преимущества и недостатки.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечный коллектор, теплоноситель, тепловая энергия, гелиоустановка

Фотогальванический эффект, открытый в 1839 году физиком Александре-Эдмондом Бекверелом, является главным явлением солнечной энергетики. Преобразования солнечной энергии впервые были созданы в лаборатории алхимика Абрама Иоффе. Этот алхимик предложил ставить фотогальванические элементы на крышах домов, тогда эту идею не

использовали, так как не было недостатка в других видах топлива, сейчас многие высокоразвитые страны ставят такие элементы на крышах своих домов, благодаря чему появляются энергосберегающие здания.

В современном мире необходимо искать альтернативные источники энергии, к таким относится солнечная энергетика, чему способствует значительное увеличение потребления энергии и развитие энергоёмких технологий [1, с. 86].

Все солнечные электростанции делятся на несколько основных типов:

1. башенного типа;
2. тарельчатого типа;
3. комбинированные;
4. использующие фотоэлектрические модули и т. д.

На Солнце происходят термоядерные реакции, результатом является колоссальное выделение энергии, часть которой попадает на Землю в виде солнечной радиации, энергию которой можно использовать [2, с. 137].

В настоящее время для получения и применения солнечной энергии используют несколько способов:

1. фотоэлектрический способ – применение фотоэлементов для получения электроэнергии;
2. термовоздушный способ – энергия Солнца преобразуется в воздушный поток, который направляется в турбогенератор;
3. гелиотермальный способ – нагревание лучами поверхности коллектора для накопления тепловой энергию;
4. так называемый «солнечный парус» – устройство, работающее в открытом космосе, преобразовывает солнечные лучи в кинетическую энергию;
5. азростатный метод – солнечное излучение нагревает баллон, где за счет тепла генерируется пар, который и служит для выработки резервной электроэнергии.

Есть и другие способы преобразования энергии Солнца – преобразование в тепловую энергию, которое происходит благодаря использованию коллекторов различных конструкций и типов. Различают вакуумные коллекторы и плоские конденсаторы. Вакуумные коллекторы трубчатого вида под воздействием солнечных лучей нагревается специальная жидкость, после чего передает свою энергию теплоносителю. Этот процесс цикличен.

Конденсаторы – это каркас, покрытый стеклом, с патрубками для выхода и входа теплоносителя [3, с. 146]. Ещё одним способом является

применение элементов с фотоэлектрическим составом, которые могут быть приемниками солнечной энергии. Панели можно различить по их выдаваемой мощности, размерам, и структуре. У аэростатных станций на основе солнечной энергии есть перспективы развития в будущем.

Солнечная энергетика получает широкое распространение как в Российской Федерации, так и во всём мире. Причинами распространения стало:

1. развитие новых технологий,
2. желание людей иметь неограниченный источник энергии,
3. чистота производства этой энергии,
4. возобновляемый источник энергии.

Солнечная энергетика обладает такими достоинствами, как:

- экологичность;
- неисчерпаемость энергии;
- низкая себестоимость;
- доступность;
- хорошие перспективы развития.

К недостаткам солнечной энергетики можно отнести:

- прямую зависимость вырабатываемой энергии от погодных условий, времени года и суток;
- низкий КПД;
- достаточно высокую стоимость оборудования [5, с. 181].

В целом развитие этого вида энергетики обусловлено отрицательными и положительными свойствами гелиоустановок, быстрым развитием технического прогресса, истощением запасов традиционных источников энергии и экологической политики государства в энергетике.

Список источников

1. Гилязова Г. Р. Перспектива развития солнечной энергетики в России и мире // Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 28-29 апреля 2020 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. С. 85-87.

2. Макуева Д. А. Плоские и вакуумные солнечные коллекторы в системе теплоснабжения // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 28-30 апреля 2021 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Общество с ограниченной ответственностью Полиграфическая компания «Астор и Я», 2021. С. 137-139.

3. Камаева Г. Р. Применение солнечных коллекторов для теплоснабжения и горячего водоснабжения жилого помещения // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 21-22 апреля 2017 г.): в 3 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. Ч 2. С. 146-147.

4. Гатауллина И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 160-162.

5. Калинина М. В. Проблемы эксплуатации солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения индивидуального жилого дома в Республике Татарстан // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 181-182.

УДК 629.01

Ахмадьянов К. И.

Научный руководитель: Костромин Д. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАГГИ

***Аннотация.** В данной статье систематизирована и упорядочена основная информация о проектировании специальных кроссовых автомобилей – багги.*

***Ключевые слова:** багги, проектирование, методы, автомобиль*

Первый багги появился в 50-х годах XX века в США, в 60-е они начинают появляться в Европе и 70-80-е обретают популярность в СССР. В наше время существует множество соревнований для пилотов багги. Например, ралли «Дакар» или «Baja Russia». Список более локальных соревнований, проводимых в России, можно найти на сайте Российской Автомобильной Федерации.

Необходимо сразу выбрать, с какой целью создаётся багги: для соревнований или активного отдыха. В первом случае необходимо чётко следовать регламенту. Во втором же случае можно экспериментировать как угодно и пользоваться регламентом различных соревнований просто как рекомендациями, например, при создании рамы.

Во-первых, необходимо определиться с компоновкой багги, а точнее выбрать расположение двигателя, так как он во многом определяет центр тяжести. Главное сконцентрировать около 60% веса на ведущем мосту, так как это повысит сцепление, а соответственно, и проходимость. Также при выборе места расположения двигателя не усложнить процесс балансировки и установки коробки передач, если таковая имеется. [2].

Коробка передач для Багги – не обязательный элемент, но её установка повышает максимальную скорость и максимальный угол подъёма в гору. Можно использовать разные варианты коробки передач, как например, взять её от того же автомобиля, что и двигатель и удлинить ручку переключения или использовать КПП с мотоцикла, однако это потребует модификаций и не стоит забывать, что помимо эффективности нужно стремиться и к удобству.

Далее идёт конструирование мостов и присоединение одного из них к рулевому управлению. Главное при их проектировании – это не делать их слишком узкими и с низким клиренсом, иначе это уменьшит стабильность и проходимость транспорта соответственно. Рулевое управление можно скопировать из советских журналов, внося незначительные правки, так как конструкции, представленные в них, как правило, очень простые и практичные. [1].

Тормозные системы заимствуются из других автомобилей и допускают модификации и комбинирование.

Проектирование рамы является основой безопасности водителя, и она должна пройти испытания на прочность. Рама не должна быть слишком низкой, иначе это может привести к травмам головы при столкновениях. Должна создаваться буферная зона между передним/задним концом машины и пассажиром, а также защищённость комплектующих. В случае, если двигатель выходит за пределы переднего или заднего моста, раму в этом месте нужно дополнительно усилить, дабы избежать повреждений.

При проектировании нужно свести количество мест соединения к минимуму и использовать сгибание труб там, где это возможно, так как это повысит прочность конструкции. Изготовление рамы доверить профессиональному сварщику, и не стоит слишком экономить на материале для рамы, так как эти факторы вкуче и по отдельности могут привести к печальным последствиям.

Позже кузов стоит обшить каким-либо достаточно лёгким, но прочным материалом, который повышает защиту комплектующих от грязи.

Например, в случае маломощного багги можно использовать дюралюминий.

В багги обязательно должны использоваться четырёх-пятиточечные ремни безопасности, так как иначе водитель может просто выскользнуть при столкновении. Также необходима система пожаротушения и возможность её включения как изнутри, так и снаружи автомобиля.

Основная структура методики проектирования багги в настоящее время уже сложилась и готова быть стандартизированной, при этом проектирование отдельных узлов и агрегатов, влияющих на такие свойства, как скорость и манёвренность, являются предметом инженерного творчества.

Список источников

1. Егоров В. Багги своими руками //Юный техник. 1986. №6. С. 5.
2. Назаров М. М. Специальные кроссовые автомобили – багги: уч. пособие. М.: ДОСААФ СССР, 1986. 138 с.

УДК 62.519

Ахметгалиев И. Ф.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД МОДЕРНИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ СИСТЕМОЙ УДАЛЕННОЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

***Аннотация.** Изложены основные принципы работы систем удаленной диспетчеризации индивидуальных тепловых пунктов и преимущества их использования как современного метода модернизации тепловых узлов.*

***Ключевые слова:** ИТП, удаленная диспетчеризация, автоматизированное регулирование, погодозависимое регулирование*

На сегодняшний день одними из крупнейших потребителей топливно-энергетических ресурсов в России являются системы теплоснабжения жилых и общественных зданий. С ростом тарифов на отопление все более остро встает вопрос повышения экономичности работы этих систем. Для решения этого вопроса применяется целый ряд мероприятий,

связанных с модернизацией или заменой имеющихся тепловых узлов с использованием современных технологий и погодной автоматики.

Трудно представить себе какую-либо современную инженерную систему без возможности электронного управления, что в свою очередь открывает новые возможности, например, ввод систем удаленной диспетчеризации [1].

Система удаленной диспетчеризации представляет собой совокупность аппаратов контроля и регулирования параметров теплоносителя, которая позволяет делать своевременные вмешательства в отопительную систему, чтобы предотвратить отклонения от температурного графика и обеспечить экономичную работу существующего теплового пункта.

Современные системы терморегулирования позволяют оптимизировать работу системы отопления путем снижения затрат на тепловую энергию и путем создания наиболее комфортных условий в помещениях. За правильную и надежную работу подобных систем отвечает контроллер – панель управления. Он обрабатывает полученные данные от всех подключенных температурных датчиков и на их основе подает сигнал на регулирующий клапан, за счет чего и осуществляется регулирование расходов подаваемого в систему теплоносителя [2]. В условиях климата наших широт перепады температур в этот период могут составлять до 15°C.

Датчики температуры стоят как внутри помещений, так и снаружи здания. Такой принцип управления системой отопления принято называть погодозависимым [3].

Практически все современные индивидуальные тепловые пункты оснащаются системой погодного регулирования, которая работает с поправкой не только на изменение температуры окружающей среды, но и на температуру, изменяющуюся в помещении. Температура устанавливается в автоматическом режиме по заданному температурному графику дифференцированно в зависимости от получаемых данных температурного датчика. Установка и грамотная эксплуатация данной системы в комплексе с приборами учета тепловой энергии обеспечит экономичную работу отопительных приборов.

До внедрения подобных систем автоматики регулирование и контроль отдельно взятых тепловых узлов занимал значительное время. Сейчас же даже локализация аварийного участка не требует большого количества времени, за счет систем неразрушающего контроля. Сигналы об авариях также подаются на общий блок управления, откуда ин-

формация передается диспетчеру в режиме реального времени, что позволяет незамедлительно принимать меры по их устранению.

При правильном применении и использовании современных средств автоматизации системы диспетчеризации откроют новые возможности по точному контролю параметров теплоносителя, позволят вести электронные журналы внештатных ситуаций и внесенных изменений в работу оборудования, что в свою очередь позволит прогнозировать предаварийные ситуации и своевременно проводить ремонт или замену оборудования теплового пункта, а также вести анализ причин возникновения неисправностей [4]. Количество передаваемой информации системой удаленной диспетчеризации ничем не ограничено, кроме накопительных возможностей носителей информации самого оператора, что может позволить вести статистику о работе теплового пункта в долгосрочной перспективе [5].

Таким образом, внедрение современной системы удаленной диспетчеризации позволит не только повысить удобство обслуживания и контроля работы теплового пункта, в том числе через смартфоны, практически не требуя наличия диспетчера на рабочем месте, но и обеспечить комфортные условия внутри помещений, а также повысить экономичность работы системы отопления здания в целом [6].

Список источников

1. Алимкулова С. Р. Автоматизация индивидуальных тепловых пунктов // Тинчуринские чтения: материалы XIV Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 23-26 апреля 2019 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. С. 75-78.
2. Сабирова Л. Р. Особенности применения индивидуальных тепловых пунктов в городе // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 203-205.
3. Ахметзянова Л. Г. Комплексная модернизация тепловых пунктов в системах централизованного теплоснабжения // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 21-22 апреля 2017 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. Ч. 2. С. 106-108.
4. Сабирова Л. Р. Построение автоматизированного индивидуального теплового пункта на основе искусственного интеллекта // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола,

19-20 апреля 2019 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. Ч. 2. С. 164-166.

5. Алимкулова С. Р. Эффективность применения автоматизированного индивидуального теплового пункта // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 150-151.

6. Кондратьев А. Е. Алимкулова С. Р. Анализ эффективности внедрения индивидуальных тепловых пунктов в систему теплоснабжения // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции: электронный сборник, Кемерово, 19-21 декабря 2018 года; под редакцией В. Г. Каширских, И. А. Лобур. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2018. С. 142.1-142.2.

УДК 621.311.1

Баротов С. М., Кречетова И. В.

Поволжский государственный технологический университет

СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Аннотация. *Электроэнергия в быту является основной частью обеспечения комфортабельной жизни людей. Уровень ее развития отражает уровень развития производительных сил общества и возможности научно-технического прогресса. В этой статье рассматривается стоимость электроэнергии в различных странах.*

Ключевые слова: *электроэнергия, стоимость, сравнение цен*

Россия занимает 2 место в рейтинге стран Европы с самой дешевой электроэнергией, лидер – Казахстан, самое дорогое электричество – в Германии.

Для оценки стоимости электроэнергии анализировались цены на нее в пересчете на рубль.

В России средняя стоимость электричества составила 3,6 рубля за кВт.ч. В Казахстане кВт.ч стоит чуть больше двух рублей. Третье место заняла Украина, где электроэнергия в пересчете на российскую валюту стоит 4,5 рубля. На четвертом месте расположилась Белоруссия, где кВт.ч в пересчете на российскую валюту стоит около пяти рублей. Далее идут в основном страны Балканского полуострова и восточной Европы, имеющие относительно низкие тарифы на электричество. Дороже

всего электроэнергия для населения в рублевом эквиваленте стоит в Германии – 27 рублей за кВт.ч. В первую пятерку по дороговизне также вошли Дания, Бельгия, Ирландия и Испания.

Основным фактором, определяющим высокие тарифы в развитых европейских странах, является существенная доля налогов в стоимости электроэнергии. Одной из причин подобного налогообложения, в свою очередь, выступает поддержка развития «зеленой» энергетики. Данные страны активно развивают возобновляемую энергетику и стремятся отказываться от использования атомных электростанций.

Помимо этого, высокий уровень цен в развитых странах определяется высоким же уровнем доходов населения – регулирующие организации могут себе позволить держать тарифы на высоком уровне, не опасаясь социальных потрясений.

При сравнении с прошлым годом в большей части европейских государств отмечается увеличение цен на электроэнергию. Подорожание произошло в 24 странах из 40, участвующих в рейтинге. Наибольший рост тарифов на электроэнергию для населения отмечается на Украине, в Казахстане, Польше, Турции и в Люксембурге. В этих странах подорожание составило более 10%. Снизились цены в 16 государствах. Наиболее существенно – в Нидерландах (-33,8%), на Кипре (-24,1%) и в Швеции (-19,9%). В России электроэнергия подорожала на 3,8%, что не выше уровня инфляции.

Рейтинг европейских стран по доступности электроэнергии для населения, в основе которого лежит количество киловатт-часов, что могут приобрести на свои среднемесячные зарплаты жители различных стран.

Лидером стала Исландия: жители этого государства могут позволить себе на среднемесячную зарплату более 27 тысяч кВт.ч. Тарифы на электроэнергию здесь относительно невысокие, а зарплаты одни из самых больших в Европе. На втором месте по объему доступного электричества находится Норвегия, жители которой могут приобрести на среднемесячную зарплату 26,8 тысячи кВт.ч. Помимо названных стран более 20 тысяч кВт.ч в месяц могут оплатить граждане Лихтенштейна и Нидерландов.

В 2022 году тарифы на электричество в Европе могут вырасти вследствие более холодной погоды и более высоких цен на энергоносители, прогнозируют эксперты. При этом соответствующий рост доходов населения не гарантирован из-за сохраняющейся неопределенности в мировой экономике. Поэтому не исключено, что доступность электроэнергии для жителей некоторых стран может сократиться.

В России в текущем году рост тарифов должен составить около пяти процентов. При сохранении нынешнего уровня роста заработных плат, доступность электричества для наших граждан, как минимум, не снизится.

Список источников

1. <https://rg.ru/2021/05/18/gde-i-dlia-kogo-deshevle-elektrichestvo-v-evrope-ssha-ili-rossii.html> (дата обращения 11.05.2022).
2. <https://www.vrx.ru/treasury/346.html> (дата обращения 11.05.2022).
3. https://www.globalpetrolprices.com/electricity_prices/ (дата обращения 11.05.2022).

УДК 621.643

Гапоненко С. О.

Казанский государственный энергетический университет

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ЭНТРОПИЙНОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Аннотация. *Представлена методика контроля технического состояния трубопроводов на основе методов энтропийной параметризации вибродиагностических сигналов. Проведенные исследования позволили выявить зависимости изменения энтропийных показателей параметров колебаний трубопроводов от наличия различных факторов: типа дефекта (утонение, трещина, отложение) и его размера; наличия напряженно-деформированного состояния вследствие разрушения опор; способа прокладки трубопроводов.*

Ключевые слова: *диагностика, трубопровод, контроль технического состояния, энтропийная параметризация, вибродиагностический сигнал*

С течением времени в процессе эксплуатации происходит постепенный износ и ухудшение свойств технического состояния трубопроводного транспорта за счет процессов коррозии. В этом причина нарушения целостности состояния трубопроводов, сопровождающаяся появлением протечек энергоносителя. Самый эффективный способ предотвращения протечек – своевременная замена ветхих и неисправных участков трубопровода – прокладка нового трубопровода.

По статистике, каждый год заменяется около 2% трубопроводов с высоким износом, вследствие такой медленной модернизации и замены темпы старения трубопроводов происходят быстрее, чем замена аварийно-опасных участков трубопровода. На этом фоне актуальным становится вопрос о создании новой методики контроля технического состояния трубопроводов на основе методов энтропийной параметризации вибродиагностических сигналов. Новый подход позволит избежать крупных аварий и сократить время на устранение проблем.

В настоящее время оценка технического состояния трубопроводов ограничивается лишь обработкой сигналов спектральным анализом колебательных процессов. Методы логико-вычислительной обработки энтропийных показателей позволяют получать дополнительную полезную информацию о свойствах объекта исследования.

Практическая часть работы заключается в разработке и изготовлении программно-аппаратного комплекса для контроля технического состояния трубопроводов при проведении экспериментальных исследований. Для работы программно-аппаратного комплекса в среде LabVIEW разработано и создано программно-техническое обеспечение с оригинальным пакетом прикладных программ, которое позволяет выполнять обработку и анализ сигналов с применением нескольких энтропийных показателей [1-2].

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить зависимости изменения энтропийных показателей параметров колебаний трубопроводов от наличия различных факторов: типа дефекта (внутренние разрывы, расслоения, растрескивания (трещины), коррозия, отложения и т. д.) и его размера, а также наличие напряженно-деформированного состояния вследствие разрушения опор.

Существует большое количество энтропийных характеристик. К ним можно отнести энтропии Колмогорова, Шеннона, Гиббса и т. д., каждая из которых обладает своими особенностями. Правильная комбинация этих характеристик позволит определить наиболее подходящие для решения задачи вибродиагностики трубопроводов.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что наиболее оптимальный метод энтропийной параметризации для контроля технического состояния трубопроводов основан на анализе энтропии Шеннона.

Энтропия Шеннона определяется как функция состояния системы, а степень изменчивости процесса – как количественно оцененная неопределенность значений параметров, характеризующих систему. По увеличении ее значения можно судить о влиянии на исследуемый сигнал де-

фекта. Для вычисления информационной энтропии (H_{sh}) К. Шенноном была предложена следующая формула (1):

$$H_{sh} = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log p_i \quad (1)$$

где p_i – вероятность попадания значения из выборки в i -ый уровень, n – количество уровней.

Дополнительные экспериментальные исследования позволили выявить зависимости изменения энтропийных показателей параметров колебаний трубопроводов от наличия различных факторов: типа дефекта (внутренние разрывы, расслоения, растрескивания (трещины), коррозия, отложения и т. д.) и его размера [3].

Изменение состояния системы ведет к смене распределения его параметров, что и приводит к изменению величины энтропии. Энтропийные показатели реагируют на наличие дефекта, причем энтропия Шеннона возрастает пропорционально величине дефекта [4-5].

Результаты, проведенные с помощью программно-аппаратного комплекса и программного обеспечения, показали работоспособность и высокую достоверность полученных результатов.

Список источников

1. Гапоненко С. О. Программно-аппаратный комплекс на основе теоретического моделирования и экспериментального исследования зависимости энтропийных виброакустических параметров линейно-протяженных энергетических объектов от их технического состояния // Тинчуринские чтения: материалы XIV Международной молодежной научной конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. С. 3-6.
2. Гапоненко С. О. Разработка комплексной методики контроля технического состояния инженерных коммуникаций на основе математического моделирования и экспериментальных исследований // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 17-18 апреля 2020 г.): в 2 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. Ч. 2. С. 17-20.
3. Гапоненко, С. О. Метод контроля технического состояния трубопроводов на основе цифрового анализа вибродиагностических сигналов // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XVI международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 23-24 апреля 2021 г.): в 3 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. Ч. 2. С. 77-79.
4. Гапоненко С. О. К вопросу использования энтропийной параметризации вибродиагностических сигналов для контроля технического состояния трубо-

проводов // Энергия-2021: Шестнадцатая всероссийская (восьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина, 2021. С. 8.

5. Шакурова Р. З., Кондратьев А. Е., Гапоненко С. О. Энтропийная параметризация вибрационных характеристик в технической диагностике // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 17-18 апреля 2020 г.): в 2 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. Ч. 2. С. 177-179.

УДК 697.7

Гараева В. Р.

Научный руководитель: Ахметов Э. А., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА БАЗЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Аннотация. В данной работе изучены перспективы применения солнечных коллекторов в качестве источника тепловой энергии для нужд потребителей в отоплении и горячем водоснабжении.

Ключевые слова: солнечный коллектор, горячее водоснабжение, отопление, солнечная энергия, возобновляемая энергия

В настоящее время возрастает интерес к проблеме использования возобновляемой тепловой энергии. К возобновляемым источникам относят солнечную энергию, так как запасы солнечной энергии практически бесконечны. Кроме того, она может быть использована для отопления систем индивидуальных жилых зданий.

Использование солнечной энергии в отопительных системах даёт положительные эффекты относительно теплового баланса планеты. Так, это позволяет экономить органические энергетические ресурсы, снижать нагрузку на окружающую среду от вредных выбросов, а также избавиться от выбросов добавочной тепловой энергии в окружающую среду [1].

Техническим устройством, который служит для преобразования солнечной энергии в тепловую является солнечный коллектор (СК). Он

использует солнечное излучение для удовлетворения нужд потребителей в тепловой энергии.

Принцип работы любого типа солнечного коллектора основан на способности материалов поглощать энергию солнца. Так, в связи с поглощением внутри материала, из которого создан коллектор – адсорбер, представляющего собой медную пластину с приваренной к ней трубой, – начинается физический процесс, и молекулы начинают двигаться быстрее, а пластина и трубы начинают нагреваться. Тепловая энергия, выделяемая материалами, на которые воздействуют солнечные лучи, передается теплоносителю, а тот, в свою очередь, транспортирует его далее по системам отопления и горячего водоснабжения здания. Способность отражать или поглощать солнечные лучи зависит, прежде всего, от характера его поверхности, поэтому на медную пластину адсорбера наносится именно черное покрытие [2].

Невысокое значение КПД солнечных коллекторов связано с несовершенством их конструкции. Нагретая пластина адсорбера излучает часть полученного тепла в окружающую среду, при этом нагревая контактирующий с ней воздух.

Система отопления на солнечных коллекторах отлично справляется с низкотемпературным отоплением (теплые полы), а также может экономично расходовать утилизованную теплоту. Особенно эффективны в утилизации комбинированные системы, которые используют СК вместе с тепловыми насосами. [3].

Плоские коллекторы имеют однослойное остекление и представляют собой конструкцию в виде коробки, выполненную из прочного материала и служащую корпусом устройства. Во внутреннее пространство корпуса укладывается изоляция, по поверхности которой монтируется абсорбирующая пластина, которая поглощает тепловую энергию. В углубления абсорбера укладываются трубки [4].

СК позволяют существенно снизить нагрузку на систему отопления жилого здания. Также высокая эффективность СК дает возможность внедрять их в комбинированные системы теплоснабжения, в которых для подогрева воды используется оборудование на газовом, жидком или твердом топливе. В таком случае затраты на топливо существенно снижаются. Использование солнечных коллекторов позволяет уменьшить затраты на отопительную систему на 30%, а затраты на горячее водоснабжение на 60% в год [5].

Повышение тепловой эффективности солнечных коллекторов может быть достигнуто путём применения мер, которые могут снизить теплотери солнечных коллекторов и повышают их КПД. К таким мерам

относятся вакуумирование пространства внутри коллектора, несколько слоев прозрачной изоляции, сотовая ячеистая структура в пространстве между остеклением и абсорбером, поглощающее покрытие абсорбера, наиболее точная концентрация солнечного излучения.

Система теплоснабжения на базе солнечного коллектора будет наиболее выгодна для частных домов, находящихся в более южных регионах, а также не имеющих технической возможности подключения к традиционному газовому отоплению. Несмотря на такие недостатки, как применение дорогостоящих материалов и необходимость наличия резервных мощностей для работы в пасмурные дни, СК позволяют экономить значительную часть энергетических ресурсов. В среднем срок окупаемости коллекторов составляет до 5 лет. Это указывает на экономическую целесообразность и перспективность отопительных систем на базе солнечных коллекторов в России [6].

Список источников

1. Торопов А. Л. Комбинированные тепловые гелиосистемы. Тепловые солнечные коллекторы для индивидуальных и децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения: учебное пособие. Ч. 1. М.: Издательский дом Академии естествознания, 2019. 88 с.
2. Фаритова А. А. Использование солнечных коллекторов в Республике Татарстан // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. Ч. 2. С. 147-149.
3. Солнечная энергетика. Тренды и перспективы. URL: <http://institut.livejournal.com/37912.html> (дата обращения 25.10.2021).
4. Калинина М. В. Проблемы эксплуатации солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения индивидуального жилого дома в Республике Татарстан // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х т., Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: КГЭУ, 2018. С. 181-182.
5. Риполь-Сарагоси Т. Л., Кууск А. Б. Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии: учебно-методическое пособие. Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2019. 122 с.
6. Азарова Т. Б. Отопление с использованием солнечных коллекторов в городе Оренбурге // Молодой ученый. 2017. № 8 (142). С. 40-43. URL: <https://moluch.ru/archive/142/40076/> (дата обращения 23.03.2022).

Даутов Р. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ С ЦЕЛЮ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ТЭЦ

Аннотация. *Рассматривается целесообразность применения тепловых насосов на ТЭЦ с целью утилизации вторичной теплоты и увеличения энергоэффективности.*

Ключевые слова: *тепловой насос, ТЭЦ, энергосбережение, энергоэффективность, утилизация теплоты*

Современное развитие теплоэнергетики характеризуется ростом тарифов на энергоносители и истощаемостью топливных запасов, а также загрязнением окружающей среды от воздействия источников теплоты. Приоритетными направлениями развития в сфере централизованного теплоснабжения являются внедрение таких энергосберегающих технологий, как оптимизация потребления энергетических ресурсов, модернизация оборудования, а также экономия топлива.

Технологический процесс производства тепловой энергии на ТЭЦ сопровождается выработкой значительного количества вторичных тепловых энергоресурсов. Одним из перспективных способов утилизации данного тепла являются теплонасосные установки. С помощью тепловых насосов (ТН) можно передать большую часть (около 50-60%) сбросной теплоты в тепловую сеть [1].

Тепловой насос представляет собой устройство для переноса тепловой энергии от источника с низким потенциалом теплоносителя с более высоким потенциалом. ТН классифицируют по принципу действия на парокомпрессионные и абсорбционные. В промышленности чаще применяется второй тип [2].

Среди основных потенциально возможных для утилизации вторичных тепловых энергетических ресурсов, которые можно использовать для теплового насоса на ТЭЦ, можно выделить большие объемы тепловой энергии, выбрасываемой с охлаждающей водой конденсаторов турбин (до +350 °С), тепло дымовых газов котельных установок, теплоту от

сбросных вод и от системы оборотного водоснабжения, а также систем охлаждения генераторов паровых турбин, охлаждения масла и др. С помощью теплонасосной установки можно утилизировать тепло от перечисленных источников и использовать для предварительного подогрева обратной сетевой воды. Это дает возможность увеличить присоединенную тепловую нагрузку ТЭЦ и убирает необходимость в дополнительных расходах топлива [3].

Внедрение ТН на ТЭЦ дает следующие преимущества: в конденсаторе турбин за счет понижения температуры циркуляционной воды существенно улучшается вакуум, отсутствует необходимость затрачивать дополнительное топливо на производство тепла, а также уменьшается вред на экологию и сокращаются затраты на перекачку циркуляционной воды. Использование тепловых насосов в технологической схеме также позволит получить экономию органического топлива за счет полезного использования выбросов теплоты низких потенциалов на ТЭЦ. Выработка тепловой энергии повышается, если ТН подключен к тепловой сети, при этом температура обратной сетевой воды снижается [4].

Абсорбционный тепловой насос (АБТН) отличается по принципу действия от традиционных парокомпрессионных тем, что он направляет тепло из низкотемпературной среды с помощью высокопотенциальной тепловой энергии в среду со средней температурой. Данная установка представляет собой систему из четырех теплообменников, которые размещены в одном корпусе. Вода (хладагент) испаряется в вакууме в объеме теплового насоса и отводит тепловую энергию от низкопотенциального источника, которая циркулирует в контуре первого теплообменника – испарителя. Высококипящим агентом (абсорбентом) обычно служит бромид лития. Задачей абсорбера является превращение полученного водяного пара в компонент жидкого раствора. В нем выделяется тепловая энергия высокой температуры. В генераторе в ходе кипения раствора образуется чистый водяной пар. Хладагент далее поступает в конденсатор. Здесь он в процессе конденсации охлаждается и отдает тепло в тепловую сеть. Вода, пройдя через расширительный клапан, сбрасывает свои параметры – давление и температуру, и цикл повторяется [5].

Абсорбционные тепловые насосы позволяют повысить полноту использования тепла сжигаемого топлива, что увеличивает общий КПД тепловой станции. Отбор пара из паротурбинной установки для абсорбционного насоса снижает конечную выработку электрической энергии в

генераторе паровой турбины. С помощью АБТН можно также увеличить тепловую производительность ТЭЦ. Кроме этого, благодаря утилизации можно добиться охлаждения уходящих газов до 20-30°C. Данной тепловой энергии вполне достаточно для нагрева воды для различных нужд ТЭЦ [6].

Таким образом, тепловые насосы на ТЭЦ позволяют с максимальной эффективностью утилизировать тепловые вторичные энергоресурсы. Их внедрение целесообразно, так как позволяет увеличить производство тепловой энергии на нужды потребителей, а также в заметных количествах экономить топливо.

Список источников

1. Хвостиков А. С., Дыкер Д. К. Утилизация низкопотенциального тепла на тепловых электростанциях // Энергосбережение и водоподготовка. 2021. № 3 (131). С. 37-41.
2. Гатауллина И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 160-162.
3. Гатауллина И. М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепла сточных вод // Тинчуринские чтения: материалы XIV Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 23-26 апреля 2019 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. С. 104-107.
4. Кобылкин М. В. Повышение эффективности использования тепловых насосных установок в системах «ТЭЦ-потребитель»: автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. тех. наук. Иркутск, 2018. 22 с.
5. Даутов Р. Р. Альтернативная система теплоснабжения на базе тепловых насосов // Роль нефтегазового сектора в технико-экономическом развитии Оренбуржья: материалы научно-практической конференции; под общ. ред. д.и.н., проф. Горшенина С. Г. Оренбург: Амирит, 2021. С. 364-367.
6. Курбатова М. С., Перекопная Е. А. Внедрение абсорбционных тепловых насосов в технологических схемах ТЭЦ // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. 2018. №1. С. 129-134.

Дюжев А. В.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

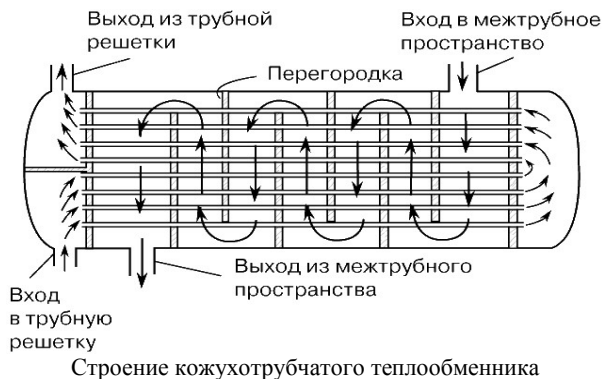
КОЖУХОТРУБЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ

Аннотация. В работе выполнен анализ достоинств и недостатков, а также особенности строения кожухотрубчатых теплообменников.

Ключевые слова: теплообмен, кожухотрубчатые аппараты, энергетика, эффективность

Исходя из названия, теплообменник – это устройство, создаваемое с целью передать вырабатываемое тепло на нагреваемый предмет. Теплоносителем в данном случае выступает конструкция, описанная выше. Работа кожухотрубного теплообменника заключается в том, что холодная и горячая рабочие среды двигаются по разным кожухам, и теплообмен происходит в пространстве между ними. Рабочей средой внутри труб является жидкость, в то время как горячий пар проходит в расстояние между труб, образуя конденсат. Поскольку стенки труб нагреваются больше, чем доска, к которой они прикреплены, эту разность необходимо компенсировать, иначе бы устройство имело значительные потери тепла. Для этого применяются так называемые компенсаторы трех типов: линзы, сальники или сильфоны.

Также при работе с жидкостью под высоким давлением используют однокамерные теплообменники. Они имеют изгиб U, W-образного типа, необходимое, чтобы избежать высоких напряжений в стали, вызываемых тепловым удлинением. Их производство достаточно дорогое, трубы в случае ремонта сложно заменить. Поэтому такие теплообменники пользуются меньшим спросом на рынке. Кожухотрубные теплообменники используют систему противоположного направления нагревающего и охлаждающего потоков и различаются по количеству труб, заключенных в стальных стенках кожуха. Наиболее простой вариант строения – одноходовый, без перегородок в межтрубном пространстве.



Основные достоинства кожухотрубных теплообменников:

1. высокая надежность;
2. оптимальное сочетание качества и цены;
3. малая загрязняемость;
4. длительный срок службы;
5. адаптируемость.

К их недостаткам относятся:

- низкая эффективность,
- большие габариты,
- частая остановка на чистку при использовании грязного продукта.

Кожухотрубные теплообменники активно используются в энергетике, различных отраслях промышленности, в жилищно-коммунальном хозяйстве. Универсальность кожухотрубных (трубчатых) теплообменников делает их незаменимыми в любых теплообменных процессах. Основные функции таких водоводяных нагревателей заключаются в обеспечении:

- автономного нагрева систем горячего водоснабжения;
- обогрева помещений;
- работы водонагревательной установки, если агрегат является ее составной частью;
- нагревания, конденсации и охлаждения газообразных составов в нефтегазовой области промышленности.

Пароводяные кожухотрубные теплообменники применяются в системах водоснабжения и отопления.

Вывод. Кожухотрубчатые теплообменники зарекомендовали себя наилучшим образом. Такие теплообменные аппараты могут применяться в широких диапазонах температур и давлений, достаточно просты в эксплуатации и ремонтпригодны, однако они имеют ряд недостатков.

Поэтому вопрос совершенствования кожухотрубчатых теплообменников является довольно актуальным.

Список источников

1. Теплообменные аппараты (кожухотрубные). [Электронный ресурс]. URL: <https://rzmash.ru/teploobmennoe-oborudovanie/kozhuhotrubnyye-teploobmenniki/> (дата обращения 31.03.2022).
2. Кожухотрубный теплообменник: устройство и принцип работы. [Электронный ресурс]. URL: https://nnzto.ru/o-predpriyatii/stati/princip_raboty_i_tipy_kozhuhotrubnyh_teploobmennikov/ (дата обращения 31.03.2022).

УДК 697.7

Зайцева А. А.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Аннотация. *Задача перехода от традиционных источников энергии к альтернативным на территории Республики Татарстан достаточно актуальна на сегодняшний день. В частности, эксплуатация геотермальных энергостанций и добыча теплоносителя несёт множество проблем, которые и препятствуют внедрению перспективного и неиссякаемого источника энергии.*

Ключевые слова: *геотермальная энергия, тепловая энергия, электрические станции, экологическая обстановка*

Геотермальные станции в России активно используются на Курильских островах и Камчатке. Это обусловлено тем, что в этой местности находятся внутренние разломы земной коры. Тем не менее и другие регионы нашей страны имеют запасы горячей воды и пара, однако использование их для выработки тепловой и электрической энергий влечёт ряд проблем. Рассмотрим их на примере Республики Татарстан [1].

Основной и самой главной проблемой эксплуатации теплоносителя является не самое благоприятное географическое расположение республики. Известно, что энергетической составляющей республики является добыча газа и нефти. Однако бурение скважин в поисках геотермальных вод, может стать серьёзной проблемой для Татарстана [5]. Для достиже-

ния постоянной добычи теплоносителя высоких параметров необходимо тщательное исследование территорий. Диаметры скважин составляют обычно около 146 мм, при этом глубина залежей способна достигать и 10 км, что не может быть экономически выгодным и безопасным для республики.

Кроме того, бурение скважин и эксплуатация геотермальных сооружений могут оказывать сейсмическое воздействие на слои земной коры. Сейсмическая нестабильность, в свою очередь, влечет разрушения зданий и сооружений, а также является опасным для жизни населения [4].

Несмотря на то, что геотермальная энергетика является экологичной, нельзя воспринимать это буквально. Во-первых, добываемый теплоноситель может быть оснащен вредными и токсичными элементами. Во-вторых, есть большая вероятность, что состав выходящего вместе с водой газа может содержать опасные и отравляющие соединения. В-третьих, вибрации и повышенный уровень звукового давления способствуют отрицательному влиянию на животных и птиц.

Не следует исключать и проблему экономических затрат. Если подробнее говорить об экономических затратах, исключая известную проблему дорогостоящего бурения скважин, можно отметить, что энергооборудование для добычи геотермальных вод должно быть подобрано в соответствии с содержащимися в ней растворенными газами, так как агрессивная составляющая может вызывать коррозию и солеотложения в оборудовании станции [2]. Именно это увеличивает расход средств на строительство и обслуживание геотермальной энергостанции. К дополнительным затратам могут привести и применение тепловых насосов при малом температурном градиенте теплоносителя [3]. Также следует отметить, что обеспечение установками, работающими с низкокипящим рабочим телом, возможно лишь благодаря поставкам зарубежных фирм.

Исходя из всего перечисленного, можно сделать вывод, что на данный момент использование геотермальной энергетики на территории Республики Татарстан будет не лучшим решением [6]. Тем не менее более подробное изучение добычи и преобразования тепловой энергии из недр Земли лишь снизит риски и увеличит потенциал эксплуатации геотермальных ресурсов в будущем.

Список источников

1. Исмаилова Г. М., Кондратьев А. Е. Геотермальная энергетика и ее перспективы использования в России и за рубежом // В мире науки и инноваций: сборник статей международной научно-практической конференции: в 8 частях, Пермь, 25 декабря 2016 года. Пермь: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2016. С. 86-88.

2. Сабирова Л. Р. Особенности применения индивидуальных тепловых пунктов в городе // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 203-205.

3. Гатауллина И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 160-162.

4. Катценбах Р., Дунаевский Р.А., Муляр Д.Л., Дьяченко К.О. Использование геотермальной энергии при устройстве развитой подземной части высотных зданий // Жилищное строительство. 2011. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geotermalnoy-energii-pri-ustroystve-razvitoy-podzemnoy-chasti-vysotnyh-zdaniy> (дата обращения 21.03.2022).

5. Алимкулова С. Р. Способ решения проблем энергосбережения в системе теплоснабжения // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2019 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. Ч. 2. С. 73-74.

6. Исмаилова Г. М. Геотермальные источники для теплоснабжения дома // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 177-179.

УДК 532.5

Измайлова Е. В., Гарнышова Е. В.

Научный руководитель: Ваньков Ю. В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАЛИЧИИ ОТЛОЖЕНИЙ С РАЗНЫМИ ПЛОТНОСТЯМИ

Аннотация. Наличие отложений на поверхностях теплообмена уменьшает полезное сечение труб, повышает гидравлическое сопротивление, ухудшает теплопередачу, приводит к снижению эффективности работы оборудования (перерасходу топлива, перегреву металла и т.д.), что является актуальной проблемой в теплоэнергетике. Были проведены экспериментальные исследования для оценки возможности контроля отложений на поверхностях теплообмена по параметрам свободных затухающих колебаний и построены матема-

тические конечно-элементные модели, проведен аналитический расчет в ANSYS для выявления зависимости собственных частот колебаний поверхностей теплообмена от толщины и плотности отложений.

Ключевые слова: поверхности теплообмена, контроль, отложения, плотность, ANSYS, собственные частоты колебаний

Актуальной проблемой в теплоэнергетике является наличие отложений на поверхностях теплообмена, которые вызывают ухудшение теплопередачи, что приводит к снижению эффективности работы оборудования (перерасходу топлива, перегреву металла и т. д.). Коэффициент теплопередачи нового подогревателя обычно 94-98%, а в условиях эксплуатации он может снижаться до 60% и более, что приводит к соответствующему снижению эффективности работы и повышению энергетических потерь. Снизить энергетические потери можно путем своевременной очистки внутренних поверхностей от отложений. Для этого необходимо иметь надежную, доступную методику и оборудование для контроля отложений [1].

Для выявления зависимости собственных частот колебаний поверхностей теплообмена от толщины и плотности отложений были проведены расчеты в ANSYS [2].

В качестве модели поверхности теплообмена была взята пластина из структурной стали длиной 400 мм, шириной 160 мм, толщиной 2 мм, зашечленная с двух сторон (рис. 1).

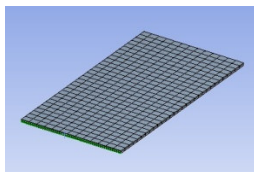


Рис. 1. Пластина в ANSYS

Характеристики	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
Плотность, г/см ³	2,65	3,37	3,58	7,8
Модуль Юнга, дин/см ²	16,9·10 ¹¹	2,3·10 ¹¹	4,25·10 ¹¹	21,2·10 ¹¹
Коэффициент Пуассона	0,262	0,25	0,3	0,29

Рис. 2. Характеристики отложений, использованных в ANSYS

В качестве отложений были взяты оксиды кальция (CaO), магния (MgO), железа (Fe₂O₃) и кремния (SiO₂), характеристики которых приведены на рис. 2. Толщина отложений для каждого вида 2,5 мм.

На рис. 3 показан график зависимости собственных частот колебаний от плотности отложений, где 1 – оксид железа, 2 – оксид магния, 3 – оксид кальция, 4 – оксид кремния; на рис. 4 – результат моделирования пластины с разными слоями отложений (0.5, 1.0, 1.5, 2, 2,5 мм) [3].

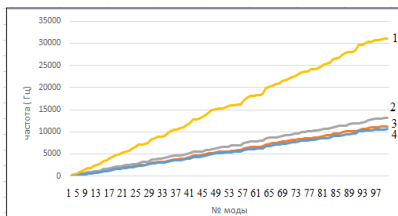


Рис. 3. График зависимости собственных частот колебаний от плотности отложений

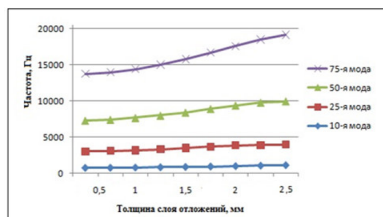


Рис. 4. Результат моделирования пластины с разными слоями отложений

Для оценки возможности контроля отложений на поверхностях теплообмена по параметрам свободных затухающих колебаний были проведены экспериментальные исследования [4].

На рис. 5 показаны некоторые значения собственных частот колебания пластины с разной толщиной отложений, полученные расчетным и экспериментальным путем.

Толщина отложений, мм	Полученные значения частот колебаний пластин, Гц	
	Расчетным путем в ANSYS	Экспериментальным путем
0.0	4285	4167
1.0	4936,1	4736
1.5	5527,1	5178

Рис. 5. Значения собственных частот колебания пластины с разной толщиной осадка

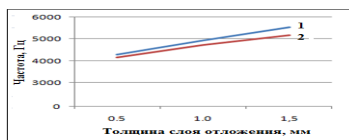


Рис. 6. Зависимость собственной частоты колебаний пластины от толщины осадка

На рис. 6 приведен график, показывающий результаты исследований собственных частот колебаний пластины с разной толщиной отложений, полученные 1 – расчетным, 2 – экспериментальным путем.

Расчетным и экспериментальным путем было выявлено, что с увеличением толщины и плотности отложений увеличивается и собственная частота колебаний пластины [5].

Наличие отложений изменяет массу конструкций и, следовательно, собственные частоты колебаний, по анализу которых можно определить не только наличие и толщину отложений, а также вид, так как разные отложения имеют разную плотность.

Своевременный контроль поверхностей теплообмена, выявление отложений и его чистка позволяет повысить энергоэффективность, продлить срок службы.

Список источников

1. Shvetsov I. V., Garnyshova E. V., Izmaylova E. V., Vankov Y. V., Zagretidinov A. R. Reducing labor input of monitoring condition of heat exchange equipment surfaces / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 939 (2020) 012072, doi:10.1088/1757-899X/939/1/012072.
2. Измайлова Е. В., Гарнышова Е. В., Ваньков Ю. В. Определение информативных критериев для контроля трубопровода с применением ANSYS / VI Нац. науч.-практ. конф. «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и ЖКХ». – Казань: КГЭУ, 2020. Т. 1. С. 413-416.
3. Гарнышова Е. В., Измайлова Е. В., Ваньков Ю. В. Оценка толщины отложений на внутренней поверхности теплообмена по затуханию собственных колебаний // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т.22. № 4. С. 106-114.
4. Гарнышова Е. В., Измайлова Е. В. Аппаратно-программный комплекс контроля толщины отложений на теплообменном оборудовании // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2019 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. Ч. 2. С. 97-99.
5. Гарнышова Е. В., Измайлова Е. В., Ваньков Ю. В. Зависимость частоты колебаний поверхности теплообмена от плотности осадка: XXVIII Международ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. М.: НИУ МЭИ, 2022. С. 229.

УДК 697.7

Ипатов П. Н.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

Аннотация. В работе исследованы особенности использования пластинчатых теплообменников в индивидуальных тепловых пунктах.

Ключевые слова: пластинчатые теплообменники, энергоэффективность, ИТП

Рост цен на энергоносители заставляет сегодня искать технологические решения их наиболее рационального и эффективного использования.

Рациональное использование энергии – приоритет государственной политики развитых стран мира. В Чувашии эта проблема стоит особенно остро, что обусловлено дефицитом собственных первичных энергоресурсов. Это обстоятельство заставляет обратиться к энергосбережению как одному из основных элементов развития энергетики в республике.

Энергосбережение означает переход к энергоэффективным технологиям во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в теплоснабжении. Степень энергоэффективности систем теплоснабжения определяется, с одной стороны, источником тепла, а с другой, – тепловыми пунктами приготовления воды на отопление и горячее водоснабжение, основным элементом которых является теплообменное оборудование. Передовой технологией в области организации передачи тепла является использование в качестве теплообменных аппаратов пластинчатых теплообменников. В республике внедрение импортных пластинчатых теплообменников началось в середине 90-х годов. При этом теплогидравлические испытания не проводились, а расчет и подбор таких теплообменников производился по компьютерной программе, разработанной для западных условий теплоснабжения, с учетом использования подготовленной (умягченной) воды. Согласование с местными теплоснабжающими организациями, как правило, игнорировались.



Внешний вид пластинчатых теплообменников

При выборе между пластинчатыми и кожухотрубными теплообменниками предпочтительными являются пластинчатые, коэффициент теплопередачи которых более чем в три раза больше, чем у традиционных кожухотрубных. Кроме того, КПД пластинчатых теплообменников составляет 90-95 %, а занимаемая площадь в 3-4 раза меньше, чем для кожухотрубных. В то же время пластинчатые теплообменники, оснащенные средствами автоматизации, регулирования и надежной арматурой, позволяют снизить количество теплоносителя, идущего на нагрев воды. А значит, диаметры трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры могут снизить нагрузки на сетевые насосы и, соответственно, уменьшить потребление электроэнергии и др. При выборе между пластинчатыми разборными или неразборными теплообменниками предпочтение было отдано полностью разборным теплообменникам.

Материал теплообменных пластин влияет на срок службы теплообменника в целом. При изготовлении теплообменных пластин используется нержавеющая сталь AISI 316 или AISI 304. Применение менее качественных сталей в целях снижения стоимости теплообменников может привести к уменьшению срока их службы. Известен случай поставки теплообменника с материалом пластин из оцинкованного кровельного железа.

Толщина теплообменной пластины влияет на коэффициент теплопередачи. Чем тоньше пластина, тем проще передать через нее тепло, выше коэффициент теплопередачи, и для установки потребуется теплообменник с меньшим числом пластин (поверхностью теплообмена). С другой стороны, чем тоньше пластина, тем меньшее давление она может выдержать, а в системах теплоснабжения приходится работать на давлении до 16 кг/см². Ряд зарубежных фирм изготавливают пластины толщиной 0,4-0,5 мм. Наши пластины имеют толщину 0,7 мм. Рельеф пластины должен обеспечивать равномерное распределение потока воды по всей поверхности пластины, высокую турбулентность потока (даже при малых скоростях) и, в то же время, необходимую жесткость пластины. Как правило, рисунком у наших пластин является «ёлочка», которая обеспечивает равномерное распределение потока воды по всей поверхности пластины.

Список источников

1. Пластинчатые теплообменники в тепловых пунктах. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.slavut.ru/article/?article=1> (дата обращения 31.03.2022).

Кадыров И. В.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕПЛООБМЕННИК «ТРУБА В ТРУБЕ»

Аннотация. В работе выполнен анализ перспектив использования теплообменников «труба в трубе», сделаны выводы о перспективности использования данных теплообменников.

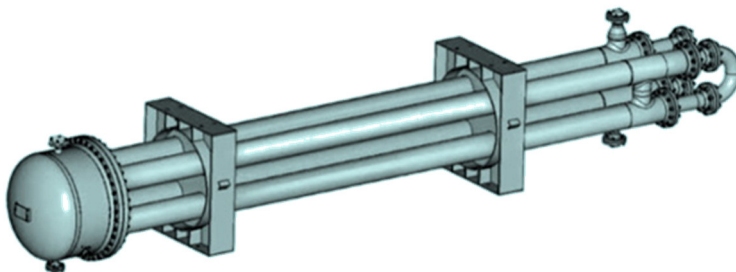
Ключевые слова: теплообменник, теплоноситель, производство, агрегат

Теплообменник «труба в трубе», обозначаемый маркировкой «ТТ», – теплообменный аппарат, состоящий из двух труб разного диаметра, смонтированных одна в другую. Одна труба меньшего диаметра помещается и раскрепляется в трубе большего диаметра. В результате такой компоновки образуется 1-й канал в узком трубопроводе и 2-й – концентрического сечения. В процессе работы одна из сред течет по внутренней трубе, другая – циркулирует по кольцевому пространству и защищена снаружи трубчатым кожухом.

Теплообменники позволяют производить нагрев или охлаждение обрабатываемого продукта, горячей воды или пара за счет передачи или отбора тепла между двумя перекачиваемыми агентами. В процессе прокачки не происходит перемешивания сред (за исключением смесительной конструкции), также каждый из них изолирован от окружающей атмосферы.

Как вид теплового оборудования ТТ отличаются несложным функционалом и надежны в эксплуатации. Благодаря этим качествам, в совокупности с «демократичной» ценой изделий они получили широкое распространение в теплотехнике. За возможность самостоятельного изготовления простых сварных конструкций и неприхотливость в обслуживании они пользуются признанием среди «эксплуатационщиков» систем теплоснабжения.

Теплообменники представляют инсталляцию «одна в одну» 2 труб разного диаметра, внутренняя труба имеет меньший диаметр d и называется «теплообменной», наружная – с диаметром D именуется «кожуховой». Изделия производятся в соответствии с ТУ 3612-014-00220302-99.



Теплообменник «труба в трубе»

В зависимости от назначения теплообменники подразделяются на нагреватели и холодильники. Объединение отдельных теплообменных устройств производится соединением кожуховых труб калачами и сочленением встык теплообменных труб в проточные тракты. После этого они подключаются раздельно к своему контуру технологической системы или отопительной сети.

Сфера применения теплообменников распространяется на промышленность и теплоэнергетику, транспортировку продукта в различном агрегатном состоянии. Конструкции ТТ применяются в системах ГВС, нефтегазовой промышленности, установках очистки осадочных вод. Они незаменимы в пищевой промышленности: виноделии и производстве молочных продуктов.

Вывод. ТТ обладают рядом конкурентных преимуществ, которые отсутствуют у аналогов:

- подобная конструкция не имеет ограничений по типу теплоносителя и обрабатываемого продукта;
- в случае поломки проблемный участок оперативно демонтируется и заменяется посредством наращивания новых секций;
- качественная чистка труб может осуществляться промывкой без разборки функциональных узлов.

Список источников

1. <https://shm.su/catalog/teploobmenniki-truba-v-trube/>.
2. <https://trubaspec.com/dlya-otopleniya/kak-rabotaet-teploobmennik-truba-v-trube-preimushchestva-i-nedostatki-ustroystva.html>.
3. <https://teplosniks.ru/teplosnabzhenie/teploobmennik-truba-v-trube.html>.
4. <https://dockerspb.ru/blog/ochistka-otopleniya/teploobmenniki-tipa-truba-v-trube>.

Камаев А. М.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ МАРКИ ТТАИ

Аннотация. В работе выполнен анализ преимуществ теплообменных аппаратов марки ТТАИ, сделаны выводы о перспективности их использования.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, компактность, кожухотрубный теплообменник, эффективность

Теплообменный (или теплоиспользующий) аппарат является одним из наиболее распространенных элементов энергетических, коммунально-бытовых и технологических установок. Любые преобразования энергии из одного вида в другой, а также передача энергии от одного аппарата к другому сопровождаются переходом некоторой части всех других видов энергии в тепловую. Поэтому практически во всех машинах и аппаратах теплообмен имеет важное значение.

Теплообменники (теплообменные аппараты) энергоустановок являются крупногабаритным, металлоемким и дорогостоящим оборудованием, существенно влияющим, а в отдельных случаях и определяющим эффективность и надежность работы систем теплоснабжения.

ТТАИ (тонкостенный теплообменный аппарат интенсифицированный) – это теплообменник, в котором поверхность сформирована из тонкостенных трубок, заключенных в кожух, а сам процесс теплообмена происходит через поверхность этих труб.

Корпус и трубки ТТАИ изготавливаются из титановых сплавов и нержавеющей стали. Скорость движения теплоносителя в теплообменнике – 4-5 м/с. Вследствие того, что трубки имеют очень маленький диаметр, всего 8 мм, и сверхтонкие стенки – 0,2 мм, то тепло между теплоносителями распределяется равномерно, что способствует наиболее эффективному теплообмену. Главная особенность аппаратов ТТАИ – уникальная компоновка трубных решёток, что минимизирует аэродинамическое сопротивление, и обеспечивает равномерное распределение параметров процессов теплообмена.



Внешний вид теплообменника

Основными достоинствами аппаратов являются:

- надёжность аппарата, которая обеспечивается возможностью выдерживать очень высокое давление без возникновения каких-либо акустических явлений;
- высокая эффективность, а также экономия ресурсов в процессе эксплуатации;
- компактность установки (возможность установки в помещениях с ограниченным пространством, а также в комнатах без наличия фундамента);
- простота обслуживания (в них присутствует функция самоочистки, которая осуществляется благодаря высоким скоростям движения теплоносителей);
- широкая область использования (где использовать другие теплообменные аппараты нельзя из-за активного образования отложений);
- простота транспортировки, которая не требует использовать грузоподъемные средства.

Вывод. Наиболее эффективными в настоящее время являются теплообменные аппараты типа ТТАИ, которые являются более надежными и простыми в эксплуатации.

Список источников

1. Теплообменные аппараты ТТАИ [Электронный ресурс]. URL: <https://ttai.ru/catalog/Teploobmennye-apparaty-TTAI/> (дата обращения 31.03.2022).
2. Теплообменники типа ТТАИ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosteplo.ru/teploobnenniki-ttai/> (дата обращения 31.03.2022).

3. Теплообменные аппараты в энергетике [Электронный ресурс]. URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/28May2018/TEPLOOBMENNYYE%20APPARATY%20V%20ENERGETIKE.pdf (дата обращения 31.03.2022).

УДК 621.039

Крылов М. Э., Низамова А. Ш.

Научный руководитель: Низамова А. Ш., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВУХКОНТОРНЫХ РЕАКТОРОВ НА АЭС

Аннотация. В статье рассмотрено внедрение новых технологий повышения коэффициента полезного действия и мощности атомной электрической станции путем модернизации, основанного на проекте «Супер-ВВЭР». Представлены цели и их общие направления усовершенствования реакторной установки, топливного цикла и активной зоны.

Ключевые слова: модернизация, атомная электрическая станция, эффективность, повышение мощности

В настоящее время, российская атомная отрасль преподносит себя как одна из самых передовых во всём мире по уровню разработки научно-технических программ в областях проектирования и строительства атомных реакторов. Большая конкуренция на рынке и увеличение требований к нормативно-техническим документам с целью увеличения безопасности вызывают рост научно-технологического совершенствования сферы атомных энергетических станций (АЭС). Современной разработкой развития создания ВВЭР для «большой» и «малой» атомной энергетики России стали проекты: «АЭС-2006» и «ВВЭР-ТОИ» («АЭС-2006М»). Такие программы научно-технологического развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в стране сформировал Концерн Росэнергоатом. В укрупненном виде для водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР) были обозначены три основные цели:

1. более действенное применение урана и плутония;
2. уменьшение инвестиционных рисков;
3. увеличение термодинамической эффективности. [1-3].

Модернизация действующих и проектных энергоблоков АЭС позволяет увеличить рост развития атомной энергетики в стране, улучшить

уровень технико-экономических показателей на реализованных станциях, а также поднять уровень безопасности.

Представленные цели достигаются за счет:

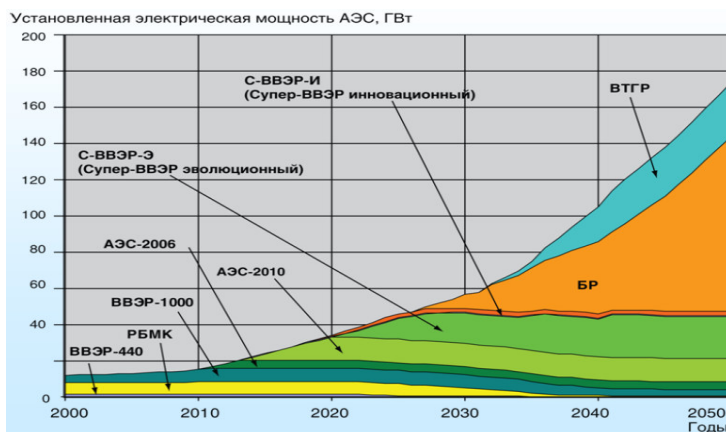
- показателей реакторной установки;
- максимального использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- эволюционного развития и совершенствования оборудования;
- минимального и реалистичного вложения для модернизации;
- совершенствования системы защит барьеров;
- удовлетворения требований современной научно-технической документации Российской Федерации (НТД РФ). [4-5].

Для реакторов ВВЭР-1200;1300;1500 были изменены:

- внутрикорпусные устройства;
- принцип закрепления активной зоны в системе внутрикорпусных устройств, что обеспечивает жесткую геометрическую фиксацию тепловыделяющих сборок (ТВС); изменена конструкция концевых узлов ТВС [6];

– реакторная установка (РУ) с ВВЭР-1500 является проектом Концерна Росэнергоатом и разрабатывается на основе ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. Она соответствует требованиям международных пользователей атомной энергетики, а по техническим характеристикам уровня безопасности не уступает зарубежным действующим и проектным РУ с реакторами PWR.

- проектное развитие атомной отрасли представлено на рисунке.



Список источников

1. Аминов Р. З., Байрамов А. Н. Оценка эффективности комбинирования АЭС с водородным комплексом в условиях безопасного использования водорода в паротурбинном цикле // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 2. С. 56-69. doi:10.30724/1998-9903-2021-23-2-56-69.
2. Антонова А. М., Воробьев А. В. Атомные электростанции: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. 230 с.
3. Семченков Ю. М., Сидоренко В. А. Перспективы развития АЭС с ВВЭР // Теплоэнергетика. 2011. № 5. С. 2-9.
4. Курчатов И. В., Александров А. П. О стратегии ядерного энергетического развития: сборник. М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2013, 144 с.
5. Ермолин В. С., Окунев В. С. О размещении тадолиния в центральном отверстии твэлов водо-водяных реакторов // Физика технические проблемы ядерной энергетики. Научная сессия МИФИ. М.: МИФИ, 2008. С. 101
6. Бекман И. Н. Ядерные технологии: учебник для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 500 с.

УДК 620.276.6:536.7

Курочкин И. С., Акбиров Р. И.

Научный руководитель: Измайлова Е. В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА В УЗЛАХ НАГРЕВА НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПОДГОТОВКИ

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема использования попутного нефтяного газа на объектах нефтеподготовки.*

***Ключевые слова:** нефтеподготовка, использование попутного нефтяного газа, экономия природного газа*

На большинстве объектов нефтеподготовки в качестве топлива в узлах нагрева нефти используют покупной природный газ, а внутренний энергетический ресурс, как попутный нефтяной газ, сжигают на факельных установках. В результате теряется энергетический потенциал попутного нефтяного газа и ухудшается экологическая обстановка в округе из-за вредных выбросов в атмосферу [1]. В качестве энергетического и экономического решения указанной проблемы целесообразно

применить технологию использования попутного нефтяного газа в печах нагрева нефти.

Если обратиться к цифрам, то на примере абсорбционного метода подготовки попутного нефтяного газа можно выделить следующие аргументы в пользу такого решения: использование в печах нагрева нефти попутного природного газа увеличивает себестоимость подготовки нефти на 8-9%; сжигание 1 м^3 попутного нефтяного газа на факельных установках равнозначно по количеству выделяемой теплоты сжиганию $1,5\div 2\text{ м}^3$ попутного природного газа [2].

Очистка попутного нефтяного газа (ПНГ) производится поглощением сероводорода амином – $25\div 30\%$ раствором метилдиэтаноламина (МДЭА).

Попутный нефтяной газ проходит компримирование, охлаждение в холодильнике и осушку в сепараторе.

В водяном холодильнике ПНГ после компрессора охлаждается с $100\div 124^\circ\text{C}$ до $35\div 45^\circ\text{C}$. При этом происходит частичная конденсация углеводородов и паров воды. Далее газоконденсатная смесь поступает в сепаратор, где от потока газа отделяется конденсат.

Насыщенный ПНГ после сепаратора поступает в нижнюю часть под насадку абсорбционной колонны (рис. 1). В верхнюю часть колонны в качестве орошения поступает регенерированный, охлажденный в холодильнике раствор МДЭА.



Колонна абсорбции

В колонне в процессе контакта стекающего раствора МДЭА с восходящим потоком газа на насадке колонны раствор амина насыщается сероводородом. Насыщенный сероводородом раствор МДЭА с низа колонны при температуре около $40\div 45^{\circ}\text{C}$ отводится под собственным давлением через пластинчатый теплообменник в регенераторную колонну. В пластинчатом теплообменнике насыщенный раствор МДЭА нагревается до температуры 95°C .

Насыщенный раствор МДЭА после пластинчатого теплообменника подается в верхнюю часть колонны регенерации, где, стекая вниз, контактирует на насадках со встречным потоком паров регенерации раствора амина. При этом из насыщенного раствора выделяется сероводород и кислые компоненты под воздействием нагрева. Регенерированный раствор МДЭА стекает в куб колонны и оттуда поступает в ребойлер – испаритель. Здесь раствор МДЭА подогревается до температуры $115\div 120^{\circ}\text{C}$ и испаряется. Паровой поток раствора МДЭА из ребойлера поступает в паровое пространство под нижний слой насадки регенератора.

Регенерированный раствор МДЭА в пластинчатом теплообменнике, отдавая свое тепло насыщенному раствору МДЭА, охлаждается до $75\div 80^{\circ}\text{C}$. Далее регенерированный раствор МДЭА поступает в буферную емкость, из которой насосами регенерированный раствор МДЭА забирается и под давлением $0,45\div 0,5$ МПа направляется в абсорбер.

Перед подачей в абсорбер регенерированный раствор МДЭА охлаждается в водяном холодильнике до температуры не выше 45°C .

Выделившийся сероводородный (кислый) газ с верха регенератора поступает в водяной холодильник, где охлаждается до $40\div 45^{\circ}\text{C}$ и частично конденсируется. Далее газоконденсатная фаза поступает в сепаратор кислых газов. Отделившийся в сепараторе от конденсата кислый газ под остаточным давлением подается на установку утилизации кислых газов для выработки элементарной серы. Жидкая фаза – «кислая вода» из сепаратора забирается по уровню насосом и подается на орошение регенератора.

Для приготовления раствора МДЭА и закачки его в систему предусмотрена заглубленная емкость объемом с погружным насосом. В емкость подается расчетный объем концентрата МДЭА из бочек (автоцистерны) и пресная химочищенная вода или паровой конденсат с замедленным объемом. Производится перемешивание МДЭА и воды для получения раствора заданной концентрации. Перемешивание осуществляется погружным насосом за счет циркуляции в течение не менее 30 мин. Го-

товый раствор МДЭА из емкости откачивается тем же погружным насосом в промежуточную емкость для заполнения системы.

С целью защиты оборудования и трубопроводов линии раствора МДЭА от коррозии и предотвращения вспенивания раствора МДЭА в абсорбере предусмотрены установки для автоматизированного приготовления и дозированного ввода ингибитора коррозии в шлемовую трубу регенератора и активспенивателя в линию регенерированного раствора МДЭА после пластинчатого теплообменника.

На одном из действующих объектов проведен анализ существующей схемы нефтеподготовки и предложено техническое решение, позволяющее использовать попутный нефтяной газ на стадии очистки нефти от сероводорода и подготовить его к сжиганию в качестве топлива в печах. Для реализации проекта потребуются дополнительные капитальные вложения, которые будут скомпенсированы прибылью от отказа в использовании природного газа.

Список источников

1. Исмагилов Ф. Р., Вольцов А. А., Аминов О. Н. Экология и новые технологии очистки сероводородсодержащих газов. Уфа: Экология, 2018. 214 с.
2. Ситенков В. Т. Проектирование обустройства нефтяных месторождений. «САМИЗДАТ», 2012. 457 с.

УДК 629.371.2(470+571)

Ляпустин А. С.

Научный руководитель: Костромин Д. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ КЛАССОВ КРОССОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ТИПА «БАГГИ»

***Аннотация.** Систематизация и анализ современных классов багги в России для обеспечения популяризации автомобильного спорта.*

***Ключевые слова:** багги, классификация, Россия*

Багги – это транспортное средство, управляемое одним пилотом, с трубчатой пространственной рамой и открытыми колёсами, предназначенное для участия в соревнованиях по пересечённой местности и без-

дорожью (кросс, автокросс, ралли-рейды). В зависимости от разновидности багги мощность двигателя может достигать 600 л. с.

Багги впервые было создано в 1950 в США. Для первых багги использовались старые автомобили Volkswagen Beetle. Транспортное средство максимально облегчали и встраивали каркас безопасности. [2].

Багги имеет отличную проходимость, поскольку у неё высокий клиренс и большой ход пружин.

В России соревнования по автокроссу и кроссу хорошо развиты, и каждый человек, имеющий лицензию пилота, и подготовленный автомобиль может участвовать в соревнованиях.

Так как в сети «Интернет» слишком много информации и в её изобилии можно запутаться, в данной статье была собрана и систематизирована вся информация про классы багги в России.

В России существует несколько основных классов багги:

1. ДЗ-спринт,
2. супер багги,
3. детские багги (ДЗ-микро ДЗ-мини, ДЗ-юниор).

ДЗ-спринт. Авто, предназначенное для пилотирования одним пилотом с пространственной рамой и приводом только на заднюю ось, а также серийным двигателем от автомобилей ВАЗ объёмом до 1,6 л.

Супер багги. Авто, имеющее привод либо на одну, либо на обе оси, с двигателями объёмом от 1,601 л. до 4 л.

Детские багги

1. ДЗ-микро (соревнование предназначено для детей в возрасте от 6 до 8 лет).
2. ДЗ-мини (соревнование предназначено для детей в возрасте от 8 до 12 лет).
3. ДЗ-юниор (соревнование предназначено для детей в возрасте от 12 до 18 лет).

В России существует возможность с самых ранних лет начать заниматься автоспортом и достигать успехов. Но все эти соревнования не предполагают оценку инженерных решений.

Существуют также другие классы соревнования по авто кроссу и кроссу. Например:

1. T4-3,
2. T1-2500,
3. Д2Н,
4. super 1600.

T4-3:

– авто семейства ЗиЛ-130, ЗиЛ-431410, ЗиЛ-433360, ЗиЛ-4331 и их модификации с двигателями объемом до 7 л. и приводом на одну ось [1].

– авто семейства ГАЗ-53, ГАЗ-3307 и их модификации с двигателем объемом до 5 л. и приводом на одну ось.

Т1-2500. Легковые авто повышенной проходимости отечественного производства с двигателем объемом до 3 л.

Д2Н. Легковые авто семейства Лада, имеющие привод только на переднюю ось и двигатель объемом до 1,6 л.

Super 1600. Легковые авто (как отечественные, так и иномарки), имеющие привод только на одну ось и безнаддувный двигатель объемом до 1600 см³.

Также в мире существует множество других разновидностей багги, и каждая сама по себе уникальна.

Таким образом, проведенный анализ применяемых классификационных требований показывает, что применяемые в России классы багги позволяют обеспечить удовлетворительную подготовку пилотов транспортного средства. При этом оценки инженерных решений, применяемых при проектировании багги не производятся, что снижает привлекательность автоспорта для молодых инженеров.

Список источников

1. Назаров М. М. Специальные кроссовые автомобили багги. М.: ДОСААФ, 1980. 138 с.

УДК 697.326.2

Миронова А. Д.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ БЫТОВЫХ КОТЛОВ

Аннотация. В данной работе изложена классификация бытового котельного оборудования. Приведены торговые марки, занимающие лидирующие позиции по производству отопительного оборудования в настоящее время, а также основные достоинства данной продукции.

Ключевые слова: газовый котел, коэффициент полезного действия, теплообменник, отопление

Прямое назначение бытовых котлов – обогрев небольших помещений: индивидуальных домов, дач, коттеджей или даже просто квартир. В качестве дополнительной услуги – получение горячей воды для хозяйственных нужд.

В зависимости от способа подогрева горячей воды в отопительном оборудовании котлы разделяются на одноконтурные и двухконтурные. Как правило, такое деление в первую очередь относится к газовым котлам отопления.

Одноконтурные котлы предназначены только для обогрева помещений и не располагают системой, обеспечивающей горячее водоснабжение дома.

Двухконтурные котлы выполняют две функции: обогрев дома и нагрев воды. Такое название котлы получили потому, что в их конструкции имеется два контура: один отвечает за отопление, второй – за нагрев проточной воды.

Газовые котлы – самый распространенный тип котлов, как в России, так и во всем мире. Примерно половина всех продаваемых котлов – газовые котлы. И это не случайно, ведь газ – это самое дешевое топливо на сегодняшний день.

По способу установки котлы бывают:

- настенные котлы. Они отвечают всем текущим требованиям по минимуму занимаемого места. По сравнению с напольным котлом настенный котел имеет меньшие габариты и не занимает большую площадь. Сразу следует отметить основной и, пожалуй, единственный недостаток подобных котлов, по сравнению с напольными – его малую мощность, которая обычно варьируется от 12 и до 45 кВт.

- напольные котлы. Напольные котлы обычно используются в больших помещениях производственного типа, офисах. Или в частных жилищах, где есть достаточно места для установки такого котла. Основным преимуществом напольных котлов перед настенными является более широкая линейка мощностей (до 100 кВт и более).

Самые известные производители газовых котлов:

1. торговая марка Protherm (Словакия) выпускает котлы нескольких серий. Они подходят для загородных дач, коттеджей, частных домов, квартир. Серия Гепард представлена двухконтурными настенными котлами, которые обладают высоким уровнем КПД (до 93%). Они могут производить за минуту до 11 литров горячей воды. Основными достоинствами являются: несколько рабочих режимов; наличие жидкокристаллического дисплея, на котором отображаются все важные показатели; автоматическая диагностика процессов; простота управления; нали-

чие встроенного насоса циркуляционного типа; автоматический режим защиты от перегрева и низких температур.

2. Buderus (Германия) выпускает напольные и настенные газовые котлы. Они обладают высокой мощностью и подходят для обогрева больших площадей. Основными достоинствами являются: компактность, возможность подсоединения дополнительных систем управления, универсальность – котел хорошо работает, как от природного, так и от сжиженного газа, отсутствие теплопотерь, котел по внешнему контуру оснащен слоем утеплителя, автоматический контроль уровня пламени, надежность конструкции.

3. Vaillant (Германия) – настенные двухконтурные котлы обладают высокой надежностью, мощностью и длительностью эксплуатации. Серия характеризуется рядом преимуществ: выполнение функции отопления и подогрев воды, КПД составляет 93%, предусмотрена возможность частичной настройки мощности, возможность монтажа в жилой зоне, простота управления и высокая эффективность работы.

4. Bosch (Германия) – продукция обладает высоким качеством и отличными техническими характеристиками. Самой востребованной моделью является двухконтурный котел Bosch Gaz 6000 W WBN 6000-24C, что обладает рядом преимуществ: высокий уровень КПД (до 93%), наличие камеры для сгорания газа турбированного типа, электронная система контроля работы, экономное использование газа.

5. Baxi (Италия) – выпускает высокопроизводительные котлы, характеризующиеся высокой надежностью и долговечностью. Котлы имеют мощность до 24 кВт, поэтому считаются достаточно экономичными. Важными достоинствами являются: легкость в монтаже, понятная панель управления, наличие ЖК-дисплея, на котором отображаются заданные параметры и текущее состояние котла.

Все представленные торговые марки занимают лидирующие позиции по производству отопительного оборудования, вызывают доверие и пользуются спросом у большинства покупателей.

Список источников

1. Котлы для отопления частного дома: виды, особенности // Совет инженера. URL: <https://sovet-ingenera.com/otoplenie/kotly/kotly-dlya-otopleniya-chastnogo-doma.html> (дата обращения 04.04.2022).
2. 18 лучших отопительных газовых котлов для дома // Эксперт цен URL: <https://www.expertcen.ru/article/ratings/luchshie-gazovie-kotli.html> (дата обращения 04.04.2022).

3. Отопительные котлы: современные решения и рыночные тенденции // СОК Сантехника Отопление Кондиционирование URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/otopitelnye-kotly-sovremennye-resheniya-i-rynochnye-tendencii> (дата обращения 04.04.2022).

4. ТОП 25 лучших газовых котлов рейтинг 2021-2022 года // Экспертные руководства по выбору техники URL: <https://my-expert.ru/2021/10/02/газовые-котлы/> (дата обращения 04.04.2022).

УДК 620.9

Миронова А. Д.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ

Аннотация. В статье представлен анализ российского рынка солнечной энергетики, её перспективы развития в России, а также факторы, замедляющие развитие «зеленой энергии».

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, солнечные электростанции

Вокруг солнечной энергетики в России существует множество вредных мифов: например, что у нее нет будущего из-за холодного климата и небольшого количества солнечных дней в некоторых регионах. Другое распространенное мнение – неразвитость экологического сознания, в отличие от других стран Европы.

На сегодняшний день в нашей стране уже построено около 1,2 ГВт солнечных электростанций.

Уровень инсоляции варьируется от 810 кВт*час / кв. м в год в отдаленных северных районах до 1400 кВт*час / кв. м в год в южных районах, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Московская и Ленинградская области имеют репутацию пасмурных регионов. Однако выработка энергии там составляет порядка 1000 кВт*ч на кВт установленной мощности солнечной генерации в год. Это ниже, чем в других, более благоприятных для развития отрасли регионах России, но сопоставимо с показателями, например, Германии, которая входит в пятерку мировых лидеров по установленной мощности солнечной генерации.

С точки зрения окупаемости, Санкт-Петербург и Ленинградская область считаются более выгодными для использования электроэнергии от солнечных установок. В регионе достаточно высокие тарифы для юридических лиц, представителей малого и среднего бизнеса – до 10 рублей за кВт*ч, что позволяет быстро окупить вложения в солнечную генерацию и начать экономить на электроэнергии.

Среди всех секторов ВИЭ солнечная энергетика наиболее развита в России, потому что в стране есть как минимум два поставщика оборудования с собственными разработками. И благодаря наличию конкуренции и развитию отрасли в целом стоимость выработки солнечной энергии значительно снизилась за последние несколько лет, причем по всему миру. Однако даже этого пока что недостаточно для прорывного развития солнечной энергетике в России.

Может ли рынок солнечной энергетики развиваться в холодном российском климате? Эксперты практически единогласны во мнении, что получать электроэнергию благодаря солнцу возможно в любом климате: как в Саудовской Аравии, так и в России.

Важно отметить, что солнечная энергетика развивается далеко не только в южных странах. Например, в 2019 году 8,2% всей выработанной электроэнергии в Германии пришлось на фотовольтаику. Развитие ВИЭ, включая солнечную энергетику, происходит также и в северных нефтедобывающих странах.

С технической точки зрения, большое количество солнечных дней в сочетании с холодной температурой позволяет фотоэлектрическим модулям вырабатывать даже больше энергии, чем в жару.

Этот принцип пока мало применим в морозы ниже минус 30 °С. Хотя уже существуют сверхпрочные фотовольтаические компоненты, которые способны работать даже в условиях крайне низких температур. Например, в Якутии существует около двух десятков солнечно-дизельных станций, которые особенно эффективны во время полярного дня. Они вырабатывают энергию, даже когда на несколько месяцев температура опускается до минус 50 °С. Так что регионов, где невозможно развитие солнечной энергетики, в России нет.

Факторы, замедляющие развитие солнечной энергетики в России, – прежде всего, доступность других энергоресурсов. Газовая генерация в России гораздо бюджетнее солнечной, в то время как в Европе ВИЭ приблизилась к стоимости традиционной энергетики.

Еще одна причина – высокая кредитная ставка в России для малого и среднего бизнеса. Если, например, в Германии она составляет около 2-3%, то в России достигает 10-20% в зависимости от банка и от региона.

Будет ли в будущем ситуация меняться в пользу солнечной энергетики, а отечественная экономика – отходить от традиционных углеводородов? Как показывает практика, в России глобальные вещи меняются двумя способами.

Первый – многое зависит от позиции политической фигуры, которая занимается солнечной энергетикой.

Второй путь – это влияние извне. Например, введение общемирового налога на углеводороды поспособствовало бы развитию ВИЭ в России.

Список источников

1. Когда Россия заменит уголь и газ энергией солнца и ветра // РБК Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/60a277e49a79476c79b1d91b> (дата обращения 27.03.2022).
2. Солнечные электростанции на территории России: реалии и перспективы // Altenergiya.ru URL: <https://altenergiya.ru/sun/solnechnye-elektrostancii-v-rossii.html> (дата обращения 27.03.2022).
3. Солнечная энергия в России: проблемы и перспективы развития солнечной энергетики // BEZotxodov.ru URL: <https://bezotxodov.ru/jenergoberezhenie/solnechnaja-jenergetika-v-rossii> (дата обращения 27.03.2022).

УДК 620.9

Мустафина Г. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТАНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. *Представлены возможности производства экологически чистого топлива при анаэробной ферментации, методы получения тепла с помощью ТЭЦ при преобразовании газа в необходимый вид энергии, способы очистки биогаза и возможности применения дополнительного конечного продукта – удобрения.*

Ключевые слова: *биогаз, тепло, сушка, очистка, топливо, электроэнергия*

Производство энергии с помощью технологии использования биогазовой установки несомненно превосходит в сравнении с другими видами альтернативных источников энергии в связи с тем, что при произ-

водстве тепла и электричества при анаэробной ферментации нет необходимости учитывать время года и суток, а также погодные условия.

Биогаз в применении является универсальным, так как обеспечивает необходимыми ресурсами: теплом, электричеством, газом, топливом для автомобилей и даже продукцией для фермерского и агропромышленного производства – высококачественным удобрением.

Рациональнее всего использовать данный вид топлива преобразованием газа в электричество и тепло с помощью теплоэлектроцентралей. Но перед его использованием необходимо произвести очистку от сероводорода для предотвращения коррозии и остальных металлических элементов, и защиты от воздействия газа бетонных и деревянных конструкций.

Существует 3 метода очистки биогаза от элементов, содержащих серу:

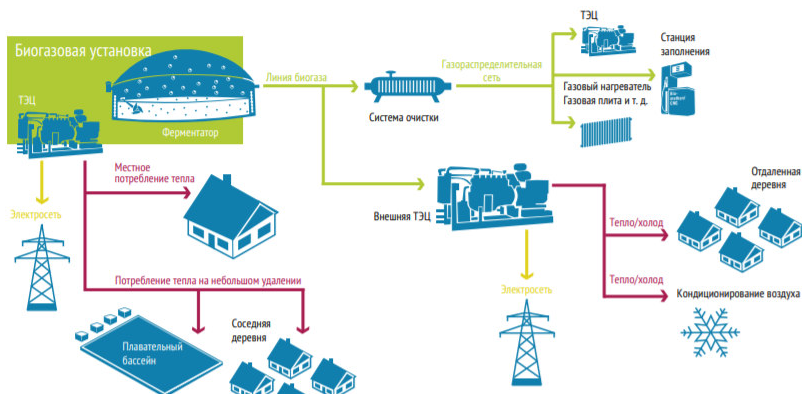
- добавление солей металлов в ферментатор;
- обеспечение внутреннего или внешнего биологического окисления (например, контролируемой подачи воздуха в ферментатор);
- очистка биогаза адсорбирующими серу материалами (например, активированным углем).

Кроме того, важным этапом в производстве является конденсационная сушка. Процесс осуществляется понижением температуры биогаза до состояния конденсации содержащейся воды и последующем удалении в поддон для конденсации.

Тепло, полученное в процессе сгорания, утилизируется с помощью теплообменников, большая часть используется для обогрева ферментаторов, а оставшая часть может быть применена для отопления и производственного теплоснабжения. Особенно необходима круглогодичная тепловая энергия для общественных зданий, например, бассейны, теплицы или заводы, также появляются возможности в области системы охлаждения.

Преимущество производства электроэнергии из биогаза заключается в возможностях, которые открывает газ, поскольку хранить биогаз гораздо проще, чем электричество. Тем самым появляется возможность производства электричества лишь при необходимости. Это обеспечивает стабильную энергосистему без падений мощности как в остальных источниках энергии.

Преимуществом биометана является возможность хранения в резервуарах. А для повышения его качества желательно удалить элемент CO_2 , тем самым биогаз превращается в биометан и может использоваться в качестве топлива для транспортных средств, исключая выбросы в атмосферу, или использоваться в ТЭЦ. Возможности использования биогазовой установки показана на рисунке.



Стадии использования биогазовой установки

Список источников

1. Мустафина Г. Р. Эффективность использования биогаза // Тинчуринские чтения - 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 28-30 апреля 2021 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Общество с ограниченной ответственностью Полиграфическая компания «Астор и Я», 2021. С. 144-146.
2. Ибадов А. А. Применение биогазовой установки для утилизации органических отходов молочного производства // Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях: сборник материалов VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Альметьевск, 11-12 мая 2017 года; под общей редакцией С. В. Юдиной. Альметьевск: Издательство «Перо», 2017. С. 150-151.
3. Патент № 2422385 С1 Российская Федерация, МПК C02F 11/04. Установка для анаэробного сбраживания органических отходов с получением биогаза: № 2009144467/05: заявл. 30.11.2009; опубл. 27.06.2011 / А. Е. Кондратьев, Г. И. Павлов, С. Г. Борисов, А. Р. Загреддинов.
4. Мустафина Г. Р., Кондратьев А. Е. Перспективы применения биогазовой установки при утилизации органических отходов птицефабрик // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: сборник материалов Третьей Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 09 июня 2020 года. Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2020. С. 88-90.
5. Мустафина Г. Р. Анализ систем сжигания биогаза // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 28-30 апреля 2021 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Общество с ограниченной ответственностью Полиграфическая компания «Астор и Я», 2021. С. 142-144.

6 Патент на полезную модель № 105449 U1 Российская Федерация, МПК G01N 1/22. Лабораторная установка для исследования метанового сбраживания органических отходов с получением биогаза: № 2011102657/05: заявл. 24.01.2011: опубл. 10.06.2011 / С. Р. Калачева, А. Е. Кондратьев; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный энергетический университет» (КГЭУ).

УДК 621.321

Никитина Х. А.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЦЕНТРОБЕЖНО-ВИХРЕВЫЕ ДЕАЭРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

***Аннотация.** В работе рассматриваются центробежно-вихревые деаэрационные установки, их строение и принцип работы. Уделено внимание достоинствам и недостаткам использования установок в теплоэнергетике.*

***Ключевые слова:** деаэрация, деаэрационные установки, центробежно-вихревые*

Строительный рынок современной России, давно реализовавший потенциал существующей инфраструктуры городов, в последнее время вынужден увеличивать масштаб проектов до уровня, делающего рентабельным запуск новых теплогенерирующих мощностей и теплосетей, обеспечивающих качественное водо- и теплоснабжение вводимых в строй объектов.

Одной из проблем, решаемых при создании или модернизации теплогенерирующих мощностей, является внедрение эффективной системы деаэрации воды.

Деаэрация – это процесс удаления кислорода из воды. Именно растворенный в воде кислород является основной причиной коррозии трубопроводов, а скорость процесса коррозии зависит от температуры взаимодействия. Только деаэрированием подпиточной воды тепловых сетей срок службы трубопроводов и котельного оборудования увеличивается более чем в 3 раза.

Центробежно-вихревые деаэрационные установки (ЦВДУ) – отечественный продукт, изобретенный инженером Борисом Алексеевичем Зиминым в процессе работы над повышением эффективности и долговечности установок типа ДА и ДВ.

В установке не происходит коррозия узлов в силу того, что вскипание воды происходит достаточно быстро, кислород и CO_2 просто не успевают вступать в реакцию с металлом. Они выходят из установки до того момента, как успевают начинать взаимодействовать друг с другом. На бытовом уровне это можно проиллюстрировать опытом, когда кусок сахара быстро опускается в чашку с кофе и сразу вытаскивается: сахар только окрашивается, растворения не происходит.

Принцип работы центробежно-вихревой деаэрационной установки прост: вода подается в колонку под напором тангенциально и закручивается внутри, равномерно распространяясь по стенкам. В центре установки образуется паровая смесь, которая в виде выпара легко удаляется.

ДЦВ предназначен для удаления основной массы газов из деаэрируемой воды и одновременного нагрева ее до температуры насыщения при вакуумном, атмосферном и режиме повышенного давления.

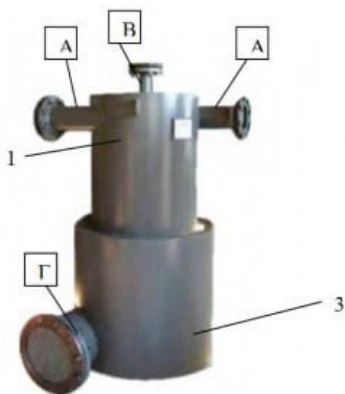


Рис. 1. Без подвода греющей среды

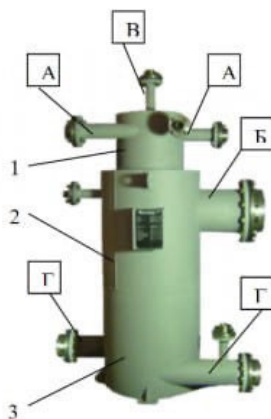


Рис. 2. С подводом греющей среды

Деаэрируемая вода поступает посредством пары тангенциальных патрубков А, поток воды закручивается в верхней камере 1 деаэратора, образуется цилиндрический слой воды с вертикальной границей раздела жидкой и паровой фазы. Одновременно с водой через патрубок Б подводится греющая среда (пар или перегретая вода), которая смешивается с деаэрируемой водой в камере 2. В результате вода вскипает с образованием выпара, который выводится через патрубок В, а вода переходит в нижнюю камеру 3 и выводится через пару патрубков Г (в зависимости от компоновки деаэрационной установки исполнение ДЦВ может быть с одним патрубком слива Г). При исполнении деаэратора без подвода

греющей среды конструкция ДЦВ – без средней камеры 2, в этом случае деаэрируемая среда должна быть предварительно доведена до рабочей температуры.

Вывод. Центробежно-вихревые деаэрационные установки (ЦВДУ) позволяют повысить эффективность и долговечность установок типа ДА и ДВ. В установке не происходит коррозии узлов.

Список источников

1. Сергеев В. Н. К вопросу о выборе типа деаэрационной установки. URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3246.

УДК 62-714:69.058.7

Осипов Т. А., Трилинская А. Н., Смирнов Е. В., Калинин А. Г.,
Зиновьева Е. Г.

Научный руководитель: Михадаров Д. Г., канд. техн. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТВОДА ТЕПЛА В УСТРОЙСТВАХ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАДИАТОРА С ЖИДКОСТНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

***Аннотация.** Предложена компоновка стенда для тепловых измерений при работе биметаллического радиатора, охлаждаемого с помощью жидкостного теплоносителя.*

***Ключевые слова:** электродвигатель, насос, биметаллический радиатор, теплоноситель, нагрев, охлаждение, тепловизор*

Вопрос охлаждения любого полупроводникового устройства является одним из наиболее важных для обеспечения его надежной эксплуатации. Он актуален для всех полупроводниковых изделий, начиная от дискретных компонентов и маломощных микросхем с милливаттными тепловыми потерями и заканчивая силовыми полупроводниковыми приборами, от которых необходимо отводить до нескольких киловатт мощности потерь [1].

Чувашским государственным университетом разрабатываются специальные охладители на основе меди и алюминия для устройств сило-

вой электроники, отличающиеся повышенной теплоотдачей за счет наличия контура жидкого теплоносителя [2].

Для проведения исследований предложена компоновка стенда, схема которого показана на рис. 1. Центробежный насос, приводимый в работу с помощью электродвигателя, обеспечивает циркуляцию жидкостного теплоносителя по замкнутому контуру. Для регулирования скорости вращения вала электродвигателя используется преобразователь частоты. Регулирование скорости вращения вала в интервале от 0 до 2750 об/с позволяет изменять расход теплоносителя от 0 до 10 л/мин. Направление движения теплоносителя обозначено стрелками.

Для отвода тепла используется жидкостный теплоноситель на основе этиленгликоля, который в свою очередь охлаждается в теплообменнике при обдуве вентилятором.

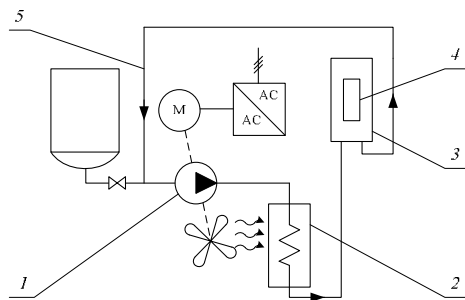


Схема циркуляции жидкостного теплоносителя:

- 1 – электродвигатель-насос, 2 – теплообменник, 3 – радиатор биметаллический, 4 – нагревательный элемент, 5 – система трубопроводов для циркуляции теплоносителя

Источником тепла, имитирующим тепловыделение от полупроводникового устройства, является галогенная лампа мощностью 500 Вт. Мощность, выделяемая в лампе, регулируется подачей напряжения с помощью лабораторного автотрансформатора в интервале от 0 до 250 В. При подаче напряжения 100 В температура на поверхности радиатора достигает 120 °С.

Следующим этапом работы предусмотрены:

1. измерения для получения картины теплового поля и определения тепловых потерь;
2. исследование влияния химического состава теплоносителя на биметаллический контакт радиатора в разных условиях эксплуатации с разным потоком циркуляции.

Авторы выражают благодарность Васильеву П. А. за предоставленный экземпляр биметаллического радиатора для проведения исследований.

Список источников

1. Немаев Д. Ю., Мускатинов, В. Г., Биктиев Р. Ш. Прямое жидкостное охлаждение силовых модулей // Силовая электроника. 2021. № 4. С. 70-71.
2. Васильев П. А., Шведов М. А., Христофоров О. В., Калинин А. Г., Григорьев В. С. Технология сварки трением с перемешиванием в Чувашском государственном университете им. И. Н. Ульянова // Сварочное производство. 2021. № 9. С. 48-53.

УДК 697.7

Пугачев Н. С.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОГОДНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Аннотация. В работе выполнен анализ перспектив использования систем погодного регулирования в Марий Эл, сделаны выводы о перспективности использования таких систем в домах.

Ключевые слова: погодная температура, регулировка теплоносителя, тепловые сети, экономия

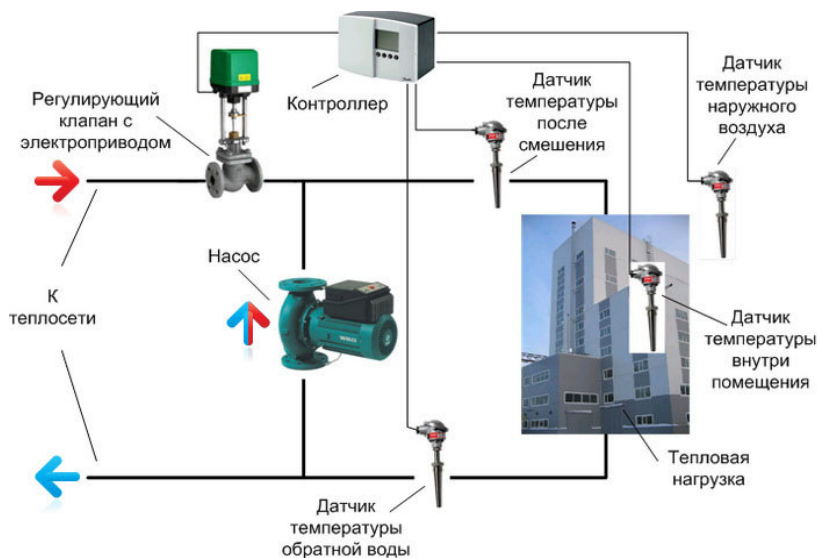
В настоящее время энергетические затраты остаются значительной статьей расхода в сфере коммунального хозяйства. В связи с этим актуальным вопросом является повышение энергетической эффективности жилых и административных зданий. Многие задумываются о том, как же автоматизировать услуги ЖКХ так, чтобы возможно было экономить тепловую энергию в многоквартирных домах или заводах. Погодное регулирование – новый, абсолютно инновационный шаг для услуг жилищно-коммунального хозяйства. Суть данной установки заключается в следующем: установка необходимой температуры отопления зависит от погодных условий. Для этого устанавливаются три датчика: наружный, в трубопроводе на подающем теплоносителе и обратном. Последний информирует о средней температуре на последних батареях. Они изменяют температуру на северной стороне здания и температуру воды в

трубах. Контроллер, находящийся в конструкции, производит расчеты относительно необходимой дельты температур, и затем сам производит регулировку скорости и объема теплоносителя.

Датчик наружного воздуха (выведенный на теньевую сторону улицы) измеряет уличную температуру. Два датчика на подающем и обратном трубопроводе измеряют температуру теплосети. Логический программируемый контроллер вычисляет необходимую дельту и, управляя клапаном (КЗР), регулирует скорость потока теплоносителя. С целью защиты от полного перекрывания в клапане предусмотрена защита. Для предотвращения застоя стояков (попадания воздуха) насос внутренней циркуляции циркулирует теплоноситель в системе через обратный клапан. Узел погодного регулирования также оборудован автоматическим воздухоотводчиком. Если теплосеть не имеет необходимого перепада (что бывает крайне редко), то проблема легко устраняется установкой автоматического балансировочного клапана.

Система имеет полнопроходной байпас и на 100% гарантирует отсутствие перебоев с теплоснабжением в зимнее время.

В случае незапланированной остановки насоса и других аварийных ситуаций, влияющих на автоматическое погодное регулирование отопления, система отправляет SMS через GSM-модуль на мобильный телефон.



Система погодного регулирования отопления

Вывод. Система погодного регулирования отопления позволяет экономить до 35% расхода тепловой энергии. Если учесть, что многоквартирный дом (управляющая компания, ЖСК, ТСЖ) платят за отопление в отопительный сезон около 1 млн рублей в месяц, то экономию жильцы почувствуют уже через месяц. Система погодного регулирования позволяет экономить в среднем 20% потребленной тепловой энергии. Срок окупаемости вложенных средств составляет 10 месяцев или 1,5 отопительных сезона.

Список источников

1. Система погодного регулирования [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-pogodnogo-regulirovaniya-dlya-elevatornogo-uzla/viewer>.
2. Погодное регулирование систем отопления [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36648055>.
3. Суть установки системы погодного регулирования [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atk63.ru/pogodnoe-regulirovanie-otopleniya>.

УДК 620.93

Сабиров И. М., Черный А. А.

Научный руководитель: Звонарева Ю. Н., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА НА УСТАНОВКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

Аннотация. В статье предложен способ обеспечения обогрева производственно-бытовых помещений цеха комплексной подготовки нефти и цеха производственной эстетики: столовой, АБК, главного насосного корпуса участка комплексной подготовки нефти, помещения механической мастерской участка комплексной подготовки нефти, складского помещения, здравпункта, караульного помещения ВОХР, столярного цеха, покрасочного помещения. Общая площадь отапливаемых помещений более 5500 м² блочным тепловым пунктом (БТП) за счет использования энергии тепла подогретой нефти.

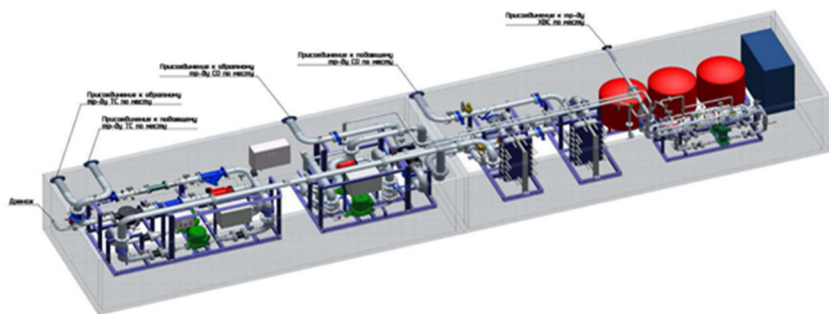
Ключевые слова: технологические трубопроводы, спиральные теплообменники СТО, автоматизированный блочный тепловой пункт, циркуляционные насосы, промежуточный контур теплоносителя

На сегодняшний день энергосбережение относится к числу высших приоритетов государственной энергетической политики и составляет основу энергетической стратегии до 2035 г. Повышение энергоэффективности увеличивает рентабельность, конкурентоспособность, количество рабочих мест, высвобождает средства для развития бизнеса.

Среди основных целей энергетической политики, реализуемой в нефтяных компаниях, – это постоянное улучшение энергетической эффективности, совершенствование процессов управления энергетической эффективностью и энергосбережением при осуществлении всех видов производственной деятельности; сдерживание роста затрат за счет внедрения передовых инновационных энергоэффективных технологий и рационального использования энергоресурсов; разработка, внедрение, обеспечение функционирования и постоянное улучшение Системы энергетического менеджмента, соответствующей требованиям ISO. [1].

Одним из ключевых направлений внедрения энергоэффективных технологий является реализация мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов. Так, в рамках реализации этих мероприятий в нефтегазодобывающем управлении было принято решение об отказе обогрева производственно-бытовых помещений цеха комплексной подготовки нефти и цеха производственной эстетики с помощью промышленной котельной и переходе на обогрев с использованием блочного теплового пункта «БТП РИДАН» (WaterLine). [2-3].

Оборудование, входящее в состав теплового узла: технологические трубопроводы, спиральные теплообменники СТО, автоматизированный блочный тепловой пункт, циркуляционные насосы (4 шт.) с ЧРЭП для 2-х контуров циркуляции горячей воды, пластинчатыми теплообменниками, блоком подготовки воды и локальной системой автоматического управления. С целью исключения попадания нефти в контур водяного отопления зданий в тепловом узле нагрев сетевой горячей воды производится через промежуточный контур теплоносителя (пресная вода). (рисунок) (дата обращения 19.03.2022).



Блочный тепловой пункт на УКПН

Основная схема работы теплового узла предусматривает отбор части потока горячей нефти с линии выхода нефти, с теплообменников группы на печи нагрева нефти. С данной линии часть подогретой нефти подается на вход в спиральные теплообменники, после спиральных теплообменников нефть поступает в линию выхода стабильной нефти.

Часть потока горячей нефти с расходом 5-25 м³/час через задвижку поступает в регулирующий клапанный узел и далее на вход в спиральные теплообменники, в которых тепло от нефти ($t = 100^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$) передается потоку теплоносителя (воды) промежуточного контура. Остывшая нефть ($t = 60^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$) поступает в трубопровод выхода стабильной нефти. Нагретая до ($60^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$) вода промежуточного контура циркуляционными насосами теплового узла прокачивается через тех. оборудование БТП – фильтры грубой и тонкой очистки, омагничиватель; далее вода поступает в пластинчатые теплообменники БТП, в которых происходит теплообмен между водой промежуточного контура. Полученная тепловая энергия передается отопительной системе обогрева бытовых помещений. Данный способ позволяет использовать технологические процессы комплексной подготовки нефти (охлаждение до необходимой температуры $t = 60^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$) в сопутствующих, вторичных процесса обеспечения функционирования цеха комплексной подготовки нефти и цеха производственной эстетики нефтегазодобывающего управления. [4]. А также отказ от использования промышленной котельной позволяет получить существенную экономию энергетических ресурсов и сокращение выбросов парниковых газов. [5].

Список источников

1. Политика ресурсосбережения ГК «Татнефть» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tatneft.ru/ekologiya/politika-esursosberezheniya?lang> (дата обращения 19.03.2022).
2. Дьяченко В. Д., Цай В. С. Блочный автоматизированный унифицированный тепловой пункт: пат. №; RU 133592 U1; заявл. 05.03.2013; опубл. 20.10.2013.
3. Теплообменники РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.xn--90ahbmaldjkagak4b.xn--p1ai/> (дата обращения 19.03.2022).
4. Байбаков Н. К., Гарушев Л. Р. Тепловые методы разработки нефтяных месторождений. М.: Недра, 1988. 343 с.
5. Малая Э. М. оценка потенциала энергосбережения в системах теплоснабжения // Журнал «Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения» Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. 2010. № 1. С. 203-212.

УДК 621.321

Семенов К. Л.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕИМУЩЕСТВА ВАКУУМНЫХ ДЕАЭРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

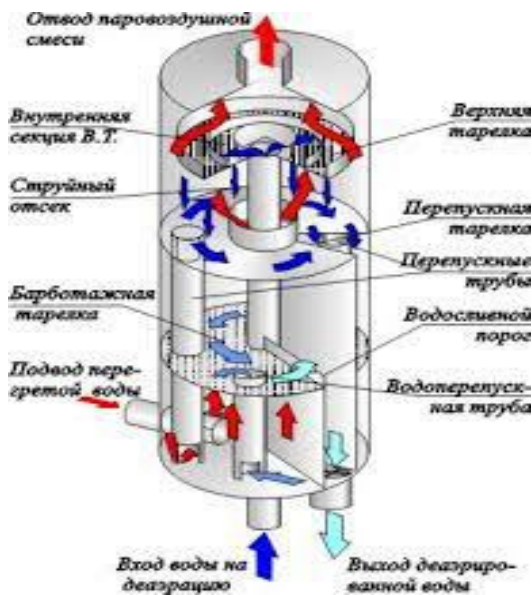
Аннотация. *Рассматривается устройство и применение вакуумных деаэраторов, их преимущества и недостатки.*

Ключевые слова: *вакуумный деаэратор, подпиточная вода, деаэрированная вода, декарбонизатор*

Деаэраторы вакуумные служат для удаления из питательной воды, находящейся в паровых котлах и из подпиточной воды, находящейся в системах теплоснабжения, коррозионно-агрессивных газов, т. е. кислорода (O_2) и свободной углекислоты (CO_2).

Вакуумная деаэрация нашла широкое распространение на ТЭЦ и в системах горячего водоснабжения. Вакуумный деаэратор включают после водо-водяного подогревателя, где температура повышается до 60-65°C. В деаэрационной колонке поддерживается такой вакуум, чтобы поступающая из подогревателя вода имела некоторый перегрев (на 5-10°C) по отношению к температуре насыщения, соответствующей

давлению в деаэраторе. Вода при этих условиях вскипает, становится пересыщенным раствором газов, из которого выделяются газовые пузырьки. При этом из воды в паровую фазу поступает 90-95% кислорода. Выделение оставшегося растворенного кислорода (5-10%) происходит путем диффузии и протекает медленно. Для отсоса выделяющихся газов и поддержания в деаэраторе вакуума используют водоструйный эжектор. Для вакуумной деаэрации применяют струйные и струйно-барботажные колонки.



Устройство вакуумного деаэратора

Эффективность работы деаэратора определяется перегревом воды. Чем больше перегрев, тем интенсивнее протекает процесс вскипания и, следовательно, быстрее идет деаэрация воды. Содержание кислорода в деаэрированной воде в основном зависит от доли выпара (от перегрева) и глубины вакуума (абсолютного давления в деаэрационной колонке). В гидродинамическом отношении процесс в вакуумном деаэраторе с перегретой водой более устойчив, чем в деаэраторе с нагревом воды. Сопротивление колонки в режиме перегрева невелико, так как сравнительно невелико количество пара, движущегося по ней.

Необходимость применения вакуумных деаэраторов при деаэрации подпиточной воды систем теплоснабжения доказана как теоретически, так и практически в ходе длительной эксплуатации ТЭЦ и котельных. Преимущества вакуумных деаэраторов перед деаэраторами других типов проявляются при использовании для деаэрации низкопотенциальных теплоносителей, что позволяет увеличить выработку электрической энергии на тепловом потреблении в теплофикационных турбоустановках ТЭЦ, понизить потери теплоты с уходящими газами в котельных установках. При обработке подпиточной воды теплосети существенным преимуществом вакуумных деаэраторов является снижение потерь конденсата греющего пара с подпиточной водой. В большинстве случаев при применении вакуумной деаэрации взамен атмосферной удается снизить капитальные затраты на сооружение деаэрационных установок.

Недостатки эксплуатации, а также встречающиеся при проектировании тепловых схем и котельных ошибки, не позволяющие организовать оптимальный режим работы декарбонизаторов, часто приводят к серьезным нарушениям в работе всей установки для подпитки теплосети. Особенно сильно сказывается ухудшение работы декарбонизаторов в установках, где в качестве последней ступени водоподготовки применяются вакуумные деаэраторы. Возможности удаления свободной углекислоты из вакуумных деаэраторов ограничены. Также в связи с большей сложностью схем деаэрационных установок, необходимостью поддержания герметичности их вакуумных систем и значительным разнообразием тепловых и гидравлических режимов работы при эксплуатации вакуумных деаэраторов требуется достаточно высокая техническая культура обслуживающего персонала. На теплоэнергетических предприятиях с низкой культурой эксплуатации вакуумные деаэраторы эффективно работать не могут.

Вывод. При использовании вакуумных деаэраторов увеличивается выработка электрической энергии на тепловом потреблении ТЭЦ, понижаются потери теплоты в котельных установках, снижение потерь конденсата греющего пара, снижение капитальных затрат.

Список источников

1. Шарапов В. И. Вакуумная деаэрация воды для систем теплоснабжения // Водочистка. 2007. №1.
2. Труб И. А., Литвин О. П. Вакуумные деаэраторы. М.: Энергия, 1967. 100 с.

Ульябаева Г. Ш., Гапоненко С. О.
 Казанский государственный энергетический университет

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА БЕЗДЕФЕКТНОГО И ДЕФЕКТНОГО ТРУБОПРОВОДОВ

Аннотация. В данной статье представлена математическая модель колебательного процесса бездефектного и дефектного трубопроводов. В качестве объектов исследования использовались трубопровод без дефекта и трубопроводы с дефектами 2 мм и 3 мм. В ходе работы были определены зависимости влияния дефектов трубопроводов на собственные частоты колебаний в среде конечноэлементного моделирования ANSYS. Анализ переходных динамических процессов в программном комплексе ANSYS позволил получить динамический отклик трубопроводов с дефектами. Определен информативный частотный диапазон для контроля технического состояния исследуемых трубопроводов.

Ключевые слова: диагностика, трубопровод, контроль технического состояния, собственные частоты колебаний, дефект

В качестве объекта исследования были выбраны стальной бездефектный трубопровод, а также стальные дефектные трубопроводы с размерами дефектов 2 мм и 3 мм.

Для определения информативного частотного диапазона собственных колебаний как бездефектного, так и дефектных трубопроводов построили их математическую модель в программном обеспечении ANSYS [1].

Расчет исследуемого бездефектного трубопровода.

В результате проведенного исследования определили 25 первых мод колебаний. Результаты представлены в таблице.

Таблица. Расчет исследуемого трубопровода без дефекта

№ мод колебаний	Частота, Гц	№ мод колебаний	Частота, Гц	№ мод колебаний	Частота, Гц	№ мод колебаний	Частота, Гц	№ мод колебаний	Частота, Гц
1	240,38	6	3630,2	11	6670,1	16	8707,3	21	10438
2	645,43	7	4202,3	12	7396,5	17	9131,7	22	10658
3	1220,2	8	4956,7	13	7826,5	18	9386,9	23	10860
4	1929,5	9	5595	14	8068,2	19	9578,1	24	11408
5	2608,6	10	6295,6	15	8378,8	20	9939	25	11651

Форма колебания 6 моды при частоте 3630,2 Гц показана на рис. 1.

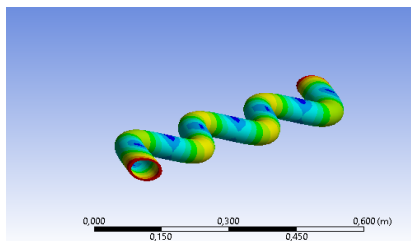


Рис. 1. Форма колебания 6 моды

Расчет исследуемого трубопровода с дефектом 2 мм.

В результате проведенного исследования наиболее характерными частотами для дефекта 2 мм являются 6681; 7156; 7240,1; 7682,5; 8240,2; 8839,2 Гц.

Форма колебания моды при частоте 6681 Гц показана на рис. 2.

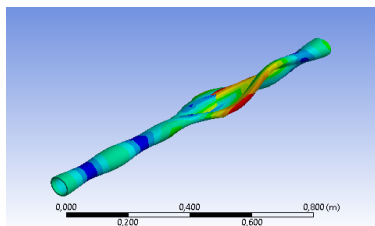


Рис. 2. Форма колебания моды

Расчет исследуемого трубопровода с дефектом 3 мм.

В результате проведенного исследования наиболее характерными частотами для дефекта 3 мм являются 6660,4; 7255,7; 7687,6; 8203,9; 8858,1; 9413,4 Гц.

Форма колебания моды при частоте 6660,4 Гц показана на рис. 3.

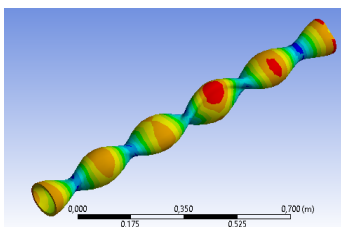


Рис. 3. Форма колебания моды

В результате проведенных исследований был определен информативно частотный диапазон для контроля технического состояния исследуемых трубопроводов [2]. Полученные данные можно использовать для определения размеров дефекта по наличию выявленных частот. На основании расчетов можно сделать вывод, что частоты 6681; 7156; 7240,1; 7682,5; 8240,2; 8839,2 Гц наиболее характерны для дефекта 2 мм; 6660,4; 7255,7; 7687,6; 8203,9; 8858,1; 9413,4 Гц для дефекта 3 мм. Остальные частоты из таблицы являются общими как для дефектных, так и бездефектных трубопроводов и не могут служить основанием для распознавания повреждений [3].

Список источников

1. Гапоненко С. О. Разработка комплексной методики контроля технического состояния инженерных коммуникаций на основе математического моделирования и экспериментальных исследований // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 17-18 апреля 2020 г.): в 2 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. Ч. 2. С. 17-20.
2. Гапоненко С. О. Программно-аппаратный комплекс на основе теоретического моделирования и экспериментального исследования зависимости энтропийных виброакустических параметров линейно-протяженных энергетических объектов от их технического состояния // Тинчуринские чтения. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019.
3. Шакурова Р. З., Гапоненко С. О. Совершенствование методики контроля технического состояния оборудования энергетических систем и комплексов // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых). Казань: КНИТУ-КАИ, 2019.

УДК 536.2

Федотова А. О.

Научный руководитель: Ваньков Ю. В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ОЦЕНКА ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ПЛАСТИНУ, ПОКРЫТУЮ КРАСКОЙ С МИКРОСФЕРАМИ

Аннотация. В тезисах представлены результаты расчета тепловой изоляции в виде энергосберегающей краски из микросфер, нанесенной на пластину, в среде COMSOL Multiphysics.

Ключевые слова: микросферы, связующее, теплопроводность, пластина, теплоизоляционная краска

Теплоизоляционная краска – один из новейших видов тепловой изоляции, представляющий собой связующий материал, в пространстве которого расположены полые микросферы диаметром 0,03-0,1 мм [1].

В данной работе в среде COMSOL Multiphysics был смоделирован стационарный процесс передачи теплоты через стальную пластину с размерами $10 \times 10 \times 7$ мм, покрытую тепловой изоляцией в виде энергосберегающей краски из акрила разной толщины: 0,5 мм и 1 мм, в объеме которой располагаются полые микросферы диаметром 0,03 мм и толщиной стенки 0,002 мм [2, 3].

В работе была смоделирована 3D модель пластины, изоляции на ней (рис. 1), заданы значения коэффициентов теплоотдачи и температура для нагреваемой среды под пластиной ($\alpha = 3000$ Вт/(м²·К), $t = 115$ °С) и воздуха над ней ($\alpha_v = 18$ Вт/(м²·К), $t_v = 5$ °С), коэффициент теплопроводности материала пластины ($\lambda_{пл} = 80$ Вт/(м·К)), плотность и коэффициент теплопроводности сфер ($\rho_{сф} = 230$ кг/м³, $\lambda_{сф} = 0,08$ Вт/(м·К)) и акрила ($\rho_{ак} = 1150$ кг/м³, $\lambda_{ак} = 0,028$ Вт/(м·К)).

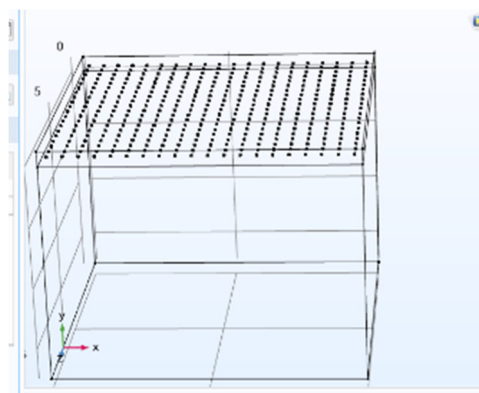


Рис. 1. Геометрия пластины

В результате проведения расчета были получены распределения тепловых потоков по геометрии пластины (рис. 2).

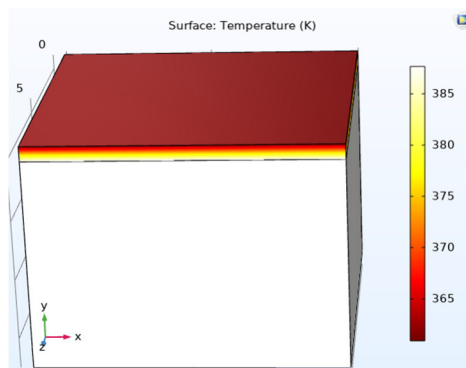


Рис. 2. Отображение тепловых потоков

Также был произведен расчет и найдены следующие параметры: удельный тепловой поток через изоляцию (q), температуры внутренней (t_1) и внешней стенок трубы (t_2), на поверхности изоляции (t_3), а также разницы температур между ними: внутри и снаружи трубы (Δt_{12}), внутри и снаружи тепловой изоляции (Δt_{23}) (таблица).

Таблица. Результаты расчета изоляции

Толщина изоляции, мм	q , Вт/м	t_1 , °C	t_2 , °C	t_3 , °C	Δt_{12} , °C	Δt_{23} , °C
0,5	5,587	114,503	114,373	87,77	0,13	26,602
1	4,799	114,601	114,496	71,651	0,105	42,845

В результате проведенной работы в среде COMSOL Multiphysics были получены следующие результаты: при увеличении толщины теплоизоляционной краски с микросферами удельный тепловой поток через изоляцию и температура на ее поверхности уменьшились, тогда как температуры на внутренней и внешней поверхности пластины – незначительно увеличились [4].

Работа выполнялась в рамках гос. задания # 075-03-2021-175/3.

Список источников

1. Бухмиров В. В., Гаськов А. К. Применение тонкопленочных покрытий в целях энергосбережения // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2015. № 5. С. 26-31.
2. Бобкова Н. М., Трусова Е. Е., Савчин В. В. и др. Получение полых стеклянных микросфер и их применение в производстве водно-дисперсионных лакокрасочных материалов // Стекло и керамика. 2019. № 11. С. 3-7.

3. Плешков Л. В., Трофимов А. Н., Байков А. В., Смирнов А. А. Морфология и свойства полых стеклянных микросфер. Часть 2. О взаимосвязи геометрии полых стеклянных микросфер и их потребительских свойств // Пластические массы. 2021. № 1-2. С. 33-37. DOI 10.35164/0554-2901-2021-1-2-33-37.

4. Калбекова М. Ж., Марс Кызы Т. б., Ормош Кызы А., Калмурзаева А. Т. Мультифизическое моделирование процесса теплопроводности // Вестник Ошского государственного университета. 2021. Т. 1. № 1. С. 155-165.

УДК 621.311.243

Хайруллина Н. Т.

Научный руководитель: Зиганшин Ш. Г., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Аннотация. В данной статье рассмотрен альтернативный источник энергии – солнечный коллектор. Изучены перспективы их внедрения.

Ключевые слова: энергетика, солнечный коллектор

Обеспеченность человечества энергетическими ресурсами на сегодня является одной из глобальных проблем человечества. С увеличением численности населения планеты растет и количество энергопотребляющих установок, в то время как природные энергоресурсы не успевают восполняться.

В последнее время в России все больше говорят о снижении энергопотребления за счет повышения энергоэффективности. Одним из первых шагов на пути решения данной проблемы стало принятие Федерального закона об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности [1].

Одним из способов решения проблемы рационального использования ресурсов является применение альтернативных (возобновляемых) источников энергии. Опыт многих стран показывает, что альтернативные источники энергии могут эффективно использоваться в различных сферах экономики. На сегодняшний день одним из наиболее развиваемых и перспективных направлений в данной области является солнечная энергетика.

Существуют два основных типа применяющихся на практике солнечных коллекторов для нагрева воды – плоские и вакуумные.

Плоский коллектор представляет собой металлический ящик с прозрачной крышкой, в который помещен абсорбер, поглощающий солнечное излучение, который для большего поглощения окрашен в черный цвет [3]. Передача тепла происходит от абсорбера теплоносителю, циркулирующему в трубках.

Вакуумный коллектор состоит из параллельных рядов стеклянных трубок. Пространство между внутренней и внешней трубкой заполнено вакуумом, который препятствует потерям тепла в окружающую среду. При нагревании жидкость испаряется, ее пары поднимаются вверх и конденсируются, передавая тепло теплоносителю основного контура или жидкости отопительного контура. Конденсат стекает вниз, процесс повторяется. Тепло передается через приемник и, таким образом, теплообменный контур отделен от трубок [2].

Солнечные коллекторы для нагрева воды активно используются в странах Западной и Южной Европы, в Японии, Китае, США, Австралии, а также в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. По данным, на конец 2019 г. в мире установлено 383 млн м^2 солнечных тепловых установок с общей тепловой мощностью 268,1 ГВт.

Мировым лидером по используемой площади солнечных коллекторов является Китай (64,5%). На долю стран Евросоюза приходится 12,8%.

По исследованиям Объединенного Института высоких температур РАН в тёплый период года (с марта – апреля по сентябрь) на большей части территории России среднесуточное поступление солнечной радиации составляет 4,0-5,0 кВт·ч/ м^2 . Максимальная интенсивность наблюдается вдоль южной границы России на юге Забайкалья и Приморья.

Суммарное поступление солнечной радиации в среднем по России сопоставимо со странами Центральной и Западной Европы, однако общая площадь гелиоустановок в России пока составляет около 30 тыс. м^2 . В нашей стране применение солнечных коллекторов составляет всего лишь 0,2 $\text{м}^2/1000$ чел., что во много раз меньше, чем в западных странах [4].

В зависимости от региона коллекторы монтируются под разными углами к горизонту с целью получения максимума солнечного излучения. В южных районах коллекторы устанавливаются под небольшим углом. В северных широтах угол должен быть больше – в средней полосе он, как правило, выше 40 градусов. Помимо угла наклона коллектора к горизонту также следует соблюдать азимут. В северном полушарии коллектор должен быть направлен на юг. Возможны отклонения от этого направления до 45° в сторону запада или востока.

При определении угла наклона необходимо также учитывать, для каких нужд будет использоваться коллектор. Если только для обеспечения горячего водоснабжения в летнее время, то коллектор монтируют под углом около 30°. Зимой из-за того, что солнце поднимается невысоко, оптимальный угол наклона составляет приблизительно 60-70°. Поэтому для установок, которые используются круглогодично и для ГВС, и для отопления, а также предусматривая возможность самостоятельного соскальзывания снега, угол наклона выбирается 45-60° [5].

Солнечное теплоснабжение является вторым по значимости направлением использования возобновляемых источников энергии в мире после ветровой энергетики. Рынки гелиоустановок в зарубежных странах сформированы в результате реализации мер государственного регулирования.

В настоящее время в регионах России имеются технические возможности для массового сооружения гелиоустановок. При организации их серийного производства реальный срок окупаемости гелиоустановок составит от 5 лет. Использование объектов солнечной энергетики открывает большие перспективы для экономии энергоресурсов и финансовых затрат. Несомненным их преимуществом является экологичность и неограниченность в ресурсах.

Применение солнечных коллекторов может быть экономически оправданным на большей части территории Российской Федерации, в том числе и в Татарстане.

Список источников

1. Исмагилова Т. В., Михайлов В. С., Галиева Г. А. Развитие экологически эффективной энергетики в России // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2018. №1 (37). С. 17-23.
2. Алексюк Ю. Н. Оценка эффективности солнечных коллекторов, используемых в целях горячего водоснабжения жилых зданий в различных климатических условиях // Проблемы науки. 2019. №6 (42). С. 21-24.
3. Возжанникова Ю. А., Ижевский А. С. Сравнительный анализ плоских и вакуумных солнечных коллекторов по их техническим и конструктивным особенностям // Актуальные проблемы энергетики АПК. Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ». 2018. С. 25-26.
4. Букаров Н. В., Василенко В. В., Пирожникова А. П. Анализ мировых инвестиций в возобновляемую энергетику // Инновации и инвестиции. 2019. №11. С. 12-15.
5. Гафаров А. А., Смородин Г. С., Копейкин Д. А. Эффективность съёма энергии солнца в системе солнечный коллектор – солнечная панель // Молодой ученый. 2016. №20. С. 139-141.

Шакурова Р. З., Кондратьев А. Е., Гапоненко С. О.
Казанский государственный энергетический университет

МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДА ПУТЕМ АНАЛИЗА ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ

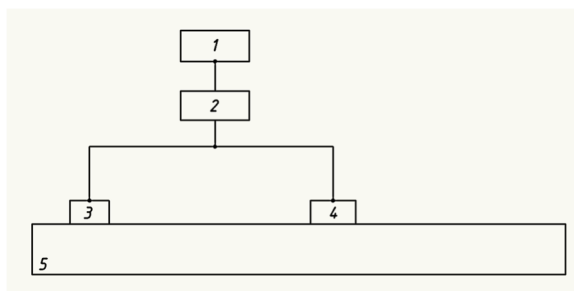
Аннотация. В данной работе представлен метод диагностики технического состояния трубопроводов путем анализа декремента модального затухания.

Ключевые слова: механические колебания, дефект, затухающие колебания, трубопровод, анализ сигнала

Трубопроводные системы являются одним из важнейших элементов объектов топливно-энергетического комплекса. Выход из строя трубопровода сопровождается потерей теплоносителя, загрязнением окружающей среды, нарушением энергоснабжения [1]. В случае если это нефте- или газопровод, утечка топлива может привести к пожару, взрыву и человеческим жертвам [2]. По этой причине важно своевременно выявлять дефекты в трубах, которые в будущем могут привести к аварии. Для контроля технического состояния оборудования, конструкций и сооружений применяют различные методы неразрушающего контроля [3]. Одним из наиболее распространенных методов НК является метод колебаний, основанный на регистрации и анализе колебаний объекта контроля [4]. Данный метод нашел широкое применение в промышленности, энергетике, транспорте как достаточно информативный, надежный и не сложный в реализации метод диагностики повреждений [5].

На основе метода колебаний авторами разработан способ диагностики технического состояния трубопровода путем анализа декремента модального затухания. Сущность данного метода заключается в следующем (рисунок). Инерциальным резонатором [6] генерируются резонансные колебания в оболочке трубопровода. Далее при мгновенном отключении резонатора от источника питания происходит дальнейшее вращение резонатора по инерции с замедлением частоты вращения при выбеге до полной остановки. Во время выбега резонатора происходит непрерывная регистрация затухающих колебаний стенок трубы пьезоэлектрическим преобразователем. Записанный затухающий сигнал разбивается на необходимое количество одинаковых временных интервалов, по каждому из которых формируется спектр для последующего

сравнения полученных спектров на предмет перераспределения колебательной энергии в этих спектрах. При этом по декременту затухания каждой частоты судят о наличии и размерах дефекта.



Блок-схема реализации предлагаемого способа: 1 – персональный компьютер; 2 – аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователь; 3 – инерциальный резонатор; 4 – пьезоэлектрический датчик; 5 – трубопровод

Для определения оптимального количества интервалов исходя из мощности выборки используется формула Стерджесса:

$$m = 1 + 3,322 \lg n. \quad (1)$$

Затем весь диапазон значений от минимального до максимального разбивается на равные части, при этом ширина интервала определяется по формуле:

$$w = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{m}, \quad (2)$$

где первый интервал начинается в $X_{\min}$, а последний интервал заканчивается в $X_{\max}$ (с номером m).

Таким образом, разработанный способ диагностики технического состояния трубопроводов позволит оперативно и с высокой точностью обнаружить дефект в трубопроводе и тем самым предотвратить появление аварийных ситуаций.

Список источников

1. Gaponenko, S. O., Shakurova R. Z., Kondratiev A. E. Identification of Diagnostic Information for Assessing the Technical Condition of Power Equipment // Proceedings – 2021 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021, Sochi, 05-11 сентября 2021 года. Sochi, 2021. P. 115-119. DOI 10.1109/RusAutoCon52004.2021.9537524.

2. Патент № 2734724 C1 Российская Федерация, МПК G01N 29/00. Виброакустический способ оценки технического состояния проводящих инженерных

коммуникаций: № 2020114188: заявл. 20.04.2020: опубл. 22.10.2020 / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Р. З. Шакурова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»).

3. Shakurova R. Z., Gaponenko S. O., Kondratiev A. E. On the issue of inertial excitation of diagnostic low-frequency vibrations in pipelines of housing and communal services // E3S Web of Conferences: 2020 Rudenko International Conference on Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems, RSES 2020, Kazan, 21-26 сентября 2020 года. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 01079. DOI 10.1051/e3sconf/202021601079.

4. Nazarychev S. A., Gaponenko S. O., Kondratiev A. E., Shakurova R. Z. Information-measuring system for monitoring the location of underground gas pipelines on the basis of improved acoustic resonance method // Journal of Physics: Conference Series: Scientific Technical Conference on Low Temperature Plasma During the Deposition of Functional Coatings, Kazan, 05-08 ноября 2018 года. Kazan: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012055. DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012055.

5. Шакурова Р. З., Гапоненко С. О., Захарова В. Е. Методика выявления и локализации дефектов энергетического оборудования // Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 28-29 апреля 2020 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. С. 162-165.

6. Патент № 2705515 С1 Российская Федерация, МПК G01N 29/34. Способ инерциального возбуждения механических колебаний в упругой оболочке: № 2019106846: заявл. 11.03.2019: опубл. 07.11.2019 / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Р. З. Шакурова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»).

УДК 620.9

Ямалетдинов А. А.

Научный руководитель: Бикбулатова Г. И., канд. техн. наук, доцент
Альметьевский государственный нефтяной институт

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕЧИ КОСВЕННОГО НАГРЕВА НЕФТИ

Аннотация. В данной статье проведен анализ метода повышения энергетической эффективности печи косвенного нагрева нефти путем изменения конструкции конвективной части.

Ключевые слова: *энергосбережение, нефть, промышленная печь, теплоноситель, косвенный нагрев*

В данной статье проведен анализ метода увеличения конвективного теплообмена в пучках гладких труб, обеспечивающий более глубокое охлаждение продуктов сгорания, что приводит к экономии топлива и снижению выбросов вредных и токсичных продуктов горения в атмосферу.

Косвенный нагрев нефти – это процесс нагрева нефти с помощью промежуточного теплоносителя.

Теплоноситель нагревается в конвективной части печи за счет тепла продуктов сгорания топлива, а остывает – в теплообменных аппаратах путем нагрева нефти.

Повышение эффективности использования тепловой энергии возможно путем максимального снятия температуры с потока продуктов сгорания в конвективной части печи. Для этого необходимо обеспечить максимальный охват конвективных пучков продуктами сгорания.

Максимальный охват конвективных труб продуктами сгорания возможен путем установки в конвективной части печи перегородок, благодаря которым для продуктов сгорания задается необходимый маршрут.

Практическое применение данного решения позволило получить следующие результаты:

1. применение перегородок позволило получить рост теплоотдачи на 5-7%;
2. изготовление и установка перегородок не вызвали больших материальных расходов, что показало их малозатратность;
3. установка проработала в течение долгого времени, и каких-либо поломок и простоев по вине турбулизаторов (перегородок) не наблюдалось, что подтвердило их надежность и долговечность. [1].

Применение данного способа интенсификации теплообмена позволяет обеспечивать более глубокое охлаждение продуктов сгорания, что приводит к значительной экономии топлива и снижает объемы выбросов в атмосферу токсичных продуктов сгорания.

Список источников

1. Сугиров Д. У., Оспанова С. М., Суйменова М. К., Избасар А. И., Есболай Г. И. Повышение тепловой эффективности конвективных поверхностей нагрева: монография. М.: Мир науки, 2021. 69 с.

Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 621.371

Блинова А. В.

Научный руководитель: Багракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ GPON

Аннотация. *Проведен обзор основных устройств, характеристик и особенностей технологии GPON.*

Ключевые слова: *линия связи, доступ в интернет, передача данных*

Введение. Одним из основных направлений развития человеческих инноваций всегда была способность точной, быстрой и эффективной передачи информации. История телекоммуникаций показывает этот толчок к бесконечному прогрессу. На сегодняшний день скорость передачи достаточно велика. Этому способствует использование широкополосного доступа, который становится всё более распространенным и положительно влияет на коммерческие компании, общественные организации и людей.

Для подключения абонентов к широкополосному интернет-каналу могут использоваться проводные или беспроводные каналы. Наибольшие обороты набирает технология беспроводной сети Интернет, который является более удобным для подключения новых абонентов сети и не требует проводных кабелей, а именно Wi-Fi сеть. Развертывание таких беспроводных систем более быстрое и дешевое. К преимуществам их использования также относятся мобильность пользователей беспроводных сетей, возможность постепенного расширения сетевой инфраструктуры с учетом спроса без дорогостоящей модернизации.

Цель работы: провести обзор основных устройств и особенностей технологии GPON.

Общая характеристика. GPON (от англ. Gigabit Passive Optical Network) – пассивная оптическая сеть, относящаяся к классу гигабайт. Технология передачи данных по оптоволоконной сети набирает всё большую популярность. Ее суть заключается в древовидной топологии

точка-многоточка, когда для построения сети используется только один оптоволоконный канал для десятков и сотен абонентов. Прямой поток от центрального узла (Optical Line Terminal – OLT) к абонентским узлам (Optical Network Terminal – ONT) распространяется на длине волны $\lambda=1490$ нм. Обратный поток от ONT распространяется на длине волны $\lambda=1310$ нм.

Подключение GPON. От общего кабеля в каждую квартиру жилого дома заводят оптоволоконный кабель. Его подключают к терминалу (модулю ONT), который внешне похож на обычный роутер, но вместо Ethernet-разъёма у него оптический порт. Через этот терминал абонент получает сразу весь пакет услуг: интернет, цифровое телевидение и телефонную связь. Компьютеры подключают к нему напрямую, а ноутбуки, смартфоны – через Wi-Fi модуль. То есть все действия такие же, как при подключении к обычному роутеру.

При использовании технологии GPON общая пропускная способность сети достигает 1 Гб/с, однако это не означает, что абонент получит именно эту скорость. Многое зависит от мощности роутера, но на 500 Мб/с можно твердо рассчитывать. Такой скорости соединения достаточно, например, для скачивания фильма весом до 8 Гб за 5 минут.

Дополнительно можно подключить до двухсот каналов цифрового телевидения. Если телевизоров в квартире несколько, цифровое телевидение будет доступно на всех без потерь в качестве картинки.

Помимо этого, абонент получит качественную телефонную связь. Помех не будет, а количество функций увеличится: станет доступной переадресация, удержание звонка, конференц-связь, а также многое другое (функционал зависит от телефонного аппарата).

Основные устройства. Сеть GPON состоит из оптического линейного терминала OLT, ONT терминала или блока оптической сети ONT или ONU и сплиттера. Сигнал от центрального офиса OLT идёт в оптический разветвитель, который передаёт в установленный внутри дома ONU, и доходит до конечного пользователя. С помощью ONU пользователь может подключать все устройства: компьютеры, телефоны VoIP и телевизоры к сети.

Оптическая распределительная сеть (ODN) – это физические оптоволоконные устройства, которые распределяют сигналы пользователям в телекоммуникационной сети. ODN состоит из пассивных оптических компонентов (POS), таких как оптические волокна, и одного или нескольких пассивных оптических разветвителей.

Оконечная нагрузка оптической сети (ONT) / Блоки оптической сети (ONU) – это оборудование, которое устанавливается конечными поль-

зователями (настольные компьютеры, телефоны и т. д.) для подключения к сети GPON. Они обеспечивают преобразование оптического сигнала в электрический. ONT также обеспечивают шифрование AES с помощью ключа ONT.

Разветвители используются для добавления или мультиплексирования оптоволоконных сигналов к одному восходящему оптоволоконному кабелю. Как правило, наиболее часто используется соотношение 1:32.

Терминал оптической линии (OLT) – устройство, которое объединяет все оптические сигналы от ONT в единый мультиплексированный луч света, который затем преобразуется в электрический сигнал, отформатированный в соответствии со стандартами TPE для пакетов Ethernet для пересылки уровня 2 или уровня 3.

Особенности GPON. Технология GPON обеспечивает высокую скорость загрузки и выгрузки, даже вдали от основного OLT. Достоинствами GPON являются:

- высокая скорость потоков (нисходящего – 2,5 Гбит/с, восходящего – 1,25 Гбит/с);
- действие на больших расстояниях до 20 км, с увеличением расстояния производительность не снижается;
- поддержка нескольких пользователей благодаря использованию недорогих пассивных оптических разветвителей.

В сетях GPON одно оптоволоконное соединение с OLT могут вмещать до 64 ONU. Это необходимо в городских районах с высокой плотностью. Расстояние между OLT и ONU обычно определяется по нескольким параметрам: мощность запуска оптического передатчика, чувствительностью приема на дальнем конце и связанными с ODN оптическими потерями.

Список источников

1. Технологии доступа на оптических линиях связи [Электронный ресурс]. URL: <https://siblec.ru/telekommunikatsii/vychislitelnye-sistemy-seti-i-telekommunikatsii/14-printipy-postroeniya-setej-abonentskogo-dostupa/14-6-tehnologii-dostupa-na-opticheskikh-liniyakh-svyazi>.
2. Построение сети GPON [Электронный ресурс]. URL: <https://vols.expert/useful-information/postroenie-seti-gpon/>.
3. Технология GPON: описание, принцип работы, плюсы и минусы [Электронный ресурс]. URL: <https://mgts.ru/articles/technologies/Tehnologiya-GPON-opisanie/>.
4. Технология GPON: как работает оптоволоконная сеть FTTH [Электронный ресурс]. URL: <https://itigic.com/ru/gpon-technology-how-does-fiber-optic-ftth-network-work/>.

Волков К. А.

Научный руководитель: Попов И. И., д-р физ.-мат. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ ЛЕГИРУЮЩИХ СЛОЕВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ КВАЗИЧАСТИЦ В ТОНКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНКАХ

***Аннотация.** Представлены зависимости влияния толщины легирующих слоев на возникновение экситонов и трионов в слое оксида цинка тонкопленочной структуры $Si(P)Si(B)ZnO$.*

***Ключевые слова:** оксид цинка, экситоны, трионы, квантовые точки*

Теоретическая часть

Для исследования нового типа квантоворазмерных объектов, представляющих собой ловушки экситонных и трионных состояний, расположенных на поверхностных дефектах кристаллической структуры тонкой полупроводниковой пленки, необходимо разработать технологию и практически получить необходимую структуру. В качестве основы в исследовании будет применяться трехслойная пленка, состоящая из слоев легированного фосфором кремния ($Si(P)$), легированного бором кремния ($Si(B)$) и слоя оксида цинка (ZnO). В рассматриваемом случае слои легированного кремния выступают в роли донорных и акцепторных слоев, изменяя электропроводность структуры [1].

Экситон образуется, когда атом поглощает фотон и возбуждает электрон, перемещая его из валентной зоны своего атома в зону проводимости. Это, в свою очередь, оставляет после себя положительно заряженную электронную дырку. В случае взаимодействия двух электронов с положительной дыркой возникает отрицательный трион; одного электрона с двумя положительными дырками – положительный трион, соответственно. Когда электрон и положительная дырка рекомбинируют, исходный атом восстанавливается, а экситон исчезает. Энергия экситона может быть преобразована в свет – фотонное эхо [2].

Для исследования влияния толщины легирующих слоев структуры были получены тонкие пленки с различным временем напыления подслоев, при одинаковом времени напыления верхнего слоя оксида цинка.

Практическая часть

Для получения оптимальной структуры, содержащей изучаемые дефекты, были выбраны следующие технологические параметры:

- толщина слоев – 50-100 нм;
- концентрация кислорода – 25-50-75%;
- нагрев отсутствует.

Напыление производилось на стеклянные подложки, предварительно прошедшие три стадии очистки: ультразвуковая ванна с мыльным раствором, ультразвуковая ванна с дистиллированной водой, очистка в парах ацетона. Для исключения последующего загрязнения в распыляемой камере создается вакуум порядка 10^{-3} . Было получено шесть различных пленок:

1. Si(P)Si(B)ZnO (25%) – 100 нм;
2. Si(P)Si(B)ZnO (50%) – 100 нм;
3. Si(P)Si(B)ZnO (75%) – 100 нм;
4. Si(P)Si(B)ZnO (25%) – 50 нм;
5. Si(P)Si(B)ZnO (50%) – 50 нм;
6. Si(P)Si(B)ZnO (75%) – 50 нм.

С полученных структур были сняты спектры пропускания длин волн в диапазоне 200 – 1150 нм, результаты представлены на рис. 1 и 2.

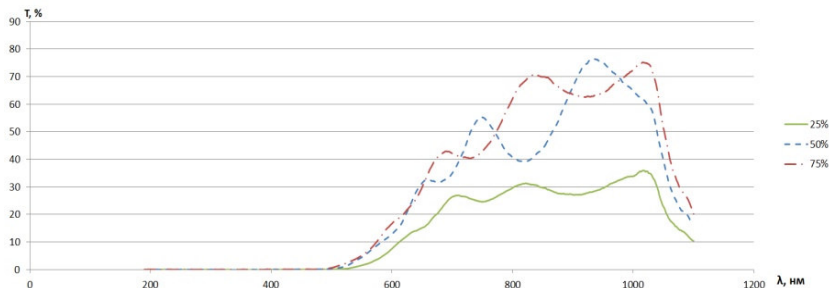


Рис. 1. Спектры пропускания структуры Si(P)Si(B)ZnO с различной концентрацией кислорода 25-50-75% в слое оксида цинка 100 нм

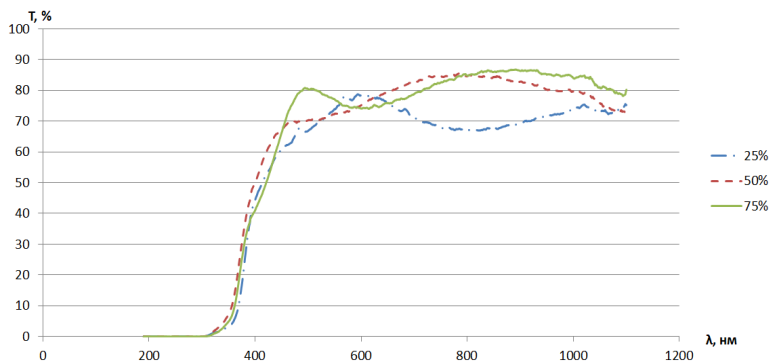


Рис. 2. Спектры пропускания структуры Si(P)Si(B)ZnO с различной концентрацией кислорода 25-50-75% в слое оксида цинка 50 нм

При наличии тонких легирующих слоев кремния 50 нм не наблюдается поглощения спектра в области 400 нм, напротив, при вдвое большей толщине легирующих слоев кремния 100 нм тонкая трехслойная пленка поглощает излучение на длине волны до 500 нм, что свидетельствует о возможности генерации исследуемых квазичастиц пучками лазера.

Вывод

Разработана технология и сделана структура тонкой трехслойной пленки Si(P)Si(B)ZnO с различной толщиной легирующих слоев. Установлена зависимость поглощения коротковолнового излучения от толщины слоев. Возникновение экситонов и трионов в тонких пленках с толщиной легирующих слоев 100 нм более вероятно по причине поглощения на длине волны 400 нм.

Список источников

1. Минеев Д. В., Попов И. И., Мороз А. В. Технологические подходы к построению модуляторов мемристорных свойств оксида цинка на основе процессов, протекающих в квантооразмерных объектах в виде ловушек экситонов // Материалы Пятнадцатой международной научной школы «Наука и инновации-2020» ISS «SI-2020. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. С. 65-66.
2. Брандт Н. Б., Кульбачинский В. А. Экситоны // Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М.: Физматлит, 2005. С. 365-392.

Дьячков А. Д.

Научный руководитель: Шашин Д. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОЛУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ТОНКИХ ПЛЁНОК ДИОКСИДА ТИТАНА МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Аннотация. Данная статья посвящена получению фотокаталитических тонких плёнок диоксида титана методом магнетронного распыления. Была получена серия плёнок TiO_2 при варьировании времени напыления. Проведено исследование фотокаталитических и оптических свойств образцов и приведены полученные результаты.

Ключевые слова: оксид титана; тонкие плёнки; магнетронное распыление; фотокатализ

Введение. В настоящее время в области приборостроения большое внимание уделяется технологиям формирования плёнок оксидов металлов с целью создания материалов для производства новых поколений элементов информационно-измерительных приборов (УФ-приёмники, датчики концентрации газов и др.) [1; 2]. Большинство из этих применений базируется на фотовозбуждаемых процессах. В этой области из плёнок оксидов металлов наибольший интерес вызывают плёнки оксида титана. TiO_2 из-за его высоких фотокаталитических свойств применяют для разложения органически сложных соединений, наиболее оптимальным способом получения, которых является магнетронное распыление. На формирование структуры тонких плёнок влияют многие параметры, одним из которых является время напыления. Поэтому в качестве цели проведения исследований имеет смысл проверка влияния времени формирования плёнки на оптические и фотокаталитические свойства.

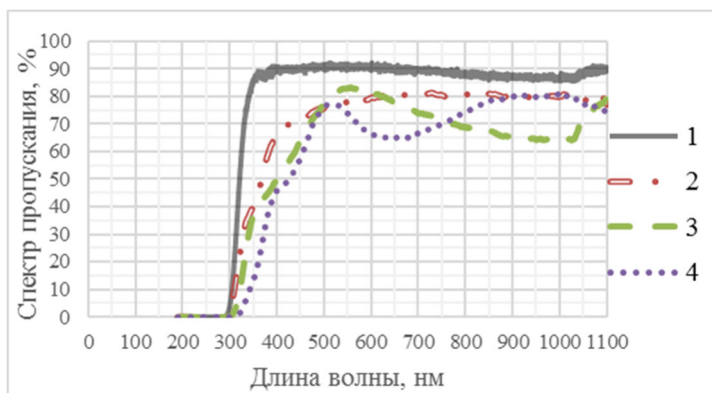
Целью работы является повышение качества свойств плёнок TiO_2 путём изменения времени формирования плёнок методом реактивного магнетронного распыления. Для достижения этого была сформирована серия плёнок TiO_2 методом реактивного магнетронного распыления при различном времени напыления, а также проведено исследование фотокаталитических и оптических свойств плёнок и рассчитаны параметры полученных образцов.

Исследование. Формирование серии тонких плёнок TiO_2 проводилось на модернизированной под магнетронное распыление вакуумной установке УВН-71ПЗ [3]. Для формирования экспериментальной серии плёнок TiO_2 использовался кислород и аргон чистотой 99,9 %.

В ходе экспериментального напыления было получено три варианта тонкой плёнки TiO_2 при технологических параметрах, представленных в табл. 1. Подложка – стекло с размерами $60 \times 48 \times 2$ мм.

Общими при напылении образцов являются следующие технологические параметры: 1. состав газ. смеси (Ar/O_2) – 60%/40%, 2. давление – 1 Па, 3. темп. подложки – 100°C , 4. ток на мишени – 1 А. Отличались же такие параметры, как время напыления – 5, 10 и 15 мин; скорость напыления – 33,66, 31,42 и 26,47 нм/мин соответственно для 1, 2 и 3 образцов.

После формирования и выгрузки образцов плёнки были исследованы с помощью спектрофотометра СФ-2 000 в диапазоне длин волн 190 – 1100 нм. Спектры пропускания представлены на рисунке.



Зависимость процента пропускания от длины волны:
1 – стеклянная подложка; 2 – 5 мин.; 3 – 10 мин.; 4 – 15 мин

По представленным выше графикам пропускания видно, что область пропускания полученных плёнок варьируется. Для графиков 3 и 4 область пропускания находится в видимом диапазоне от 330 до 1100 нм. Также видно, что со временем напыления растёт и количество интерференционных пиков, а следовательно, и пропускание. График под номером 2 выделяется отсутствием минимумов и максимумов интерференции ввиду малой толщины плёнки (168 нм).

Также по данным спектров были рассчитаны средние значения оптических показателей. Показатель преломления: 5 мин – 1,833, 10 мин – 2,209, 15 мин – 2,077. Коэффициент поглощения: 5 мин – 0,163, 10 мин – 0,119, 15 мин – 0,128. Коэффициент экстинкции: 5 мин – 6,999, 10 мин – 5,554, 15 мин – 6,547. Так же по методике, представленной в [4], были получены следующие значения толщины для каждого образца: 5 мин – 168,31 нм, 10 мин – 314,22, 15 мин – 397,04.

Для исследования фотокаталитических свойств применялся метод, основанный на разложении раствора органического красителя под действием УФ-излучения на плёнках TiO_2 . На плёнки наносилось 0,5 см³ 0,5%-ного раствора метиленового синего ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$), разлагающегося под действием фотокатализа. Облучение проводилось под ртутным излучателем ДРБ-8-1 ($\lambda = 205\text{--}315$ нм) на расстоянии до поверхности, равном 5 см. Визуальное наблюдение показало частичное разложение красителя со временем 76, 44 и 47 мин для 1, 2 и 3 образца соответственно до полного исчезновения водной основы. Пусть на 1 образце пленки процесс разложения и был длительнее, чем на остальных, тем не менее, ввиду его более совершенной структуры разложился больший объём красителя (до 40% против 15% и 20% соответственно).

Выводы

1. Реактивным магнетронным распылением на установке была сформирована серия плёнок TiO_2 с различным временем напыления.
2. Серия полученных образцов обладает неплохим уровнем поглощения, малым количеством интерференционных пиков и хорошими значениями оптических показателей.
3. В ходе исследования фотокатализа образцов было зафиксировано частичное разложение красителя со временем 76, 44 и 47 мин для 1, 2 и 3 образца соответственно в объёме 40, 15 и 20%.

Список источников

1. Vahl A., Veziroglu S. B. Pathways to Tailor Photocatalytic Performance of TiO_2 Thin Films Deposited by Reactive Magnetron Sputtering // *Materials*. 2019. Vol.12. Pp. 2-18.
2. Wong M. S. Reactively sputtered N-doped titaniumoxide films as visible-light photocatalystv. *Thin Solid Films*. 2006. Vol. 494. Pp. 244-249.
3. Shashin D. E., Sushentsov N. I. Mathematical model development for thin zinc oxide film formation with assigned dielectric constant values // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 2019. Pp. 1-4.
4. Ye W., Fang K. Comparative study on structure and properties of ZnO thin films prepared by RF magnetron sputtering using pure metallic Zn target and ZnO ceramic target // *Surface Engineering*. 2020. Vol. 36. Pp. 49-54.

Егоров С. С.

Научный руководитель: Дедов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ LPWAN СЕТЕЙ

***Аннотация.** В статье представлены основные технологии построения LPWAN сетей: NB-IoT, LoRa, SigFox, Weightless P. Они обладают большой дальностью связи и высокой энергоэффективностью. В современном мире LPWAN сети используются во всех сферах жизни современного человека благодаря своим характеристикам.*

***Ключевые слова:** LPWAN сеть, энергоэффективные сети, сетевые мощности, дальность сигнала, частота сигнала, стандарт LPWAN, беспроводные технологии*

Целью исследования является анализ и сравнение современных беспроводных технологий передачи небольших по объёму данных на дальние расстояния.

Рассмотрим стандарт NB-IoT. Стандарт NB-IoT был специфицирован соглашением 3GPP в Release 13 (LTE Advanced Pro). В сравнении с другими технологиями LPWAN NB-IoT обеспечивает более высокую производительность. Развертывание NB-IoT в полосах частот, таких как 700, 800 и 900 МГц является отличным выбором, поскольку это довольно обширная экосистема в основном из-за его поддержки со стороны многих мировых ведущих операторов. Существует значительное число коммерческих сетей UMTS и LTE, которые в настоящее время работают в диапазоне частот 900 МГц. Сеть может быть развернута как автономный носитель Standalone с использованием любого доступного спектра более 180 кГц. Кроме того, сеть может быть в распределении LTE спектра, либо в рамках более широкой несущей LTE In Band, либо в LTE Guard Band – защитной полосе. Таким образом, сеть NB-IoT можно развернуть в частотных диапазонах, в которых в настоящее время функционирует стандарт GSM, после их рефарминга в LTE, или в «защитных» интервалах между сетями GSM и LTE. Скорость передачи данных в NB-IoT достигает 200 кбит/с.

LORA использует прямую коррекцию ошибок (Forward Error Correction, FEC) и работает в субгигагерцовом диапазоне частот. Чаше

всего применяются рабочие частоты 868 и 915 МГц. Также вследствие высокого уровня внешнего воздействия ограниченно используется рабочий диапазон 2.4 МГц. Согласно спецификации, LORA использует циклически единственный вариант передачи, который ограничивает скорость создания сообщений. Скорость передачи данных LORA находится в диапазоне от 0,3 до 50 Кбит/с. Для увеличения времени автономной работы LORA регулирует скорость передачи для каждого конечного устройства индивидуально.

SIGFOX работает в существующих нелицензируемых диапазонах (The industrial, scientific and medical, ISM) в глобальном масштабе и co-существует в этих частотах с другими радио-технологиями без проблемы перекрытия сети или проблемы пропускной способности. Зона охвата сети SIGFOX составляет около 30-50 км в сельской местности и в городских районах. Обычно, где больше затруднений и шума, диапазон снижается в пределах от 3 до 10 км. Сеть отлично подходит для простых и автономных устройств, которые посылают небольшое количество данных в эту сеть.

Weightless-P является наиболее масштабируемой субгигагерцовой технологией LPWAN. Одна базовая станция Weightless-P поддерживает больше устройств, чем любая другая технологии LPWAN в суб-ГГц диапазоне. Высокая емкость базовых станций минимизирует затраты на развертывание. Ресурсы в субгигагерцовом нелицензируемом спектре ограничены и трафик от других технологий неуклонно растет. Поэтому Weightless-P использует узкополосный 12,5 кГц каналы, что дает возможность передавать в 7 раз больше данных, чем SIGFOX, и в 98 раз больше данных, чем LoRaWAN в городских условиях.

Сравнение технологий сетей дальнего радиуса действия представлено в таблице. Как видно из таблицы, технологии обладают высокой дальностью связи, повышенной помехозащищенностью, низкой скоростью передачи данных, низким энергопотреблением и, как следствие, высокой степенью автономности конечных устройств.

Таблица. Сравнение технических характеристик сетей дальнего радиуса действия LPWAN

Тех. хар-ки	LORA	SIGFOX	NB-IoT	Weightless P
Метод модуляции	CSS	-	OFDMA/DSSS	FDMA/TDMA
Диапазон	ISM	ISM	Лиц-ный	ISM
Скорость	0,3-50 кбит/сек	100 бит/сек	1-144 кбит/сек	0,2-100 кбит/сек

Окончание таблицы

Полоса	Широкополос. до 500 кГц	Узкополос. 100 кГц	Узкополос. 200 кГц	Узкополос. 12,5 кГц
Время авто- номии	> 10 лет	-	До 10 лет	3-5 лет
Частота	868,8 МГц, 915 МГц, 433 МГц	868,8 МГц, 915 МГц, 433 МГц	868,8 МГц, 915 МГц, 433 МГц	868,8 МГц, 915 МГц, 433 МГц
Безопасность	AES-64 и 128 бит	AES с HMACs	-	AES-128/256
Дальность	До 2,5 км в городе, до 45 км вне города	До 10 км в городе, до 50 км вне города	-	До 2 км в городе
Поддержка	LoRa Alliance, IBM, Cisco, Actility, Sem- tech	SigFox, Sam- sung	3GPP, Ericson, Nokia, Huawei, Intel	Ubiik Weightless SIG

Выводы

Анализ выявил, что для рынка Интернета Вещей на ближайшие 1-2 года наиболее востребованной технологией будет LoRaWAN и, вероятно, SIGFOX. В дальнейшем можно будет ожидать совместное использование приспособленных для IoT технологий 3GPP (например, LTE-M) и действующих технологий LPWAN.

Список источников

1. Шемчук Ю. LPWAN и другие беспроводные технологии. URL: https://controleng.ru/wp-content/uploads/IoT_54.pdf.
2. Приложение 1 приказа №113 «Об утверждении Концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации». М., 2019. 109 с.
3. Koucheryavy A. E. Internet of Things // *Electrosvyaz*. 2013. №. 1. pp. 21-24.
4. Kirichek R., Kulik V. Long-Range Data Transmission on Flying Ubiquitous Sensor Networks (FUSN) by Using LPWAN Protocols // *Communications in Computer and Information Science*. 2016. Vol. 678. pp. 442-453. DOI: 10.1007/978-3-319-51917-3_39.
5. ГОСТ 7.32-2017.

Егоров С. С.

Научный руководитель: Дедов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ LPWAN СЕТЕЙ

Аннотация. *LPWAN сети являются одними из самых энергоэффективных сетей. Они реализовываются на лицензионных и нелицензионных диапазонах частот. В современном мире существует 4 основных технологии построения LPWAN сетей: NB-IoT, LoRa, SigFox, Weightless P.*

Ключевые слова: *LPWAN сеть, энергоэффективные сети, сетевые мощности, дальность сигнала, частота сигнала, стандарт LPWAN, беспроводные технологии*

Целью исследования является обзор современных беспроводных технологий передачи небольших по объёму данных на дальние расстояния.

На сегодняшний день внедрение технологии LPWAN в повседневную жизнь является весьма актуальной задачей, так как данные сети используются для связи двух устройств, в основном, устройств с отношением «датчик – сервер», однако данная технология позволяет связывать и другие устройства. Технология LPWAN позволяет передавать сигнал на расстояние до нескольких десятков километров, что позволяет охватить довольно большую площадь при малой затрате ресурсов, т. к. данная сеть обладает крайне малым энергопотреблением, это дает огромное преимущество перед другими современными сетями. Использовать для передачи малого объема информации высокоскоростные сети нецелесообразно, так как они потребляют большое количество энергии и обладают малым радиусом действия.

LPWAN (Low-power Wide-area Network) – новый тип беспроводных сетей, разработанный для передачи данных телеметрии различных устройств, сенсоров, датчиков и приборов учета на дальние расстояния. Появление сетей LPWAN главным образом связано с потребностями межмашинного общения (Machine-to-machine, M2M) и передачей данных в рамках концепции «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT).

Использование беспроводной технологии в той или иной сфере определяется двумя ключевыми параметрами: дальностью связи и ско-

ростью передачи данных. Например, Wi-Fi, имея высокую пропускную способность в несколько Мбит/с и ограничение по дальности в пределах 100-200 метров, чаще всего используется для построения беспроводных локальных сетей в пределах офиса, квартиры или дома.

Существует 4 основные технологии построения LPWAN сетей:

1. NB-IoT или NarrowBand IoT, он же стандарт LTE-Cat.M2. Данный стандарт имеет ряд достоинств, таких как низкое энергопотребление, гарантирующее высокий срок службы батареи, низкую стоимость терминала, повышенную надежность и высокий класс безопасности. Данная технология позволяет операторам работать с традиционными направлениями IoT и открывает большие возможности в промышленно-сти, к примеру, в системе «Умный Город».

Развертывание NB-IoT в полосах частот, таких как 700, 800 и 900 МГц является отличным выбором, поскольку это довольно обширная экосистема в основном из-за его поддержки со стороны многих мировых ведущих операторов. Существует значительное число коммерческих сетей UMTS и LTE, которые в настоящее время работают в диапазоне частот 900 МГц.

2. LORA является следующей ступенью развития LPWAN решения, которое было разработано и запатентовано корпорацией Semtech. Суть технологии сводится к вариации линейной частотной модуляции (Chirp Spread Spectrum, CSS). Технология использует кодировку данных широкополосными импульсами с частотами, которые уменьшаются или увеличиваются на некотором временном интервале. Такое решение позволяет приёмнику быть устойчивым к отклонениям частоты от номинального значения и упрощает требования к тактовому генератору, тем самым позволяет использовать недорогие кварцевые резонаторы.

3. SIGFOX является частной компанией, которая направлена на создание всемирной сети, специально разработанной для устройств (Internet of Things, IoT). Технология позволяет осуществлять передачу данных на большие расстояния при малой мощности передающего устройства и малой емкости батареи. Сеть отлично подходит для простых и автономных устройств, которые посылают небольшое количество данных в эту сеть. Так сеть SIGFOX похожа на сотовую инфраструктуру (GSM- и GPRS-3G-4G), но является более энергоэффективной и в то же время менее затратной. SIGFOX использует ультра-узкую полосу частот (Ultra Narrow Band, UNB) на основе радио технологии для подключения устройств к глобальной сети. Использование UNB – ключевой фактор в обеспечении очень низкого уровня мощности пере-

датчика, который будет использоваться во время состояния поддержания соединения надежных данных.

4. Weightless-N делает акцент на чрезвычайно широкую зону покрытия Weightless-P – это узкополосная технология LPWAN для IoT-решений, требующих высокую плотность конечных устройств, долгосрочную службу батареи и двуправленную связь. Особенности этой технологии являются масштабируемость, оптимизация восходящей и нисходящей линии связи, широкая зона покрытия, длительный срок службы батареи и безопасная сеть. Он использует узкий диапазон групп модуляций, предлагая возможность двуправленной связи для того, чтобы обеспечить непревзойденное качество обслуживания (Quality of Service, QoS). В отличие от Weightless-H и -W, Weightless-P не требует температурной компенсации кварцевого генератора (Temperature Compensated Crystal Oscillator, TCXO) из-за широкого диапазона электромагнитного излучения (ДМВ).

Выводы

Технология LPWAN позволяет быстро и на большие расстояния передавать небольшие объемы данных. Данный принцип является основой, благодаря которой технология так актуальна в сферах жизнедеятельности. Она обеспечивает стабильную и качественную связь датчиков и приемного устройства. Немаловажно отметить энергоэффективность. Благодаря низкому потреблению устройства на базе LPWAN годами работают без замены источника питания.

Список источников

1. Шемчук Ю. LPWAN и другие беспроводные технологии. URL: https://controleng.ru/wp-content/uploads/IoT_54.pdf.
2. Приложение 1 приказа №113 «Об утверждении Концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации». Москва, 2019. 109 с.
3. Koucheryavy A. E. Internet of Things // Electrosvyaz. 2013. №1. pp. 21-24.
4. Kirichek R., Kulik V. Long-Range Data Transmission on Flying Ubiquitous Sensor Net- works (FUSN) by Using LPWAN Protocols // Communications in Computer and Information Science. 2016. Vol. 678. pp. 442–453. DOI: 10.1007/978-3-319-51917-3_39.
5. ГОСТ 7.32-2017.

Конкин Н. А., Пасова А. Д.

Поволжский государственный технологический университет

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРЕДИКТОРОВ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Аннотация. В работе представлен корреляционный анализ предикторов, используемых для прогнозирования значений полосы когерентности трансионосферного канала связи.

Ключевые слова: машинное обучение, прогнозирование, ПЭС, МПЧ, корреляция, матрица рассеяния

Применение методов машинного обучения (МО) для прогнозирования параметров коротковолновых или спутниковых систем связи требует подготовки исходных данных, такой как фильтрация, обработка выбросов, восстановление потерянных значений набора данных и проведение корреляционного анализа используемых в машинном обучении предикторов. Корреляционный анализ [1] предикторов позволяет оценить влияние средств прогнозирования на итоговую точность используемой модели машинного обучения.

Целью работы является определение корреляционных зависимостей между исследуемыми предикторами, на основе которых будет определяться степень применимости того или иного параметра линии связи при анализе значений полосы когерентности.

В работе в качестве данных для тренировки моделей машинного обучения использовались значения полного электронного содержания, полосы когерентности и максимальной применимой частоты (МПЧ). Использование МПЧ стало возможным, так как исследуемые трансионосферные линии [3] находятся в области скачка [2] коротковолновой трассы Кипр – Йошкар-Ола.

Корреляционный анализ представленных предикторов был проведен для данных за 40 дней с использованием библиотеки pandas языка программирования Python. В результате были получены матрицы корреляций и рассеяния для одного и сорока дней (рис. 1). Анализ показал, что корреляция между МПЧ и ПЭС максимальная за 1 день и практически отсутствует за 40. На графике, представленном на рис. 2, показана зависимость изменения коэффициента корреляции от количества дней, по-

граничным днем является девятый, т. к. в данной точке коэффициент соответствия падает ниже пороговой отметки в 50%.

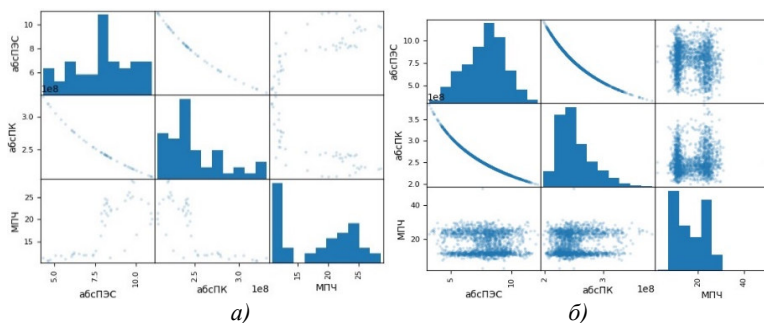


Рис. 1. Матрицы рассеяния: а) за один день, б) за сорок дней

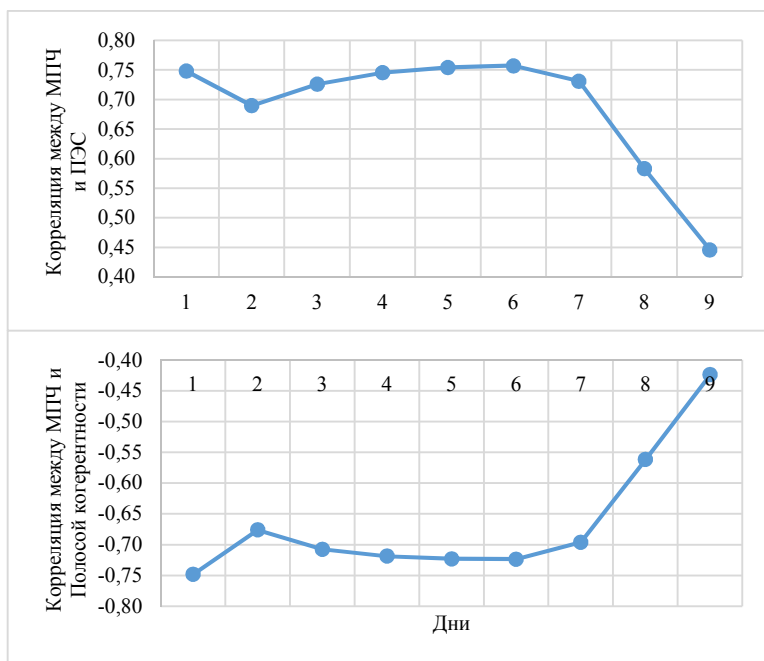


Рис. 2. Зависимость корреляции между МПЧ и ПЭС (верх) и МПЧ и полосы когерентности (низ) от количества дней

Кроме того, корреляция между значениями ПЭС и полосы когерентности является отрицательной и имеют высокую зависимость на протяжении всех дней (рис. 1).

Таким образом, результаты анализа показали, что все выбранные предикторы пригодны для анализа значений полосы когерентности трансионосферного канала связи. Наибольшую ценность при моделировании покажут данные МПЧ, объединённые максимум за 8 дней, а значения ПЭС и полосы когерентности неизменны на любом временном интервале. Стоит отметить, что данные результаты применяются при построении моделей для одного дня или кластерного анализа, т. к. исследуемые параметры КВ и трансионосферных каналов в ходе исследования оценивались путем накопления (наложения), а не временного анализа.

Список источников

1. Дрейпер, Н., Смит, Г. Прикладной регрессионный анализ: монография: в 2 т. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 1986-1987. (Математико-статистические методы за рубежом).
2. Рябова Н. В. Диагностика и имитационное моделирование помехоустойчивых дециметровых радиоканалов; М-во образования Рос. Федерации, Марийск. гос. техн. ун-т. Йошкар-Ола: Марийск. гос. техн. ун-т, 2003. 291 с.
3. Иванов Д. В., Иванов В. А., Рябова Н. В., Рябова М. И., Кислицын А. А. Модель процесса обработки информации для оценки энергетических потерь в трансионосферном радиоканале связи // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2018. Т. 8. № 3. С. 118-123.

УДК 67.05

Платонова А. С.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ СБОРОЧНЫМ АВТОМАТОМ

Аннотация. В данной статье была рассмотрена разработка конструкции блока управления сборочным автоматом, предназначенного для управления автоматом, выполняющим сборку двух деталей путем запрессовки одной детали в другую. Также проведена оценка технологичности конструкции.

Ключевые слова: блок управления, сборочный автомат, автоматизация, разработка, управление автоматом, конструкция

В настоящее время развитие любого предприятия зависит от внедрения автоматизированных систем. С помощью автоматизации можно решать следующие задачи: автоматизирование рабочего процесса; уменьшение времени цикла производственных операций; уменьшение влияния человеческого фактора на работу. Основная роль внедрения систем автоматизации – повышение уровня эффективности, мобильности и облегчения труда сотрудников. Благодаря этим изменениям возрастает уровень конкурентоспособности на рынке, идет мощное использование ресурсной базы [1].

Внедрение автоматизированных систем управления производственными процессами проявляется в установке роботизированных сборочных комплексов на предприятиях, а также систем автоматического тестирования. Данные системы широко применяются на современных предприятиях. Они востребованы как на единичных производствах, так и на массовых. В массовом производстве можно таким образом свести к минимуму время выполнения операций и время переходов между операциями. При единичном – улучшить качество за счет тестирования продукции, а также производить сбор статистических данных.

Таким образом, разработка блока управления сборочным автоматом – важная задача для оптимизации технологического процесса сборки одной детали в другую в условиях серийного и массового производства. Данное устройство является базовым для автоматической сборки предметов [2]. В статье рассмотрены предложения по совершенствованию конструкции блока управления сборочным автоматом, выполняющим сборку двух деталей путем запрессовки одной детали в другую. Актуальность такой разработки блока обусловлена тем, что она является основным инструментом для автоматизации системы.

Блок управления сборочным автоматом предназначен для управления автоматом, выполняющим сборку двух деталей путем запрессовки одной детали в другую. Он состоит из блока управления и схемы подключения. К конструкции блока предъявляются следующие требования: корпус блока должен иметь прямоугольную форму и располагаться вертикально; на передней панели блока должны быть расположены кнопка сброса счетчика, кнопка запуска и остановки работы, световая индикация, показывающая режимы работы, цифровой индикатор, показывающий количество готовых деталей; разъемы для подключения кабелей должны быть расположены на задней панели блока. Функциональный состав изделия должен соответствовать выполняемым функциям при возможно наименьшей сто-

имости, энергопотреблению, включать современные многофункциональные элементы на основе микроконтроллеров с высокой степенью интеграции. Так как изделие разрабатывается под серийное производство, то конструкция его должна быть разработана с учетом максимального использования стандартных, унифицированных и заимствованных сборочных единиц, и деталей, комплектующих и материалов, разрешенных к применению в электронной промышленности серий микросхем, резисторов, конденсаторов, транзисторов, микросхем и других комплектующих. Принцип работы блока управления заключается в подаче напряжения на электропневмоклапаны и осуществление контроля их перемещения между крайними положениями в соответствии с циклограммой.

Во время разработки и проектирования необходимо учесть условия эксплуатации прибора. При эксплуатации блока управления рабочими температурами будут $+50^{\circ}\text{C}$ и 0°C при относительной влажности воздуха 80% (при температуре 25°C). Эти требования необходимы для разработки конструкции корпуса блока управления, подбора конструктивных материалов, выбора вариантов крепления, оптимального подбора элементной базы блока. Разрабатываемая конструкция блока управления сборочным автоматом должна быть технологичной. Технологичность конструкции – это совокупность свойств конструкции изделия, обеспечивающая оптимизацию затрат при производстве, эксплуатации, ремонте с учетом заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [3].

Таким образом, предлагаемая конструкция блока управления может использоваться в различных областях деятельности и современной промышленности, так как разработан на современной электронной базе, что удовлетворяет техническим требованиям. Основной задачей использования блока управления является повышение эффективности работы. Использование блока управления дает возможность автоматизировать рабочий процесс, уменьшить время цикла производственных операций и уменьшить влияние человеческого фактора на работу на производстве.

Список источников

1. Энциклопедия по машиностроению [Электронный ресурс]. URL: <https://mash-xxl.info/info/700890/>.
2. Виды автоматизированного сборочного оборудования [Электронный ресурс]. URL: https://studref.com/318133/tehnika/vidy_avtomatizirovannogo_sborochnogo_oborudovaniya.
3. Технологичность конструкции [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ngpedia.ru/id511701p1.html>.

Янаева Л. А.

Научный руководитель: Курасов П. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

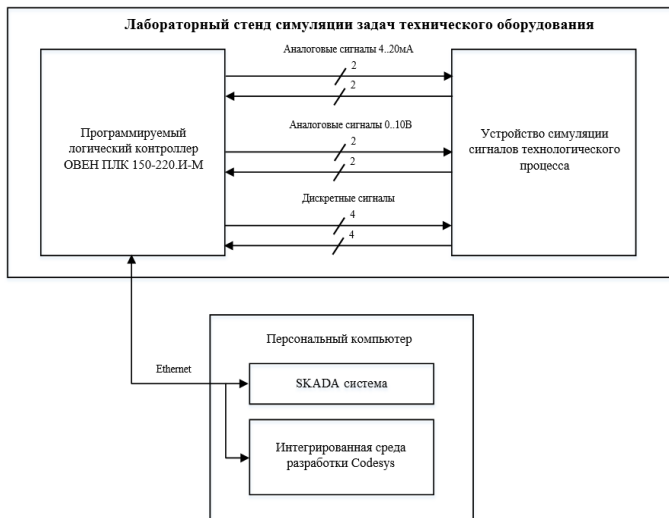
***Аннотация.** В статье описан процесс разработки лабораторного стенда на основе программируемого логического контроллера, который предназначен для симуляции технических процессов производства. Конечная цель данного устройства – в повышении роста эффективности обучения процессам автоматизации. Для раскрытия всех возможностей стенда представлены его структурная схема и описана часть схемотехнических решений. Также раскрыты основные функции и перечислены достоинства данного лабораторного стенда.*

***Ключевые слова:** лабораторный стенд, программируемый логический контроллер*

Актуальность исследования. В связи с постоянно расширяющимися техническими возможностями в области автоматизированных систем управления, требования к специалистам также возрастают, поэтому появляется острая необходимость в быстрых и качественных средствах для повышения квалификации. Одним из ряда данных средств считается обучение на лабораторных стендах посредством симуляции отдельных систем производства. Симуляция технических процессов – универсальный метод обучения основанных на визуализации как отдельных объектов управления, так и цельной системы. Помимо решения проблемы повышения квалификации кадров, он также используется для обучения студентов технических специальностей. В процессе работы со стендом пользователь осваивает навыки программирования ПЛК и получает представления об оптимизации реальных технических процессов. [1].

Цель работы: разработка лабораторного стенда на основе программируемого логического контроллера для улучшения качества обучения специалистов по автоматизации производства, что внесет свой вклад в развитие существующего поколения учебных ПЛК стендов.

Рассмотрим структурную схему разрабатываемого лабораторного стенда симуляции задач технического оборудования, представленного на рисунке.



Структурная схема разрабатываемого лабораторного стенда симуляции задач технологического оборудования

Основной функционал разрабатываемого лабораторного стенда состоит в следующем: пользователь, начиная работу с устройством, имеет возможность выбрать один из технических процессов. Устройство отображает на экране необходимую мнемосхему, и прописанная математическая модель симулирует выбранный процесс. На выходах устройства начнут генерироваться сигналы, которые представляют сигналы датчиков. ПЛК обрабатывает входные сигналы и соответственно генерирует корректные управляющие сигналы. Полученные от ПЛК сигналы поступают на входы устройства симуляции и изменяют внутреннее состояние моделируемого объекта так, как задаст изначально пользователь.

В качестве обучения специалистам может быть предложено разработать управляющую программу для программируемого логического контроллера в интегрированной среде разработки (например, Codesys), либо разработать свою математическую модель симуляции системы. Данный подход обеспечивает достоверность моделирования работы технологического оборудования и повышает качество обучения программированию ПЛК.

Для настройки ПЛК принято решение использовать программный комплекс CoDeSys (Controller Development System). Данная среда разработки применяется для прикладного программирования ПЛК и прочих встраиваемых систем. Исходный код программы компилируется в ма-

шинный и загружается в контроллер [2]. CoDeSys способен реализовать практически любую задачу при программировании с ПЛК и поэтому подходит для исполнения виртуальной части разрабатываемого стенда. В режиме эмуляции при корректировке настроек пользователь сможет наблюдать за тем, как это повлияет на функционирование программы, а также на входные параметры. Данная практика позволит изучить основные навыки программирования на языках стандарта МЭК 61131-3 [3].

В качестве схемотехнических решений необходимо определить подходы для качественного формирования сигналов. Так, для генерации дискретных сигналов актуален подход с использованием оптронов и электромеханических реле. Для генерации аналогового токового сигнала – схема с использованием цифро-аналогового преобразователя и микросхемы драйвера передатчика тока. Для генерации аналогового сигнала, управляемого по напряжению, выбрана схема, основанная на цифро-аналоговом преобразователе и микросхеме операционного усилителя. Прием дискретных сигналов организован по схеме с использованием оптрона и микросхемы операционного усилителя. Прием аналоговых сигналов, управляемых по напряжению, реализован при помощи схемы делителя напряжения. Для приема аналоговых токовых сигналов использована микросхема цифро-аналогового преобразователя.

В данной работе был сделан шаг к разработке лабораторного стенда, и в результате изучения методов практического использования учебного оборудования, пришли к выводу, что лабораторные стенды симуляции технического оборудования обладают потенциалом, так как они позволяют освоить не только навыки работы с техническими системами, но и с программным обеспечением самого стенда. Таким образом, подобные стенды могут стать хорошей учебной базой не только для специалистов (АСУТП), но и для инженеров различных областей технических специализаций.

Список источников

1. Гончаров, А. С., Саклаков В. М. Цифровой двойник: обзор существующих решений и перспективы развития технологии // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, (Кемерово, 11-13 октября 2018 г.). Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2018. С. 24-26.
2. Перухин М. Ю., Урываев Е. В. Разработка виртуального стенда для изучения управления периодическими процессами // Вестник технологического университета. 2016. № 21. Т. 19. С. 154-156.
3. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования, 2016. 8-9 с.

УДК 51 (062)

Kuanyshbek A.

Scientific advisor: Nurimbetov A.U., doctor of Technical Sciences, professor
M. H. Dulati Taraz Regional University, Taraz

RESEARCH AND DEVELOP APPLICATION FOR CREATING A DATABASE IN THE KOTLIN PROGRAMMING LANGUAGE BASED ON ANDROID

Annotation. *The objective of this article is research and develop application for creating a database in the Kotlin programming language based on Android. The study found that SQLite storage offers the power and speed of a full-featured relational database to your app. The Room persistence library provides an abstraction layer over SQLite to allow fluent database access while harnessing the full power of SQLite. If you intend to store data that you may later query, you should consider using the SQLite storage option. Key factors determining main idea and result of this article include kotlin programming language, android studio, room database and SQLite, also etc.*

Keywords: *SQLite, Kotlin programming, database, language based, android studio*

Nowadays, there is a global growth of the role of the computer in human life. In recent years, a special place in the market of information technology is occupied by mobile devices, the number of their users is constantly growing. Modern society can not do without information technology. That is, in other words in the modern world, computers are all, in all spheres of business, in all countries of the world.

Over the past decades after the advent of mobile devices, the mobile application has become well developed. Mobile application is provided in the device itself or it can be downloaded to the online stores of offers for free or for a fee.

It is no secret that the widespread use of the Internet in recent years contributed to the significant development of society.

Kotlin is one of the fastest growing and most popular programming languages in the world. It is a strongly typed, general-purpose cross-platform programming language used to build modern multi-platform

applications. The main package is `android.database.sqlite` that contains the classes to manage your own databases. The most established mobile database – one could even say the only “established” – mobile database is SQLite. This may be due to SQLite being around since the year 2000 and being embedded with iOS and Android since the beginning. SQLite is a relational database.

Almost every app we use or develop has to store data for one purpose or another. It’s not all the same data, either — some apps need access to settings, images, and much more.

Ways to store data:

- Shared Preference;
- Internal Storage;
- External storage;
- SQLite databases;
- Saving cache files.

Since we have the data we need to store them in a specific database and for this we used SQLite, RoomDatabase, RxJava (Fig. 1).

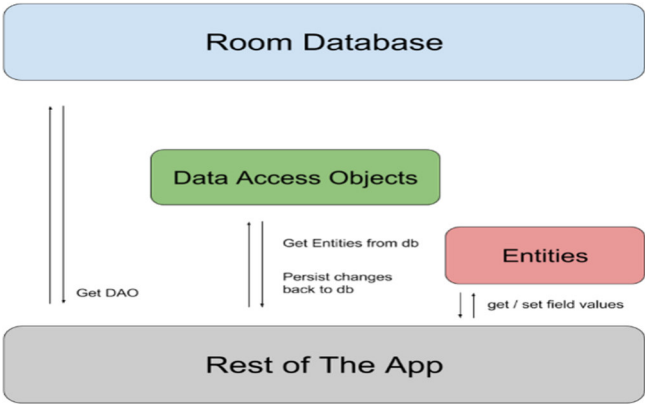


Figure 1

These methods of storing and using data that uses a software interface to provide data exchange between processes, which allows the client to receive information in real time. The method `loadRemoteData()` used as a method that returns `List<Item>`. Because of take, we get the list, but stop receiving updates from the database. If you remove it and at the same time there will be no records in the database, the list will not return in the end. `HashMap`, which used in this method, stores the values that were used in applications in order

of randomness, but allows you to quickly search for card elements. This view also allows the programmer to specify a key or value with a keyword to make the task easier. The Room persistence library provides an abstraction layer over SQLite to allow fluent database access while harnessing the full power of SQLite. In particular, Room provides the following benefits:

- Compile-time verification of SQL queries.
- Convenience annotations that minimize repetitive and error-prone boilerplate code.
- Streamlined database migration paths.

The database class provides your app with instances of the DAOs associated with that database. In turn, the app can use the DAOs to retrieve data from the database as instances of the associated data entity objects. The app can also use the defined data entities to update rows from the corresponding tables, or to create new rows for insertion. Figure 1 illustrates the relationship between the different components of Room.

References

1. Android for Developers website, Save data in a local database using Room. 23.01.2022 URL: <https://developer.android.com/training/data-storage/room>.
2. DhiWise, Mobile databases: SQLite and SQLite alternatives for Android and iOS. 12.06.2021 URL: <https://greenrobot.org/news/mobile-databases-sqlite-alternatives-and-nosql-for-android-and-ios/>.

УДК 51 (062)

Абитай М. С.

Научный руководитель: Нуримбетов А. У., д-р техн. наук, профессор
Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати, Казахстан

АРМ ДЛЯ АДМИНИСТРАТОРА БИБЛИОТЕКИ НА БАЗЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация. Разработанное АРМ администратора библиотеки позволяет вести оперативный учет больших объемов специфической информации, а также хранить без потерь все документы, формировать отчеты, быстро анализировать данные и на их основе делать прогнозы как в отношении отдаленно взятых услуг, так и в отношении всех типов и видов работы администратора.

База данных библиотеки помогает вести учет перечень книг, имеющихся в наличии в библиотеке. Важную роль играют созданные в базе данных запросы.

Формы, созданные в представленной базе данных, позволяют комбинировать различные поля таблиц, это позволяет соотносить на одном листе важную информацию, а также ограничивать вмешательство во введенную информацию рядового пользователя.

Ключевые слова: СУБД, формы, запросы, программное обеспечение, АРМ администратора

Высокая информатизация общества повышает значение вычислительной техники в управленческих процессах. Создание автоматизированных рабочих мест позволяет эффективно обрабатывать большие потоки информации, которые имеют определенную структуру, зависящую от особенностей места применения. АРМ применяются в различных сферах деятельности. В работе произведена разработка автоматизированного рабочего места администратора библиотеки предприятия. Степень разработанности данной проблемы не позволяет говорить об ее достаточном исследовании, что подтверждает актуальность исследования.

Область исследования очерчена проблематикой автоматизации процессов хранения и предоставления информации на предприятиях для принятия оперативных управленческих решений.

1. АРМ комплектования. Рабочее место, предоставляющее данные функции в полном объеме, реализуется в виде локального АРМ, поскольку для выполнения функций поиска и заказа литературы требуется доступ к Интернет, предоставляемый пользователям локальной сети библиотеки. Выполнение функций обработки и распределения может быть реализовано также в виде удаленного АРМ.

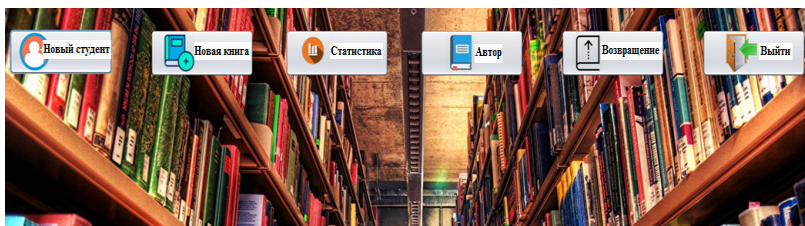
2. АРМ библиографа. Рабочее место службы библиографии является наиболее сложным и функционально нагруженным. Оно предназначено для полного библиографического описания документов в соответствии с принятым стандартом (UNIMARC или USMARC). АРМ обеспечивает обработку новых поступлений, корректировку действующего электронного каталога, а также ретроспективный ввод библиографических описаний.

3. АРМ поиска и заказа литературы. Это рабочее место предназначено для читателей и позволяет выполнять поиск документов по любым элементам библиографического описания или ключевым словам с последующим заказом отобранных документов. Как правило, поиск производится по таким элементам описания, как автор, заглавие, издательство, год издания, УДК, рубрика и др. После отбора интересующих описаний может быть осуществлен просмотр наличия выбранной литерату-

ры в данный момент времени с указанием местонахождения документа (читальный зал, учебная библиотека и т. п.), а затем – ее заказ.

4. АРМ книговыдачи. Рабочее место библиотекаря является прямым продолжением АРМ заказа литературы. Заявки, сделанные читателями, автоматически передаются в АРМ книговыдачи, где они распечатываются с указанием сиглы хранения и инвентарных номеров документов, находящихся в данное время в фондах. Фиксация выполнения заявки производится при выдаче книг заказчику, при этом в базе данных помещаются выданные экземпляры документов.

5. АРМ МБА. Для автоматизации службы межбиблиотечного абонемента разрабатывается АРМ МБА, основным назначением которого является организация заказа и электронной доставки документов. АРМ МБА имеет доступ как к собственному электронному каталогу, так и к информационным ресурсам, предоставляемым в глобальные сети другими библиотеками мирового сообщества.



АРМ для администратора библиотеки

6. Административный АРМ. Рабочее место администратора ИБС предназначено для управления и анализа функционирования информационной системы. С его помощью возможно корректировать БД ИБС (как содержательную, так и структурную часть), а также вести сбор и анализ статистики работы. Администратор определяет права доступа пользователей соответствующих АРМ, вводит те или иные установки, влияющие на функционирование и возможности других АРМ.

База данных библиотеки удобней и проще в использовании, чем электронные таблицы. Важную роль играют созданные в базе данных запросы.

В этой связи разработка автоматизированного рабочего места администратора библиотеки позволяет осуществить не только автоматизацию процесса учета работы библиотеки, но и соответственно повышает эффективность деятельности всего предприятия.

Существующие в настоящее время ИБС, как зарубежные, так и отечественные, представляют собой строго регламентированные системы,

настроенные на работу в рамках предписанных при их создании правил. Такие библиотечные системы не являются открытыми в современном понимании, которое предполагает использование при разработке открытых международных стандартов и технологии клиент/сервер. Приобретение подобных систем ведет к необходимости перехода на предлагаемую ими технологию обработки документов, причем функционирование обеспечивается на жестко определенных платформах.

Технологические циклы библиографической обработки документов, способы каталогизации и формирования фондов могут существенным образом различаться в разных библиотеках, особенно специализированных или имеющих глубокие исторические корни.

Список источников

1. Борри Х, Firebird: Руководство разработчика баз данных; пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. 815 с.
2. Дунаевская С. М., Соколова Е. П. Некоторые направления работ по созданию электронного каталога и автоматизированных библиотечных технологий // НТБ. 2014. № 1. С. 26-29.
3. Меррей Р. Компоненты цифровой библиотеки и их взаимодействие // НТБ. 2015. № 6. С. 56-65.
4. Петров В. Н. Информационные системы: учеб. пособие. СПб.: Питер, 2016. 527 с.
5. Пилко И. С. Информационные и библиотечные технологии: учеб. пособие. М.: Кнорус, 2014. 365 с.

УДК 004.415.2

Алексеев А. В.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

***Аннотация.** В данной статье описано общее представление корпоративного портала, а также детально представлен процесс организации деятельности фирмы после внедрения корпоративного портала и приведена функциональная структура спроектированной системы.*

Ключевые слова: корпоративный портал, автоматизация, бизнес-процесс, проектирование

Введение. Корпоративные порталы – это одноточечные интерфейсы веб-браузера, используемые в организациях для содействия сбору, совместному использованию и распространению информации по всему предприятию. Как таковые, эти инструменты предлагают корпорациям средство для управления и доступа к информации из разрозненных источников по всей фирме. Однако традиционные подходы к проектированию порталов и интранетов, основанные на данных, часто игнорируют информационные потребности и практику пользователей. В результате корпоративные порталы могут страдать от проблем с удобством использования, таких как плохая навигация и ненадлежащее отображение информации, которые препятствуют использованию этих систем, не давая возможности использовать их в качестве инструмента управления информацией.

Для решения этой проблемы в данной статье исследуется потенциал порталов как базовой инфраструктуры для доступа к информации организации и ее использования, а также утверждается необходимость нового направления в проектировании порталов, требующего понимания контекстов, в которых находятся люди, проблем, с которыми они обычно сталкиваются, и то, как субъекты организации используют информацию для решения своих проблем.

Описание бизнес-процессов после внедрения корпоративного портала. В организации обмен информации между сотрудниками на базе корпоративного портала заключается из последующих стадий (бизнес-процессов):

- авторизация пользователя;
- размещение информации на корпоративном портале;
- система оповещения сотрудников;
- личный кабинет сотрудника.

Для того чтобы пользователь успешно зашёл в личный кабинет корпоративного портала, ему нужно правильно ввести логин и пароль аккаунта.

Размещение информации на корпоративном портале заключается из последующих стадий:

- формирование документов;
- настройка групп получателей сообщения;
- отправка сообщений работникам.

Начальник организации создает документы, а именно приказы, распоряжения, задания, а затем прикрепляет и загружает в корпоративный портал. Там же он может настроить пользователей, которые получают

данный документ. Документы станут доступны только тем пользователям, которым назначил начальник доступ. Данный способ сокращает процесс обмена информацией между сотрудниками внутри организации. Также не произойдет никакой утечки конфиденциальной и важной информации при использовании корпоративного портала.

Система оповещения работников заключается из последующих этапов:

- формирование шаблона сообщения;
- определение сотрудников по базе;
- автоматическая рассылка сообщений.

Руководителю нужно донести работникам сведения о том, что свежая информация (документ) поступила.

В корпоративном портале в личных кабинетах работников приходит оповещение о поступлении новой информации, что улучшает продуктивность за счет уменьшения времени, так как нет нужды руководителю ходить или же звонить подчиненным, не назначать собрания. Вся информация уже хранится на корпоративном портале.

Формируется шаблон сообщения (в нем хранится документ, с которым нужно ознакомиться). Далее осуществляется определение сотрудников по базе, выбираются те, кому будет отослано это оповещение, для кого и осуществляется автоматическая рассылка.

Личный кабинет сотрудника состоит из следующих этапов:

- просмотр уведомлений;
- просмотр документов;
- отметка о выполнении задачи.

Далее сотрудники заходят в свои личные кабинеты в корпоративном портале, используя свой логин и пароль. Затем они просматривают уведомления, а далее документы и выполняют поручения начальника организации. После выполнения поручений на выходе получается отчет о выполненных задачах, но перед этим сотрудник ставит галочку о выполнении поручения, отправленного руководством.

Функциональная структура проектируемой системы. Выделим функции, которые будет осуществлять разрабатываемая АИС:

- обучение работников, тестирование;
- уведомления (о переносе собрания, о новых положениях и т. д.);
- отчеты о выполненных задачах;
- содержания всевозможных документов и заявлений.

Автоматизированная информационная система «Корпоративный портал» обязана быть очень максимально нацелена на получение руководством предприятия высококачественной, непротиворечивой и актуальной информации для принятия менеджерских решений. Как раз

вследствие этого среди других вопросов информатизации и автоматизации работы сотрудников организации ценность нужно отдавать внедрению действенных информационных технологий в те бизнес-процессы, которые связаны с подготовкой и принятием стратегических решений руководством компании, потому что это, в конечном счете, гарантирует процветание организации.

Вывод. В настоящее время необходима модернизация корпоративного портала, т. к. нынешний информационный мир требует перехода общества к более инновационному сектору с высокопроизводительной индустрией. Проанализировав существующие IT-решения организации, было решено внедрить собственную разработку. Разработанная система проектировалась на основе требований сотрудников организации, то есть система имеет всё необходимое для работы штатного сотрудника.

Список источников

1. Корпоративные порталы: функции, задачи и метрики эффективности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uplab.ru/blog/corporate-portals/>.
2. Китова О. И., Брускин С. Н., Дьяконова Л. П. и др. Цифровой бизнес: учебное пособие. М.: Изд-во ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2018. 418 с.

УДК 004.4

Еремеев Р. В., Кулагина С. В.

Поволжский государственный технологический университет

КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. *Представлено понятие о кодировании информации и примеры использования их в программировании.*

Ключевые слова: *кодирование информации, код, двоичный код, ASCII*

С появлением разумной жизни на Земле самым первым людям было необходимо как-то передавать ту или иную информацию друг другу. Использовались различные коды: жесты, рисунки и т. д.

Код – система условных знаков (символов) для передачи, обработки и хранения информации (сообщения).

Кодирование – процесс представления информации (сообщения) в виде кода.

Все множество символов, используемых для кодирования, называется алфавитом кодирования.

Научные основы кодирования были описаны К. Шенноном, который исследовал процессы передачи информации по техническим каналам связи (теория связи, теория кодирования). При таком подходе кодирование понимается в более узком смысле: как переход от представления информации в одной символьной системе к представлению в другой символьной системе. Например, преобразование письменного русского текста в код азбуки Морзе для передачи его по телеграфной связи или радиосвязи. Такое кодирование связано с потребностью приспособить код к используемым техническим средствам работы с информацией.

Декодирование – процесс обратного преобразования кода к форме исходной символьной системы, т. е. получение исходного сообщения. Например, перевод с азбуки Морзе в письменный текст на русском языке.

Для кодирования одной и той же информации могут быть использованы разные способы; их выбор зависит от ряда обстоятельств: цели кодирования, условий, имеющихся средств.

Выбор способа кодирования информации может быть связан с предполагаемым способом ее обработки. Покажем это на примере представления чисел – количественной информации. Используя русский алфавит, можно записать число «тридцать пять». Используя же алфавит арабской десятичной системы счисления, пишем: «35». Второй способ не только короче первого, но и удобнее для выполнения вычислений. Какая запись удобнее для выполнения расчетов: «тридцать пять умножить на сто двадцать семь» или «35 x 127»? Очевидно – вторая.

Однако если важно сохранить число без искажения, то его лучше записать в текстовой форме. Например, в денежных документах часто сумму записывают в текстовой форме: «триста семьдесят пять руб.» вместо «375 руб.». Во втором случае искажение одной цифры изменит все значение. При использовании текстовой формы даже грамматические ошибки могут не изменить смысла. Например, малограмотный человек написал: «Тристо семдесят пят руб.». Однако смысл сохранился.

В некоторых случаях возникает потребность засекречивания текста сообщения или документа, для того чтобы его не смогли прочитать те, кому не положено. Это называется защитой от несанкционированного доступа. В таком случае секретный текст шифруется. В давние времена шифрование называлось тайнописью. Шифрование – это тоже кодирование, но с засекреченным методом, известным только источнику и адресату. Методами шифрования занимается наука под названием криптография.

В данной работе я решил показать несколько методов кодирования, такие как двоичный код и кодовую таблицу ASCII.

Двоичный код – это способ представления данных в виде кода, в котором каждый разряд принимает одно из двух возможных значений, обычно обозначаемых цифрами 0 и 1. Разряд в этом случае называется двоичным разрядом.

В случае обозначения цифрами «0» и «1», возможные состояния двоичного разряда наделяются качественным соотношением «1» > «0» и количественными значениями чисел «0» и «1».

ASCII (англ. American standard code for information interchange) – название таблицы (кодировки, набора), в которой некоторым распространённым печатным и непечатным символам сопоставлены числовые коды. Таблица была разработана и стандартизирована в США, в 1963 году.

Таблица ASCII определяет коды для символов: десятичных цифр; латинского алфавита; национального алфавита; знаков препинания; управляющих символов. Таблица представлена на рис. 1.

В качестве примера я составил программу, которая кодирует символы латинского алфавита и цифры десятичной системы в двоичную и таблицу ANCI. Давайте протестируем ее, например, на последовательности «A6DS832». Результат выполнения программы представлен на рис. 2.

ASCII Code Chart

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2		!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	DEL

Рис. 1

```

Введите количество символов:7
Введите последовательность символов(десятичная система и латиница):A6DS832
Символы, закодированные в ANSI таблицу:
65546883565150
01000001 00110110 01000100 01010011 00111000 00110011 00110010
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

```

Рис. 2

Кодирование информации, применяющееся уже с древних времен, является важным аспектом жизни человека. С помощью него обеспечи-

вают безопасность наших благ, а также упрощают трудности, с которыми сталкивается человек во время работы.

Список источников

1. Двоичный код [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Двоичный_код (дата обращения 24.01.2022).
2. ASCII таблица [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ASCII> (дата обращения 24.01.2022).

УДК 51 (062)

Жалгабаев Л. А., Нұрымбет А. А.

Научный руководитель: Нуримбетов А. У., д-р техн. наук, профессор
Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати, Казахстан

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕТА КУПЛИ-ПРОДАЖИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ УСЛУГ

Аннотация. В рамках данной работы были рассмотрены вопросы создания действующей СУБД в применении к практической задаче.

Результатом проведенной работы стала разработка СУБД, которая автоматизирует выполнение задач по учету программного обеспечения для «сот servise». Использование мощных графических и логических средств Delphi позволило создать приложение, работающее с базами данных в операционной системе Windows, направленное на конечного пользователя, абсолютно незнакомого с теорией баз данных.

Вся необходимая работа по осуществлению методов доступа к информации, хранимой в базе данных, её модификации, поддержании базы данных в целостном виде, скрыта внутри, и пользователю нет необходимости знать о ней, чтобы успешно решать весь круг возникающих задач, связанных с использованием информации, хранимой в базе данных. Более того, программный интерфейс максимально облегчает работу по обращению с базой данных. Создание программы позволило реализовать накопленные знания по программированию на языке Delphi, по теории создания баз данных, по SQL, и в общих чертах об информационных системах в экономике, их функционировании в реальных условиях.

Ключевые слова: СУБД, SQL-запросы, программное обеспечение, полиграфия, Delphi

Использование клиент-серверных технологий позволяет сохранить средства, время для получения необходимой информации, а также упрощают доступ и ввод новой информации, поскольку они основываются на обработке данных в комплексе и централизации их хранения. Объектно-ориентировочная модель данных – это когда в базе хранятся не только данные, но и методы их обработки в виде программного кода. С помощью компиляторов в ряде СУБДП можно получать исполняемые автономно приложения – ехе-программы.

Все описанные пункты, составляющие основу базы данных, функционируют в рамках созданной системы управления базой данных «Программное обеспечение учета купли-продажи полиграфических услуг». СУБД создана средствами среды программирования Delphi и реализует все необходимые требования, которые предъявлялись в постановке задания к настоящей работе, и выполняет полный круг задач, с которыми сталкиваются работники отдела купли-продажи полиграфических услуг. Программа состоит из двух логически отдельных блоков – базы данных и программы – оболочки. Таким образом, изначально заложена возможность развития всей программы.

Экранные формы. После запуска программы появляется сперва заставка, а затем основное окно программы:

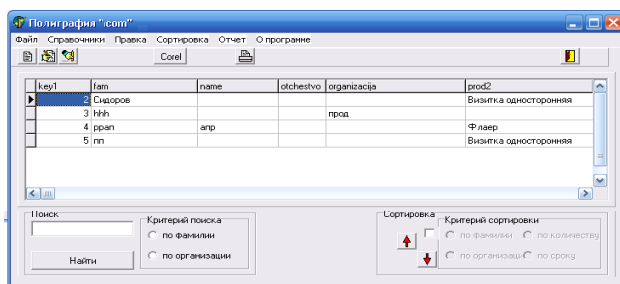


Рис. 1. Основное окно программы

Рис. 2. Форма для редактирования данных клиента

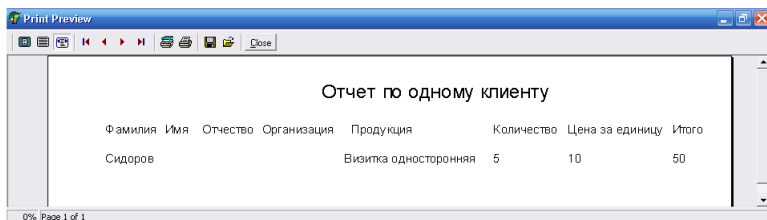


Рис. 3. Отображения отчета

Справочники используются в тех случаях, когда необходимо исключить неоднозначный ввод информации. Например, для того чтобы покупатель, продавец, кладовщик, директор понимали, о каком товаре идет речь, каждый должен называть его одинаково.

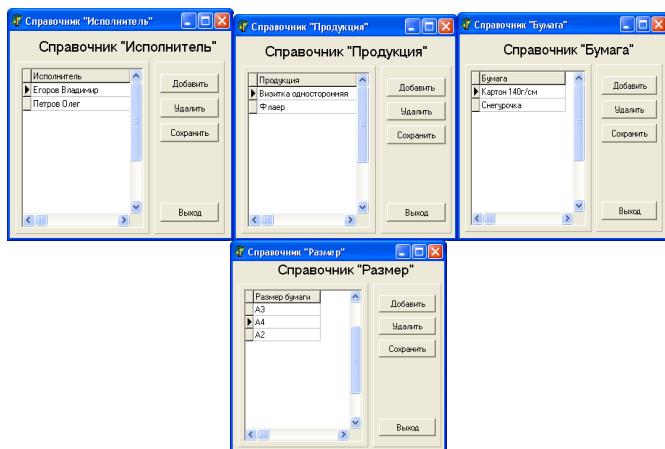


Рис. 4. Справочники программы «com servise»

Список источников

1. Харрингтон Д. Проектирование объектно-ориентированных баз данных; пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2009. 272 с.
2. Автоматизированные информационные технологии в экономике: учебник; под ред. проф. Г. А. Титоренко. М.: Компьютер, ЮНИТИ, 2008. 400 с.
3. Культин Н. Б. Основы программирования в Delphi. СПб.: БХВ – Петербург, 2010. 608 с.

Иванов А. М., Марков В. А.
(ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет им. С. М. Кирова),
Соколова В. А.
(Военная академия связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного),
Ореховская А. А.
(Белгородский государственный аграрный университет
имени В. Я. Горина)
Научный руководитель: Марков В. А., канд. техн. наук, доцент
*Белгородский государственный аграрный университет
имени В. Я. Горина*

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

***Аннотация.** В работе рассматривается проблема управления качеством производства. Делается вывод о необходимости использовать определенные методы формализации и обработки качественной информации, такие как метод экспертных оценок, метод нечетких множеств, методы теории принятия решения, многозначная логика.*

***Ключевые слова:** отделка, нечеткие множества, алгоритм, автоматизация производства*

Проблема управления качеством производства остается центральной, так как на производстве постоянно сталкиваются с неточной информацией. Для разработки элементов автоматизированной интеллектуальной системы управления качеством требуется сформировать модель предметной области и модель решения в ней необходимых задач. С целью автоматизации системы управления качеством необходимо собрать опыт многих экспертов и отследить появление дефектов. Для достижения данной цели используются методы экспертных оценок и нечетких множеств, направленные на учет факторов неясности или неопределенности.

Представим расстояние Хемминга [1]:

$$d(A, B) = \sum_{i=1}^n |\mu_A(u_i) - \mu_B(u_i)|;$$

$$|\mu_A(u_i) - \mu_B(u_i)| = \max(\mu_A(u_i), \mu_B(u_i)) - \min(\mu_A(u_i), \mu_B(u_i));$$

$$0 \leq d(A, B) \leq n.$$

Представим декартовое произведение: $U \times U$.

Представим матрицу:

$$a_{ij}(R) = \begin{cases} 1, & \text{если выполнено } u_i R u_j \\ 0, & \text{если выполнено } u_i R u_j (i, j = \overline{1, n}) \end{cases}.$$

Представим матрицу диагонального отношения [2]:

$$a_{ij}(R) = \begin{cases} 1 & \text{при } i = j \\ 0 & \text{при } i \neq j \end{cases}.$$

Представим отношение: $\mu_R : U \times U \rightarrow [0, 1]$.

Был произведен сбор информации от эксперта в виде опросных карт. Опросная карта по показателю «расход рабочего лака» представлена в таблице.

Таблица. Расход рабочего раствора лака, г/м²

Эксп.	150	200	250	300	350	400	450	500	Термин
I	1	1	0,9	0	0	0	0	0	Ниже нормы
II	0,9	0,7	0,6	0,4	0,1	0	0	0	
III	0,7	0,5	0,4	0	0	0	0	0	
I	0	0	0,9	1	1	0,5	0	0	Норма
II	0	0	0,7	1	1	0,4	0,1	0	
III	0	0,1	0,3	0,8	1	0,2	0	0	
I	0	0	0	0	0,2	0,8	0,9	0	Выше нормы
II	0	0	0	0	0	1	1	1	
III	0	0	0	0	0,4	0,7	1	1	

«Ниже нормы»

I = {1, 0.999, 0.998, 0.866, 0.513, 0.152, 0, 0, 0, 0, 0}.

II = {1, 0.832, 0.729, 0.653, 0.504, 0.268, 0, 0, 0, 0, 0}.

III = {1, 0.811, 0.699, 0.532, 0.403, 0.199, 0, 0, 0, 0, 0}.

«Обобщ. мнение» { 1, 0.922, 0.872, 0.767, 0.509, 0.206, 0, 0, 0, 0, 0}.

«Норма»

I = {0, 0, 0.354, 0.952, 1, 1, 0.941, 0.564, 0.105, 0, 0}.

II = {0, 0, 0.151, 0.338, 0.690, 1, 0.883, 0.271, 0, 0, 0}.

$\Pi = \{0, 0, 0, 0.298, 0.799, 1, 0.759, 0.328, 0, 0, 0\}$.

«Обобщ. мнение» $\{0, 0, 0.262, 0.689, 0.867, 1, 0.916, 0.438, 0, 0, 0\}$.

«Выше нормы»

$I = \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.165, 0.926, 1, 0.967, 1\}$.

$\Pi = \{0, 0, 0, 0, 0, 0.178, 0.472, 0.670, 0.899, 1, 0.999\}$.

$\Pi = \{0, 0, 0, 0, 0, 0.145, 0.247, 0.690, 0.841, 1, 0.997\}$.

«Обобщ. мнение» $\{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.315, 0.801, 0.951, 0.983, 1\}$.

Эксперт предоставил для изучения систематизированные в таблицу сведения относительно дефектов ПЭ покрытий. Сведения содержали перечень дефектов с указанием их возможных причин, а также методов устранения. Таблица была составлена исходя из накопленного предприятием опыта работы на полиэфирной линии УФ-сушки. Полученные сведения были переработаны в два алгоритма с использованием предикатов первого порядка (или, иными словами, с использованием условных предложений вида ЕСЛИ ... ТО ... ИНАЧЕ ...). Первый алгоритм устанавливает причинно-следственные связи между параметром причины дефекта и вероятностью его появления. Параметры причины и вероятности появления дефекта фигурируют в алгоритме не своими количественными значениями, а теми лингвистическими переменными, которые были подобраны для них при опросе эксперта. Второй алгоритм по известному виду дефекта, его вероятности и причине его появления предлагает соответствующий метод устранения.

На основании математической логики был составлен алгоритм с использованием предикатов первого порядка. Этот алгоритм позволяет собрать опыт многих экспертов в единый пакет, что уменьшает возможность появления внештатных ситуаций; установить возникновение дефектов на стадии предпосылок к их возникновению, т. е. мы отслеживаем их появление; автоматизировать процесс мониторинга диагноза и прогноза дефектов; рассмотренная методика может стать ядром программного продукта управления качеством отделываемых изделий. Применение данной методики возможно для различных технологических процессов, которые можно описать в виде последовательных операций с большим циклом обработки исходного продукта и позволяет предупреждать нежелательное снижение качества.

Список источников

1. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981. 184 с.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и Связь, 1982. 432 с.

Ивлиев Н. Н.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ ЛИЧНОГО КАБИНЕТА ВЫПУСКНИКА КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены причины создания личного кабинета для выпускников университетов. На примерах некоторых университетов рассмотрены попытки создания ЛК выпускника, выделены их цели и особенности. Рассмотрены взгляды некоторых ученых на основные проблемы выпускников университетов, связанные с поиском работы, выделенных авторами. Описан основной функционал ЛК выпускника.*

***Ключевые слова:** ЛК выпускника, трудоустройство, проблемы выпускников*

Примеры попыток создания личного кабинета выпускника

Личный кабинет выпускника уже существует в некоторых образовательных учреждениях.

В Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого существует подсистема комплексного портального решения Личный кабинет выпускника. Цель создания ЛК выпускника: объединение сведений по выпускникам вуза и централизация управления взаимоотношениями с ними.

В год 120-летия Университета ИТМО был создан личный кабинет – это возможность через одно окно решать сразу ряд вопросов: от регистрации на мероприятия до участия в программе лояльности.

В БГТУ им. В. Г. Шухова оставили обычный личный кабинет, но для выпускников урезали часть функции и добавили новые, такие как «Трудоустройство». Раздел был реализован благодаря переносу системы Scillbook в Личный кабинет.

Проанализировав опыт других университетов, можно сделать вывод, что для всех университетов стоят очень схожие задачи в коммуникации выпускников и университетов. Также немаловажно подготовить систему лояльности для выпускников. Но обеспечение помощи поиска работы выпускникам создано не у всех.

Для любого выпускника любого университета встает задача по поиску работы. Но не все университеты ставят эту задачу в приоритет.

Отношение авторов статей к этой проблеме

Шматко А. Д. рассматривает проблему трудоустройства студентов, используя официальные аналитические данные Центра занятости населения города Санкт-Петербурга. Наиболее уязвимые, с точки зрения безработицы, являются выпускники средних общих (полных) образовательных учреждений.

В статье также рассматриваются примеры трудоустройства в СССР, Японии и США. Подход абсолютно разный.

В статье «Трудоустройство выпускников вуза как проблема системы российского образования» О. В. Охотников и Ю. Е. Казакова рассматривают проблему и приходят к выводам, что выпускники вуза демонстрируют повышенный уровень тревожности, сталкиваясь с трудностями в период поиска будущего места работы и трудоустройства, не обладая соответствующими навыками поведения на рынке труда и технологиями поиска и трудоустройства. Вузу необходимо уделять особое внимание вопросам содействия трудоустройству и адаптации на рынке труда выпускников.

Автор статьи «Проблемы трудоустройства выпускников вуза» Кунилова Ксения выделяет три основные проблемы со стороны выпускников: Молодежь не знает, как можно реализовать себя. Отсутствует информация о том, как правильно искать работу. И нет веры в себя и собственные силы.

Все авторы статей сходятся в одном: поиск работы для выпускника – эта сложная задача, которая требует помощи от университетов.

Функционал личного кабинета выпускника

На основании проанализированных статей и опыта ряда университетов можно выделить следующее, а именно: функционал ЛК Выпускника, который можно реализовать для помощи выпускникам и сотрудникам университета.

1. Вкладка «Вакансии». У большинства выпускников университета после окончания обучения встаёт главный вопрос: трудоустройство. Университет должен и может приложить все усилия для помощи бывшим студентам. А вкладка «Вакансии» упростит поиск. Классические фильтры облегчат поиск работы мечты.

2. Но если говорить о вакансиях, то нельзя забывать и про работодателей, для них необходим отдельный личный кабинет или определённые настройки. Работодатель должен иметь возможность разместить объявления, видеть отклик и резюме от соискателей/выпускников. Для удобства работодателя должна быть настроена синхронизация с площадками наподобие HeadHunter.

3. Нельзя забывать и про главные плюсы для выпускников более поздних выпусков: необходимы чаты между выпускниками и преподавателями.

4. При переходе студента в выпускники необходимо подтягивать информацию из ЛК студента в ЛК выпускника. Оценки, работы, достижения, многие захотят поностальгировать.

5. Программа лояльности для выпускников. Необходимо подтолкнуть выпускников к повторному обучению, для этого можно предоставлять скидки на обучение. Скидки у партнеров университета также будут приятным бонусом.

6. Выпускники должны иметь возможность записаться на мероприятия университета в два клика. Т. е. зайти в ЛК, выбрать мероприятие и оплатить его, получив билет на почту или в мессенджер. Вся информация о приобретенных билетах и понравившихся мероприятиях должна сохраняться в ЛК.

7. ЛК выпускника – отличное место для продвижения и бесплатной рекламы университета. С помощью продажи вещей и товаров с символикой университета он может немного заработать и увеличить свой статус.

8. Вкладка «Новости университета» поможет быть в курсе последних событий.

9. Вкладка «Менторы» может предоставить выпускникам возможность помочь студентам.

ЛК выпускника может быть обширным и постоянно обновляться новыми вкладками и возможностями в зависимости от университета.

Личный кабинет выпускника поможет решить массу задач, которые падают на плечи работников университета. Задачи по поиску студентов или отправлению таргетированных рассылок будут выполняться в два клика. Проблемы выпускников, связанные с поиском рабочих мест, значительно облегчатся. Работодатели с лёгкостью найдут себе новых сотрудников.

Список источников

1. Шматко А. Д., Перепелица И. В. Проблемы трудоустройства выпускников учебных заведений // Молодой ученый. 2019. № 22 (260). С. 600-605. URL: <https://moluch.ru/archive/260/59900/> (дата обращения 11.04.2022).

2. Кунилова К. Проблемы трудоустройства выпускников вуза // Образовательный портал «Справочник». 2021. URL: https://spravochnik.ru/sociologiya/problemy_trudoustroystva_vypusnikov_vuza/ (дата обращения 21.03.2022).

3. Охотников О. В., Казакова Ю. Е. Трудоустройство выпускников вуза как проблема системы российского образования // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2019. Том 18. № 2. С. 431-449. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/79537/1/vestnik_2019_3_008.pdf?ysclid=10tqxjm38t (дата обращения 10.04.2022).

Калкен А.

Научный руководитель: Нуримбетов А. У., д-р техн. наук, профессор
Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати, Казахстан

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ С ПАЦИЕНТАМИ. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РЕГИСТРАТУРЫ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Аннотация. В работе разработаны интеллектуальная система поддержки принятия медицинских решений – Densaulyk. Система Densaulyk разработана как онлайн-приложение в виде динамически генерируемых html-страниц, доступных в Интернете. Для обсуждения пациентов врачами предусмотрены 3 модуля: поликлиника, больница и лаборатория. Для работы на автоматизированном рабочем месте врача-специалиста необходимо иметь точку доступа в Интернет, компьютер (ноутбук), принтер и цифровую камеру (или мобильный телефон с камерой).

Ключевые слова: АРМ, интеллектуальная система, поликлиника, больница, лаборатория

Политика государства в области здравоохранения в настоящее время направлена на совершенствование системы оказания медицинской помощи населению Казахстана, повышение ее доступности и качества. Разработка и внедрение этих технологий в Республике Казахстан регламентированы приказом об утверждении Концепции развития электронного здравоохранения от 8 января 2013 года. В рамках этой концепции в работе разработаны интеллектуальная система поддержки принятия медицинских решений – Densaulyk. Система Densaulyk разработана как онлайн-приложение в виде динамически генерируемых html-страниц, доступных в Интернете. Для обсуждения пациентов врачами предусмотрены 3 модуля: поликлиника, больница и лаборатория. Модуль «Новости» был разработан для информирования врачей о проводимых конференциях и семинарах (рис. 1).

Модуль телемедицины предназначен для оказания информационной и консультационной помощи практикующим врачам в диагностически сложных случаях.

В программе направления всех пациентов, поступающих к врачам-специалистам, фиксируются в предварительном расписании дня, а также вся информация о том, какой врач является специалистом, в какую поликлинику был направлен пациент (рис. 2).



Рис. 1. Общий вид модуля

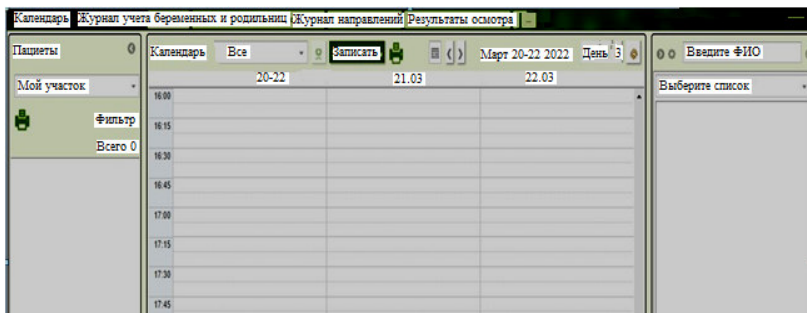


Рис. 2. Кабинет врача

Полный функционал регистратуры – это расписание приема врачей и кабинетов с гибкими возможностями, их настройка, редактирование и перераспределение пациентов, журналы вызовов на дом и активы всех типов, электронные больничные листы, ведение структуры поликлиники и реестра медицинских работников и пользователей системы.

Универсальный инструмент для осуществления всех профилактических мероприятий и диспансерного наблюдения за пациентами. У них есть возможность следить за проведением профилактических осмотров и обследований. По d-отчету диспансерного пациента формируется единая карта, в которой учитываются все его заболевания.

В модуле телемедицины особое внимание уделяется защите данных, предоставляемых для консультаций. При входе в консультационный кабинет пользователь предоставляет дополнительную информацию о заболевании: общую информацию (жалобы, когда началось заболевание, как оно развивалось, информацию о наличии или отсут-

ствии аллергии), материалы (рентгеновские фотографии, выписки, консультации и доступные анализы). Если врач, обратившийся за консультацией, ранее проводил автоматизированную диагностику с использованием диагностического модуля системы «Денсаулык», то полученные результаты, включая описание симптомов заболевания, сразу же прикрепляются к разделу «дополнительная информация о заболевании» (рис. 3).

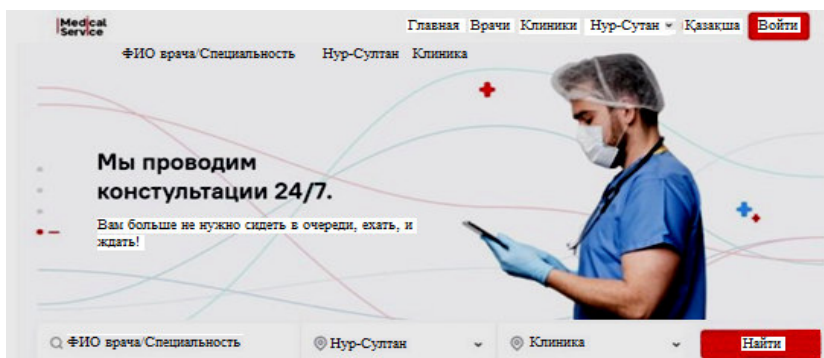


Рис. 3. Общий вид модуля телемедицины

Эксперт работает с консультациями из своего личного кабинета, в котором отражаются все активные обращения (консультации), а также закрытые консультации до тех пор, пока они не будут автоматически удалены. Заключение эксперта представляет собой PDF-файл и содержит все ранее предоставленные материалы по консультации и рекомендации, сделанные на их основе. Для работы на автоматизированном рабочем месте врача-специалиста необходимо иметь точку доступа в Интернет, компьютер (ноутбук), принтер и цифровую камеру (или мобильный телефон с камерой).

Список источников

1. Вялков А. И., Кучеренко В. З., Райзберг Б. А. и др. Менеджмент и экономика здравоохранения: учеб. пособие; под ред. А. И. Вялкова; 3-е изд., доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 576-634.
2. Корольюк И. П. Медицинская информатика: учебное пособие. 2-е изд., переиздание. и доп. Самара: ООО «Офорт»; ГБОУ ВПО «СамГМУ». 2012. 244 с.

Китаева А. Д.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ АИБС

Аннотация. В данной статье рассмотрена деятельность библиотек средних образовательных учреждений и выявлены проблемные места существующих бизнес-процессов. Представлен процесс организации деятельности школьной библиотеки после внедрения АИБС и приведена функциональная структура спроектированной системы.

Ключевые слова: АИБС, автоматизация, библиотека, анализ, бизнес-процесс, проектирование

Введение. На сегодняшний день повсеместная информатизация общества предъявляет серьезные требования к библиотекам средних образовательных учреждений, которые за последние годы сделали огромный шаг в аспекте модернизации библиотечной деятельности. Появилась реальная возможность автоматизировать школьную библиотеку, используя информационные и коммуникационные технологии. [1] Библиотека, являясь частью инновационного процесса, ставит перед собой конкретную цель – способствовать реализации задач модернизации образования в условиях школьной библиотеки. Автоматизация рабочего процесса библиотекаря является актуальной и на сегодняшний день. АИБС позволит сотруднику библиотеки освободиться от выполнения рутинных операций сбора, передачи, преобразования и использования информации. [2] Существует большое количество АИБС. Так как готовые АИБС предназначены для более крупных образовательных учреждений, для сельских или районных школ данные АИБС не подойдут.

Для проектирования АИБС для начала необходимо описать существующие бизнес-процессы (далее БП) и провести анализ недостатков. После анализа недостатков и составления требований к проектируемой АИБС описать БП после внедрения системы. В качестве средства автоматизации описания БП предметной области было решено использовать CASE-средство BPWin, поддерживающее методологии IDEF0. Функциональная модель предназначена для описания существующих бизнес-

процессов на предприятии и идеального положения вещей – того, к чему нужно стремиться (модель ТО-ВЕ).

Бизнес-процессы до и после внедрения АИБС

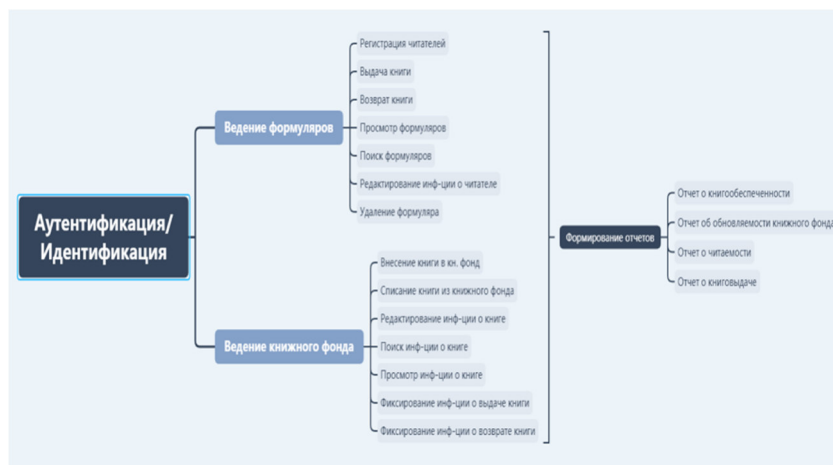
Целью автоматизации является организация деятельности школьной библиотеки. Процесс «Организация деятельности библиотеки» состоит из следующих этапов (БП): ведение формуляров, ведение книжного фонда, выдача и возврат книг и формирование отчетов. Данные процессы в организации на данный момент ведутся исключительно в бумажной форме на бумажных носителях. В ходе анализа деятельности библиотеки были выявлены следующие проблемные места: ведение формуляров, ведение книжного фонда, выдача и возврат книг, формирование отчетов.

При разработке АИБС «Организация деятельность библиотеки» необходимо учесть все недостатки, выявленные на этапе анализа деятельности школьной библиотеки и ликвидировать их. Главным недостатком является работа на бумажных носителях, из-за которой выходили огромные трудозатраты. После проведения сравнительного анализа существующих IT-решений было выявлено, что нет системы, которая бы полностью отвечала требованиям автоматизации школьной библиотеки. Исходя из вышесказанного наилучшим вариантом для автоматизации деятельности школьной библиотеки среднего образовательного учреждения является проектирование более простой по функционалу и пониманию АИБС. После внедрения АИБС на все процессы затрачивается меньше времени. Отчеты формируются автоматически, так как уже настроены на учет необходимой информации в течение всей работы. По итогу вся информация собирается в одном документе. При ведении формуляров или возврата и выдачи книг вся информации хранится на компьютере, что ведет к минимизации возможности потери информации, так как вся база хранится на жестком диске.

Функциональная структура проектируемой АИБС

Функциональная структура информационной системы даёт возможность представить общую структуру системы, которая отражает взаимосвязанность различных процедур или задач в процессе получения требуемого результата. Проектируемая автоматизированная информационная система (рисунок) дает возможность библиотекарю выполнять следующие функции с помощью АИБС: аутентификация и идентификация; отметку факта выдачи и возврата книг(и) читателям; регистрацию впервые пришедших читателей в школьную библиотеку; редактирование информации о читателях, составление списка учебной и художественной литературы, списка выдачи и возврата книг, а также отчеты; удале-

ние информации о читателях, учебной и художественной литературы; добавление новых книг в учебный или художественный фонд; просмотр формуляров читателей, книг и учебников в фондах, список невозвращенной литературы; поиск по художественному и учебному фондам; поиск читателей библиотеки, информации о выдаче и возврате книг; просмотр, экспорт, печать отчетов, читаемость, книгообеспеченность, обновляемость фонда.



Функциональная структура АИБС

Вывод. Предложенная разработка ИС проектировалась на основе требований сотрудника библиотеки, то есть система имеет всё необходимое для работы штатного библиотекаря школы и ничего лишнего.

Список источников

1. Попов В. Автоматизация школьных библиотек России: недавнее прошлое, настоящее и возможное будущее // Учительская газета. 2021. №43. URL: <https://ug.ru/avtomatizacziya-shkolnyh-bibliotek-rossii-nedavnee-proshloe-nastoyashhee-i-vozmozhnoe-budushhee/> (дата обращения 14.03.2022).
2. Грчкина М. А., Суханова Н. Т. Место автоматизированной информационной системы школьной библиотеки в процессе формирования информационной культуры школьника // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 2 (59). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/6942> (дата обращения 16.03.2022).

Луцейн А. А.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
«Поволжский государственный технологический университет»

АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И ВЫЯВЛЕНИЕ УЗКИХ МЕСТ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОСПИТАТЕЛЯ ДОО

***Аннотация.** В данной статье рассматривается моделирование бизнес-процессов с использованием методологии функционального моделирования (IDEF0) и выявление узких мест на примере деятельности воспитателя МДОУ Детский сад №1 «Шонанпыл».*

Ключевые слова: моделирование, бизнес-процессы, узкое место, анализ

Значение и суть современных информационных технологий заключается в их универсальности. Несмотря на ресурсы, присущие информационным технологиям, они так и остаются средством повышения эффективности человеческой деятельности.

К сожалению, рассматриваемые процессы в меньшей степени затронули дошкольные образовательные учреждения. Нельзя не отметить, что и воспитатели ДОО в своей работе сталкиваются с необходимостью создания, обработки и передачи информации.

Для наглядности разберем подробнее деятельность воспитателя и подробно опишем существующие бизнес-процессы.

Моделирование бизнес-процессов проводится с целью повышения эффективности работы организации, в первую очередь для того, чтобы навести порядок в текущих процессах (т. е. обследовать и описать модель процессов AS-IS), а затем внести изменения в бизнес-процессы для того, чтобы они выполнялись оптимально (сформировать модель TO-BE).

Диаграмма декомпозиции первого уровня «Как есть» МДОУ детский сад №1 представлена на рис. 1.

Узкие места процесса – операции и связи, снижающие эффективность процесса, увеличивая его трудоемкость и стоимость.

При построении модели и проведении декомпозиции был обнаружен следующий ряд узких мест в работе воспитателя дошкольного учреждения:

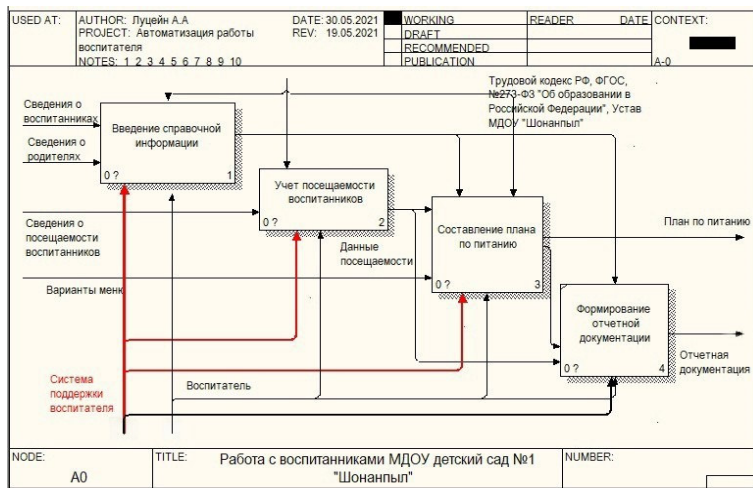


Рис. 2. Диаграмма декомпозиция первого уровня «Как будет»

Из представленных диаграмм видно, что процессы «Введение справочной информации», «Учет посещаемости воспитанников», «Формирование плана питания» и «Формирование отчетной документации» стали автоматизированы. Согласно новой организации процесса, воспитателю доступны: вести учет данных родителях и дошколят, посещаемость детьми дошкольного учреждения и формирование плана питания, а также есть возможность создавать необходимые отчеты по деятельности воспитателя.

Вывод. Ссылаясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что моделирование бизнес-процессов с использованием методологии функционального моделирования (IDEF0) позволило выявить узкие места в деятельности воспитателя ДОУ.

Список источников

1. Бондарева Н. А. Бизнес-процесс в конкурентном окружении рынка образовательных услуг. М.: Синергия, 2014. 315 с.
2. Исаев Р. А. Банк 3.0: стратегии, бизнес-процессы, инновации: монография. М.: ИНФРА-М, 2017. 766 с.
3. Крылов, Т. IKEA изнутри. Пример организации эффективных бизнес-процессов (+ CD-ROM). М.: Авторское издание, 2016. 980 с.
4. Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 851 с.

УДК 539.376

Александрова К. Н.

Научный руководитель: Мухортов Д. И., д-р с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ НАВОЗА В ВЕРМИКОППОСТ

***Аннотация.** В данной статье мы изучили способы утилизации различных видов отходов животноводства с помощью червей для получения органического биоудобрения. Черви «перерабатывают» углеродсодержащие продукты, превращая их в высокоценное удобрение. В ходе проведенных работ мы сделали вывод, что не любой навоз подходит для переработки, утилизации и превращения его в биоудобрение.*

***Ключевые слова:** вермикомпостирование, переработка, отходы, навоз, компост, дождевые черви*

Технология, которая позволит людям повсеместно перейти на органическое земледелие – промышленное вермикомпостирование сельскохозяйственных отходов. Плодородие почв ухудшается с каждым годом, тогда как органический мусор, сотнями тонн гниет на полигонах и портит экологию планеты. В настоящее время лишь малая часть навоза подвергается компостированию. В связи с этим переработка отходов животноводства и птицеводства в биоудобрения в местах расположения животноводческих и птицеводческих предприятий остается одной из приоритетных задач агропромышленности.

Одним из способов решения проблемы утилизации отходов животноводства является вермикомпостирование – переработка органических отходов, в результате получаем биогумус, который можно использовать как эффективное биологическое удобрение. В связи с этим оценка преимущества вермикомпостирования и биоудобрения по сравнению с традиционными органическими удобрениями и использование этого метода для утилизации отходов животноводства является актуальной.

Цель: выявление наиболее подходящих видов навоза для вермикомпостирования.

Объектом исследований являлись дождевые черви. В опыте использовали 6 вариантов навоза:

1. навоз КРС,
2. навоз КРС (компостированный),
3. каныга КРС,
4. куриный помет,
5. козий помет,
6. конский навоз.

Вермикомпостирование – переработка различных органических субстратов красными дождевыми червями. Утилизируют отходы животноводства с помощью червей и получают органические удобрения, или биогумус. Черви «перерабатывают» углеродсодержащие продукты, превращая их в высокоценное удобрение [2].

В небольшие контейнеры засыпали торф и закладывали навоз. Выдерживали субстрат неделю, чтобы он настоялся перед тем, как мы будем запускать червей. Для ускорения процессов ферментации и освобождения от аммиака исходный субстрат обильно поливали водой и периодически аэрировали.

После такой подготовки субстрат заселяли червями. Органические отходы, проходя через кишечник червя, подвергаются биохимическим изменениям, обогащаются макро- и микроэлементами, микрофлорой и ферментами [2]. Для точности результата делали 3 повторности.

Биотехнологический процесс основан на способности червей заглатывать кусочки органического вещества, трансформировать его в кишечной полости и выделять в виде копролитов [1]. Весь цикл переработки составлял 3 месяца. В течение этого времени нужно поддерживать влажность субстратов.

По истечении процесса компостирования вынимаем червей и анализируем, какой навоз подходит для их жизнедеятельности и эффективнее всего для использования. Оцениваем количество выросших в субстрате червей и количество коконов после вермикомпостирования на рис. 1.

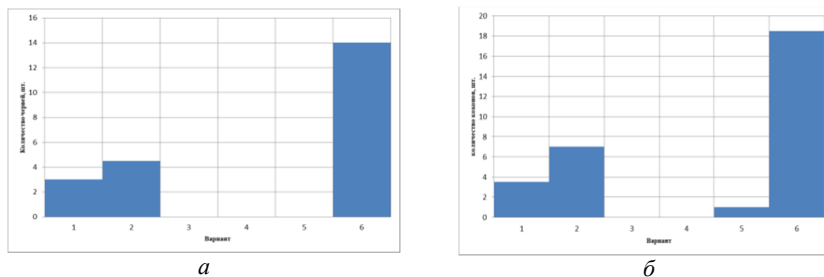


Рис. 1. Количество червей (а) и коконов (б) в субстратах после вермикомпостирования в течение 3 месяцев

Исследованиями было установлено, что черви не одинаково живут и размножаются в различных субстратах [1].

Для выяснения плодородности данного компоста засеиваем подсушенные субстраты редиской. Засеиваем по 30 шт. семян в субстрат и отлеживаем рост в течение 7 дней. Оцениваем длину проростков на седьмой день и количество выросших ростков на рис. 2.

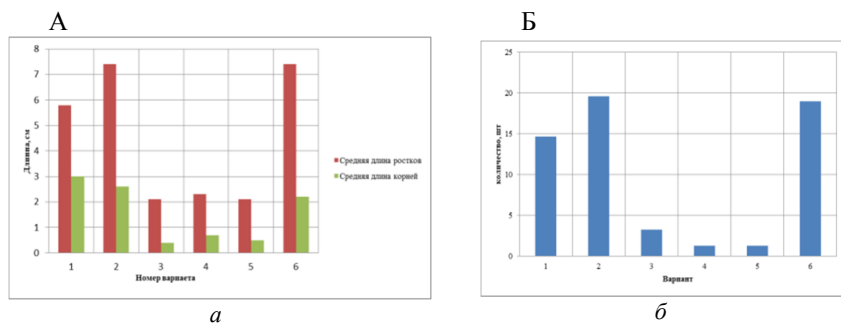


Рис. 2. Средняя длина выросших ростков и их корней (а) и количество ростков (б) на 7 день роста

В результате эксперимента по результатам опыта мы видим, что в вариантах опыта 1, 3 и 6 самые хорошие показатели. Вариант 1 – это навоз КРС, вариант 2 – навоз КРС (компостированный) и вариант 6 – конский навоз. На всех этих субстратах высокая выживаемость червей и лучший рост редиски.

В дальнейших исследованиях будет целесообразно использовать именно эти виды навоза для вермикомпостирования и получения биоудобрения.

Список источников

1. Суханова И. М., Шарафеева Ф. Г., Газизов Р. Р., Биккинина Л. М., Ильясов М. М. Вермикомпостирование как решение экологической проблемы утилизации отходов животноводства // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. №3. Т.223. С. 194-198.
2. Сидоренко О. Д., Черданцев Е.В. Биологические технологии утилизации отходов животноводства. М.: Изд-во МСХА, 2001. 74 с.

Алексеева И. Е., Бессонова А. М., Богданов Т. В., Малкова Ю. Л.
Научный руководитель: Зеленковский П. С., канд. г.-м. наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный университет

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СЕБЕЖСКИЙ»

***Аннотация.** Для изучения состояния озер национального парка «Себежский» было принято решение об исследовании донных осадков озер Себежское и Ороно, расположенных вблизи города Себеж, и озера Белое, удаленного от потенциальных районов загрязнения. В качестве наиболее показательного индикатора антропогенного воздействия было выбрано содержание тяжелых металлов и металлоидов (Ni, Cr, Pb, Zn, Cu, As).*

***Ключевые слова:** тяжелые металлы, донные осадки, ООПТ, мониторинг*

Методы исследования. Пробы стратифицированных донных колонок отбирались согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 с каждых 10 см колонки или при выраженной смене слоев. Для отбора проб использовался пробоотборник ГОИН 1,5 м. Сеть пробоотбора размещалась так, чтобы максимально охватить площадь исследуемых озер, профили располагались по мере удаления от потенциальных источников воздействия [1]. Для проведения пробоподготовки отобранные донные отложения были высушены и измельчены с помощью пестика в ступке до пылеватого состояния для корректного анализа проб. Анализ проб донных осадков проводился с помощью рентгеновского анализатора AP-104. В ходе анализа определялось содержание в них тяжелых металлов (далее ТМ) и металлоидов: Ni, Cr, Pb, Zn, Cu, As. Данные элементы являются главными индикаторами антропогенного воздействия на среду [2].

Результаты обработки материалов. Следы антропогенного влияния целесообразно изучать в донных отложениях озер Себежское и Ороно, вытянутых вдоль узкой косы, где расположен город Себеж. В качестве фонового объекта было принято оз. Белое, расположенное на удалении в 9 км от города Себеж. Было определено содержание тяжелых металлов в донных осадках озер. Содержание As во всех пробах оказалось ниже порога обнаружения прибора (< 5 ppm). Были построены графики зависимости изменения концентрации металлов в колонках с глубиной.

Обсуждение результатов. График зависимости содержания ТМ от глубины для точки наблюдения (далее т. н.) № 22.21 (оз. Ороно, 600 м от берега и расположенного на нем предприятия), №22.1 (оз. Себежское, 500 м от берега в средней части) и точки наблюдения № 22.41 (оз. Белое) представлены на рис. 1а, 1б и рис. 2 соответственно.

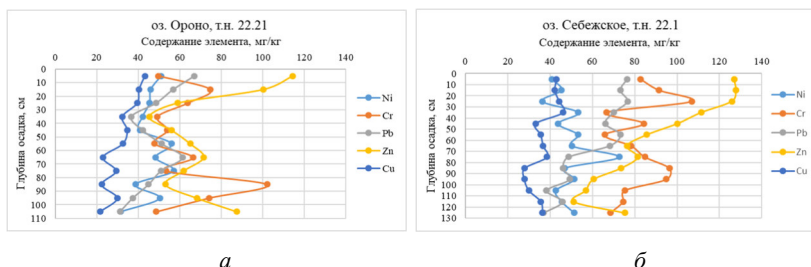


Рис. 1. Графики зависимости изменения содержания ТМ в пробе от глубины на т.н. № 22.21 на оз. Ороно (а) и на т.н. №22.1 на оз. Себежское (б) (составлено авторами)

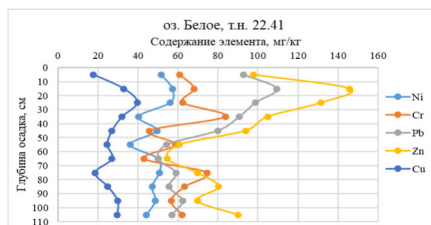


Рис. 2. График зависимости изменения содержания ТМ в пробе от глубины на т.н. № 22.41 на оз. Белое (составлено авторами)

На оз. Ороно наблюдается понижение содержания ТМ с глубиной осадка, за исключением Cr, содержание которого колеблется от 49 (на глубине 30-40 см) до 102 мг/кг (на глубине 80-90 см), а также Zn, содержание которого на глубине 100-110 см резко увеличивается до 87 мг/кг, что можно объяснить ошибкой измерений. Аналогичные закономерности прослеживаются на оз. Себежское, где содержание ТМ понижается с увеличением глубины. Для обеих колонок следует отметить схожесть первых 30-50 см осадка.

На оз. Белое значения содержания ТМ почти не изменяются с глубиной, кроме Pb и Zn, их содержание с глубиной понижается с небольшими флуктуациями. Также для оз. Белое можно отметить более четкую закономерность снижения концентраций с глубиной, что резко отлича-

ется от незакономерного снижения на озёрах Ороно и Себежское, которые подвержены влиянию города.

По содержанию ТМ оз. Белое незначительно отличается от Ороно и Себежского. Можно сделать вывод о наличии следов антропогенного воздействия и на относительно отдаленной от потенциальных источников воздействия территории. Содержание ТМ в глубинных осадках на оз. Ороно и Себежское ниже, чем в поверхностных осадках озера Белое, что также свидетельствует об антропогенном воздействии на него.

В донных отложениях исследуемых озер наблюдается повышение концентрации ТМ с глубиной, что говорит об увеличении антропогенной нагрузки на природную среду со временем.

Выводы

1. В верхних слоях донных отложений на территории, подверженной антропогенному воздействию, увеличивается содержание Ni и Cu. Содержание Cr, Zn и Pb имели значительные колебания на всей глубине, что может свидетельствовать о специфике самих элементов.

2. В донных осадках оз. Белое, принятом в качестве фонового, наблюдаются небольшие флуктуации содержания ТМ с глубиной. Однако содержания Zn и Pb в осадках имеют гораздо более выраженный характер и резко убывают до глубины 60 см. Подобные изменения содержаний характерны и для двух других озёр, что означает, что именно на этой глубине в озёрах можно говорить о фоновых значениях ТМ.

3. Исследуемая территория является фоновой для регионального мониторинга. По результатам исследований следы антропогенного воздействия наблюдаются на территории даже относительно нетронутых территорий, где установлены ограничения. Оценка загрязнённости территории проводится через сравнительный анализ фоновых значений для данной территории с полученными в ходе исследования значениями.

Список источников

1. Терехова А. В., Подлипский И. И., Зеленковский П. С., Хохряков В. Р. Разработка сети пробобора для комплексного эколого-геологического мониторинга территории национального парка «Смоленское Поозерье» // «Природа и общество: в поисках гармонии». 2016. №2. С. 150-155.

2. Терехова А. В., Зеленковский П. С., Подлипский И. И., Хохряков В. Р. Определение фоновых содержаний тяжелых металлов в почвах и донных осадках центральной части национального парка «Смоленское Поозерье» // Экологические проблемы недропользования: материалы XVII международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле СПбГУ; Геологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. СПб: Санкт-Петербургский государственный университет, 2017. С. 67-74.

Бабина Д. А.

Научный руководитель: Петрова М. В., канд. биол. наук, ст. преп.
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

БАЗИДИОМИЦЕТЫ СТЕРЛИТАМАКСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖКТ И НОРМАЛИЗАЦИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Аннотация. В работе приводятся данные о лекарственных макромицетах, произрастающих на территории Стерлитамакского района Республики Башкортостан. Особое внимание уделено видам, применяемым при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта (11 видов; 17% от числа лекарственных видов), а также при нормализации обмена веществ (13 видов; 20% от числа лекарственных видов). В качестве лекарственных препаратов применяют отвары и экстракты, содержащие различные биологически активные вещества.

Ключевые слова: Республика Башкортостан, Стерлитамакский район, лекарственные грибы, заболевания ЖКТ, нормализация обмена веществ

Природа всегда окружает человека. Зачастую люди интересовались, как применить те или иные грибы в качестве лекарства, а не только как дополнительный источник пищи. В дальнейшем определили, что основное лечебное свойство грибов заключается в полисахаридных компонентах и пептидах в их составе. Полисахариды нужны человеку именно против болезней, они активируют иммунную систему и защищают организм. В наше время микологами широко изучают лекарственные свойства шляпочных грибов.

Стерлитамакский район находится в Республике Башкортостан, климат умеренный континентальный, теплый. Лето теплое, иногда засушливое, дожди, в основном, осенью и летом, но осадки в пределах нормы. Почва – чернозем, слабооподзоленные, серые лесные и темно-серые. Имеются ольховые, дубовые, березовые, липовые, осиновые леса. Растительность очень богата многообразием [1].

Заболевания органов желудочно-кишечного тракта являются весьма распространенными среди населения. В последнее время грибы-базидиомицеты используются в народной медицине. При заболеваниях желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) используют различные виды

грибов (11 видов, 17% от числа лекарственных видов), произрастающие в районе исследования. Например, для улучшения пищеварения применяют *Agaricus arvensis*, богатый витаминами группы В и макроэлементами; *Macrolepiota procera*, содержащий незаменимые аминокислоты; *Calocybe gambosa*, применяют для устранения расстройства желудка; *Lactarius resimus*, богатый аминокислотами, макроэлементами витаминами А, Е, В1, В2, РР и С. Для улучшения работы ЖКТ также применяют отвары и экстракты *Armillaria mellea*, содержащие различные БАВ (манноза, фицин, орселлиновая кислота, азелаиновая кислота, стеариновая кислота, алифатические кислоты, полипrenoлы, полиолы и др.).

Из менее популярных видов можно отметить *Flammulina velutipes*, содержащий фламмутоксин, гликопротеид енокитаку, полисахариды, протеины, витамины В1, В2, С, РР, аминокислоты, низкомолекулярный β-глюканпротеиновый комплекс (ЕА6). На его основе разрабатывают различные БАДы, используемые для профилактики заболеваний печени, желудка и кишечника, лечения желудочно-кишечных язв. Этот вид активно культивируется в промышленных масштабах. *Coprinus atramentarius* также способствует нормализации пищеварения. В своем составе содержит аминокислоты (тирозин, гистидин), ферменты (трипсин, мальтаза), полиозу, макро- и микроэлементы, витамины С, Е, D1, D2, группы В [2, 3, 5]. Издавна для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний (язвы, гастриты, полипозы, диспепсия, уменьшение застоя в ЖКТ) применяли плодовые тела широко распространенных трутовых грибов, таких как *Inonotus obliquus*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lipsiense* [2, 7].

Часто грибы используют в народной и официальной медицине для нормализации обмена веществ. Зачастую этому способствует содержание в плодовых телах грибов витаминов, незаменимых аминокислот, биологически активных веществ. На территории Стерлитамакского района произрастает 13 таких видов (20% от числа лекарственных видов). В *Amanita pantherina* содержится холин (витамин В4), который нормализует обмен веществ. Из плодовых тел *Flammulina velutipes* выделены фламмутоксин, гликопротеид енокитака, участвующие в понижении кровяного давления, снижении уровня холестерина, регуляции обмена веществ. Кроме того, гриб богат полисахаридами, протеинами, витаминами В1, В2, С, РР, аминокислотами. Всё это благоприятно сказывается на увеличении роста и веса человека. Вид активно культивируется в промышленных масштабах. *Tricholoma populinum*

содержит витамины группы В, витамины РР, С, А, D2, К, D7, бетаин, холин, аминокислоты, эргостерин и флавоноиды, полисахариды. *Leccinum aurantiacum* богат макро- и микроэлементами, витамины А, С, В, В2, D, РР. *Coltricia perennis* содержит полисахариды. *Inonotus obliquus* повышает защитные реакции организма и активизирует обмен веществ в мозговой ткани. *Lactarius flexuosus* и *Lactarius resimus* содержат микроэлементы, витамины и аминокислоты. *Polyporus squamosus*. содержит витамины группы В, А, D, коэнзим Q10, и другие биологически активные вещества [4, 5].

Виды рода *Pleurotus* также являются одним из основных объектов промышленного культивирования. Кроме того, *Pleurotus ostreatus* и *Pleurotus pulmonarius* содержат витамины группы В, витамин РР, D2, Е, оказывающие влияние на рост и развитие организма, память [3].

Для нормализации углеводного обмена организма применяют экстракты *Lepista nuda*, богатые витамином В1, стеариновой кислотой и эргостерином [3]. На востоке *Cantharellus cibarius*, содержащий витамины группы В, А, РР, провитамин D, аминокислоты, углеводы, липиды, используют для улучшения дневного зрения у страдающих никталопией, для предотвращения глазных воспалений, защиты кожи от сухости, укрепления слизистых оболочек [2].

Список источников

1. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы. 2-е изд., доп. и переработ. Уфа: МедиаПринт, 2011. 384 с.
2. Денисова Н. П. Лечебные свойства грибов. Этномикологический очерк. СПб: Изд. СПбГМУ, 1998. 59 с.
3. Заузолкова Н. А. Лекарственные базидиомицеты в микобиоте лесостепных сообществ Минусинских котловин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 8 (106). С. 74-78.
4. Вишневский М. В. За грибами с ноября по май. М.: ООО «Востокзапад», 2005. 223 с.
5. Переведенцева Л. Г. Лекарственные грибы Пермского края. Пермь: ООО «Проектное бюро «Рейкьявик», 2011. 146 с.
6. Molitoris H. P. Mushrooms in medicine. // Folia Microbiology. 1994. Vol. 39. P. 91-98.

Введенская С. Ю.

Научный руководитель: Введенский О. Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВОДОЗАБОРНОЕ РЫБОЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО

Аннотация. Рассмотрен один из способов защиты молоди рыб от попадания в водозаборные сооружения различного назначения.

Ключевые слова: водохранилища, рыбозащитные сооружения, покатная миграция рыб

Рыбы, живущие в наших водоемах, ежегодно, повинаясь инстинкту, поднимаются по рекам из морей, озер, низовий рек вверх по течению на нерест или, наоборот, двигаются к местам постоянного обитания, совершая покатные и нагульные миграции. Но не всем рыбам суждено благополучно достичь цели своей миграции: на путях их движения поджидают водозаборы различного назначения, нанося рыбному хозяйству колоссальный ущерб [1, 2]. С целью предотвращения указанного ущерба при строительстве и эксплуатации водозаборных сооружений различного назначения необходимо предусмотреть эффективные рыбозащитные системы [2, 3].

В настоящее время используют три основных вида рыбозащитных устройств: ориентирующий, физиологический и гидравлический тип. Первые два вида РЗУ организуют самостоятельное движение рыб в заданном направлении по определенной траектории или оказывают на рыб привлекающее или, наоборот, отпугивающее действие. Рыбозащитное устройство (РЗУ) направляющего действия в основном гидравлического типа, так как они создают в водоеме искусственно организованное транспортирующее рыб течение [3].

Рыбозащитные устройства гидравлического типа, с точки зрения эффективности работы и экологии, являются самыми перспективными. Но отсутствие необходимых сведений об особенностях расчета, проектирования и эксплуатации подобных сооружений сдерживает их широкое применение [3].

В основу предлагаемой нами конструкции рыбозащитного сооружения водозабора положена технология использования гидравлических струй для совершенствования работы рыбоходных сооружений [4]. Суть данной технологии применительно для целей рыбозащиты состоит в

следующем. Перед источником опасности (водозабором) с помощью гидравлических струй формируют управляемое рыбоотводящее течение. Данное течение будет вовлекать в движение молодь рыб из верхнего бьефа гидроузла, и направлять её в рыбоотвод РЗУ, выводя молодь рыбы в безопасное место водоема. Принцип формирования рыбоотводящего течения идентичен технологии работы рыбохода на гидравлических струях (рисунок) [4].

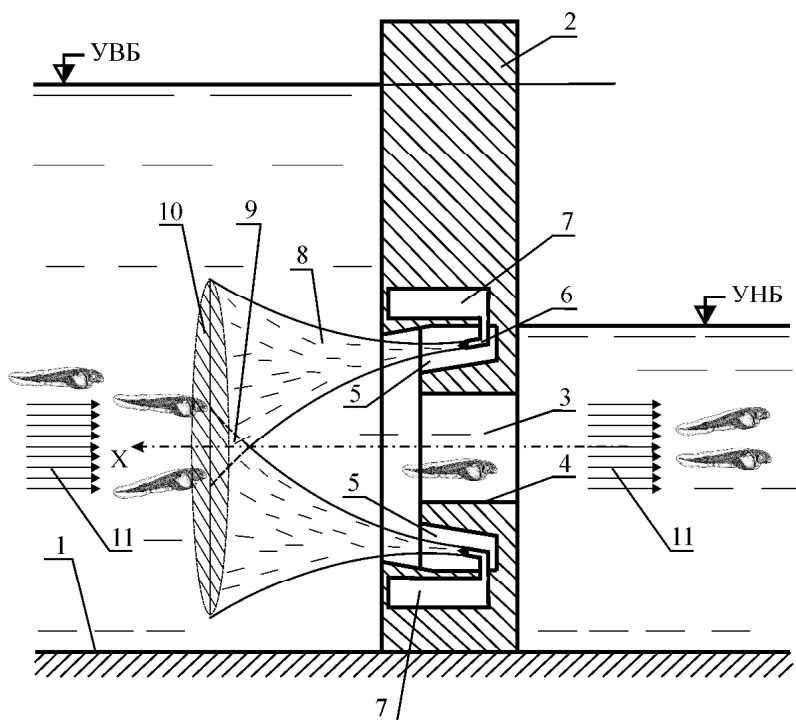


Схема создания гидравлическими струями рыбоотводящего течения перед источником опасности для молоди рыб: 1 – основание; 2 – поперечная разделительная стенка; 3 – рыбопропускное отверстие; 4 – потокоформирующий фар-тук; 5 – глухая галерея; 6 – струеобразующие насадки; 7 – раздающие коллекторы; 8 – гидравлические струи; 9 – суммарный поток; 10 – зона «частично равных давлений»; 11 – рыбоотводящее течение

Предлагаемый нами подход к функционированию рыбозащитного устройства гидравлического типа позволит:

- во-первых, существенным образом упростить задачу формирования эффективных транзитных водных течений рыбоотводящего назначения;
- во-вторых, простым способом регулировать дальность и скорость рыбоотводящего течения;
- в-третьих, соблюдать все экологические требования охраны природы.

Данные выводы, также подтверждаются ранее проведенными исследованиями [5]. Кроме того, такая конструкция рыбозащитного устройства, по нашему мнению, должна найти достаточно широкое применение для защиты рыб и ее молоди на водозаборах и на других источниках опасностей. Ее можно с большим успехом использовать для перенаправления молоди рыб от мест нереста к рыбопропускным сооружениям при покатных миграциях, а также привлечения производителей рыб в рыбопропускные сооружения и дальнейшей их проводки от рыбопропускных сооружений на участки и притоки водохранилища с ярко выраженными естественными течениями.

Список источников

1. Введенский О. Г. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на гидравлических струях: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. 264 с.
2. Введенский О. Г. Конструкции рыбодоходов с противотечением на основе экологической технологии использования гидравлических струй // Инженерная экология. 2010. №3. С. 17-30.
3. Введенский О. Г. Управление пропуском рыб, идущих на нерест, через высоконапорные гидроузлы // Гидротехническое строительство. 2011. №1. С. 46-49.
4. Введенский О. Г., Апытеева К. Е. Гидравлическое рыбозащитное сооружение // Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. Вып. 8. С. 109-118.
5. Wwedenskiy O, Wwedenskaya C. Structures of entrance heads of fish passing // Sciences of Europe. No 86 (2022). Vol. 1. Pp. 122-126.

Введенская С. Ю.

Научный руководитель: Введенский О. Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА В РЫБОХОДНО-НЕРЕСТОВЫХ КАНАЛАХ

Аннотация. Рассмотрен один из способов регулирования скоростей транзитного потока в рыбоходно-нерестовых каналах гидроузлов.

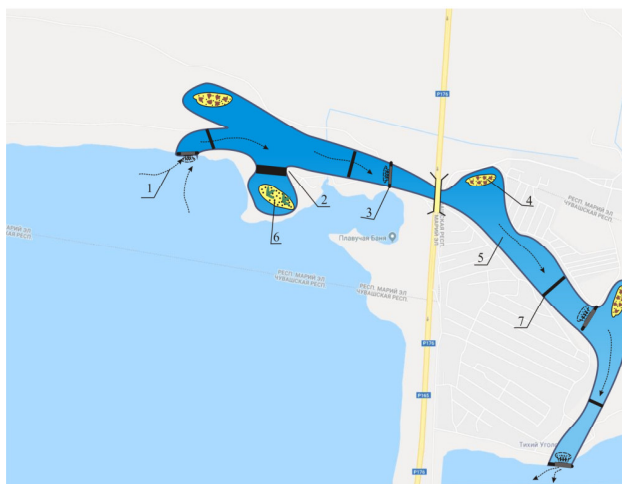
Ключевые слова: водохранилища, рыбоходные сооружения, нерестовая миграция рыб

Анадромные и покатные миграции рыб являются важнейшими циклами в жизни многих видов рыб [1]. Анадромная миграция характерна для рыб, живущих в северном полушарии. Данный вид миграции заключается в движении рыб от мест нагула к местам нереста. Покатная миграция проявляется в движении рыб вниз по течению, в так называемом скате молоди от мест рождения к местам нагула. Адаптивное значение таких миграций заключается в том, что они необходимы для воспроизводства вида, поддержания ареала обитания использования его трофической части. Данные миграции как биологическое явление характерны не только для проходных и полупроходных рыб, но, и для туводных видов рыб.

В результате гидротехнического строительства анадромные или нерестовые миграции против течения преграждаются плотинами, что ведет к прекращению естественного воспроизводства. В свою очередь, покатные миграции заканчиваются гибелью рыб при скате через турбины ГЭС из-за баротравм вследствие перепада гидростатического давления. Поэтому решение задач по обеспечению естественного воспроизводства в условиях водохранилищ имеет высокую практическую значимость. Кроме того, на сегодняшний день организация естественного воспроизводства рыб в условиях гидротехнического строительства на реках не имеет приемлемых и эффективных технических решений, что также подчеркивает актуальность данной проблемы [2, 3].

Рыбоходы являются наиболее распространенным, исследованным и широко используемым на практике видом рыбопропускных сооружений. Они представляют собой открытые каналы, выполненные с постоянным или переменным уклоном по длине [3,4]. В своей работе рыбоходы ис-

пользуют естественное стремление рыб идти на нерест против течения. Поэтому условия пропуска рыб в рыбоходах близки к естественным условиям. Несмотря на очевидные достоинства перед рыбоподъёмными сооружениями, рыбоходы имеют очень существенный недостаток, значительно, а в отдельных случаях и полностью снижающий эффективность рыбопропуска. Данный недостаток заключается в следующем. Известно, что для гидроузлов характерно суточное и недельное колебание бьефов гидроузла, проявляющееся в изменении действительного напора, приходящегося на плотину гидроузла. В свою очередь, скорость транзитного потока по длине рыбоходного тракта напрямую зависит от разницы уровней бьефов гидроузла. Поэтому скорость транзитного потока также подвержена суточным и недельным колебаниям, что недопустимо. Большая разница уровней бьефов гидроузла чревата непреодолимыми высокими скоростями транзитного потока в рыбоходе для рыб, достаточно малый напор повлечёт за собой слабое выделение привлекающего шлейфа. Кроме того, действующие конструкции рыбоходных сооружений непригодны для обеспечения покатных миграций [3].



Рыбоходно-нерестовый канал в створе Чебоксарского гидроузла:

1 – привлекающий рыбу поток воды; 2 – шлюз-регулятор; 3 – регулятор расхода воды; 4 – нерестилище для литофильных видов рыб; 5 – рыбоходно-нерестовый канал; 6 – нерестилище для фитофильных рыб; 7 – переливная плотина

Для решения противоречий в сложившейся ситуации мы предлагаем совместить возможность перевода рыб из нижнего бьефа гидроузла с

организацией мест для нереста [4, 5]. В частности, мы предлагаем вариант рыбоходно-нерестового канала для Чебоксарского водохранилища (рисунок). Рыбоходно-нерестовый канал представляет собой искусственный водопроводящий тракт, имитирующий рельеф речного русла: плесы и перекааты; поймы и русла. На участках канала с определенными гидравлическими условиями укладывают соответствующие виды субстрата для кладки икры.

Для организации транзитного течения по длине рыбоходно-нерестового канала оптимального для привлечения и пропуска производителей рыб мы предлагаем использовать каскад переливных плотин. В результате проведенного математического моделирования в среде MatCAD вычислено, что при глубине водотока около 4 м создание переливной плотины высотой 0,40 м поднимает уровень воды до 0,15 м без образования буруна на поверхности воды. В этом случае для преодоления напора Чебоксарской ГЭС (максимальный статистический напор при НПУ=63 м составляет 13,9 м) потребуется порядка 90 шт. плотин. Таким образом, каскадный способ возведения переливных плотин позволяет:

- во-первых, исключить наличие препятствий для миграции рыбы и малотоннажному судоходству;
- во-вторых, избежать аварийных сбросов воды из-за разрушения ряда переливных плотин каскада, так как дополнительный сброс воды будет небольшим и это не приведет к переполнению русла канала.

Список источников

1. Введенский О. Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2013. №4. С. 67-81.
2. Введенский О. Г. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на гидравлических струях: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. 264 с.
3. Введенский О. Г., Вохминцева Е. В. Использование переливных плотин для регулирования транзитного течения в рыбоходно-нерестовых каналах // Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. Вып. 7. С. 150-155.
4. Пат. 2406801 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ пропуска молоди рыб через гидроузел при покатной миграции / О. Г. Введенский (РФ). №2009117031/21; заявл. 04.05.2009; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35.
5. Пат. 2337209 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Рыбоход для привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф / О. Г. Введенский (РФ). №2007105289/03; заявл. 12.02.2007; опубл. 27.10.2008, Бюл. № 30.

Глушкова М. Ю., Шейкина О. В.
Поволжский государственный технологический университет

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ

***Аннотация.** Изучены 71 клон плюсовых деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в Сернурском лесничестве Республики Марий Эл, и определены их показатели генетической изменчивости с помощью пяти микросателлитных маркеров.*

***Ключевые слова:** сосна обыкновенная, плюсовые деревья, генетическая изменчивость микросателлиты*

Полиморфизм позволяет видам адаптироваться к различным изменяющимся условиям окружающей среды, является основой эволюции вида, а также базой для естественного отбора, при котором в ходе конкуренции выживают более приспособленные к определенным условиям генотипы [1]. Но существует множество факторов, негативно влияющих на сохранение генетического разнообразия древесных видов [2]. Поэтому исследования, направленные на изучение генетического разнообразия и совершенствование методов для его сохранения, являются актуальными на данный момент. Благодаря большому разнообразию аллелей и высокому уровню гетерозиготности высокополиморфные микросателлитные локусы являются удобным инструментом для исследования генетической структуры популяций [3].

Объекты и методика исследований. Объектами исследования являются 71 клон плюсовых деревьев сосны обыкновенной, произрастающих на маточной плантации в Сернурском лесничестве Республики Марий Эл. Для выделения ДНК из камбиального слоя древесины использован СТАВ-метод (модификация методики Doyle J.J. Doyle J.L.) [4].

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов: буфер – 1,5 мкл, dNTPs – 0,3 мкл, Таг-полимераза – 0,3 мкл, прямой и обратный праймеры – по 0,5 мкл, деионизированная вода – 10,9 мкл и матричная ДНК – 1 мкл. Полимеразная цепная реакция проводилась в следующем режиме: первоначальная денатурация при температуре 94 °С в течение 15 мин; 35 циклов – денатурация в течение 30 с при 95 °С, отжиг праймеров: в течение 30 с при разных температурах для

каждого праймера [5]: при 56°C для Psy117 и PtTX2146, 60°C для SPAG7.14 и Psy157, 58°C для PtTX3107 и элонгация в течение 30 сек при 72°C; финишная элонгация в течение 10 мин при 72°C и охлаждение в течение 10 мин при 4°C.

Для разделения фрагментов ДНК проведен горизонтальный электрофорез при напряжении 100 В в течение 1 ч 25 мин в 3%-ом агарозном геле, окрашенном раствором бромистого этидия. Для выявления мест локализации фрагментов в геле использована система геледокументирования GelDoc 2000. Длины фрагментов определяли в программе Quantity One® Version 4.6.3 по сравнению с маркером ДНК В качестве маркера длин был использован маркер длин ДНК 50+ bp DNA Ladder (Евроген). Статистическая обработка полученных данных проведена в программе GenAlex 6.503.

Результаты исследования. Показатели генетической изменчивости, полученные для изученной группы плюсовых деревьев, представлены в таблице.

Таблица. Показатели генетической изменчивости для исследуемых локусов

Локус	Наблюдаемое число аллелей (Na)	Эффективное число аллелей (Ne)	Наблюдаемая гетерозиготность (Ho)	Ожидаемая гетерозиготность (He)	Коэффициент инбридинга (F)
Psy117	5,0	2,638	0,141	0,621	0,773
SPAG7.14	8,0	4,587	0,380	0,782	0,514
PtTX2146	9,0	4,117	0,746	0,757	0,014
PtTX3107	7,0	3,920	0,324	0,745	0,565
Psy157	4,0	2,068	0,169	0,516	0,673
Для всех локусов	6,6	3,466	0,352	0,684	0,508

Изученные микросателлитные локусы отличаются по показателям генетического разнообразия: наблюдаемое число аллелей варьирует у разных локусов 4 до 9, эффективное число аллелей – от 2,068 до 4,587, наблюдаемая гетерозиготность, показывающая сколько локусов в среднем находится в гетерозиготном, меняется от 0,141 до 0,746, ожидаемая гетерозиготность – от 0,516 до 0,782. Коэффициент инбридинга для всех локусов имеет положительное значение и варьирует от 0,014 до 0,773. Положительное значение коэффициента инбридинга говорит о дефиците гетерозигот, возникшем из-за инбридинга.

Изученная группа плюсовых деревьев в целом характеризуется следующими показателями генетической изменчивости: наблюдаемое чис-

ло аллелей (N_a) – 6,6, эффективное число аллелей (N_e) – 3,466, наблюдаемая гетерозиготность (H_o) – 0,352, ожидаемая гетерозиготность (H_e) – 0,684, коэффициент инбридинга (F) – 0,508. Основные показатели генетического разнообразия говорят о том, что уровень генетической изменчивости исследуемых деревьев можно считать достаточно высоким.

Список источников

1. Гераськин С. А., Ванина Ю. С., Дикарев В. Г., Новикова Т. А., Удалова А. А., Спиридонов С. И. Генетическая изменчивость в популяциях сосны обыкновенной из районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49. №2. С. 136-146.
2. Денисов С. А., Калинин К. К., Бессчетнов В. П., Демичева Н. В., Батухтина Т. С., Самоделкина В. В. Проблемы воспроизводства сосновых лесов Среднего Поволжья // Вестник МарГТУ. 2012. №1. С. 12-23.
3. Галинская Т. В., Щепетов Д. М., Лысенков С. Н. Предубеждения о микросателлитных исследованиях и как им противостоять // Генетика. 2019. Т. 55. №6. С. 1-16.
4. Doyle J. J., Doyle J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // Phytochem. Bull. 1987. 19. P. 11-15.
5. Шейкина О. В. Лесная биотехнология. Часть 1: Молекулярно-генетические методы в лесном хозяйстве: учебное пособие. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. 76 с.

УДК 604:54

Дерягина М. С.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В САПРОПЕЛЕ

Аннотация. *Проведен эксперимент по определению содержания гуминовых кислот в сапропеле различных источников по стандартной методике ГОСТ.*

Ключевые слова: *сапропель, гуминовые кислоты, экстракция, осаждение*

Сапропель является одним из наиболее доступных источников получения гуминовых кислот. Гуминовые кислоты (ГК) представляют собой группу веществ, извлекаемых щелочами, в виде более или менее темно-

окрашенного раствора гуматов натрия, калия или аммония и осаждаемых кислотами в виде аморфного осадка – геля [1].

Сегодня существует великое многообразие методов выделения гуминовых кислот, наиболее распространенные – методы извлечения растворами щелочей и щелочных солей, менее известные – способы извлечения органическими растворителями [2].

Целью данной работы было определить количественное содержание гуминовых кислот в сапропеле в зависимости от места его добычи.

В данном исследовании извлечение гуминовых кислот из сапропеля проводилось щелочной экстракцией с последующим осаждением по ГОСТ 9517-94 (ИСО 5073-85) «Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот» [3]. В качестве опытных образцов были использованы:

1. сапропель, полученный промышленным путем (коммерческий);
2. сапропель озера Табашино Оршанского района;
3. сапропель озера Посьяр Килемарского района;
4. сапропель озера Водозерье Килемарского района [4].

В результате эксперимента была выявлена зависимость количественного содержания гуминовых кислот от места отбора проб сапропеля.

Полученные данные отображены в таблице.

Таблица. Массовая доля гуминовых кислот, %

Номер образца	1	2	3	4
Массовая доля гуминовых кислот	19,7±0,001	16,1±0,001	67,9±0,001	48,0±0,001

Примечание: 1 – сапропель оз. Табашино; 2 – сапропель оз. Водозерье; 3 – коммерческий сапропель ; 4 – сапропель оз. Посьяр

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что наибольшее количество ГК было отмечено в образце № 3 – 67,9%, а наименьшее в образце №2 – 16,1%. Можно предположить, что в ходе получения сапропеля промышленным путем была проведена дополнительная обработка сырья, включая очистку от побочных органических примесей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГБУ «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» в рамках программы У.М.Н.И.К. № № 16178ГУ/2020.

Список источников

1. Химический состав сапропелей различных месторождений и возможности их использования в животноводстве / В. И. Георгиевский, Н. С. Шевелев, А. А. Хорольский, Б. Е. Митин, Е. М. Никитин, Т. П. Уласевич // Известия ТСХФ. 1988. №2. С. 155-161.
2. Гостищева М. В., Федько И. В., Писниченко Е. О. Сравнительная характеристика методов выделения гуминовых кислот из торфов с целью получения гуминовых препаратов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2004. № 1(9). С. 66-68.
3. ГОСТ 9517-94 (ИСО 5073-85) Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот: государственный стандарт Российской Федерации: дата введения 1997-01-01 / Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии. Изд. официальное. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. 9 с.
4. Дерягина М. С., Конюхова О. М. Исследование сапропеля в водных объемах республики Марий Эл // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XVI международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. Ч. 2. С. 213-214.

УДК 663.14.039.32

Ильина А. М., Агаева Д. В., Баранов А. С., Бирюкова Е. С.,
Васильева Е. С., Еремей Д. В., Хемраев А.
Научный руководитель: Сергеев Р. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СУБСТРАТА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

***Аннотация.** В статье анализируется влияние состава субстрата на физиологическую активность хлебопекарных дрожжей. Графически представлена зависимость интенсивности дыхания дрожжей от концентрации сахарозы и наличия в субстрате источника азота (гидролизата казеина).*

***Ключевые слова:** дрожжи, физиологическая активность, сахароза, гидролизат казеина*

Хлебопекарные дрожжи выполняют функцию биологических разрыхлителей и используются для приготовления теста из пшеничной

муки и теста из смеси пшеничной и ржаной муки, а также для выпечки некоторых видов кондитерских изделий. Поскольку хлеб и хлебобулочные изделия являются продуктами массового спроса и ежедневного употребления, изучение факторов, влияющих на качество дрожжей, является особенно актуальным.

Все дрожжи, которые используются в хлебопечении, относятся к виду *Saccharomyces cerevisiae*. Согласно производственным требованиям, хлебопекарные дрожжи должны обладать высокой бродильной активностью и подъемной силой. Основным показателем качества дрожжей, определяющим данные характеристики, является их физиологическая активность. На активность клеток оказывает влияние источник питания, возраст дрожжей, физико-химические условия внешней среды [1].

Целью данной работы является изучение влияния состава субстрата на интенсивность физиологических процессов дрожжей. Для проведения исследования использовались прессованные дрожжи «Люкс Экстра» и сухие дрожжи «Вектауа» (торговой марки САФ-НЕВА).

Наиболее предпочтительными источниками углерода для дрожжей являются моносахариды (глюкоза, фруктоза, манноза и т. д.) и дисахариды (сахароза, мальтоза). Активность дрожжей также зависит и от наличия в среде других компонентов, в частности, азота [2].

В данной работе в качестве источника углерода использовали сахарозу, а в качестве источника азота – гидролизат казеина. Физиологическую активность клеток определяли по скорости выделения диоксида углерода – продукта жизнедеятельности дрожжей [3].

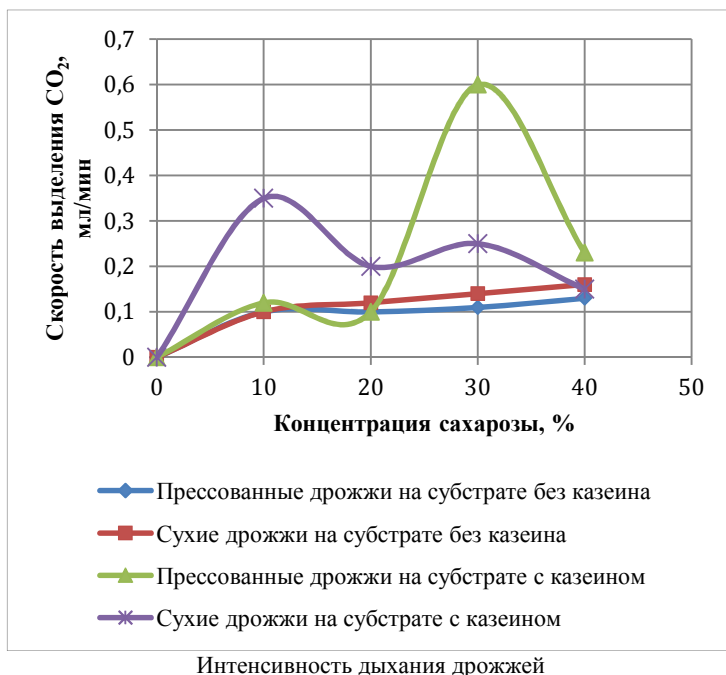
Методика исследования. Готовили 1% суспензии сухих и прессованных дрожжей. Отобрали 10 проб по 10 мл каждого типа дрожжей. Добавляли сахарозу и гидролизат казеина согласно таблице 1.

Таблица. Состав субстратов

№ пробы	Сахароза, г	Гидролизат казеина, г
1	-	-
2	1,0	-
3	2,0	-
4	3,0	-
5	4,0	-
6	-	0,5
7	1,0	0,5
8	2,0	0,5
9	3,0	0,5
10	4,0	0,5

Пробы термостатировали при температуре 31°C в течение 15 минут. Скорость выделения CO_2 определяли по расстоянию, на которое поднимается за минуту капля глицерина в пипетке, подсоединенной через трубку системы к шприцу с суспензией дрожжей.

Результаты. Из рисунка следует, что для дрожжей, растущих на субстрате только из сахарозы, зависимость интенсивности дыхания от концентрации сахарозы является возрастающей. При этом с увеличением концентрации углеводов физиологическая активность сухих дрожжей возрастает в большей степени, чем активность прессованных дрожжей. Также очевидно, что присутствие в субстрате гидролизата казеина влияет на зависимость интенсивности дыхания дрожжей от концентрации сахарозы. Так, для сухих дрожжей, растущих на субстрате с казеином, оптимальная концентрация сахарозы составила 10%, а для прессованных дрожжей – 30%. При увеличении концентрации сахарозы активность дрожжей снижалась.



Работа выполнена с использованием ресурсов ЦКП «Экология, биотехнологии и процессы получения экологически чистых энергоносителей» Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-674).

Список источников

1. Меледина Т. В., Давыденко С. Г. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Морфология, химический состав, метаболизм: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 88 с.
2. Бабьева И. П., Чернов И. Ю. Биология дрожжей: учеб. пособие; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Фак. почвоведения, Ин-т экол. почвоведения. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2004 (Тип. ООО Галлея-Принт). 221 с.
3. Меледина Т. В., Давыденко С. Г., Васильева Л. М. Физиологическое состояние дрожжей: учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 48 с.

УДК 539.376

Кислицына Е. В.

Научный руководитель: Мухортов Д. И., д-р с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК С РАЗЛИЧНЫМИ РАЗМЕРАМИ ЧАСТИЦ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. В статье описывается опыт, основанный на деструктивной деятельности почвенных червей вида *Eisenia fetid* (Sav.). Ведется оценка влияние размера частиц опилок на развитие, размножение червей и их количество при вермикомпостировании осадков сточных вод. Изучается токсичность вермикомпостов с использованием методов биотестирования.

Ключевые слова: *Eisenia foetida* (Sav.), вермикомпостирование, осадки сточных вод, опилки

В настоящее время остро стоит проблема утилизации осадков сточных вод (ОСВ). Осадки сточных вод являются токсичными, содержат тяжелые металлы и патогенные микроорганизмы, требуют больших территорий для захоронения и процесс их биodeградации достаточно

продолжительный [2]. Применяемые в настоящее время физические, химические и механические методы переработки осадков сточных вод являются затратными и энергоемкими и не могут полностью обеспечить экологическую безопасность их утилизации. Поэтому все большее значение приобретает переработка отходов методом вермикомпостирования [1]. В данной статье рассмотрен метод вермикомпостирования отходов с добавлением опилок разного размера частиц.

Цель работы: исследование влияния размеров частиц опилок на переработку компоста червями *Eisenia foetida* (Sav.) и изучение токсичности вермикомпостов с использованием метода биотестирования.

Методика выполнения. В опыте использовали осадки сточных вод (ОСВ) и хвойно-лиственные опилки. Использовали субстраты: К (ОСВ+ХВЛОП. 1-3 мм после комп. №7), №6 ОСВ + ХВЛОП. меньше 1 мм, №10 ОСВ +ХВЛОП. 3-5 мм, №7 ОСВ + ХВЛОП. 1-3 мм. Осадки сточных вод и хвойно-лиственные опилки смешивали 1:2 по объему. Опилки брали размером частиц меньше 1 мм, 1-3 мм, 3-5 мм. На дно пластиковых контейнеров в объеме 1 дм³ клали торф, заполняли ОСВ и опилками. Для проведения исследований использовали популяцию червей *Eisenia foetida* (Sav.). По прошествии 7 дней в предварительно подготовленный и увлажненный субстрат заселяли половозрелых червей из расчета 3 особи на одну емкость. Опыт проводился в одной повторности.

Продолжительность экспозиции составляла в среднем 91 день. После чего червей извлекали из субстратов. Просушивали субстраты и производили засев семян редиски в количестве 30 шт. в один контейнер, увлажняли. Наблюдали за количеством и качеством проростков в течение 7 дней. Результаты исследований оценивались по следующим показателям: количество червей и количество коконов (рис. 1,2), длина корня и стебля редиски, количество проростков редиски на 7 день (рис. 3).

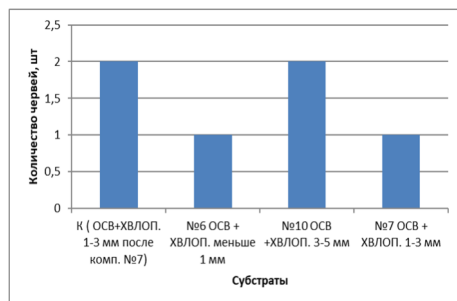


Рис. 1. Количество червей

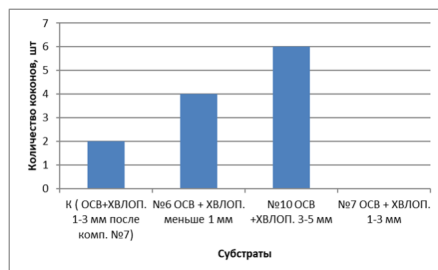


Рис. 2. Количество коконов

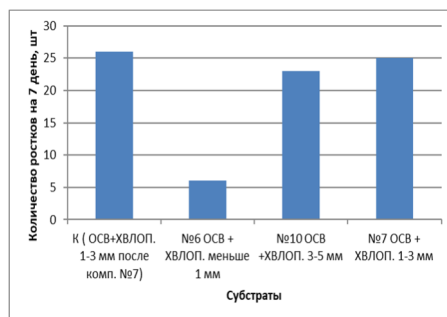


Рис. 3. Количество проростков на 7 день

Анализ результатов. Наибольшее количество червей наблюдалось в субстратах с размером частиц древесных опилок – 1-3 мм (после компостирования) и меньше 1 мм. Наибольшее количество коконов обнаружено в субстрате с размером частиц древесных опилок – 1-3 мм. Наибольшая длина корня и стебля и количество ростков наблюдались при использовании частиц опилок 1-3 мм.

Выводы. Компост с размером частиц опилок 1-3 мм показал лучший результат по количеству коконов и червей, количеству ростков редиса, длине стебля и корня. Таким образом, использование опилок с размером частиц 1-3 мм уменьшает токсичность вермикомпоста, т. к. в нем более благоприятные условия для развития и роста червей.

Список источников

1. Цыганов А. Р. Технология приготовления и применения вермикомпоста (биогумуса). Горки: БГСХА, 2002. 40 с.
2. Касатиков В. А. Критерии загрязненности почвы и растений микроэлементами, тяжелыми металлами при использовании в качестве удобрения осадков городских сточных вод // Агрохимия. 1991. № 11. С. 78-83.

Майорова А. В., Шейкина О. В.
Поволжский государственный технологический университет

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Аннотация. *Представлены результаты молекулярно-генетического анализа 11 штаммов микромицетов, выделенных из семян Pinus sylvestris. Выявлены молекулярно-генетические особенности штаммов и характер их взаимоотношения на основе рестрикционного анализа рибосомальной ДНК.*

Ключевые слова: *микроскопические грибы, рибосомальная ДНК эндонуклеазы рестрикции*

Одна из основных проблем при выращивании семян хвойных пород в лесопитомниках и теплицах – распространение среди них инфекций, вызванных накоплением в почве большого количества фитопатогенных микромицетов. В связи с недостаточной изученностью заболеваний и диагностических признаков для видовой идентификации патогенов определение их состава представляет большую сложность.

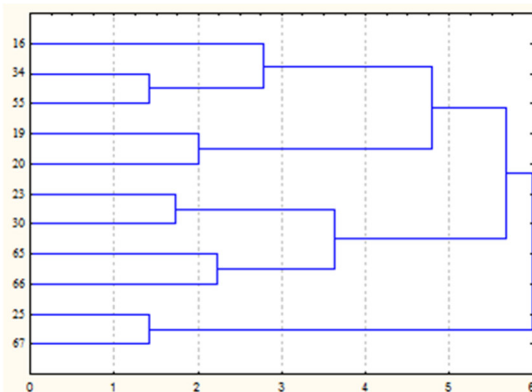
Цель исследования – молекулярно-генетические исследования штаммов микромицетов методом PCR-RFLP.

Для получения мицелиальной культуры грибов из проростков *Pinus sylvestris*, собранных в питомниках и теплицах Республики Марий Эл, были использованы влажные камеры [1]. По истечении 6-8 дней наблюдался рост колоний микромицетов. Выросшие колонии пересевали на чашки Петри со средой Чапека с целью получения чистых культур.

Для постановки полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали реакционную смесь следующего состава: деионизированная вода – 7,4 мкл, ПЦР-буфер – 1 мкл, dNTPs и Taq-полимераза по 0,2 мкл, по 0,1 мкл праймеров ITS1 (TCCGTAGGTGAACCTGCGG) и ITS4 (GCTGCGTTCTTCATCGATGC). Режим амплификации: 5 мин предварительная денатурация при 95°C; 35 циклов – 30 сек. денатурация при 95°C, 30 сек. отжиг при 55°C, 2 мин. элонгация; финальная элонгация в течение 5 мин. при 72°C; 10 мин. охлаждение при 4°C. Очистка ПЦР-фрагментов была выполнена благодаря применению набора Cleanup Standard (Евроген, Россия). Успешность ПЦР оценена с помощью электрофореза в 1,5% агарозном геле при напряжении электрического поля

90V [2]. Рестрикционный анализ осуществляли с использованием четырех ферментов: BstMB I, Alu I, BsuR I, Hpa II (СибЭнзим, Россия). Реакционная смесь включала в свой состав деионизированную воду – 19 мкл, ПЦР-буфер– 4 мкл, рестриктазы по 1 мкл, ПЦР-фрагменты – 16 мкл. Инкубация пробирок проводилась при 37°C в течение двух часов. Электрофореграммы были проанализированы и обработаны в программе Quantity One.

С использованием праймеров ITS1 и ITS4 при постановке ПЦР по результатам электрофоретического разделения амплифицированной ДНК были определены длины каждого из ампликонов в интервале 500-600 п.н. На основании результатов рестрикционного анализа ITS rDNA с использованием эндонуклеаз рестрикции было установлено, что все исследованные штаммы микромицетов имеют уникальный рестрикционный профиль и, соответственно, являются разными видами микроскопических грибов. Результаты PCR-RFLP были использованы для построения дендрограммы, иллюстрирующей генетическое взаимоотношение между изученными штаммами (рисунок).



Дендрограмма, иллюстрирующая генетическое взаимоотношение штаммов грибов

Благодаря построению дендрограммы удалось осуществить деление штаммов грибов на четыре группы наиболее близких друг к другу вида:

- 1) образцы ДНК №16, №34, №55;
- 2) объекты №19, №20;
- 3) пробы №23, №30, №65, №66;
- 4) образцы №25 и №67.

По морфологии колоний предположительно среди полученных штаммов грибов есть представители родов *Alternaria*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* и *Mucor*. Для точной видовой идентификации штаммов необходимо осуществить секвенирование по методу Сэнгера с использованием генетического анализатора ABI PRISM 3500 и определение видовой принадлежности грибов с использованием базы данных GenBank [3].

Список источников

1. Поликсенова В. Д., Храмцов А. К., Пискун С. Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31.01.01 – Биология». Мн.: БГУ, 2004. 36 с.
2. Шейкина О. В. Лесная биотехнология. Часть 1: Молекулярно-генетические методы в лесном хозяйстве: учебное пособие. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. 76 с.
3. Огурцов А. Н. Основы биоинформатики: учеб. пособие. Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. 202 с.

УДК 627.4(470.343)

Макарова А. Э., Макарова Э. А., Букатина Ю. Э.

Научный руководитель: Кусакин А. В., канд. с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОБСЛЕДОВАНИЕ РЕКИ НОЛЬКИ С ЦЕЛЬЮ ЕЁ РУСЛОРЕГУЛИРОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ ОТ УСТЬЯ ДО КОКШАЙСКОГО ТРАКТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Представлены основные параметры реки Нолька и объемы расчистки ее русла от топляков и донных отложений.

Ключевые слова: ширина, глубина, река, Нолька, ил, скорость течения, расход воды

Рассматривается задача определения основных параметров реки, количества топляков и донных отложений с целью расчистки русла и улучшения качества воды в реке.

Обследование русла реки Нолька на участке от устья до Кокшайского тракта протяженностью 7400 метров проведено нами с 4 по 18 августа 2021 года. Река Нолька берет свое начало вблизи пгт. Краснооктябрьский. Река течёт с запада на восток. Устье реки находится в 87 км по правому берегу реки Малая Кокшага. Высота устья – 79,0 м над уровнем моря. По реке проходит южная граница города Йошкар-Ола. Длина реки – 29 км. Площадь водосборного бассейна – 134 км². Код объекта в государственном водном реестре – 08010400712112100001203.

Среднегодовая температура воздуха +3,2°. Переход средней суточной температуры воздуха через 0° в сторону положительных значений по многолетним данным осуществляется в начале апреля. Атмосферные осадки выпадают в течение года неравномерно. За год в среднем выпадает 613 мм осадков.

Всего на протяжении 7400 м выделено 36 участков шириной 10 метров. На каждом участке делалась фотосъемка, определялись координаты, ширина и глубина реки, подсчитывались надводные и подводные предметы (деревья, железобетонные, железные и пластиковые предметы, шины автомобилей и т. д.). Фиксирование результатов происходило смартфоном марки Samsung Galaxy A51 через приложение Timestamp Camera с определением координат. В ходе обследования выявлено:

- на всем участке на различных глубинах и с различной плотностью находятся полузатонувшие и затонувшие деревья и другие предметы;
- общее количество полузатонувших и обнаруженных при обследовании под водой затонувших предметов от устья до дороги федерального значения «Вятка» Р-176 составляет 10936 штук;
- четыре завала из поваленных деревьев и застрявшего в них мусора объемом 49,8 м³, полностью перегордивших русло реки;
- 5 мостов и 5 спусков к реке с мостками;
- железобетонный трубопереезд;
- разрушенный железобетонный трубопереезд из двух труб;
- кабель электролинии и автомобильные шины;
- средняя ширина реки составляет 8,24 м, глубина – 1,6 м, в том числе, 0,75 м ила. Ил сначала илистый, во второй половине к устью – супесчаный.

– русло реки на 50% площади заросло водной растительностью: рогозом широколистным и узколистным, ежеголовником, ряской, рдестом плавающим, частухой подорожниковой, стрелолистом обыкновенным, кувшинкой желтой, ряской.

Измерение скорости течения воды реки Нолька провели в районе автодорожного моста, находящегося на 21,9 км от истока реки вертушкой гидрометрического типа ВГ №600, предназначенной для преобразования скорости водного потока в последовательность замыканий магнитоуправляемого контакта.

Номинальная градуировочная зависимость для вертушки с лопастным винтом диаметром 120 мм:

$$V = 0,003 + n \times 0,188,$$

где n - частота вращения лопастного винта, об/с.

Для реки Нолька:

$$n = 0,4 \text{ об/с.}$$

Таким образом, скорость течения воды реки Нолька равна:

$$V = 0,003 + 0,4 \times 0,188 = 0,07 \text{ м/с.}$$

Также использовали визуальный метод определения скорости течения. Для этого взяли поплавков и определили сколько метров он проплывёт за минуту. Получилось, что он проплыл 9,50 м за 1 минуту.

Значит, скорость течения визуальным методом равняется 0,16 м/с.

Расход воды в реке определяем по формуле:

$$Q = V \times W,$$

где V – скорость течения реки (м³/с),

W – площадь живого сечения (см²).

$$W = b(m + m \times h) \times h,$$

где $m = 1,4$ м,

$b = 5,4$ м,

$h = 86$ (среднее),

$$W = 5,4(1,4 + 1,4 \times 0,86) \times 0,86 = 12,1 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Таким образом:

$$V_{\text{вертушкой}} = 0,07 \text{ м/с, следовательно, } Q = 0,07 \times 12,1 = 0,85 \text{ м}^3/\text{сек,}$$

$$V_{\text{визуально}} = 0,16 \text{ м/с, следовательно, } Q = 0,16 \times 12,1 = 1,9 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Вывод. Обследование проведено на участке реки Нолька протяженностью 7400 м от устья до Кокшайского тракта. Обнаружено 4 завала из поваленных деревьев и застрявшего в них мусора объемом 49,8 м³, полностью перегородивших русло реки; 5 мостов и 5 спусков к реке; железобетонный трубопереезд; кабель электролинии; шины. Выявлено 10936 топляков в том числе:

- крупных надводных – 2241 предметов,
- мелких надводных – 2898 предметов,
- крупных подводных – 1583 предметов,
- мелких подводных – 4214 предметов.

Средняя ширина реки составляет 8,24 м, глубина – 1,6 м, в том числе, 0,75 м ила. Ил сначала илистый, во второй половине – супесчаный.

Разница в скорости сказывается из-за определения вертушкой в середине глубины потока, где она замедляется наличием большого количества водорослей и влиянием ветра на полипропиленовый поплавок. В то же время она согласуется с другими литературными данными, как и расход воды в реке. Расход воды, определенный нами в межень вертушкой ВГ № 600 и визуальным способом, соответственно равны 0,85 м³/сек и 1,9 м³/сек.

В конечном итоге, исследование показало необходимость проведения водорегулирующих мероприятий, то есть в первую очередь расчистку русла от ила и предметов, а местами спрямление русла реки и ее дноуглубление.

УДК 330.322.2(470.343)

Макарова А. Э., Макарова Э. А., Букатина Ю. Э.

Научный руководитель: Кусакин А. В., канд. с.-х. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ ПО ОБЪЕКТУ «РУСЛОРЕГУЛИРОВАНИЕ РЕКИ НОЛЬКА НА УЧАСТКЕ ОТ УСТЬЯ ДО КОКШАЙСКОГО ТРАКТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ»

***Аннотация.** Представлен расчет экономической эффективности вложения финансовых средств по защите от негативного воздействия вод реки Нолька домостроений пос. Нолька и его инфраструктуры.*

***Ключевые слова:** эффективность, ущерб, методика, река, Нолька*

Рассматривается задача защиты от негативного воздействия вод реки Нолька 106 домовладений, в которых проживает 438 человек, автодорога, а также улучшение экологического состояния воды в реке.

Река Нолька берет свое начало вблизи пгт. Краснооктябрьский Медведевского района Республики Марий Эл и течёт с запада на восток. Длина реки – 29 км. Протяженность исследуемого участка – 7400 метров.

В период весенних половодий ежегодно происходит повышение уровня воды в реке, в результате чего затапливается территория поселка Нолька, расположенная в наиболее пониженных местах поймы реки.

Согласно письму администрации городского округа «Город Йошкар-Ола» № 028-29/8083 от 23.11.2021 в зону подтопления территории населенного пункта Нолька попадает участок дорожного полотна общей протяженностью 3,27 км, 90 одно-двухэтажных домов, в которых проживает 189 жителей, и 16 многоквартирных домов, в которых проживает 249 жителей. Всего 106 домов, в которых проживает 438 жителей.

Расчет эффективности инвестиций в основной капитал произведен нами по Методике оценки вероятностного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий (далее – Методика), разработанной специалистами Отдела экономических механизмов и правового регулирования водопользования ФГУП «ВИЭМС» (А. Н. Шпагина, С. Ю. Питерская, А. Ф. Федорова) под методическим руководством Управления экономического и правового обеспечения Федерального агентства природных ресурсов (2006 год). Удельные показатели ущербов проиндексированы с применением индексов – дефляторов, установленных Министерством экономического развития Российской Федерации по строке «строительство» по годам. $K_{и\ 2020/2021}$ определен согласно письму Минэкономразвития России от 27.09.2021 №Д14и-30486. Индекс дефлятора определен на $K_{и\ 2021/2006}$.

$K_{и\ 2020/2006} = 1,176 \times 1,188 \times 1,052 \times 1,057 \times 1,082 \times 1,072 \times 1,071 \times 1,049 \times 1,052 \times 1,064 \times 1,047 \times 1,031 \times 1,072 \times 1,042 \times 1,051 = 2,871$.

Таким образом, индекс – дефлятор = 2,871.

Территориальный коэффициент, учитывающий природно-климатические и местные условия, опасность затопления, подтопления, водной эрозии территорий = 1,11.

Косвенный ущерб = (от 0,02 до 0,05) от прямого ущерба.
Прочие виды ущербов = (от 0,1 до 0,2) от прямого ущерба.

Величина прямого экономического ущерба от повреждения основных фондов составит:

1. Жилой комплекс: 1 этажные деревянные – 7 домов общей площадью – 395,2 м², 1 этажные кирпичные – 30 домов общей площадью 1522,0 м², 2 этажные деревянные – 9 домов общей площадью – 1232,6 м², 2 этажные кирпичные – 40 домов общей площадью 5606,6 м², 3 этажные кирпичные – 4 дома общей площадью 1468,7 м²; многоквартирные дома: 1 этажные кирпичные – 8 домов общей площадью 1154,6 м², 2 этажные кирпичные – 7 домов общей площадью 1988,1 м²,

3 этажные кирпичные – 1 дом общей площадью 968,4 м², в которых проживает 438 человек;

$$Y_{\text{оф}}^2 = 395,2 \text{ м}^2 \times 2310 \text{ руб.} + 1522,0 \text{ м}^2 \times 5100 \text{ руб.} + 1232,6 \text{ м}^2 \times 2310 \text{ руб.} + 5606,6 \text{ м}^2 \times 4300 \text{ руб.} + 1468,7 \text{ м}^2 \times 3150 \text{ руб.} + 1154,6 \text{ м}^2 \times 5100 \text{ руб.} + 1988,1 \text{ м}^2 \times 4300 \text{ руб.} + 968,4 \text{ м}^2 \times 3150 \text{ руб.} = 912912 + 7762200 + 2847306 + 24108380 + 4626405 + 5888460 + 8548830 + 3050460 = 57744953 \text{ руб.}$$

2. Дорожное полотно по поселку общей протяженностью 3,27 км;
3,27 км x 260000 руб. = 850200 руб.

$$Y_{\text{оф общее}}^2 = 57744953 \text{ руб.} + 850200 \text{ руб.} = 58595153 \text{ руб.}$$

Таким образом, ущерб от повреждения и выбытия основных (производственных и непроизводственных) фондов равен:

$$Y_{\text{оф}} = 58595153 \text{ руб.} \times 2,871 \times 1,11 = 186731619 \text{ руб.}$$

$Y_{\text{к}}$ – ущерб косвенный, включая ущерб от потерь упущенной выгоды земель, непосредственно поврежденных наводнением и затоплением.

$$Y_{\text{к}} = 186731619 \text{ руб.} \times 0,02 = 3734632 \text{ руб.}$$

$Y_{\text{пр}}$ – прочий неучтенный ущерб, включая социально-экономический.

$$Y_{\text{пр}} = 186731619 \text{ руб.} \times 0,1 = 18673162 \text{ руб.}$$

Прямой экономический ущерб от вредного воздействия вод ($Y_{\text{п}}^{\text{н}}$) будет равен:

$$Y_{\text{п}}^{\text{н}} = 186731619 \text{ руб.} + 3734632 \text{ руб.} + 18673162 \text{ руб.} = 209139413 \text{ руб.}$$

Экономическая эффективность капитальных вложений в защитные мероприятия от вредного воздействия вод ($\Xi^{\text{н}}$) определяется отношением предотвращенного ущерба ($Y_{\text{пр}}^{\text{н}}$) за вычетом эксплуатационных расходов на содержание и обслуживание объектов ($I^{\text{н}}$) к капитальным вложениям ($K^{\text{н}}$), обеспечивающим получение этого результата:

$$\Xi^{\text{н}} = (Y_{\text{пр}}^{\text{н}} - I^{\text{н}}) / K^{\text{н}}.$$

Эксплуатационные расходы на содержание, $I^{\text{н}} = 100000$ руб.

($K^{\text{н}}$) – капитальные вложения, сметная стоимость строительства объекта.

Капитальные вложения рассчитаны исходя из предшествующих четырех расчисток русла реки Малая Кокшага общей протяженностью 10500 м, с учетом охранных зон составят:

$$9738600 \text{ руб.} + 20924800 \text{ руб.} + 39249208 \text{ руб.} + 15574475 \text{ руб.} = 85487083 \text{ рублей или } 1 \text{ м} - 8141,622 \text{ рубля.}$$

В нашем случае капитальные вложения на расчистку русла протяженностью 7400 м составят:

$$K^{\text{н}} = 7400 \text{ м} \times 8141,622 = 60248003 \text{ рублей.}$$

Затраты на проектно-сметные работы – 6,0 млн. руб.

Таким образом, чистый экономический эффект (Δ^u) при проведении мероприятия по защите от вредного воздействия вод будет равен:

$$\Delta^u = (209,14 \text{ млн. руб.} - 0,1 \text{ млн. руб.}) / (60,25 \text{ млн. руб.} + 6,00 \text{ млн. руб.}) = 3,16 \text{ руб.}$$

Таким образом, коэффициент эффективности равен $K_{\text{эф}} = 3,16$.

Вывод: Вложение финансовых средств на руслорегулирование реки Нолька на участке от устья до Кокшайского тракта на территории Республики Марий Эл является экономически эффективным, так как на каждый вложенный рубль капитальных вложений приходится 3 рубля 16 копеек предотвращенного ущерба. Основным социальным эффектом выполнения данного мероприятия будет защита от негативного воздействия вод реки Нолька 106 домовладений, в которых проживает 438 человек, автодорога, а также улучшение экологического состояния воды в реке, и здоровья населения, пользующегося данным водным объектом.

УДК 604:582

Меркушева Н. Н., Малькова Е. Б.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ

Аннотация. В работе представлены результаты изучения биохимического состава вторичных метаболитов голубики узколистной.

Ключевые слова: голубика узколистная, общие сахара, общая кислотность, антоцианы, витамин С, антиоксидантная активность

Препараты, изготовленные на основе растительного сырья, в настоящее время широко применяются в целях профилактики и для лечения многих заболеваний [1]. Ассортимент и количество фитопрепаратов непрерывно увеличивается [2]. Главным преимуществом фитопрепаратов перед синтетическими препаратами является мягкое действие и малая токсичность. Лекарственные растения – сырье для производства фитопрепаратов, необходимых для использования в фитотерапии, косметологии и для производства биологически активных добавок (БАД). Сдерживающим фактором внедрения отечественных лекарственных

растений в медицинскую практику, в пищевую и химическую промышленность стала слабая изученность химического состава лекарственного растительного сырья и фармакологических свойств препаратов растительного происхождения. Поэтому существует необходимость в проведении такого рода исследований. [3].

Одной из самых перспективных в мире ягодных культур является растение вида листопадных кустарников из рода Вакциниум (*Vaccinium*) семейства Вересковых – голубика.

Ягоды голубики обладают уникальным комплексом витаминов, минеральных и органических веществ [4], богаты такими физиологически активными веществами, как биофлавоноидами, антоцианами, лейкоантоцианами, катехинами, хлорогеновыми и тритерпеновыми кислотами. Благодаря этому они давно признаны официальной и народной медициной. Несмотря на то, что голубика введена в культуру чуть более 100 лет, она заслуженно пользуется большой популярностью на потребительском рынке. Причина этого – обильное плодоношение, высокая декоративность ягодных кустов и крупные ягоды хорошего вкуса. Они могут быть использованы не только как лекарственное сырье, но и в производстве кондитерских изделий. Поэтому исследования ее химического состава, в особенности биологически активных веществ, является актуальным.

Объект исследования – ягоды голубики узколистной, собранные в Ботаническом саду-институте ФГБОУ ВО ПГТУ. Сбор произведен в фазу созревания, в 1-ю декаду июля 2021 года. Нами был изучен биохимический состав свежих и сушеных ягод. Сушка проводилась в сушильном шкафу при температуре 50 °С в течение 8 часов в электросушилке конвективного типа Спектр-Прибор-ЭСОФ-0,5/220 Ветерок-2 повышенной производительности.

Цель данной работы – изучение биохимического состава ягод голубики узколистной.

Нами были проведены биохимические эксперименты по следующим методикам. Определение общих сахаров выполнялось рефрактометрическим экспресс-методом [5], содержание общих кислот (в переводе на яблочную кислоту) – по методике Б. А. Ягодина (титриметрический метод) [6], количественное определение суммы антоцианов и витамина С проводилось согласно методикам, приведенным в Государственной фармакопее СССР. Выпуск 2. Общие методы анализа, антиоксидантная активность определялась спектрофотометрическим методом.

В результате исследования нами было установлено, что содержание общих сахаров в свежих ягодах голубики узколистной составило 6,65%,

этот же показатель в сухом сырье – 8,73%. Можно сделать вывод о повышении концентрации сахаров при высушивании сырья, в связи с испарением большей части содержащейся в нем воды.

Общая кислотность в свежем сырье составила в среднем 1,0%. Этот показатель находится в пределах нормы.

Данные исследования растительного материала на содержание витамина С показали, что при сушке этот показатель значительно снизился (0,07%), в сравнении со свежими ягодами (0,5%).

Изменилось количественное содержание сумм антоцианов при сушке плодов (29,99%) по сравнению со свежими (4,59%), что объясняется высоким их содержанием в оболочке плода, которая и составляет основную сухую массу.

Голубика узколистная обладает высокой антиоксидантной активностью, что подтверждается полученными результатами – 18,21%.

Таким образом, можно сделать вывод, что полученные нами показатели для голубики узколистной, произрастающей в Республике Марий Эл на территории Ботанического сада-института ФГБОУ ВО ПГТУ, находятся в пределах нормы. Дальнейшее изучение биохимического состава плодов голубики узколистной, наряду с другими хозяйственно-биологическими признаками, позволит нам дать более полную оценку этой культуры для выращивания в конкретном регионе.

Список источников

1. Машковский М. Д. Лекарственные средства. М.: Новая волна, 2008. 206 с.
2. Государственный реестр лекарственных средств. Т. 1. М.: Минздрав России – Фонд фармацевтической информации, 2001. 1277 с.
3. Гусев Н. Ф., Немерешина О. Н. К вопросу о запасах и возможностях интродукции лекарственных растений в условиях степного Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 1 (9). С. 26-29.
4. Горбунов А. Б. Голубика. Помология, том V. Орел: ВНИИСПК, 2014. С. 288-292.
5. Пат. 2422819 РФ, МПК G01N33/02. Способ рефрактометрического экспресс-определения содержания сахаров в плодах груши / Разумников Н. А., Винокурова Р. И., Конюхова О. М., заявл. 26.01.09.; опубл. 27.06.11.
6. Ягодин Б. А., Дерюгин И. П., Жуков Ю. П. и др. Практикум по агрохимии; под ред. Б. А. Ягодина. М: Агропромиздат, 1987. 512 с.

Сабанцева А. А.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНОГО КАЛЛУСА *ОХУСОССУС* *PALUSTRIS PERS.* НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ САХАРОЗЫ

Аннотация. В данной работе представлены результаты получения каллусной культуры *Oxycoccus palustris Pers.* и культурных сортов клюквы крупноплодной на искусственных питательных средах с различной концентрацией сахарозы.

Ключевые слова: первичный каллус, *Oxycoccus palustris Pers.*, питательная среда Мурасиге-Скуга, сахароза

С древних времен человек использует растения в своей хозяйственной деятельности в качестве пищи, лекарственного сырья и красителей. В настоящее время отмечается высокая антропологическая нагрузка на экологию, что приводит к сокращению объемов зарослей клюквы в лесном массиве. Современные методы биотехнологии позволяют решить ряд проблем, в том числе получения экологически чистого растительного сырья [1].

Наиболее перспективным направлением биотехнологии является культура *in vitro* растительных клеток и тканей. В качестве альтернативных источников лекарственного сырья предлагаются каллусные или суспензионные культуры растений. Каллус – неорганизованная меристематическая или опухолеподобная масса растительных клеток. [2, 3].

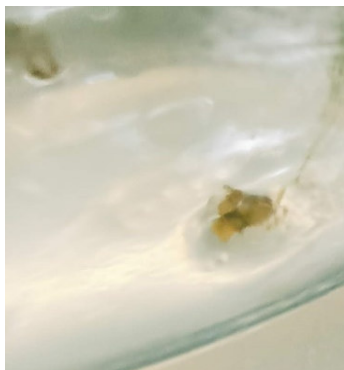
Цель данной работы заключалась в том, чтобы определить зависимость образования первичного каллуса *Oxycoccus palustris Pers* и ее культурных сортов (Мак Фарлин (*Mc. Farlin*) и Бен Лир (*Ben Lear*)) от концентрации сахарозы в питательной среде.

В качестве эксплантов были использованы пазушные и терминальные почки.

Для соблюдения условий асептики по введению в изолированную культуру выполняли в ламинарном боксе. Поверхностную стерилизацию эксплантов проводили 70 % этиловым спиртом и 5% «Лизоформин-3000».

Экспланты культивировали на агаризованной модифицированной питательной среде Мурасиге-Скуга (MS) с различной концентрацией углевода (сахарозы) – 30, 50 и 70 г/л и дополненную фитогормоном 2,4-Д (2,4-дихлорфенилуксусная кислота) в концентрации 2,0 мл/л. Для культивирования эксплантов в культуральной комнате поддерживали температуру 22-25 °С [3, 4].

Образование первичного каллуса наблюдалось на 28 день культивирования.



Первичный каллус

Наибольшее количество каллусной культуры образовывалось на питательной среде MS с концентрацией сахарозы – 30 г/л (рисунок).

По результатам исследования было установлено, что наилучшей концентрацией для образования каллуса является среда Мурасиге-Скуга, содержащая 30 г/л сахарозы. С концентрацией 50 г/л сахарозы в питательной среде каллусогенез затормаживался. На среде, содержащей 70 г/л сахарозы, наблюдалось заражение среды посторонней микрофлорой. Также было отмечено, что культурные сорта клюквы сложнее вводятся в культуру *in vitro* и дольше образуют первичный каллус.

Список источников

1. Сабанцева А. А., Конюхова О. М. Получение биотехнологического сырья клюквы болотной, как альтернативного источника биологически активных веществ // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы VII Всероссийской студенческой конференции. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. 115 с.
2. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука, 1964. 272 с.
3. Тимофеева О. А., Румянцева Н. И. Культура клеток и тканей растений: учеб. пособие. Казань: КФУ, 2012. 91 с.
4. Мурашкина И. А., Васильев И. Б., Гордеева В. В. Использование культуры клеток растений в биотехнологии лекарственных средств: учеб. пособие. Иркутск: ИГМУ, 2015. 83 с.

Сергеева М. А., Мальков Ю. Г.

Поволжский государственный технологический университет

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИДОВОГО СОСТАВА
ОРНИТОФАУНЫ, НЕ ОТНЕСЕННОЙ К ОБЪЕКТАМ ОХОТЫ,
В ЛЕСНЫХ БИОТОПАХ НОЛЬКИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА
УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА ПГТУ**

***Аннотация.** На основании орнитологических исследований в условиях Нолькинского лесничества Медведевского района Республики Марий Эл изучено видовое разнообразие орнитофауны, не отнесенной к объектам охоты, как фактора стабильности экосистем. Установлена неоднородность видового разнообразия в зависимости от среды обитания. Различия отмечены в видовом составе, численности птиц и концентрации (плотности) отдельных видов на определенных участках основных биотопов.*

***Ключевые слова:** орнитологические исследования, вид, биотоп, видовой состав, учет птиц*

Биологическое разнообразие фаунистических видов, среди которых существенная роль принадлежит орнитофауне, оказывает заметное влияние на стабильность экосистем.

Получение информации о видовом разнообразии и численности орнитофауны, не отнесенной к объектам охоты, в лесных биотопах на территории Нолькинского участкового лесничества Учебно-опытного лесхоза ПГТУ представляет практическую значимость работы.

Условия местообитания орнитофауны в лесных биотопах лесничества на территории Медведевского муниципального района Республики Марий Эл определяются совокупностью целого ряда факторов, образующих сложный экологический комплекс. По физико-географическому районированию исследуемая территория Нолькинского лесничества относится к лесному низменному Заволжью (Марийской низменности) [1].

Медведевский муниципальный район относится к числу районов с высокой степенью лесистости, которая составляет 57%. Орнитологические маршруты расположены в водосборных бассейнах рек Малая и Большая Кокшага и являются основной средой обитания орнитофауны.

Учет видового состава и численности птиц проводился на орнитологических маршрутах как визуально, так и по голосам [2-4].

В учетах использованы данные всех встреч птиц, поэтому данный метод наилучшим образом подходит для проведения рекогносцировочных (в т. ч. одноразовых) работ, при учетах в гнездовое и внегнездовое время. При проведении орнитологических исследований условия обитания видов орнитофауны (биотопы) объединены по сходству признаков.

Всего на территории Нолькинского лесничества учтено 46 видов орнитофауны, не отнесенных к объектам охоты, 20 семейств, которые распределились следующим образом (таблица).

Таблица. Сравнительная численность видов орнитофауны по семействам в разных биотопах

№ п/п, семейство	Количество видов, шт.						
	В том числе						
	Всего	Спелые смешанные лиственные насаждения	Приростные смешанные сос.-берез. насажд.	Спелые смешанные хвойно-лиственные насаждения	Пойма р.Малая Кокшага	Околоводный биотоп	Сосновые молодняки на гарях
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Вороновые (<i>Corvidae</i>)	3		1	2	2	1	
2.Дятловые (<i>Picidae</i>)	3	3	1	1	2		1
3.Жаворонки (<i>Alaudidae</i>)	2			1			
4.Вьюрковые (<i>Fringillidae</i>)	5	4	2	1	2	2	1
5.Трясогузковые (<i>Motacillidae</i>)	3			1	1	1	1
6.Ястребиные (<i>Accipitridae</i>)	3		1		3		
7.Ржанковые (<i>Charadriidae</i>)	4				4		
8.Кукушки (<i>Cuculidae</i>)	1	1	1				
9.Крачи (<i>Sternidae</i>)	2					2	
10.Славковые (<i>Sylvidae</i>)	8	4	3	3	2	1	1
11.Овсянковые (<i>Emberizidae</i>)	1				1		
12.Поползни (<i>Sittidae</i>)	1	1					
13.Соколиные (<i>Falconidae</i>)	1				1		
14.Синицы (<i>Paridae</i>)	2	1	2	2	1	1	1
15.Скворцы (<i>Sturnidae</i>)	1				1		
16.Дроздовые (<i>Turdidae</i>)	3	1			2	1	
17.Совы (<i>Strigidae</i>)	1				1		
18.Иволги (<i>Oriolidae</i>)	1	1	1		1		
19.Мухоловковые (<i>Muscicapidae</i>)	2	1	1		1		
20.Ткачиковые (<i>Ploctidae</i>)	1				1		
21.Козодои (<i>Caprimulgidae</i>)	1						
Всего	49	17	14	11	24	9	5

Относительно наибольшее количество видов учтено по семейству славковые (*Sylvidae*) – 8 видов, которые встречались во всех исследуемых биотопах. Относительно часто встречались представители семейств вьюрковые (*Fringillidae*) – 2 вида – в 6 биотопах. Вороновые (*Corvidae*), Дятловые (*Picidae*), Трясогузковые (*Motacillidae*), Ястребиные (*Accipitridae*), Дроздовые (*Turdidae*) – по 3 вида – в 4-5 биотопах. Жаворонки (*Alaudidae*), Синицы (*Paridae*),), встречались по 2 вида в 2-6 биотопах.

Так, сравнительно наибольшее видовое разнообразие отмечено в пойменном биотопе р. Малая Кокшага, где по сравнению с другими биотопами видовой состав представителей орнитофауны оказался выше. Здесь учтено 24 вида, из которых наиболее распространенным является зяблик (*Fringilla coelebs* L.).

В спелых смешанных лиственных насаждениях учтено 17 видов, в припевающих смешанных сосново-березовых насаждениях – 14 видов, однако численность учтенных видов (плотность заселения особей на единицу площади) здесь практически не отличается – 182 и 187 шт/км². В этих лесных биотопах наиболее часто встречаются зяблик (*Fringilla coelebs* L.), большой пестрый дятел (*Dendrocopos major* L.).

Плотность дневных хищников – черного коршуна (*Milvus korshun* Gm.), обыкновенной пустельги (*Cerchneis tinnunculus* L.) – является характерной для исследуемых биотопов.

Такие виды, как сойка (*Garrulus glandarius* L.), лесной конек (*Anthus trivialis* L.), белая трясогузка (*Motacilla alba* L.), обыкновенная кукушка (*Cuculus canoris* L.), камышевка-барсучек (*Acrocephalus schoenobaenus* L.), обыкновенный соловей (*Luscinia luscinia* L.), и некоторые другие виды в характерных для них биотопах имели относительно низкую плотность заселения.

К редко встречающимся видам в исследованных биотопах следует отнести такие виды, как вертишейка (*Jynx torquilla* L.), лесной жаворонок (*Lullula arborea* L.), ястреб-тетеревятник (*Accipiter gentilis* L.), обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe* L.), зеленая пеночка (*Phylloscopus trochiloides* Sundev.), иволга (*Oriolus oriolus* L.), филин (*Bubo bubo* L.), обыкновенная пустельга (*Cerchneis tinnunculus* L.). Последние 2 вида занесены в Красную Книгу РФ.

Список источников

1. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья; под редакцией А. В. Ступишина. Казань: Издательство Казанского университета, 1964. 196 с.

2. Равкин Ю. С., Доброхотов Б. П. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. -М.: Высшая школа, 1963. С. 130-136.

3. Равкин Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66-75.

4. Равкин Ю. С. Сезонная динамика показателей видового разнообразия населения птиц смешанных лесов Подмосковья // Актуальные проблемы орнитологии. М.: Наука, 1986. С. 235-239.

УДК 539.376

Сидоркина П. А.

Научный руководитель: Сергеев Р. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА

Аннотация. В статье представлены экспериментальные данные о изучении влияния на фотосинтетическую активность *Solanum tuberosum* L сортов *Red Scarlet* и *Impala* факторов среды, а именно, интенсивности света и температуры воздуха. Также описываются факторы среды, влияющие на рост и развитие растений. Для оценки фотосинтетической активности растения использован параметр нормализованного вегетационного индекса, рассчитанный как отношение между разностью интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне и их суммой, полученный с использованием прибора CI-710S (CID). Предполагается, что высокая интенсивность света и низкая интенсивность света могут оказать негативное влияние на фотосинтетическую активность растения, кроме того исследован фактор температуры воздуха (дневной) на фотосинтетические процессы. Диапазоны температур составили от 13 °C до 20 °C. С измерением параметров в 4-х точках 13,7 °C; 16,2 °C; 17,9 °C; 19,8°C соответственно.

Ключевые слова: факторы среды, фотосинтетическая активность растений, интенсивность света, температура воздуха, *Solanum tuberosum*, сорт *Red Scarlet*, сорт *Impala*

Фотосинтетическая активность растений является одним из диагностических признаков физиологического состояния растений, от которого зависит их продуктивность и качество урожая. Эффективность преобразования светового излучения в энергию химических связей отража-

ет особенности функционирования растений под действием различных факторов внешней среды и, в первую очередь, климата. [1].

На рост растений влияют следующие факторы внешней среды: температура (величина, периодичность); влажность; минеральные вещества; газовый состав воздуха; механические воздействия; свет (интенсивность, качество, продолжительность, периодичность). [2].

Количество света и температуры воздуха влияли на интенсивность фотосинтетической активности *Solanum tuberosum* сортов *Red Scarlet* и *Impala* таким образом, что большое количество света (16,5 см от источника света) и слишком маленькое количество света (38,5 см от источника света), как и слишком высокая (19,8 °C) и слишком низкая (13,7 °C) температура отрицательно сказались на фотосинтетической активности растения, а средние параметры по температуре (16,2 °C и 17,9 °C) и свету (34,5 см и 27,5 см от источника освещения) были оптимальными для роста и развития этого растения.

Для того чтобы проверить гипотезу, в культуре *in vitro* было микроклонально размножено по 70 ростков *Solanum tuberosum* сорта *Red Scarlet* и *Impala*. Затем отобрали по 20 семян каждого сорта, пересадили в землю и поставили в разные условия по температуре воздуха (1 вариант – 13,7 °C; 2 вариант – 16,2 °C; 3 вариант – 17,9 °C; 4 вариант – 19,8 °C), по 5 семян на каждый вариант. То же самое сделали и с оставшимися 50 ростками. Для исследования по интенсивности света было взято по 10 растений каждого сорта на вариант (1 вариант – 38,5 см; 2 вариант – 34,5 см; 3 вариант – 27,5 см; 4 вариант – 16,5 см; контроль – в обычных условиях).

Когда листья семян достигали в длину 2-3 см, измеряли их интенсивность фотосинтетической активности по параметру нормализованного вегетационного индекса в зависимости от интенсивности света и температуры воздуха на *Solanum tuberosum* сортов *Red Scarlet* и *Impala*.

Работа выполнена с использованием ресурсов ЦКП «Экология, биотехнологии и процессы получения экологически чистых энергоносителей» Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-674).

Список источников

1. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. Том 1. М.: Мир, 1990. С. 95-110.
2. Абаимов В. Ф. Дендрология: Учебник для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2016. 444 с.

Таныгина О. Н.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЮКВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Аннотация. *Проведен количественный анализ биологически активных веществ в плодах клюквы болотной. Сбор ягод проводили в двух географических районах (Республика Марий Эл и Ханты-Мансийский автономный округ). В результате исследования была установлена зависимость накопления вторичных метаболитов от места произрастания растений.*

Ключевые слова: *клюква болотная, общие сахара, витамин С, антоцианы, общие кислоты, арбутин, антиоксидантная активность (АОА), Республика Марий Эл (РМЭ), Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО)*

Ягоды клюквы болотной содержат витамин С, антоцианы, катехины, сахара, органические кислоты, пектиновые вещества, азот, калий, кальций, магний, фосфор. Клюкву назначают при гипо- и авитаминозах С. Поскольку ягоды обладают мочегонным и противомикробным свойствами, клюкву используют для профилактики и лечения различных заболеваний почек, мочевыводящих путей и мочевого пузыря. Свежие ягоды и их экстракт применяют для повышения секреции желудочного сока, стимулирования перистальтики кишечника. Клюква оказывает тонизирующее, освежающее действие, обладает бактерицидным свойством [1-3].

Ягоды клюквы – ценнейшее профилактическое и лечебное средство капилляроукрепляющего, противовоспалительного, противоатеросклеротического, антирадиантного, антицинготного и ранозаживляющего действия [4].

Целью исследования было изучение содержания биологически активных веществ (БАВ) в плодах клюквы болотной в зависимости от географической принадлежности.

Объектами исследования данной работы были плоды клюквы болотной, собранные в Республике Марий Эл (Килемарский район) и в Ханты-Мансийском автономном округе (Пойковский район).

Исследования проводили в 2021 г. Плоды собирали в I декаде сентября, в фазе полного созревания.

Для количественного определения суммы органических кислот в пересчете на яблочную кислоту в плодах клюквы использовали титриметрический метод по ФС.2.5.0093.18 [5]. Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) определяли методом титрования. Титрование проводили с использованием 2,6-дихлорфенолиндифенолята натрия по ФС.2.5.0106.18 «Шиповника плоды» [6].

Определение общих сахаров, антоцианов, антиоксидантной активности (АОА) и арбутина проводили спектрофотометрическими методами [7], [8], [9] и [10] соответственно.

Результаты биохимического исследования плодов клюквы болотной в зависимости от географического происхождения представлены в таблице.

Таблица 1. Содержания БАВ в плодах клюквы болотной в зависимости от географического происхождения

Виды клюквы	Биологически активные вещества					
	Витамин С	Общие сахара	Общие кислоты	Арбутин	АОА	Антоцианы
РМЭ	1,50±0,14	4,00±0,00	11,51±0,73	-	25,19	0,15±0,09
ХМАО	3,71±0,48	4,00±0,00	12,82±1,21	3,59±0,78	38,46	0,08±0,00

Из представленных результатов можно сделать вывод, что наиболее высокий процент вторичных метаболитов отмечался в растительном сырье, собранном в Ханты-Мансийском автономном округе. Накопление витамина С в клюкве, заготовленной ХМАО, составил 3,71± 0,48, в то время как в плодах РМЭ – 1,50± 0,14, что в 2,5 раза больше.

Отличаются высоким содержанием АОА и антоцианов растения, произрастающие в ХМАО, у которых в сравнении с РМЭ показатель в 1,52 и 1,87 раза выше соответственно. Можно сделать вывод, что различия в анализируемых признаках обусловлены абиотическими факторами. По содержанию общих кислот выявлено, что в двух образцах клюквы болотной отмечается небольшая разница, составляющая в среднем от 11,51 до 12,82%.

В результате комплексного исследования биохимического состава клюквы болотной, произрастающей в разных географических условиях, в собранном растительном сырье были количественно определены общие сахара, кислоты, витамин С, арбутин, АОА и антоцианы.

Список источников

1. Хапова С. А. Все о ягодных культурах: лучшие сорта, новые растения. Ярославль: Академия развития: Академия Холдинг, 2003. 96 с.

2. Гримашевич В. В., Таргонский П. Н., Гримашевич Н. В. Лесные напитки и деликатесы. Минск: Ураджай, 1994. 320 с.
3. Конобеева А. Б. Брусничные в Центрально-Черноземном регионе. Мичуринск-наукоград РФ: Изд-во Мичурин. гос. аграр. ун-та, 2007. 230 с.
4. Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / А. Б. Горбунов, В. С. Симагин, Ю. В. Фотев и др.; науч. ред. И. Ю. Коропачинский, А. Б. Горбунов. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. 290 с.
5. ФС.2.5.0093.18 Рябины обыкновенной плоды. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М., 2018.
6. ФС.2.5.0106.18 Шиповника плоды. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М., 2018.
7. Определение сахаров спектрофотометрическими методами / И. А. Самылина и др. // Фармация. 2009. №4. С. 3-5.
8. ФС.2.5.0050.15 Черники обыкновенной плоды. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII изд. Т. 3. М., 2015.
9. Shevchenko, Y., Hemmerich, I., Helfert, J., & Smetanska, I. (2013). Influence of Stevia – additives on antioxidant properties of different green teas. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 24, 22-26.
10. ФС.2.5.0099.18 Толокнянки обыкновенной листья. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М., 2018.

УДК 604:582

Уралиева А. С.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛОДОВ БОЯРЫШНИКА (*Crataegus*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АРЕАЛА ПРОИЗРАСТАНИЯ

Аннотация. *Представлены результаты исследований количественного определения витаминов в растительном сырье, произрастающем в разных гео-локациях: г. Красногорск (Россия), г. Барнаул (Россия), г. Ставрополь (Россия) и г. Бишкек (Кыргызстан).*

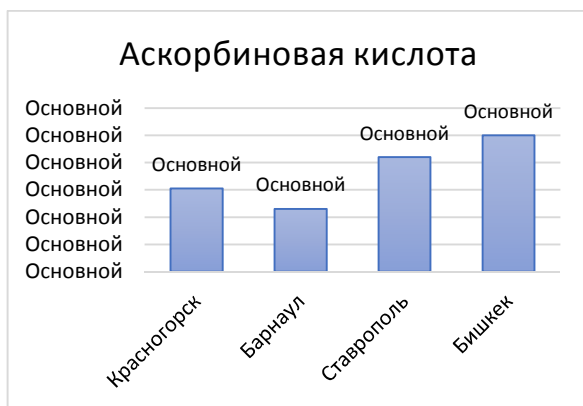
Ключевые слова: *фильтрация, титрование, аскорбиновая кислота*

Лекарственные препараты растительного происхождения составляют на фармацевтическом рынке около 40% всего ассортимента лекарственных средств. Широкий спектр фармакологических эффектов, выраженная эффективность и одновременно низкая токсичность, позволя-

ют фитопрепаратам успешно конкурировать с синтетическими лекарственными препаратами. [2,5]. В данной работе представлено сравнительное изучение состава биологически активных веществ в высушенных плодах боярышника (*Crataegus*) нескольких видов, поступающих в аптеки в фасованном виде для безрецептурного отпуска. Боярышник рекомендует себя как лучшее кардиотоническое средство. Прежде всего, в плодах отмечают содержание сапонинов, флавоноидов, дубильных веществ, яблочной и аскорбиновой кислоты. [4]. Для плодов одних видов боярышника характерен богатый химический состав, для других случаев описано небольшое количество соединений. [1,4].

Для научных экспериментов использовали плоды, произрастающие на центральной части Московской области (Красногорск), на юго-востоке Западной Сибири (Алтай), на юге европейской территории России (Ставрополь) и на северо-востоке Киргизии в горах Тянь-Шаня (Бишкек).

Научный эксперимент. Количественное определение витаминов (рис. 1) в растительном сырье было проведено по методике измельчения в фарфоровой ступке, настаивания в воде, фильтрации и титрования образцов с раствором 2,6- дихлорфенолиндифенолята натрия. [3].



Содержание аскорбиновой кислоты в пересчете на абсолютно сухое сырье (%)

Результаты показали, что плоды, растущие в высокогорной местности, в частности 2750 м над уровнем моря, преобладают над растениями, растущими на низменности – 343 м над уровнем моря. Это можно объяснить тем, что в трудных условиях горной среды у растений появляются пути усиленного потребления энергии дыхания в обмене веществ, каких нет на равнинах, и приспособляемость к разным климатическим условиям.

Список источников

1. Горышина Т. К. Экология растений: учеб. пособие. М.: Высш. школа, 1979. 368 с.
2. Гусакова В. А., Андресова П. А., Хасанова С. Р., Кудашкина Н. В. Изучение различных условий количественного определения на содержание флавоноидов на примере плодов *Crataegus submollis* Sarg. // Вестник Башкирского государственного медицинского университета (сетевое издание). 2019. № 4. С. 50-61.
3. ФС.2.5.0106.18 Шиповника плоды // Государственная фармакопея РФ. XIV изд. Т. 2. М., 2018. С. 6622-6633.
4. Скрипник Л. Н., Мельников И. П., Королева Ю. В. Пищевая и биологическая ценность плодов боярышника *Crataegus oxyacantha* L // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 265-275.
5. Mudge E. M., Liu Y., Lund J. A., Brown P. N. Single-Laboratory Validation for the Determination of Flavonoids in Hawthorn Leaves and Finished Products by LC-UV // *Planta Medica*. 2016. №. 82(17). P. 1487-1492.

УДК 539.376

Усманова Д. Д.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ВЫХОДА ОБЪЕМА БЕТУЛИНА И СУБЕРИНА

Аннотация. *Представлена таблица выхода объема бетулина и суберина в зависимости от типа лесорастительных условий.*

Ключевые слова: *бетулин, суберин, тип лесорастительных условий*

Рассматривается задача определения выхода объема бетулина и суберина в зависимости от типа лесорастительных условий.

В европейской части России широко распространены березовые леса, в основном представленные березой повислой *Betula pendula*.

В результате окорки березовой древесины на деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных предприятиях скапливается огромное количество березовой коры в качестве отходов.

Береста, содержащая до 50% экстрактивных веществ, извлекаемых органическими растворителями и щелочами, представляет значительный интерес для химической переработки с целью получения новых продуктов и биологически активных веществ.

Тритерпеновый спирт бетулин – основной компонент экстрактивных веществ, извлекаемых из бересты. Бетулин применяется в фармацевтической, парфюмерно-косметической и пищевой промышленности. [1].

На основании этого мы провели биохимический анализ бересты безы повислой.

Цель исследования – разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии комплексной переработки бересты *Betula*, с получением технических экстрактов с высоким содержанием бетулина.

В качестве объектов исследования взяты березовые насаждения, произрастающие на 3 пробных площадях на территории Краснооктябрьского участкового лесничества Пригородного лесничества квартал 58 выдела 15, 17 квартал 44 выдел 33, размерами 0,07 га, 0,05 га, 0,06 га. На каждой пробной площади отбирались не менее 3 растущих деревьев *Betula pendula* одного возраста. Диаметр стволов на высоте 1,3 м измеряли мерной вилкой.

Образцы коры произвольного размера отбирали на высоте ствола 1,3 м с отобранных растущих деревьев. Кору разделяли на бересту и луб вручную, удаляя посторонние примеси (лишайники, песок). Затем образцы высушивали при оптимальной температуре на открытой поверхности в бумажных коробках. Далее образцы бересты измельчали при помощи погружного блендера Zepter MIXSY.

Для извлечения бетулина и суберина из бересты выбрана методика путем последовательного отдельного их выделения (последовательный способ). Навеску (5 г) предварительно высушенной и измельченной бересты растирали с 20%-ным водным раствором гидроксида натрия (100 мл) до однородного состояния.

Затем в реакционную массу при перемешивании добавляли изопропиловый спирт (22 мл) ($t = 60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) в соотношении 4,5:1. Изопропиловый спирт является селективным растворителем. Он растворяет бетулин.

Водно-спиртово-щелочную смесь нагревали на водяной бане при температуре не ниже 70°C в течение 20-25 мин, в результате чего происходило окончательное расщепление связей суберинового комплекса.

Твердый осадок отделяли фильтрованием.

Из фильтрата отгоняли изопропиловый спирт при температуре нагревания $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, остаток разбавляли водой.

При этом образовывалась взвесь бетулина. Выпавший в осадок бетулин отфильтровывали, промывали водой и высушивали. Полученный бетулин представлял собой порошок белого цвета с сероватым или кремоватым оттенком.

Таблица

п/п	S, га	D ср.	hср	ТЛУ	V, г. бетулина	V, г. суберина
1	0,07	38	27	C2	0,3	0,01
2	0,05	26	28	C2	0,1	0,06
3	0,06	30	27	B2	0,4	0,09

Из полученных данных видно, что выход бетулина и суберина зависит от типа лесорастительных условий.

Список источников

1. Трошкова И. Ю. Ресурсный потенциал бетулина и суберина березовых лесов восточно-европейской равнины: автореферат дисс. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2005. 3 с.

УДК 598.2(470.343)

Хисматуллин Д. З.

Научный руководитель: Мальков Ю. Г., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПТИЦ, НЕ ОТНЕСЕННЫХ К ОБЪЕКТАМ ОХОТЫ, В УСЛОВИЯХ ЗВЕНИГОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Практическая значимость работы заключается в получении информации о видовом разнообразии, составе и численности орнитофауны, не отнесенных к объектам охоты в условиях Звениговского района Республики Марий Эл.*

***Ключевые слова:** орнитофауна, учет видового состава, видовое разнообразие, биотоп*

По физико-географическому районированию [1] территория исследуемого объекта входит в состав 3-х областей: Лесного низменного Заволжья (Марийская низменность), Вятско-Камская возвышенность (Марийско-Вятский увал) и северная часть Приволжской возвышенности (в виде северной кромки Чувашского плато Предволжья). Территория Звениговского муниципального района относится к лесному низменному Заволжью Марийской низменности.

Орнитологические исследования проводились в течение 2021 года в основных биотопах, представленных в таблице.

Учет видового состава и численности птиц проводился в летний период на орнитологических маршрутах по общепринятым методикам [2, 3], при этом учитывались все встречи с птицами.

Условия местообитания птиц в основных биотопах изучаемого района определяются совокупностью целого ряда факторов, образующих сложный экологический комплекс, среди которых основными являются климатические и погодные условия, характер древесно-кустарниковой растительности, наличие опушек по границе с безлесным пространством, водных объектов, определяющих кормовые, защитные и гнездопригодные условия для пернатых.

Учёт встречаемости птиц в основных биотопах на территории муниципального района показал неоднородность видового разнообразия в зависимости от среды обитания (таблица).

Таблица. Сравнительная численность видов орнитофауны в биотопах Звениговского района

	Количество видов, шт.						
	Спелые смешанные сосн.-берез. насажд.	Приспевающие сосновые насаждения	Спелые смешанные хвойно-листв. насажд.	Пойма р.Б.Кокшага	Пойма Куйбышевск. водохранилища	Сосново-березовые мо-людяки	Полевой биотоп
Количество видов	15	10	15	23	16	7	14

Наибольшее количество видов учтено по семейству славковые (*Sylvidae*) – 7 видов, которые встречались во всех исследуемых биотопах. Относительно часто встречались представители семейств Ястребиные (*Accipitridae*) – в 6 биотопах учтено 6 видов, Вьюрковые (*Fringillidae*) – 4 вида в 6 биотопах. Вороновые (*Corvidae*), Дятловые (*Picidae*), Трясогузковые (*Motacillidae*), Дроздовые (*Turdidae*) – по 3 вида – в 3-5 биотопах. Жаворонки (*Alaudidae*), Синицы (*Paridae*), встречались по 2 вида в 2-6 биотопах

Встречаемость же таких видов, как мухоловковые (*Muscicapidae*), ржанковые (*Charadriidae*) овсянковые (*Emberizidae*), соколиные (*Falconidae*), совы (*Strigidae*), иволги (*Oriolidae*), ткачиковые (*Ploctidae*) – немногочисленны, лишь в 1-2 биотопах, что обусловлено специфичностью условий местообитания, характерных для данных видов и их низкой численностью.

Наименьшее видовое разнообразие было отмечено в сосново-березовых молодняках на гарях 2010 года и приспевающих сосновых насаждениях, соответственно 7 и 10 видов.

Наибольшее же видовое разнообразие установлено в пойменном биотопе р. Большая Кокшага, где по сравнению с другими биотопами видовой состав представителей орнитофауны оказался выше. Здесь учтено 23 вида, из которых наиболее распространенными являются представители семейства Славковые (*Sylvidae*), а также Зяблик (*Fringillacoelbs L.*), Лесной конек (*AnthustrivialisL.*), Белая трясогузка (*MotacillaalbaL.*). Второе место по числу видов занимает пойменный биотоп левобережья Куйбышевского водохранилища, где учтено 16 видов, среди которых наибольшую численность показали Белая трясогузка (*Motacillaalba L.*) и Большая синица (*Parusmajor L.*).

Выводы. В результате проведенного орнитологического учета видового состав и численности орнитофауны, не отнесенных к объектам охоты, на территории Звениговского муниципального района Республики Марий Эл выявлено обитание 49 видов птиц 21-го семейства.

Наибольшим разнообразием видов орнитофауны характеризуются лесные биотопы – спелые смешанные хвойно-лиственные насаждения сложной структуры с подростом и подлеском, а также пойменная часть рек, занятая древесно-кустарниковой растительностью и имеющая сформировавшиеся биотопы мозаичной структуры с опушками из кустарников высокой сомкнутости полога, что обуславливает наличие защищенности от неблагоприятных сезонных факторов, погодных условий, мест для гнездования (особенно для представителей отряда воробьиные), кормовой базы.

Лесные биотопы, которые представлены спелыми смешанными сосново-березовыми насаждениями показали относительно большее видовое разнообразие, чем сосново-березовые молодняки на гарях, которые еще находятся в стадии формирования своей структуры и не имеют достаточных для многих видов птиц условий кормовой базы, защищенности и гнездопригодности.

Наличие в полевых биотопах кустарников, групп деревьев, замкнутых участков лесных насаждений (колков), разнообразная по составу и высокая травянистая растительность среди открытого ландшафта, ха-

рактерного для значительной территории муниципального района, является местом концентрации определенных видов орнитофауны.

В целом видовое разнообразие орнитофауны, несмотря на ее различия в численности тех или иных видов, для условий территории Звениговского муниципального района является типичным.

Список источников

1. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья; под ред. А. В. Ступишина. Казань: изд-во Казан. ун-та, 1964. 197 с.
2. Равкин Ю. С., Доброхотов Б. П. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М., 1963. С. 130-136.
3. Равкин Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66-75.

УДК 595.142.39; 631.879.4

Шамаева М. С., Окач М. А., Мухортов Д. И.

Поволжский государственный технологический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ОПИЛОК ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ

Аннотация. В статье рассматривается возможность вермикопостирования смесей из осадков сточных вод и опилок лиственных пород деревьев. Проведена оценка параметров популяции дождевых червей в вермикопостах и степень пригодности полученных субстратов для выращивания растений.

Ключевые слова: вермикопостирование, *Eisenia fetida* (Sav.), древесные отходы, осадки сточных вод

В настоящее время в России ежегодно заготавливается около 500 млн. м³ древесины. На всех этапах заготовки и переработки древесного сырья образуется значительное количество отходов [1]. Большие объемы отходов деревоперерабатывающей промышленности являются серьезной экологической проблемой, которую целесообразно решать с использованием биотехнологических методов [3]. Одним из таких методов является вермикопостирование. Вермикопостирование – это способ утилизации отходов с помощью представителей малощетинковых червей [2].

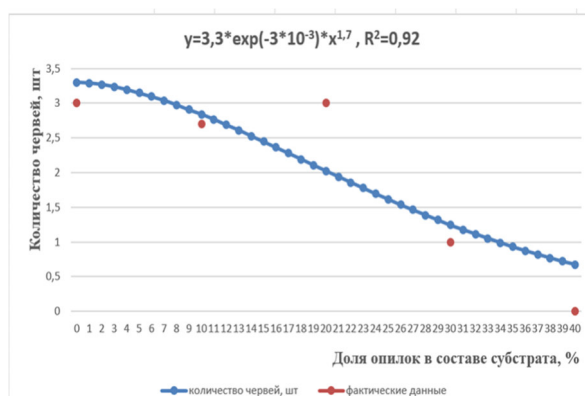
Цель работы: оценить эффективность вермикомпостирования осадков сточных вод и опилок лиственных пород деревьев.

Объекты исследования: популяция навозного червя (*Eisenia foetida* (Sav.)) и вермикомпост. В качестве субстрата для вермикомпостирования были взяты осадки сточных вод (ОСВ) с наполнителем в виде опилок лиственных пород деревьев.

Для вермикомпостирования были составлены следующие смеси: 0% опилок + 100% ОСВ, 10% опилок + 90% ОСВ, 20% опилок + 80% ОСВ, 20% опилок + 80% ОСВ, 30% опилок + 70% ОСВ, 40% опилок + 60% ОСВ. Смеси перемешивали, увлажняли и укладывали в пластиковые емкости объемом 1 дм³, после чего в каждую емкость помещали три особи *Eisenia foetida* (Sav.). Опыт проводился в трех повторностях. Через 90 дней после начала компостирования у популяции червей фиксировали такие показатели, как прирост численности, количество коконов, длина тела. Эффективность вермикомпостирования смесей оценивали с помощью редиса посевного. У растений фиксировали всхожесть семян, высоту побега, длину корневой системы. Статистический анализ результатов выполнялся с помощью прикладной программы Microsoft Excel и Statistika на 95-процентном уровне надежности.

Согласно экспериментальным данным с увеличением доли опилок в смеси количество червей в вермикомпосте уменьшалось. Кокон присутствовали только в компостах без опилок. Средняя длина червей в смесях изменялась незначительно.

Состояние популяции червей после вермикомпостирования можно описать следующим уравнением регрессии: $y = a \cdot x^{(b-1)} \cdot \exp(-c \cdot x^b)$, графическое изображение данного уравнения представлено на рисунке.



Зависимость количества червей от доли опилок в субстрате

Анализ эффективности вермикомпостирования показал, что наибольший процент всхожести семян редиса отмечался в смесях, содержащих 40% опилок. Максимальная высота побега редиса фиксировалась в смесях, состоящих на 30% и 40% из опилок. Наибольшие показатели длины корневой системы были в смесях без опилок и с 10% содержанием опилок.

Таким образом, вермикомпостирование осадков сточных вод и опилок лиственных пород деревьев возможен. Для повышения эффективности процесса компостирования данных смесей необходимо продолжить работы по подбору оптимального состава смеси для жизнедеятельности червей.

Список источников

1. Кислицына С. Н., Самошин А. П., Шитова И. Ю. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности. Лабораторный практикум: учеб. пособие. Пенза: ПГУАС, 2014. 104 с.
2. Ручин А. Б. Вермикомпостирование как путь решения некоторых экологических проблем // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 1 (23). С. 137-140.
3. Степанов В. И. Отходы лесной промышленности и их использование в национальном хозяйстве // Вестник РЭУ. 2012. №3. С. 83-88.

УДК 663.14.039.32

Шаповалова Н. С., Золотарева Ю. Ю., Филиппова А. Н., Шарнин Д. А.,
Юсупов Р. Р., Шегада В. А.

Научный руководитель: Сергеев Р. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА СУБСТРАТА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Аннотация. Известно, что состав субстрата оказывает воздействие на жизненный цикл дрожжей. В статье рассмотрено влияние сахарозы и гидролизата казеина в составе субстрата на физиологию дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*.

Ключевые слова: дрожжи, субстрат, сахароза, *Saccharomyces cerevisiae*

Дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* относятся к пекарским или хлебопекарным дрожжам, которые нашли широкое применение в производстве алкогольной и хлебопекарной продукции, а также в научных исследованиях [1]. Для обеспечения жизнедеятельности *S. cerevisiae* необходимы источники углерода, водорода, азота, и кислорода. Так как дрожжи – гетеротрофы, то углерод они усваивают из органических соединений, таких как D-глюкоза, D-ксилоза, сахароза и т. д., а также аминокислоты. В качестве источника азота эти микроорганизмы используют аминокислоты и ионы аммония, однако быстрый рост клеток наблюдается только в присутствии в питательной среде аминокислот [2]. Однако многим видам дрожжей для усвоения органического азота требуется наличие в питательной среде биотина, тиамин и других соединений [3].

Актуальность исследования. По информации Федеральной службы государственной статистики в РФ с 2017 по 2020 год было произведено 22645000 тонн хлебобулочных изделий недлительного срока хранения [4]. Следовательно, изучение физиологии пекарских дрожжей может помочь усовершенствовать текущие технологии хлебопечения.

Основной целью данной работы было изучение одного из факторов, влияющих на интенсивность физиологических процессов *S. cerevisiae*, а именно фактора питания.

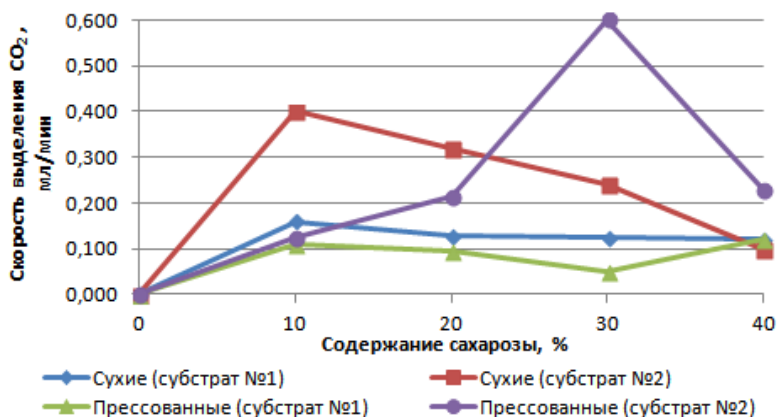
Исследуемые образцы 1% суспензии сухих («Бекмая») и прессованных («ЛЮКС экстра») дрожжей торговой марки САФ-НЕВА отбирали по 10 мл и смешивали с субстратами согласно схеме (таблица) и термостатировали. Субстрат на сахарозе обозначили субстрат №1, а на смеси сахарозы и гидролизата казеина – субстрат №2

Состав субстратов

№ пробы	Сахароза, г	Гидролизат казеина, г
1	-	-
2	1,0	-
3	2,0	-
4	3,0	-
5	4,0	-
6	-	0,5
7	1,0	0,5
8	2,0	0,5
9	3,0	0,5
10	4,0	0,5

Методика исследования. Метод основан на количественном измерении выделившегося CO_2 в процессе жизнедеятельности дрожжей. Скорость выделения диоксида углерода фиксировали с помощью мерной пипетки.

Результаты и их обсуждение. На основе анализа фактических данных, представленных на рисунке, можно заключить, что скорость выделения CO_2 зависит от типа субстрата.



Скорость выделения углекислого газа

Из графика видно, что субстрат №2 оказал большее влияние на исследуемые микроорганизмы, чем субстрат №1. Наивысшая скорость выделения CO_2 была зафиксирована для прессованных дрожжей на субстрате №2 при 30% концентрации сахаразы в суспензии и составляет 0,60 мл/мин. Среди сухих дрожжей самая большая скорость выделения диоксида углерода отмечается у образца на субстрате №2 при 10% концентрации сахаразы в суспензии, и она равна 0,40 мл/мин. Оба типа дрожжей, культивируемых на субстрате №1, существенно уступают дрожжам на субстрате №2: скорость выделения диоксида углерода для сухих дрожжей на субстрате №2 в 2,5 раза больше, чем на субстрате №1, для прессованных дрожжей – в 5,5 раз. Исходя из полученных данных можно выдвинуть гипотезу: при увеличении концентрации сахаразы в растворе скорость выделения CO_2 сначала сильно возрастает, а при дальнейшем росте концентрации сахаразы – постепенно снижается.

Для глубокого понимания влияния различных субстратов на физиологию дрожжей необходимо проведение дальнейших исследований.

Работа выполнена с использованием ресурсов ЦКП «Экология, биотехнологии и процессы получения экологически чистых энергоносителей» Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-674).

Список источников

1. Бабьева И. П. Семейство сахаромикетовые (*Saccharomycetaceae*) и другие группы дрожжей // Жизнь растений; под ред. проф. М. В. Горленко. М.: Просвещение, 1976. Т.2. Грибы. С. 91-106.
2. Меледина Т. В., Давыденко С. Г. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Морфология, химический состав, метаболизм: учебное. СПб: Университет ИТМО, 2015. 90 с.
3. Основы биотехнологии хлебопечения и мучных кондитерских изделий: краткий курс лекций для студентов 3 курса специальности (направление подготовки) 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья / Сост.: М. К. Садыгова. Саратов: Саратовский ГАУ, 2016. 74 с.
4. Российский статистический ежегодник. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 692 с.

УДК 638.132:582.685.4

Якимов М. В.

Научный руководитель: Абсалямов Р. Р., канд. с.-х. наук, доцент
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

МЕДОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ЛИПОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Аннотация. *Представлены данные по привесам нектара за учётный период с 2017 по 2021 года с различных видов пасек, а именно перевозных, стационарных в лесных массивах и в населённом пункте. Также проведена сравнительная характеристика результатов исследований.*

Ключевые слова: *стационарная и перевозная пасеки, привес мёда, медовый эффект, липовые насаждения*

Опытные пасеки № 1 и № 6 стационарного типа. Порода пчёл – среднерусская [1]. Привесы мёда представлены на рис. 1.

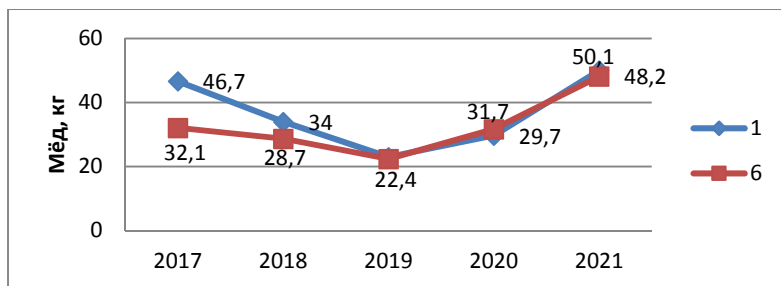


Рис. 1. Привес мёда в опытных пасеках № 1 и 6

Средний привес мёда на пасеке № 1 – 36,7 кг, № 6 – 32,6 кг.

Опытные пасеки № 2 и № 5 перевозного типа. Пчелосемьи вывозятся за 10 дней до зацветания липы мелколистной, чтобы пчёлы адаптировались к условиям месторасположения, успели облетаться. Пчёлы вывозятся на заранее подготовленное место, рядом с пасекой произрастают разновозрастные липовые насаждения [1]. Привесы мёда представлены на рис. 2.

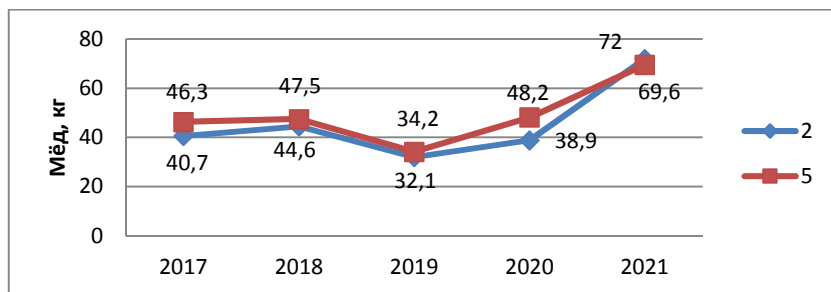


Рис. 2. Привес мёда в опытных пасеках № 2 и 5

Средний привес мёда на пасеке № 2 – 45,7 кг, № 5 – 49,2 кг.

Опытные пасеки № 3 и № 4 стационарного типа. Между пасеками выделены особо защитные участки – «Липа медоносная», площадью 43,6 га. Привесы мёда представлены на рис. 3.

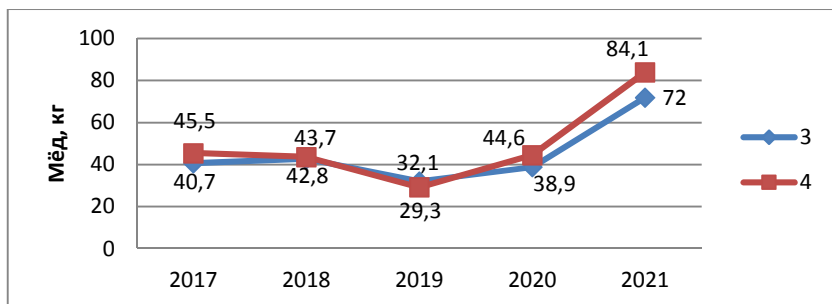


Рис. 3. Привес мёда в опытных пасеках № 3 и 4

Средний привес мёда в пасеке № 3 – 45,3 кг, № 4 – 49,4 кг.

Опытная пасека № 7 стационарного типа. Расположена в населённом пункте. Вокруг пасеки в радиусе 3 км липовые насаждения не произрастают. Встречаются только единичные деревья липы мелколистной [1]. Средний привес мёда на пасеке № 7 – 32,1 (рис. 4).

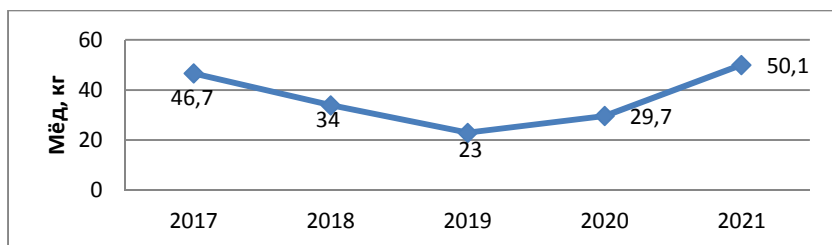


Рис. 4. Привес мёда в опытной пасеке № 7

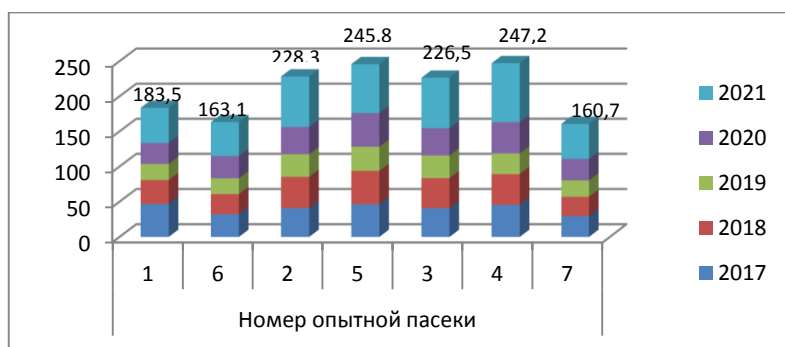


Рис. 5. Сравнение привеса мёда во всех опытных пасеках

Наименьший общий привес мёда за учётный период составил 160,7 кг на опытной пасеке № 7, расположенной в населённом пункте, максимальный – 247,2 кг на опытной пасеке № 4, расположенной возле особо защитных участков «Липа медоносная». Также наибольшие показатели привеса мёда составили в перевозных типах пасек.

При расчёте экономической эффективности видно, что на пасеке в населённом пункте без липовых насаждений получаем 56,2 тыс. руб., на пасеке в липовых насаждениях 86,5 тыс. руб. с одной пчелосемьи при цене 350 руб. за 1 кг мёда.

Таким образом, можно сделать вывод, что эффект липовых насаждений оправдывает себя при любых экономических затратах, а именно арендная плата за участок леса, проезды до пасеки, перевозка пчёл, ущерб от медведей.

Список источников

1. Якимов М. В., Абсалямов Р. Р., Якимов Д. В. Влияние погодных условий на медосбор в период цветения липы мелколистной в Удмуртской Республике // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 1. С. 41-49.

УДК 622.882

Богданов С. О., Шаповалова Н. С., Иванов С. А.
Научный руководитель: Иванова Н. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

***Аннотация.** В статье рассмотрено влияние загрязняющих веществ на рекультивированные почвогрунты песчаного карьера с помощью метода биотестирования.*

***Ключевые слова:** биотестирование, экотоп, лесная рекультивация, почвогрунты*

Рассматривается задача определения токсичности песчаных грунтов методом биотестирования.

Ежегодно площади нарушенных земель на территории России увеличиваются. По литературным данным, основная причина образования техногенных ландшафтов приходится (почти 900 тыс. га) на добычу полезных ископаемых (Нешатаев и др., 2012), что приводит к уничтожению почвенно-растительного покрова (Сумина, 2012; Абакумов, Гадгарина, 2006), изменению рельефа территории, гидрологического режима, биогеохимических циклов, загрязнению токсическими веществами окружающих ландшафтов (Андроханов и др., 2000). Необходимость рекультивации земель обусловлена постоянно нарастающими темпами нарушения территорий и широким спектром негативных последствий. Доля рекультивированных земель остается крайне низка, темпы восстановления ниже, чем скорость нарушения. Исследование механизмов восстановления растительных сообществ, также, как и процессов инициального педогенеза, необходимо для научного обоснования проведения рекультивации, что несет высокую прикладную значимость.

Основной целью данной работы было определение биологической активности почвы методом биотестирования. Этот метод основан на ответной реакции живых организмов на раздражающее действие поллютантов и дает достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды.

В качестве объектов исследования были отобраны почвенные образцы на пробных площадях, заложенных на экотопах песчаного карьера по добыче песка Марийского завода силикатного кирпича, отличающиеся наличием растительности, экспозицией склона, глубиной залегания грунтовых вод: ПП№1 – верхняя часть северного склона под пологом древостоя; ПП№2 – средняя часть северного склона под пологом древостоя; ПП№3 – открытый участок на дне карьера; ПП№4 – дно карьера под пологом древостоя; ПП№5 – подножье южного склона под пологом древостоя; ПП№6 – средняя часть южного склона под пологом древостоя.

Методика исследования. Биологические характеристики грунтов на поверхности выработанных карьеров были оценены с помощью методик биотестирования. Нами была использована методика определения токсичности путем замачивания семян тест-растений в водных вытяжках грунтов. При проведении биотестирования с использованием семян растений оценивается влияние непосредственного замачивания семян в вытяжке из почвы на энергию прорастания, биометрические и морфологические параметры проростков. В качестве тест-организма использовали семена редиса, поскольку данное растение, согласно литературным данным, является чувствительным к загрязнению почвы. Почвенная вытяжка готовилась согласно ГОСТ 12038-84. По каждому варианту опыта были определены следующие контролируемые показатели: количество проросших семян, длина корней, длина гипокотыля, энергия прорастания и количество аномальных проростков. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитывался индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ).

Таблица. Оценка токсичности песчаных грунтов методом биотестирования (с использованием семян редиса)

Вариант	Число проросших семян, шт.	ИТФ ₁	Длина корня, см	ИТФ ₂	Длина гипокотыля, см	ИТФ ₃	Число аномальных, шт.	ИТФ ₄	Энергия прорастания, %	ИТФ ₅	ИТФ _{сред.}	Класс опасности – степень токсичности
Контроль*	47,7	-	6,59	-	3,74	-	1	-	95,33	-	-	-
ПП№1	47,3	0,99	5,07	0,77	2,87	0,77	2	2,49	94,67	0,99	1,20	VI
ПП№2	43,7	0,92	4,16	0,63	2,66	0,71	2	3,48	87,30	0,92	1,33	VI
ПП№3	43,7	0,92	5,42	0,83	2,36	0,63	4	6,46	86,67	0,91	1,95	VI
ПП№4	43,3	0,91	5,43	0,97	2,69	0,72	4	5,97	86,66	0,91	1,90	VI
ПП№5	40,7	0,85	4,90	0,74	3,33	0,89	6	8,46	81,33	0,85	2,36	VI
ПП№6	47,7	1	5,08	0,77	2,65	0,70	0	0	95,33	1	0,69	III

*Примечание: контролем в данном эксперименте служат семена, замоченные в отстоявшейся водопроводной или дистиллированной воде

Результаты и их обсуждение. По данным таблицы видно, что самая высокая энергия прорастания наблюдается у семян, замоченных в почвенной вытяжке грунта, взятого на пробной площади, расположенной на средней части южного склона (ПП №6). Грунты ПП №5 (подножье южного склона под пологом древостоя) отличаются самой низкой энергией прорастания семян редиса. Число аномальных проростков – 6 из 50 (12%) при замачивании семян в растворе грунта, взятого с ПП №6, которые по своим показателям обладают средней степенью токсичности.

Таким образом, при исследовании проростков тест-растения, замоченных в вытяжке песчаных грунтов, взятых с карьера, токсичного влияния не выявлено на пяти пробных площадях. На пробной площади, расположенной на средней части южного склона (ПП №6), выявлено снижение величины тест-функции в опыте по сравнению с контролем, что характерно для средней степени токсичности.

Для глубокого понимания роли почвенно-экологических условий почвогрунтов в восстановлении и функционировании биоценозов необходимо проведение дальнейших исследований для оценки реакции на них биоты.

Список источников

1. Абакумов Е. В., Гагарина Э. И. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на Северо-Западе Русской равнины. СПб.: изд-во С.-Петербург. ун-та, 2006. 208 с.
2. Андроханов В. А., Овсянникова С. В., Курачев В. М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. Новосибирск, 2000. 200 с.
3. Биодegradация токсичных соединений и утилизация биомассы: методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / сост. О. В. Малюта, Д. И. Мухортов, Д. Н. Шамшуров, М. А. Курочкина. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. 64 с.
4. ГОСТ 12038-84. «Методы определения всхожести семян сельскохозяйственных культур». Издательство стандартов, 1984.
5. Дмитракова Я. Ф. Субстратно-фитоценотические характеристики участков самозарастания и рекультивации карьерноотвалных комплексов: автореферат дисс. М., 2019. 22 с.
6. Нешатаев В. Ю., Карапухин Н. С., Ефремов Д. Ф., Кноль В. В., Нешатаев М. В., Штак К. Д. Практическое пособие по восстановлению растительного покрова на землях, нарушенных открытыми горными разработками при освоении месторождений полезных ископаемых в условиях Камчатского края. СПб.: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 160 с.
7. Сумина О. И. Формирование Растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России: автореферат. СПб., 2011. 46 с.

Матвеев И. В.

Научный руководитель: Шейкина О. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИТОПАТОГЕНА НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Аннотация. Представлены результаты молекулярно-генетических исследований по определению экспрессии генов сосны обыкновенной при инфицировании фитопатогенным грибом *Fusarium oxysporum*.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, экспрессия генов, фитопатоген, ОТ-ПЦР

Введение. Решение фундаментальных и прикладных научных задач в лесной селекции в настоящее время требует оценки экспрессии генов, ассоциированных с хозяйственно-важными признаками и свойствами, которые могут использоваться при отборе лучших генотипов в ходе селекционного процесса.

Материалы и методы. Объектом в нашем исследовании являются сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой. Для исследования отбирались сеянцы сосны обыкновенной 1-2-летнего возраста без признаков поражения. Для искусственного поражения фитопатогенными грибами в лабораторных условиях на стеблях сеянцев срезали небольшие полоски коры размером 10 × 1 мм и переносили в рану мицелий чистой культуры *Fusarium oxysporum*. После этого рану с мицелием закрывали эластичной пленкой. Взятие образцов хвои происходило в день заражения, а также на 14 и 21 дни.

Методика изучения экспрессии генов состояла из следующих последовательно выполняемых этапов:

- 1) выделение мРНК из хвои;
- 2) синтез комплементарной ДНК (кДНК) с использованием реакции обратной транскрипции;
- 3) проведение RT-PCR с использованием специфических к каждому гену праймеров и флуоресцентного зонда.

Выделение тотальной РНК выполнено с применением модификации метода, предложенного для тополей [1]. Реакцию обратной транскрипции для получения кДНК проводили с использованием коммерческого набора «MMLV RT kit» (Евроген, Россия) и в соответствии протоколом

компании-производителя. При проведении RT-PCR использована готовая смесь для ПЦР «qPCRmix-HS» (Евроген, Россия).

Результаты исследований. Для количественной оценки содержания матрицы в пробе при RT-PCR использовался показатель Cq. Cq – определяется как количество циклов, необходимых для получения уровня флуоресценции выше определенной пороговой установки. Анализировали экспрессию трех генов CDPK (Calcium-dependent protein kinase), CytP450 (Cytochrome P450) и SGS3(Suppressor of gene silencing 3-like). Для каждого растения оценка экспрессии генов проводилась в трехкратной повторности.

Среднее значение порогового цикла при первом взятии образцов варьировали у разных растений для гена Actin от 19,6 до 20,8, у гена CDPK от 24,0 до 25,1, у гена CytP450 от 16,5 до 20,4, у гена SGS3 от 25,6 до 26,6. На 14 день среднее значение порогового цикла составляло для гена Actin от 20,2 до 25,3, у гена CDPK от 22,8 до 25,6, у гена CytP450 от 17,0 до 22,6, у гена SGS3 от 25,1 до 27,5. На 21 день среднее значение порогового цикла составляло для гена Actin от 20,4 до 26,8, у гена CDPK от 22,5 до 25,2, у гена CytP450 от 16,5 до 24,4, у гена SGS3 от 24,3 до 26,7. В основном, для всех генотипов отмечалось снижение экспрессии изучаемых генов при увеличении времени воздействия патогенного организма, за исключением четырех семян, у которых отмечается на 21 день увеличение экспрессии по гену CDPK у двух растений и по одному растению по генам CytP450 и SGS3. Необходимо отметить, что при этом увеличение по генам CDPK и SGS3 отмечается для одного растения.

Для оценки достоверности влияния патогенной инфекции использованы критерии t-критерия Стьюдента и Фишера. Установлено, что инфекционное поражение грибом *F. oxysporum* оказывает достоверное влияние на характер изменения уровня экспрессии изученных генов. Влияние индивидуальных особенностей семян сосны при воздействии патогена доказано только для гена CytP450.

Закключение. Исследования показали, что инфицирование грибом *F. oxysporum* оказывает влияние на уровень экспрессии генов CDPK, CytP450 и SGS3 у семян сосны обыкновенной. Влияние генотипических особенностей семян на уровень экспрессии выявлено только для гена CytP450. Изученные гены могут быть использованы для оценки семян по устойчивости к данному фитопатогену.

Список источников

1. Су М., Цзан В., Яо Н., Хуан М. Выделение высококачественной РНК из различных тканей *Populus* // Физиология растений. 2009. Т.56. № 5. С.791-795.

Матвеева О. А.

Научный руководитель: Шейкина О. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА МИКРОМИЦЕТОВ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Аннотация. *Представлены результаты молекулярно-генетических исследований по определению видового состава микромицетов семян сосны с закрытой корневой системой на основе анализа нуклеотидной последовательности ITS rDNA.*

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, семена, микромицеты, видовая идентификация, ITS rDNA*

Введение. Выявление спектра инфекционных заболеваний хвойных видов в лесных экосистемах, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами, имеют важное диагностическое значение не только с точки зрения их этиологии, но и для предупреждения широкого распространения инфекций, эффективной борьбы с ними на ранних стадиях [1]. При этом одним из эффективных методов видовой идентификации микроскопических грибов является анализ нуклеотидной последовательности ИТС рибосомальной ДНК (ITS rDNA).

Материалы и методы. Объектом в нашем исследовании являются культуры микроскопических грибов, выделенные из семян сосны (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой.

Определение патогенных микроорганизмов состояло из следующих последовательно выполняемых этапов:

- 1) выделение геномной ДНК с использованием СТАВ-метода;
- 2) проведение ПЦР;
- 3) электрофоретическое разделение и визуализация продуктов ПЦР;
- 4) секвенирование фрагментов ДНК (было осуществлено в лаборатории компании «Евроген»);
- 5) анализ данных.

Получение чистых культур микромицетов было выполнено на среде Чапека. Амплификация проводилась с использованием универсальных праймеров ITS1 и ITS4. Электрофоретическое разделение продук-

тов ПЦР проводилось в 1,5% агарозном геле, содержащем этидий бромид. Просмотр результатов секвенирования и перевод в формат Fasta выполнен с использованием программы Chromas Lite 2.1.1. Идентификация полученных сиквенсов ITS рибосомальной ДНК проводилась с помощью сервиса BLAST в базе данных GenBank (NCBI).

Результаты исследований. В результате выращивания микромицетов полученных с хвои сеянцев, было выделено 18 колоний. С использованием универсальных праймеров ITS1 и ITS4 у всех исследуемых микромицетов были получены ПЦР-фрагменты длиной от 513 н.п. до 600 н.п. Анализ данных нуклеотидных последовательностей позволил идентифицировать семь видов микромицетов:

Alternaria alternata (Fr.) Keissl 1912, развивается, как обычный сапрофит на растительных субстратах и в почве, возбудитель альтернариоза корневой системы у молодых растений [2].

Clonostachys rosea (Preuss) Mussat 1901, развивается на растениях как эндофит, в почве как сапрофит, а также известен как паразит других грибов и нематод. Он производит широкий спектр соединений, которые токсичны для грибов, бактерий и насекомых [3].

Fusarium oxysporum Schltdl., Fl. Berol. 2: 106 (1824), несовершенный гриб, полифаг. Возбудитель фузариозов различных растений [4].

Leptosphaeria sp. Сапрофит. Основная часть видов – узкоспециализированные и развиваются только на одном виде растений [2].

Paraphaeosphaeria sporulosa (W. Gams & Domsch) Verkley, Goker & Stielow, 2014. Развивается на растениях как эндофит, гриб продуцирует различные метаболиты с различными биологическими свойствами: спорулосальдеины, активные против *Candida spp.*; активный в отношении *P. aeruginosa* и *S. aureus* [5].

Penicillium restrictum J.C. Gilman & E.V. Abbott 1927. Широко распространённый, преимущественно почвенный гриб, продуцирует различные метаболиты с различными биологическими свойствами: ланомицин и глюколаномицин, широким спектром антигрибного действия [6].

Trichoderma harzianum Rifai, Mycol. Pap. 116: 38 (1969). Является антагонистом мицелиальных грибов растительных патогенов, используется для биологического контроля заболеваний, вызываемых фитопатогенными грибами. Он широко используется в сельском хозяйстве благодаря своим свойствам биофунгицидов, биоудобрений и биостимуляторов [7].

Все выявленные виды грибов относятся к подотделу *Pezizomycotina*, отдела *Ascomycota*. По типу питания три из них относятся к эндофитам (*T. harzianum*, *P. restrictum*, *P. sporulosa*), два – к сапрофитам (*Leptosphaeria* sp., *C. rosea*) и два – к паразитам (*A. alternata* и *F. oxysporum*).

Закключение. На посадочном материале выявлены возбудители болезней альтернариоза (*A. alternata*) и фузариоза (*F.oxysporum*). Возбудители альтернариоза и фузариоза являются факультативными паразитами, поэтому основой профилактики развития очагов болезней в лесных теплицах при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой будет являться строгое соблюдение агротехники выращивания и обработки сеянцев сосны системными фунгицидами.

Список источников

1. Гродницкая И. Д., Кузнецова Г. В. Эпифитотия серого шютте в географических культурах кедровых сосен (*Pinus sibirica* Du Tour и *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) на юге Красноярского края // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы IX Международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения проф. Н. И. Федорова, [19-24 октября 2015] / Белорусский государственный технологический университет; [редкол.: И. М. Жарский, М. М. Амелянович, О. Б. Дормешкин и др.]. Минск; Москва; Петрозаводск: БГТУ, 2015. С. 71-74.
2. Пересыпкин В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1989. 480 с.
3. Рудаков О. Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение / АН СССР. Ин-т микробиологии. М.: Наука, 1981. 159 с.
4. Лухменёв В. П. Фитопатология: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности агрономии. Оренбург, 2012. 299 с.
5. Carrieri, R.; Borriello, G.; Piccirillo, G.; Lahoz, E.; Sorrentino, R.; Cermola, M.; Censi, S.B.; Grauso, L.; Mangoni, A.; Vinale, F. Antibiotic Activity of a *Paraphaeosphaeria sporulosa*-Produced Diketopiperazine against *Salmonella enterica*. *J. Fungi* 2020, 6, 83.
6. Тренин А. С. Микробные метаболиты – ингибиторы биосинтеза стеролов, их химическое разнообразие и особенности механизма действия (Обзорная статья) // Биоорганическая химия. 2013. Т.39. №6. С. 633-657.
7. Мирнова И. П., Каримова Е. В., Шнейдер Ю. А. Некоторые перспективы использования метаболитов рода *Trichoderma* // Вестник РУДН. Сер.: Агрономия и животноводство. 2016. №3. С. 22-29.

Окач М. А., Майоров Н. Д., Пачкунов Д. М.
Научный руководитель: Мухортов Д. И., д-р с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ ТОРФА

Аннотация. В работе представлены результаты применения СВЧ излучения для стерилизации низинного торфа. Определены режимы облучения, снижающие численность микроскопических грибов и бактерий.

Ключевые слова: торф, СВЧ излучения, стерилизация, микроскопические грибы, бактерии

Для успешного выращивания растений в условиях защищенного грунта необходимо особое внимание уделять микробиологической нагрузке субстрата. В современных тепличных комплексах используется стерильный субстрат, который в дальнейшем инокулируется полезной микробиотой. В настоящее время изучается возможность применения потока электромагнитной энергии сверхвысокой частоты (СВЧ) при стерилизации различных по составу и структуре материалов [1-3]. Результаты воздействия СВЧ излучений на микроорганизмы в разных средах противоречивы, в связи с чем целью работы было изучить воздействие различных режимов мощности и экспозиций СВЧ излучения на численность микроорганизмов низинного торфа.

В качестве объекта исследования был взят низинный торф влажностью 18%. В ходе эксперимента воздушно сухие образцы торфа массой 190 г помещались в пластиковые контейнеры объемом 500 мл (толщина облучаемого слоя составляла 3 см) и облучались в СВЧ-печи с частотой излучения 2,45 ГГц, при мощностях: 100 Вт, 200 Вт, 300 Вт, 450 Вт, 600 Вт, 700 Вт, 800 Вт и временных экспозициях: 0,5 мин, 1 мин, 2 мин, 4 мин, 6 мин, 8 мин, 10 мин. Каждый режим облучения проводили в трех повторностях. После воздействия СВЧ излучения определяли численность почвенных микроорганизмов по числу колониеобразующих единиц (КОЕ): бактерии на среде МПА, грибы на подкисленной среде Чапека. В качестве контроля использовали образцы торфа, не подвергавшиеся воздействию СВЧ.

Статистический анализ результатов был выполнен с помощью прикладной программы Microsoft Excel на 95-процентном уровне надежности.

Результаты воздействия микроволнового излучения на численность микроскопических грибов в торфе представлены в таблице 1. При СВЧ излучении мощностью 100 Вт и 200 Вт во всех исследуемых временных экспозициях численность грибов снижалась и находилась в диапазоне от $4,0 \cdot 10^6$ КОЕ/г (200 Вт при 10 мин) до $17,5 \cdot 10^6$ КОЕ/г (100 Вт при 10 мин).

Таблица 1. Влияние СВЧ излучения на численность микроскопических грибов (КОЕ/г, млн)

Временная экспозиция, мин	Мощность СВЧ излучения, Вт						
	100	200	300	450	600	700	800
контроль	22,9±2,1	22,9±2,1	22,9±2,1	22,9±2,1	22,9±2,1	22,9±2,1	22,9±2,1
0,5	15,7±1,31	16,8±1,85	23,6±2,37	11,4±2,60	6,4± 0,93	10,0±1,39	2,4± 0,23
1	11,7±0,48	7,3± 0,93	11,7±0,93	20,9±0,81	30,1±2,15	25,9±1,13	0,8± 0,23
2	10,3±0,6	16,5±1,01	40,5±2,8	12,8±1,80	17,1±0,67	0	0
4	12,5±0,46	9,3± 1,27	69,9±2,7	2,4± 0,13	0	0	0
6	10,3±1,44	10,3±1,33	4,3± 0,2	0	0	0	0
8	17,3±2,40	9,6± 2,90	0	0	0	0	0
10	17,5±3,95	4,0± 1,19	0	0	0	0	0

Стимулирующее влияние микроволнового излучения на численность грибов наблюдалось при мощности 300 Вт и экспозиции в 2 и 4 минуты, количество колоний увеличилось в 2 и 3 раза соответственно. 100-% подавляющий эффект СВЧ излучения на микроскопические грибы отмечался при мощности 300 Вт, начиная с 8 минут облучения, при 450 Вт, начиная с 6 минут, при 600 Вт – с четырех минут и при двухминутной экспозиции с мощностью облучения 700 Вт и 800 Вт.

Анализ влияния СВЧ излучения на бактерии (табл. 2) показал, что мощность излучения 100 Вт и 200 Вт малоэффективны в выбранных экспозициях. 100-% гибель бактерий фиксировалась после 8 минут облучения мощностью 300 Вт и 450 Вт, при 600 Вт после 6 минут облучения, при 700 Вт после 4 минут и после двухминутного воздействия излучения мощностью 800 Вт. Увеличение численности бактерий в 2 раза отмечалось при микроволновом излучении мощностью 300 Вт после 4 минутной экспозиции.

Таблица 2. Влияние СВЧ излучения на численность бактерий (КОЕ/г, млн)

Времен- ная экспо- зиция, мин	Мощность СВЧ излучения, Вт						
	100	200	300	450	600	700	800
контроль	27,1±0,5	27,1±0,5	27,1±0,5	27,1±0,5	27,1±0,5	27,1±0,5	27,1±0,5
0,5	12,3±0,87	12,0±0,83	11,6±2,72	7,2±1,38	6,0±0,48	4,8±0,83	7,1±0,92
1	7,3±2,22	2,5±0,35	5,1±1,27	15,1±1,35	19,2±2,77	24,1±0,58	3,5±0,35
2	12,4±1,40	12,3±2,32	32,5±2,85	24,9±2,46	6,0±0,40	19,9±1,33	0
4	20,1±3,46	9,6±0,92	66,7±2,87	0,9±0,53	13,9±2,35	0	0
6	9,6± 2,20	5,6±0,83	1,5±0,35	0,9±0,35	0	0	0
8	26,1±2,30	18,7±2,51	0	0,0	0	0	0
10	17,7±0,74	2,9±2,02	0	0,0	0	0	0

Результаты эксперимента показали, что СВЧ излучение с частотой 2,45 ГГц способно подавлять и стимулировать численность микроорганизмов торфа, в зависимости от мощности и времени экспозиции излучения.

Подавляющее действие микроволнового излучения на бактерии наблюдалось при более длительной временной экспозиции по сравнению с грибами.

Для эффективного подавляющего воздействия на микроорганизмы в гетерогенной среде (торфе) с влажностью 18%, необходимо использовать СВЧ излучение мощностью не менее 600 Вт при экспозиции более 6 минут.

Увеличение численности микроорганизмов при облучении мощностью от 300 до 700 Вт может быть связано со стимулированием прорастания спор.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 16172ГУ/2020 от 24.12.2020).

Список источников

1. Денисова Т. В., Колесников С. И. Влияние СВЧ-излучения на ферментативную активность и численность микроорганизмов почв Юга России // Почвоведение. 2009. № 4. С. 479-483.
2. Ихлов Б. Л., Мельниченко А. В., Ощепков А. Ю. Действие сверхвысоко-частотного электромагнитного поля на микроорганизмы // ВНМТ. 2017. №2. С. 141-146.
3. Окач М. А., Мухортов М. И., Майоров Н. Д. Возможность применения СВЧ излучения для обеззараживания тепличных субстратов // Научные исследования XXI века. 2021. № 6(14). С. 20-25.

Шаповалова Н. С., Богданов С. О., Иванов С. А.
Научный руководитель: Иванова Н. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГРУНТОВ НА КАРЬЕРЕ ПО ДОБЫЧЕ ПЕСКА

Аннотация. В статье анализируются изменения биологической активности песчаных почв различных экотопов карьера по добыче нерудных полезных ископаемых.

Ключевые слова: лесная рекультивация, аммонифицирующая активность, почва, антропогенное воздействие

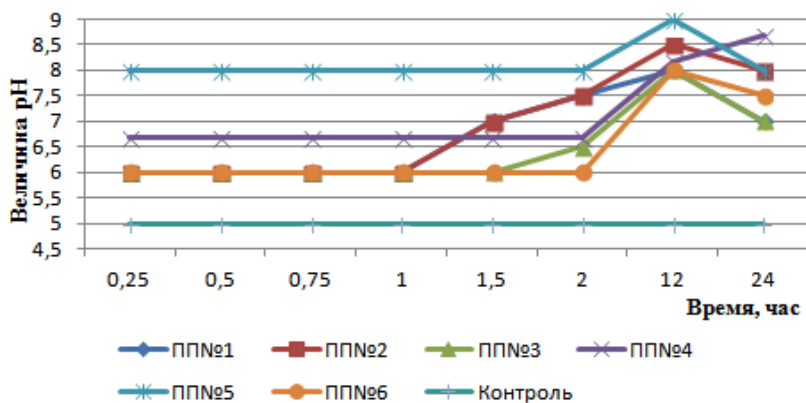
При добыче полезных ископаемых сильное влияние на природный ландшафт оказывают карьерные разработки. При этом полностью уничтожается растительный покров, изменяются рельеф и гидрологический режим местности. Наблюдаются образование техногенного рельефа, формирование малопродуктивных угодий, характеризующихся низким плодородием почв за счет выраженности таких неблагоприятных свойств, как песчаный механический состав, каменистость, обедненность органическими веществами и микроорганизмами. На поверхности карьеров остаются осадочные материнские породы, поэтому здесь процесс почвообразования, по существу, происходит заново. Восстановление нарушенных лесных земель длится десятки лет и требует значительных затрат. Для ускорения данного процесса вмешательство человека (проведение рекультивации) позволяет в несколько раз ускорить процесс полного восстановления земель [4, с. 77].

Основной целью данной работы было изучение биологической активности песчаных почвогрунтов. Проанализировав научную литературу, для определения биологической активности был выбран экспресс-метод определения аммонифицирующей активности почв по скорости разложения мочевины [2, с. 8]. Этот метод обладает высокой чувствительностью, сравнимой с распространенным методом определения биологической активности почвы по энергии её дыхания, отсутствием дорогостоящего оборудования и трудоемких манипуляций, а также возможностью быстрого получения результата [1].

Исследуемые образцы почвогрунтов были отобраны 16 октября 2021 года на пробных площадях рекультивированного песчаного карьера

Кундышского месторождения в соответствии с нормативными документами [3]. Весь карьер делится на 6 пробных площадей (ПП) по числу экотопов, отличающихся наличием растительности, экспозицией склона, глубиной залегания грунтовых вод: ПП№1 – верхняя часть северного склона под пологом древостоя, ПП№2 – средняя часть северного склона под пологом древостоя; ПП№3 – открытый участок на дне карьера; ПП№4 – дно карьера под пологом древостоя; ПП№5 – подножье южного склона под пологом древостоя; ПП№6 – средняя часть южного склона под пологом древостоя.

Методика исследования. Сущность метода заключается в том, что к помещенной в чашку Петри навеске почвы добавляется мочевины, растворенная в небольшом количестве воды. Разложение мочевины, как известно, сопровождается интенсивным образованием летучей щелочи – аммиака, в результате чего воздушная среда над почвой постепенно приобретает щелочную реакцию, которая фиксируется индикаторной бумагой. Через определенные промежутки времени отмечают величину pH и определяют скорость увеличения щелочности воздуха над почвой, которая является показателем биологической активности почвы. Данные эксперимента оформляются в виде графика (рисунок).



Скорость изменения pH в почвогрунтах

Результаты и их обсуждение. При графическом изображении динамики увеличения щелочности можно проследить неравномерное разложение мочевины. Первые изменения скорости отмечены уже через 1 час с начала проведения опыта, существенный скачок pH на 1,0-2,0 единицы отмечен через 12 часов. Наибольшая активность отмечена на ПП№ 5

с более ранним проведением работ по рекультивации, которое способствовало активизации биологических процессов в почвогрунте.

Исследованиями подтверждается, что работы по рекультивации песчаного карьера Марийского завода силикатного кирпича ведут к восстановлению почвенной микробиоты, а, следовательно, и плодородия почвы.

Для глубокого понимания роли почвенно-экологических условий почвогрунтов в восстановлении и функционировании биоценозов необходимо проведение дальнейших регулярных исследований для оценки реакции на них биоты.

Список источников

1. Авторское свидетельство № 1458390 А1 СССР, МПК C12Q 1/00. Способ определения биологической активности почвы: № 4216346: заявл. 30.03.1987; опубл. 15.02.1989 / Т. В. Аристовская, М. В. Чугунова; заявитель Почвенный институт им. В. В. Докучаева.
2. Биodeградация токсичных соединений и утилизация биомассы: методические указания к выполнению практических работ по направлению для студентов направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО «Поволж. гос. технол. ун-т»; [сост.: О. В. Малюта, Д. Н. Шамшуров, Д. И. Мухортов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. 61 с.
3. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор почв. М., 1989.
4. Шабанова Е. Е., Ворожцова А. С., Черненкова Е. С. Лесная рекультивация нарушенных земель при добыче песчано-гравийных смесей // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 4(25). С. 77-80.

УДК 630

Алтунбаева А. С.

Научный руководитель: Власова Н. А., канд. с.-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ИМЕЮЩИХСЯ РЕСУРСОВ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕСОВ СОСНОВСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Аннотация. В статье приводятся сведения о достаточно больших запасах ягодной продукции в лесах Сосновского участкового лесничества Похвистневского лесничества. Экономическими расчетами установлено, что все затраты на сбор малины лесной, земляники лесной и рябины обыкновенной полностью окупаются с получением чистой денежной прибыли в размере 2 436 тыс. руб.

Ключевые слова: недревесные ресурсы, малина лесная, земляника лесная, рябина обыкновенная, лесничество

Введение. С конца XX века лес все чаще рассматривают не только как источник древесины, но и как источник ценных пищевых ресурсов – ягод, грибов, орехов. При этом наибольшее их видовое разнообразие встречается в таежных и широколиственных лесах нашей страны. Богаты пищевыми лесными растениями и леса Самарской области. В прошлые годы они активно заготавливались лесохозяйственными предприятиями, но затем все работы были свернуты, и в настоящее время в лесничествах даже не ведется учет имеющихся недревесных ресурсов и отсутствуют точные сведения о возможных объемах их заготовки [1,2].

Цель исследований: выявить имеющиеся резервы ягодных растений в лесах Похвистневского лесничества и дать экономическую оценку возможного их использования.

Материалы и методы. Исследования проводились в лесах Сосновского участкового лесничества Похвистневского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества» в 2020-2021 гг.

Нами изучались следующие виды: малина лесная (*Rubus idaeus*), земляника лесная (*Fragaria vesca*) и рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*). Для определения их запасов были проведены рекогносцировочные обследования участков леса, где, по сведениям местных жителей, встречаются интересные для нас ягодные растения. В выявленных

видовых ареалах были заложены учетные площадки размером 3х3 м в 15-ти кратной повторности в соответствии с ОСТ 56-83-85 [3].

Результаты исследований. Экспериментами установлено, что малина лесная в условиях лесничества в большинстве случаев произрастает в сосняках травянистых (СТР), расположенных на пологих склонах и выровненных плато с достаточно плодородными и влажными почвами лесорастительных условий ряда С₃. При этом кустарник предпочитает хорошо освещаемые лесные прогалины и вырубки, а также разреженные древостои с относительной полнотой насаждения около 0,4 единиц. Особенно много малины лесной встречается на лесосеках пройденными рубками 3-4 летней давности. Общая площадь ее ареала равна 45 га. Средняя урожайность составляет около 60 кг с 1 га, хотя встречаются отдельные участки и с урожайностью до 100 кг/га. Возможный объем сборов этой ягоды в лесничестве может составить 2700 кг.

Земляника лесная в условиях лесничества встречается практически повсеместно, за исключением высокополотных насаждений. В большей степени она предпочитает открытые, хорошо освещенные влажные склоны холмов, опушки леса, лесные поляны, вырубки и изреженные древостои с относительной полнотой насаждения около 0,3 единиц. Чаще всего ее ареал обитания тяготеет к дубняку кленово-ежевичному (ДКЕЖ), расположенному на пологих гривах и нижних пойменных террасах с богатыми и влажными черноземными почвами лесорастительного ряда Д₃. Она встречается на площади около 50 га. Урожай ягод может варьировать от 50 кг/га до 100 кг/га, а на отдельных участках до 200 кг/га, но в среднем составляет 80 кг/га. Общий запас ягод может составить почти 4000 кг.

Рябина обыкновенная в условиях лесничества чаще всего встречается в подлеске дубняка остепненного (ДОСТ) с относительной полнотой насаждения 0,5-0,6. Она может произрастать вместе с другими кустарниками на теневой стороне лесных полей и опушек, при этом не образует сплошных зарослей. Почвенный покров этих мест, как правило, это влажные черноземы или темно-серые лесные почвы лесорастительного ряда Д₃. Общая площадь выявленных нами насаждений рябины обыкновенной составляет около 10 га. При этом урожай ее ягод достаточно большой и равняется в среднем 150 кг/га. Его общий сбор со всей площади может достичь 1500 кг.

Проведенный нами экономический анализ показал, что общий сбор ягод в условиях Сосновского участкового лесничества на выявленных нами участках может составить около 8,2 т (таблица). Сумма реализации всех ягод по рыночным ценам, сложившимся на конец лета 2021

года, может составить 2765,0 тыс. руб. Сбор ягод потребует денежных затрат в пределах 329 тыс. руб.

Таблица. Расчеты экономической выгоды сбора лесной ягодной продукции

Вид недревесной продукции	Общий сбор, кг	Рыночная стоимость продукции		Затраты на сбор продукции, тыс. руб.	Экономическая выгода, тыс. руб.
		руб./кг	Всего, тыс. руб.		
Малина лесная	2700,0	350	945,0	52,0	893,0
Земляника лесная	4000,0	380	1520,0	187,0	1 333,0
Рябина обыкновенная	1500,0	200	300,0	90,0	210,0
<i>Всего лесные ягоды</i>	<i>8200</i>	<i>-</i>	<i>2765,0</i>	<i>329,0</i>	<i>2 436,0</i>

К сбору ягод может быть привлечено местное население, испытывающее проблему занятости. За указанную сумму сборщики готовы выполнить работы в оптимальные сроки. Для этого потребуется около 10 сборщиков. Чистая прибыль от продажи ягод составит – 2 436 тыс. руб. (2765,0 - 329,0 = 2 436).

Выводы. В лесном фонде Сосновского участкового лесничества Похвистневского лесничества можно заготовить около 2700 кг ягод малины лесной, 4000 кг – ягод земляники лесной и 1500 кг – ягод рябины обыкновенной. Денежная выручка от продажи всех собранных ягод покрывает расходы и позволит получить около 2 436 тыс. руб. чистой прибыли.

Список источников

1. Троц В. Б., Троц Н. М. Оценка потенциала ресурсов недревесной продукции леса Похвистневского лесничества // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2021. С. 401-405.
2. Официальный сайт Министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области [Электронный ресурс]. URL: priroda.samregion.ru/Contacts (дата обращения 26.03.2022).
3. ОСТ56-83-85 - Ягоды, плоды и орехи дикие. Методы определения. [Электронный ресурс]. URL: snipov.net/database/c_3644765195. (дата обращения 15.03.2021).

Галкин А. А.

Научные руководители: Конюхова Т. А., канд. с.-х. наук, доцент;

Курненко И. П., канд. с.-х. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ НА ВЫРУБКАХ, ГОРЕЛЬНИКАХ И ГАРЯХ

Аннотация. *Представление нового метода лесопатологического обследования гарей, горельников и вырубок.*

Ключевые слова: *лесопатологическое обследование, гари, горельники, вырубки, метод*

Лесопатологическое обследование (ЛПО) проводится с целью выявления санитарного состояния леса, наличия насекомых-вредителей и болезней. Наиболее подверженными к заселению вредными организмами являются участки леса, на которых проводились рубки или был пожар.

На лесных участках, где проводились рубки, остаются пни, порубочные остатки, недорубы, которые являются хорошим «домом» для заселения насекомых-вредителей и способствуют быстрому их накоплению – таких как полосатый древесинник (*Trypodendron lineatum*), многих видов усачей и короедов. При недостатке корма ксилофаги будут распространяться в близлежащие незаселенные участки леса и при благоприятных условиях могут возникнуть очаги вредителей. Дальнейшее размножение и рост численности – лишь дело времени.

Участки леса, на которых прошел пожар, тоже находятся в зоне риска, так как насаждения, поврежденные огнём, становятся открытыми к заселению. Кора является «защитным слоем» дерева. Ее отсутствие отрывает важные части ствола – сначала луб, затем камбий, заболонь и, наконец, ядро. В таких деревьях наиболее вероятно заселение ксилофагами из семейства короедов, усачей, златок, долгоносиков.

Неоспоримо, что трофика для всех насекомых-вредителей выходит на первое место. Если дерево полностью утратило свою жизненную структуру, т. е. полностью обгорело или сгнило, то вероятность заселения насекомыми-вредителями очень мала. Если же оно повреждено не

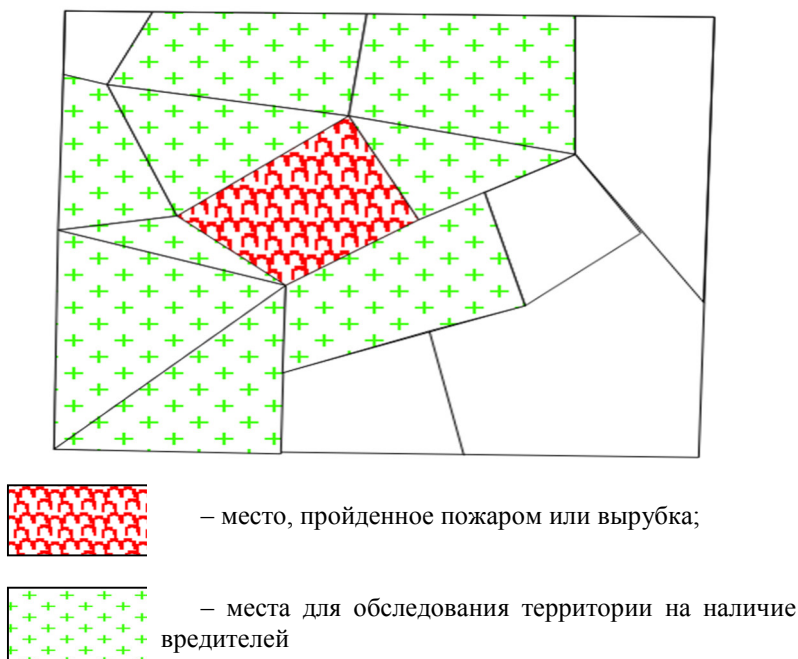
так сильно, т. е. жизнеспособность в нем ещё присутствует, то заселение вредителями достаточно велико.

Доказательство того, что насекомые могут заселять такие деревья, позволяет сделать некоторые заключения и дает толчок для принятия решений. Суть метода заключается в следующем:

- провести анализ ЛПО прошлых лет на участках вокруг мест вырубок, горельников или гарей;
- провести обследование вокруг территории вырубок, горельников или гарей.

Все проведенные обследования позволят определить возможную заселенность вредителями на вырубке, гари или горельнике. При использовании данного метода также стоит учитывать направление ветра, так как большинство стволовых вредителей умеют летать, например короед типограф (*Ips tyrographus*). Также стоит учитывать, что пожар не имеет строгой формы распространения. Он может быть разной формы и площади. Вырубка же имеет строгие границы.

Приведенная ниже план-схема наглядно показывает, как работает данный метод.



Закладка пробных площадей вокруг очага пожара или вырубки дает возможность более подробно изучить местность на наличие, численность и видовое разнообразие ксилофилов. Также в будущем позволит выяснить, как они понимают, куда им стоит направляться. Другими словами, данный метод позволит узнать, есть ли у ксилофилов триггер на понимание изменения лесного биогеоценоза после пожара либо вырубки.

Таким образом, данный метод позволит прогнозировать заселенность вредителей на территории и принимать решения для дальнейших действий. Использование данного метода может решить регулирование численности популяции ксилофильных вредителей.

Список источников

1. Защита леса от вредителей и болезней: справочник / А. Д. Маслов, Н. М. Ведерников, Г. И. Андреева и др. М.: Агропромиздат, 1988. 414 с.
2. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации / С. С. Ижевский, Н. Б. Никитский, О. Г. Волков и др. Тула: Гриф и К, 2005. 220 с.
3. Методы мониторинга вредителей и болезней леса; под общ. ред. В. К. Тузова. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
4. Лесная энтомология: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский и др.; под ред. Е. Г. Мозолевской. М.: Академия, 2010. 416 с.

УДК 632.7

Охотников М. В.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЛЕСНОЙ КАРАНТИН В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

***Аннотация.** Карантин растений, как правовой режим, который предусматривает систему мер по охране растений, устанавливается, согласно федеральному закону «О карантине растений», специально уполномоченным государственным органом Российской Федерации по обеспечению карантина растений.*

***Ключевые слова:** лесной карантин, экспорт, карантинный фитосанитарный режим*

Карантин растений – правовой режим, предусматривающий систему мер по охране растений и территории Российской Федерации от проникновения на нее и распространения по ней карантинных объектов, предотвращение ущерба от распространения карантинных объектов [1].

Часть службы карантина растений, решающей задачи, относящиеся к сфере лесного комплекса, представляет собой лесной карантин. Главной задачей лесного карантина является обеспечение контроля над экспортной древесиной в местах заготовки и отгрузки леса, а также усиление охраны территории от заноса и распространения опасных видов вредителей и болезней леса [2].

В Республике Коми лесной сектор является одним из ведущих комплексов экономической деятельности. Он представлен лесозаготовительными и крупными лесоперерабатывающими производствами [3]. Большие объемы лесопроductии отправляются на экспорт в Китай, Азербайджан, Киргизию, Узбекистан и другие страны.

На территории Республики Коми введен карантинный фитосанитарный режим по 3 видам усачей рода *Monochamus* (малый черный еловый усач, большой черный еловый усач и черный сосновый усач), установленный приказами управления Россельхознадзора по Республике Коми, в соответствии с которыми и на основании п. 1 ст. 21 Федерального закона от 21.07.2014 № 206-ФЗ «О карантине растений», вывоз из карантинной фитосанитарной зоны подкарантинной продукции, для которой характерны заражение и (или) засорение карантинным объектом, в связи с выявлением которого введен карантинный фитосанитарный режим, осуществляется на основании карантинного сертификата.

В соответствии с Решением Комиссии Таможенного союза от 18.06.2010 № 318 [4] лесоматериалы и пиломатериалы относятся к подкарантинным товарам с высоким фитосанитарным риском, для ввоза которых требуется фитосанитарный сертификат, удостоверяющий, что подкарантинная продукция соответствует фитосанитарным требованиям страны-импортера.

С территории Республики Коми на экспорт за 2021 год отгружено 1501,921 тыс. м³ лесопроductии (рис. 1), что на 5,5% превышает показатель 2020 года, в том числе деловой древесины 6,067 тыс. м³, пиломатериалов 1492,678 тыс. м³, прочих лесоматериалов 3,176 тыс. м³. В 2021 году выдано 25636 фитосанитарных сертификатов.

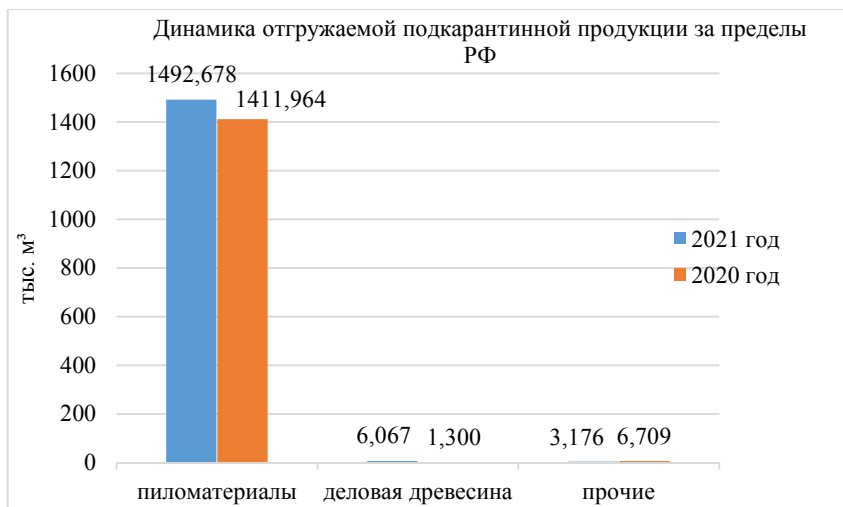


Рис. 1. Динамика отгружаемой подкарантинной продукции с Республики Коми за пределы РФ

Отгружено из республики в другие регионы РФ 409,488 тыс. м³ деловой древесины и пиломатериалов (рис. 2), что на 27,6 % меньше этого же периода в 2020 году. За 2021 год выдано 7362 карантинных сертификата.

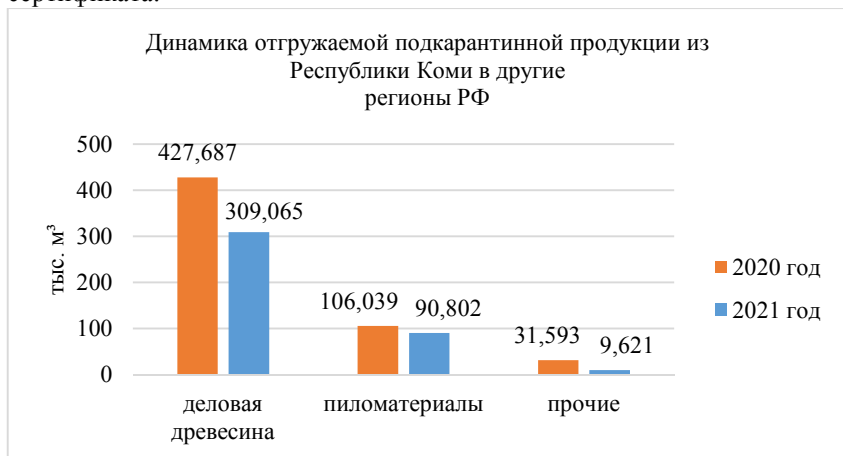


Рис. 2. Динамика отгружаемой подкарантинной продукции из Республики Коми в другие регионы РФ

Таким образом, при фитосанитарном контроле лесопродукции за 2020 и 2021 гг. мы наблюдаем следующую динамику:

1. значительно уменьшилась отгрузка деловой древесины, пиломатериалов и др. подкарантинной продукции в другие регионы РФ;
2. увеличился экспорт обработанной древесины за пределы РФ, так как в Республике Коми крупным лесозаготовителям целесообразнее отгружать лесопродукцию в другие страны, а не по территории РФ.

Список источников

1. Федеральный закон от 21.07.2014 № 206-ФЗ «О карантине растений»: [принят Государственной Думой 2 июля 2014 г.] // СПС «Консультант-Плюс».
2. Ахматович Н. А., Добровольский А. А. Лесной карантин: учебное пособие для магистров по направлению подготовки 35.04.01 «Лесное дело». СПб.: СПбГЛТУ, 2016. 32 с.
3. Носков В. А. Прогнозная оценка доходов от использования лесов в Республике Коми // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2008. № 3 (3). С. 46.
4. Решение Комиссии Таможенного союза от 18.06.2010 № 318 (ред. от 14.09.2021) «Об обеспечении карантина растений в Евразийском экономическом союзе» // СПС «Консультант-Плюс».

УДК 630.9

Попова А. В., Костин М. А., Черных Л. В., Черных Д. В.
Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСОБО ЗАЩИТНЫХ УЧАСТКАХ ЛЕСОВ

Аннотация. Приводится анализ функционального назначения признаков и нормативов выделения особо защитных участков лесов (ОЗУЛ). Показано влияние величины ОЗУЛ на снижение объемов заготовки древесины при рубке спелых и перестойных насаждений. Для эффективной организации лесного хозяйства с учетом целевого назначения предлагается разработать правила «наставления» по сохранению лесов по каждому виду ОЗУЛ.

Ключевые слова: особо защитные участки лесов, экология, режим пользования.

Одним из главных принципов лесного законодательства РФ в настоящее время является «сохранение средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого человека на благоприятную окружающую среду». Соблюдение этого принципа в нашей стране базируется на признаках и нормативах выделения защитных лесов и особо защитных участков лесов (ОЗУЛ) с ограничениями в них хозяйственной деятельности [1, 2, 3].

Назначению ОЗУЛ придается большое значение в связи с ростом спроса на экосистемные и социальные услуги лесов, а также с природоохранной направленностью, в том числе и на сохранение биоразнообразия в лесах. Важным является то, что на таких участках проведение лесохозяйственных мероприятий запрещено, кроме санитарных рубок, а это со временем приводит к снижению выполнения целевых функций такими лесами, что подтверждается материалами в публикации И. Ю. Харлова [4]. В настоящее время проектирование эксплуатационных, защитных, резервных лесов и ОЗУЛ, а также принятие решений об установлении и изменении границ земель, на которых располагаются такие леса относится к полномочиям органов государственной власти Российской Федерации в области лесных отношений.

Для подготовки проекта приказа Рослесхоза об утверждении ОЗУЛ по лесничеству используются материалы лесоустройства или специальных обследований. На основе таких материалов готовится проектная документация ОЗУЛ по объекту лесоустройства. Далее Комиссия ФАЛХ по рассмотрению материалов по отнесению лесов к защитным лесам, выделению ОЗУЛ рассматривает проектные документы на соответствие законодательству РФ и выносит решение об утверждении заключения. На основании положительного заключения издается приказ Рослесхоза «Об установлении границ «объекта лесоустройства», об отнесении лесов к защитным лесам, эксплуатационным лесам и установлении их границ, о выделении особо защитных участков лесов и установлении их границ». Согласно Лесного Кодекса (ч. 2 ст. 119 ЛК РФ и лесоустроительной инструкции выделено 31 наименование видов особо защитных участков лесов. Разнонаправленность функционального назначения ОЗУЛ требует и различных лесохозяйственных мероприятий, которые лесным законодательством запрещено: «проведение сплошных рубок лесных насаждений, за исключением случаев, предусмотренных частью 5.1 статьи 21 Лесного Кодекса, и случаев, если выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохраные, санитарно-

гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции, на лесные насаждения, обеспечивающие сохранение целевого назначения защитных лесов и выполняемых ими полезных функций». Но проведение выборочных рубок в ОЗУЛ «допускается только в целях вырубki погибших и поврежденных лесных насаждений». Фактически, из хозяйственной деятельности такие лесные участки исключаются.

Рассмотрим пример влияния площади и запасов спелых и перестойных древостоев ОЗУЛ на использование лесов при заготовке древесины в Кокшайском лесничестве Республики Марий Эл. На территории лесничества выделены 7 видов ОЗУЛ (берегозащитные, почвозащитные участки лесов; заповедные лесные участки; медоносные участки леса; особо-охраняемые части государственных природных заказников и других особо охраняемых природных территорий; плюсовые насаждения; участки леса вокруг глухариних токов; участки леса вокруг сельских населенных пунктов и садовых товариществ).

Общая площадь лесов лесничества составляет 131,2 тыс. га и из них 64,7 тыс га – это защитные леса. Общий запас спелых и перестойных древостоев составляет 5,9 млн м³, а с учетом разрешенного проведения выборочных рубок в защитных лесах общий объем древесины равен 4,56 млн м³. Расчеты по определению ежегодных объемов изъятия древесины при рубке спелых и перестойных насаждений в Кокшайском лесничестве РМЭ с учетом наличия ОЗУ, как в эксплуатационных лесах, так и в защитных показывают, что из 4,56 млн. м³ спелых и перестойных насаждений можно использовать только 3,76 млн. м³. В том числе разрешенный объем использования спелых и перестойных насаждений в защитных лесах составляет 2,22 млн. м³ и эксплуатационных лесах – 1,54 млн. м³. Таким образом, 17,2% запасов спелых и перестойных насаждений в лесничестве выбывает из пользования.

Также необходимо отметить, что в современных нормативно правовых документах приводятся наименования, признаки и критерии выделения ОЗУЛ, но нет обоснования критериев назначения таких участков. Кроме того, по видам ОЗУЛ отсутствуют правила установления режима ведения лесного хозяйства по заявленным экологическим функциям. Так, согласно п. 7 правил ухода за лесами на особо защитных участках лесов можно проводить уход за лесами. При этом сказано, что рубки ухода «направлены на сохранение и восстановление средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и полезных функций лесов». Направления рубок ухода определены, а лесоводственные и технологические требования для достижения целевых показателей для конкретного ОЗУЛ отсутствуют.

Все вышесказанное позволяет сделать следующие выводы.

Нормативно правовые документы, отражающие признаки, критерий и функциональное назначение ОЗУЛ должны быть дифференцированы по однозначным и обоснованным параметрам.

Для эффективной организации лесного хозяйства с учетом целевого назначения необходимо разработать правила по сохранению лесов по каждому виду особо защитных участков.

Список источников

1. Дерюгин А. А., Шалимова Е. М., Брунова З. С. Состояние выделения и учета особо защитных участков леса // Проблемы и перспективы совершенствования лесоводственных мероприятий в защитных лесах. Международная научно-практическая конференция. 2014. С. 46-49.
2. Сухих В. И., Черных В. Л. Лесоустройство. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. 399 с.
3. Шалимова Е. М., Брунова З. С. Системы особо защитных участков лесов в равнинных лесных районах европейской части Российской Федерации // Лесохозяйственная информация. 2014. №3. С. 63-74.
4. Харлов И. Ю. Целевое назначение лесов как основа лесного хозяйства // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 2 (338). С. 18-29.

УДК 630*625

Потапов А. А., Потапова И. С.

Научный руководитель: Конюхова Т. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ АДМИНИСТРАТИВНОЙ ПРАКТИКИ ПО НАРУШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСНОГО ФОНДА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** В статье представлено статистическое исследование нарушений пожарной безопасности в лесах в рамках административной практики, ведущейся на территории Самарской области.*

***Ключевые слова:** административная ответственность, пожарная безопасность, штраф, лесное законодательство*

В рамках исследования противопожарного обустройства лесов на территории лесного фонда Самарской области было проведено стати-

стическое исследование административной практики за 5 лет в части нарушения пожарной безопасности в лесах.

Статьей 8.32 Административного кодекса Российской Федерации [1] предусмотрена ответственность за нарушения правил пожарной безопасности в лесах.

В Самарской области за ревизионный период составлено 33 протокола об административном правонарушении в части 1 ст. 8.32 (нарушение правил пожарной безопасности в лесах – влечёт предупреждение или наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи пятисот до трех тысяч рублей; на должностных лиц – от десяти тысяч до двадцати тысяч рублей; на юридических лиц – от пятидесяти тысяч до двухсот тысяч рублей) и 547 протоколов об административном правонарушении в части 3 ст. 8.32 (Нарушение правил пожарной безопасности в лесах в условиях особого противопожарного режима, режима чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров. Влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от четырех тысяч до пяти тысяч рублей; на должностных лиц – от двадцати тысяч до сорока тысяч рублей; на юридических лиц – от трехсот тысяч до пятисот тысяч рублей).

Сводные представлены в таблицах (таблица 1 и таблица 2).

Таблица 1. Составление протоколов по части 1 статьи 8.32

Год	Вид лесонарушения			
	Костёр, шт.	Противопожарное обустройство, шт.	Нарушения при лесозаготовке, шт.	Всего, шт.
2017	1	0	1	2
2018	2	7	1	9
2019	2	2	14	19
2020	2	0	2	4
2021	1	0	0	1
Итого	8	9	17	33

Анализируя материалы таблицы 1, можно отметить, что за исследуемый период основным видом нарушения лесного законодательства в рамках части 1 ст. 8.32 в сфере пожарной безопасности в лесах происходят при проведении лесозаготовок. Это неочистка лесосек от порубочных остатков, неправильное или не в установленное срок их сжигание. Такие нарушения составляют 51%.

Не полностью проведённое противопожарное обустройство арендованных лесных участков согласно проекту освоения лесов составляет 27% из всех обнаруженных и оформленных нарушений.

На нарушения граждан при отдыхе в лесу (разведение костра) приходится 24% из всех нарушений.

По части 1 статьи 8.32 Административного Кодекса Российской Федерации выписано административных постановлений на сумму штрафа 275 750 рублей:

– 65 тыс. руб. на юридических и должностных лиц, осуществляющих рекреационную деятельность и деятельность в сфере охотничьего хозяйства по договорам аренды лесных участков,

– 150 тыс. руб. – на юридическое лицо, осуществляющее лесозаготовку на основании договора купли-продажи лесных насаждений, заключённых на основании аукциона,

– 60 тыс. руб. – на физических лиц

Ущерб лесному фонду причинён не был.

Анализ таблицы 2 показал, что за исследуемый период основным видом нарушения лесного законодательства в рамках части 3 ст. 8.32 КоАП РФ в сфере пожарной безопасности в лесах в условиях действия особого противопожарного периода распределены в процентном соотношении следующим образом: разведение костра – 33%; при лесозаготовительных и лесосечных работах – 21%; въезд в лес на автотранспорте – 20%; пребывание граждан в лесах – 10%; не проведённое противопожарное обустройство арендованных участков – 9%; оставление бытового мусора в лесу (административное производство объединено со статьей 8.31 КоАП) – 7%.

Таблица 2. Составление протоколов по части 3 статьи 8.32

Год	Вид лесонарушения						
	Костёр, шт.	Мусор, шт.	Въезд в лес, шт.	Пребывание граждан в лесах, шт.	Противопожарное обустройство. Арендаторы, шт.	Нарушения при лесозаготовке, шт.	Всего, шт.
2017	29				7	29	65
2018		9			29	20	58
2019	26	16			7	27	76
2020	75	9	56	55	5	16	216
2021	51	11	40		4	26	132
Итого	181	45	96	55	52	118	547

По части 3 статьи 8.32 Административного Кодекса Российской Федерации выписано административных постановлений на сумму штрафа 8848000 рублей:

– 7184500 тыс. руб. на юридических и должностных лиц, осуществляющих заготовку древесины, рекреационную деятельность, эксплуатацию линейных объектов и деятельность в сфере охотничьего хозяйства по договорам аренды лесных участков,

– 1663500 тыс. руб. – на физических лиц

Ущерб лесному фонду причинён не был.

По результатам исследования был сделан вывод, что на территории Самарской области с 2017 года по 2021 годы выросло число правонарушений, связанных с пожарной безопасностью в лесах. Уполномоченным органам необходимо увеличить проведение профилактических противопожарных мероприятий, усилить контроль за лицами, использующими леса, как для заготовки древесины, так и для других целей. Вести работу с арендаторами лесных участков по противопожарному обустройству участков.

Список источников

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: официальный документ: от 30.12.2001 № 195-ФЗ: ред. от 25.03.2022

УДК 630*182.53(470.343)

Потапова И. С., Потапов А. А.

Научный руководитель: Конюхова Т. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ДОРОЖНО-ТРОПИЧЕСКУЮ СЕТЬ КРАСНОЯРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** Проведены исследования состояния дорожно-тропической сети Красноярского лесничества Самарской области в местах массового отдыха граждан, с целью определения влияния рекреационной деятельности на почвенный покров.*

***Ключевые слова:** рекреация, дорожно-тропическая сеть, трансектный метод, древостой, вытоптанность*

В 2020 году в рамках проведения лесоводственно-рекреационной оценки массовых мест отдыха граждан в Красноярском лесничестве Самарской области при различных видах рекреационной деятельности

были определены отношения площади, вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова к общей площади участка через отношение протяженности вытоптанной до грунта поверхности к общей длине ходовых линий. Измерения проводились трансектным методом, основанным на измерении протяженности вытоптанной до минерального горизонта поверхности почвы на ходовых линиях, равномерно охватывающих обследуемый участок [2].

В ходе проведения исследований по материалам лесоустройства были подобраны лесные участки, имеющие схожие характеристики, для возможного сравнения различных участков. На исследуемых участках расположены различные объекты рекреационной деятельности: базы отдыха, детско-оздоровительный лагерь, места массового свободного и спортивно-оздоровительного отдыха граждан, а также участок без ведения на нём рекреационной деятельности для закладки эталонных площадей [1].

Подбор участков основывался на их лесохозяйственной и таксационной схожести. Все участки имеют один тип лесорастительных условий СРТР ВЗ, состав древостоя – это чистые сосновые насаждения 5-6 классов возраста, с полнотой 0,6 – 0,7.

Далее, были произведены промеры всей дорожно-тропической сети, а затем вычислены процентные соотношения вытоптанной части ко всей территории пробных площадей.

Таблица 1. Анализ дорожно-тропической сети пробных площадей

№ пробной площади Местоположение (квартал /выдел)	S пробной площади, га	S дорожно- тропической сети, га	Доля вытоптанной площади от пло- щади пробы в %
1 (62/25), П	0,6	0,1	16
2 (62/25), П	0,9	0,128	14
3 (77/16), К	0,4	0,031	18
4 (77/16), П	0,7	0,11	16
5 (77/38), К	0,3	0,023	8
6 (77/38), СМ	0,5	0,086	17
7 (79/7), К	0,35	0,021	6
8 (77/17), К	0,29	0,009	3
9 (77/17), СМ	0,4	0,075	19
10 (52/9), Отс.	0,5	0	0
11 (52/9), Отс.	0,55	0	0

Примечание. Виды рекреации: К – кемпинговая, П – повседневная, СМ – спортивно-массовая, Отс. – отсутствует

Проведено ранжирование вытоптанной территории (Таблица 2) по категориям: I – слабо измененная поверхность (видовой состав напочвенного покрова характерен для неизменных рекреаций участков,

его обилие снижено на 10-20%; подстилка уплотнена и частично нарушена, ее мощность снижена на 10-30%); II – средне измененная поверхность (слабо выраженные тропы и участки с сильно – на 40% и более вытоптаным напочвенным покровом с преобладанием почвенно-корневых видов растений, устойчивых к вытаптыванию и уплотнению почвы; лесная подстилка сильно уплотнена, ее мощность снижена на 40% и более); III – сильно измененная поверхность (тропы и участки с полностью вытоптаным напочвенным покровом и подстилкой); IV – кострища; V – участки, захлащенные мусором[2].

Таблица 2. Распределение вытоптанной территории по категориям

№ п/п	I, %	II, %	III, %	IV, %	V, %
1	30	45	15	6	4
2	40	36	13	5	6
3	65	35	0	0	0
4	37	39	14	6	4
5	70	30	0	0	0
6	35	44	17	4	0
7	65	30	5	0	0
8	81	19	0	0	0
9	31	46	17	5	2
10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-

При проведении анализа распределения дорожно-тропической сети по категориям вытоптанности, были установлены следующие закономерности:

1. на пробных площадях, где воздействие рекреации отсутствует, повреждение напочвенного покрова не наблюдается. Дорожно-тропическая сеть отсутствует в связи с тем, что рядом не проходит лесных дорог и квартальных просек.

2. на пробных площадях, где ведутся свободная и спортивно-массовая рекреации, в процентном соотношении площади поделены одинаково (в пределах 30-45% на I и II категории вытоптанности. На III категорию приходится 13-20% всей площади дорожно-тропической сети, при этом данная категория более свойственна спортивно-массовому отдыху.

3. доля IV категории на таких пробных площадях составила 5-6%, а от 2 до 5% пришлось на V категорию.

4. на пробных площадях с кемпинговой рекреаций преобладают I и II категории вытоптанности, с преобладанием I категории.

Вывод: установлено, что при ведении организованной рекреационной деятельности, её негативное влияние минимизировано, в то время, как при свободной – ущерб для напочвенного покрова увеличен. Установлено, что в условиях защитных лесов более рационально вести рекреационное лесопользование организовано.

Список источников

1. ОСТ 56-69-93 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки».
2. ОСТ 59-100-95. Стандарты отрасли. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы. Введ.09.01.95. М.: изд-во стандартов,1995. 12 с.

УДК 631.147

Пушкарев П. Е.

Научный руководитель: Бажин О. Н., канд. с.-х. наук доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье представлены инновационные технологии по улучшению состояния экологии во время производственной деятельности.

Ключевые слова: экология, производство, переработка, внедрение инноваций

В современном мире проблема сохранения окружающей среды обострилась очень остро. Ущерб, наносимый природе во время пользования её богатствами, настолько огромен, что, если его не ослабить, человечество ждёт огромная катастрофа. В настоящее время изучается и применяется множество разнообразных технологий по улучшению состояния экологии во время производственной деятельности, но глобальных изменений в нужном направлении по большей степени не наблюдается. Поэтому нашей главной обязанностью перед будущим всего человечества является сохранение благ нашей природы во всех их красотах. Для этого, прежде всего, необходимо разрабатывать и внедрять новые и более эффективные методы ведения производства.

Одной из самых простых моделей сохранения экологии, по моему мнению, является использование ресурсов неоднократно.

Во время проведения лесосечных работ, после того как вырубилось необходимое количество деревьев, производится обрезка сучьев и раскряжёвка, остаётся огромное количество древесных отходов. Эти отходы собираются в кучи и сжигаются или же собираются в кучи и оставляются на перегнивание.

Предлагается после вырубки участков собирать отходы и отправлять их на заводы по переработке древесных отходов и производить из них те изделия, на производство которых они могут применяться.

По такой же системе отправлять на заводы по переработке отходы с деревообрабатывающих заводов.

Это позволит за меньшее использование ресурсов произвести больше продукта.

Также одной из самых необходимых введений для производства, основанного на сохранении экологии, является применение на заводах альтернативных источников энергии.

Такие альтернативные источники энергии, как энергия солнечного света и ветра используются для энергоснабжения и нагрева воды, геотермальное тепло земли – для отопления и кондиционирования зданий. Преобразование солнечной энергии в электрическую происходит при помощи фотоэлектрических пластин из кремния – самого распространенного элемента на планете. Солнечные батареи на основе кремниевых пластин имеют продолжительный ресурс жизни – более 25 лет и, в зависимости от технологии производства, сохраняют до 80% своей эффективности в течение всего ресурса. Количество энергии, получаемой от солнечных батарей, различается и напрямую зависит от месторасположения и солнечной активности в различные сезоны года. Эффективность преобразования энергии у солнечных батарей достигает 20% и зависит от технологии их производства и чистоты кремния. Технология стремительно развивается и показатель эффективности постоянно растет.

Эксплуатация ветроустановок (ветрогенераторов) для получения электричества целесообразна в районах с высоким значением средней скорости ветра или в периоды низкой солнечной активности. Эффективность преобразования энергии ветра не уступает эффективности геотермоустановок, но зависит от точки расположения объекта и корректно рассчитанного потенциала местности.

Широко используется для отопления зданий и геотермальное тепло земли. Тепловые насосы позволяют получать тепло окружающей среды: земли, воды или воздуха. В зимний период геотермальное тепло исполь-

зуется для отопления зданий, а в летние месяцы позволяет эффективно отводить тепло, производя кондиционирование.

Эффективность использования тех или иных альтернативных источников энергии напрямую зависит от региона, в котором необходима установка. Качественный мониторинг энергопотенциала позволяет определять наиболее подходящую технологию и рассчитывать ее окупаемость на годы вперед, а также исключает ошибки, связанные с региональными особенностями.

Конечно, первоначальную цену энергонезависимого дома с экологически чистыми, возобновляемыми источниками энергоснабжения сегодня нельзя назвать низкой, но по истечении двух – пяти лет эксплуатации альтернативные источники энергии полностью окупают свою стоимость и приносят ощутимую финансовую выгоду в течение многих лет. Не стоит забывать об экологичности альтернативных технологий добычи энергии. Солнечные, ветровые и гелиоустановки не производят вредных выбросов в атмосферу, не загрязняют воду и безопасны для человека.

Для того чтобы применяемые нововведения в производство приносили плоды, за ними необходим тотальный контроль. В наши дни воздействовать на людей что-либо исполнять можно только с помощью законодательства. Поэтому для того чтобы внедрить экологические инновации в производство, нужно «слегка ужесточить» законодательство.

Внедрив всё вышеописанное в производство, мы сможем сохранить все красоты нашей экологии для будущих поколений!

УДК 630.52

Федоров А. А., Черных Л. В.

Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СРЕДНИЙ ДИАМЕТР ДРЕВОСТОЯ ЭЛЕМЕНТА ЛЕСА КАК КРИТЕРИЙ НАЗНАЧЕНИЯ ЛЕСНОГО НАСАЖДЕНИЯ В РУБКУ

***Аннотация.** Описан подход назначения древостоев в рубку по значениям среднего диаметра.*

***Ключевые слова:** класс бонитета, средний диаметр, возраст, стоимость, товарная структура*

Введение. В настоящее время вопросы, связанные с реализацией модели интенсивного использования и воспроизводства лесов, набирают

популярность. Переход на интенсивную модель ведения лесного хозяйства приводит к необходимости изменения подхода исчисления расчетной лесосеки, а также возрастов рубок. Например, в текущих нормативных экономических условиях предприятия, осуществляющих заготовку древесины и использующих определенные сортименты (например, балансы), оказываются в невыгодном положении, так как норматив возраста рубки нацелен на получение пиловочника. Эти обстоятельства приводят к сложной системе диверсификации лесопромышленных производств. Иначе говоря, производитель должен перерабатывать 100% заготовленной древесины, а по факту перерабатывает лишь часть. Это подтверждают данные Рослесхоза за 2021 год. Относительная величина освоения расчетной лесосеки по России составляет 30,9% или 224 млн м³. На практике для успешной реализации бизнеса целлюлозно-бумажным производствам приходится перерабатывать пиловочник I-III сорта, а деревообрабатывающим-лесопильным производствам тонкомеры и балансы. С целью исключения таких обстоятельств, увеличения поступлений доходов в бюджет РФ необходимо внедрить альтернативный подход к назначению в рубку лесных насаждений по значениям среднего диаметра древостоя элемента леса.

Цель работы направлена на определение количественных и экономических показателей для сосновых насаждений при назначении их в рубку по значениям средних диаметров.

Объектом исследования являются древостои сосны второго класса бонитета.

Предметом исследования является выявление зависимости количественной спелости и экономических показателей от значений среднего диаметра древостоев сосны.

Экспериментальный материал представляет собой результаты вычислительного эксперимента по оценке товарной структуры и стоимости древесины при различных средних значениях диаметров древостоев сосны второго класса бонитета с полнотой равной 0,7 ед.

Интерпретация результатов. Исходными данными для определения диаметра и возраста рубки отличной от нормативного послужили таблицы хода роста древостоев сосны второго класса бонитета.

За основу определения норматива назначения в рубку древостоя принято значение возраста количественной спелости, при котором обеспечивается получение максимума общего запаса древесины с единицы площади в единицу времени. В этом случае древостой имеет максимальный общий средний прирост по запасу.

Таблица 1. Средние значения диаметров древостоев сосны по классам бонитетов в зависимости от возраста

Класс бонитета	Средний диаметр древостоев сосны, см					
	возраст, лет					
	50	60	70	80	90	100
1б	26,4	31	35	38,5	41,8	44,7
1а	23,1	27	30,7	33,9	36,9	39,6
1	19,8	23,2	26,6	29,5	32,2	34,6
2*	16,6	19,8	21,0	25,3	27,7	29,9
3	13,7	16,5	18,9	21,3	23,4	25,3
4	11	13,2	15,6	17,5	19,3	21
5		8,6	12,3	13,9	15,4	16,7
5а			9,1	10,4	11,5	12,6
5б			6,4	7,3	8,1	8,8

* – оценка товарной структуры запаса древостоев сосны

Вычисленные значения приростов запасов по возрастам древостоя наносятся на график и выравниваются с шагом в 1 год. Точка пересечения линий текущего среднепериодического и общего среднего приростов, где их величины достигают своего максимума и определяют средний диаметр древостоя элемента леса (табл. 1) [1, 3].

Из таблицы 1 видно, что средний диаметр в эксплуатационных лесах в древостоях сосны при возрасте рубки 80-100 лет составляет 25,3 см и более, а при количественной спелости в 60 лет средний диаметр древостоя равен 19,8 см.

Таблица 2. Оценка товарной структуры и стоимости запаса древесины древостоев сосны второго класса бонитета, разного возраста при полноте 0,7

Возраст, лет	Общий запас в коре, м³	Деловая древесина, м³				Стоимость древесины, руб.	
		крупная	средняя	мелкая	всего	таксовая	рыночная
60	224	13,3	116,2	60,9	190,4	10412,7	1012265
80	280	50,1	142,8	45,1	238,0	16423,4	1290762
100	322	147,9	106,7	19,2	273,7	20345,0	1512840
Средний абсолютный прирост показателя							
60	3,73	0,22	1,94	1,01	3,17	174	16871
80	3,5	0,63	1,79	0,56	2,98	205	16135
100	3,22	1,48	1,07	0,19	2,74	203	15128
Общий относительный прирост показателя, %							
60	100	100	100	100	100	100	100
80	125	377,2	122,9	74,1	125	157,7	127,5
100	143,8	1113,	91,8	31,5	143,8	195,4	149,5

Нами выполнены расчеты по оценке товарной структуры и стоимости запаса древесины сосны второго класса бонитета, разного возраста при относительной полноте 0,7. Оказалось, что при принятии среднего диаметра за показатель назначения в рубку древостоев, например, по среднему диаметру 20 см и по действующим нормативам, когда в возрасте 80 лет средний диаметр древостоев сосны достигает 25,3 см продуктивность падает по общему запасу на 56 м³, а рыночной стоимости круглых лесоматериалов снижается на 278,5 тыс. руб.

Выводы. При переходе на интенсивную модель ведения лесного хозяйства и лесопользования главным фактором, определяющим возраст рубки, становится диаметр древостоя элемента леса.

При обосновании нормативов назначения в рубку лесного насаждения по среднему диаметру древостоя элемента леса требуется экономическая оценка товарной структуры запаса древостоев.

Список источников

1. Приказ Рослесхоза от 09.04.2015 N 105 (ред. от 02.07.2015) «Об установлении возрастов рубок».
2. Загреев В. В., Сухих В. И., Швиденко А. З., Гусев Н. Н., Мошкалев А. Г. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 495 с.
3. Черных В. Л., Сысуев В. В. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. 378 с.
4. Черных В. Л., Верхунов П. М. и др. Методика установления возрастов рубок: учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 39 с.

УДК 630.231

Фомин А. С., Кудрявцев Е. К.

Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В СОСНЯКАХ СФАГНОВЫХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Приводится подход к выявлению основных факторов, влияющих на лесовосстановление по алгоритму *Random forest* в сфагновых сосняках республики Марий Эл.

Ключевые слова: лесовосстановление, сфагновые сосняки, подрост, регрессия, классификация, *Random forest*

Введение. Вопросу естественного лесовосстановления в сфагновых сосняках посвящены исследования: В. Г. Рубцова, А. П. Шиманюка, А. А. Кощеева, П. Н. Львова, Н. Н. Соколова, Ю. П. Демакова и других исследователей [1]. Продуктивность и процессы лесовосстановления в заболоченных древостоях находятся в прямой зависимости от неблагоприятных лесорастительных условий, складывающихся в сфагновой группе типов леса. Большое влияние на произрастание древесной растительности в таких условиях оказывают уровень грунтовых вод, аэрация почвы, ее агрохимические и физические свойства, а таксационная характеристика подроста под пологом древостоев отражает динамику лесовосстановительного процесса. Для обоснованного выбора способа лесовосстановления необходимы знания о характеристике подроста о процессах возобновления в конкретной группе типов леса в соответствии с Правилами лесовосстановления [1]. Все это подтверждает актуальность рассматриваемой темы.

Цель работы направлена на выявление особенностей естественного лесовосстановительного процесса в сфагновых сосняках.

Объектом исследования являются сфагновые сосняки Республики Марий Эл.

Предметом исследования являются процессы и факторы, влияющие на естественное возобновление сосны сфагновых типов леса.

Экспериментальный материал представлен в виде пробных площадей в количестве 23 шт. Работа по закладке пробных площадей и выборке учетных и модельных деревьев в сосняках сфагновых производилась в соответствии с ОСТ 56-69-83 на пробные площади лесостроительные и по методике А. В. Побединского (1966) маршрутно-ключевым методом.

Интерпретация результатов. Наши материалы показывают, что успешность возобновления в сосняках сфагновых можно оценить по густоте и высоте подроста. Например, подрост сосны в сосняках сфагновых растет очень медленно. В начальный период жизни (до 3-х лет) ежегодный прирост составляет 1-3 см, затем медленно увеличивается. Наибольший прирост в высоту у соснового подроста наблюдается под пологом сосняков осоково-сфагновых, далее по степени убывания прироста следуют сосняки пушицево-сфагновые и багульниково-сфагновые.

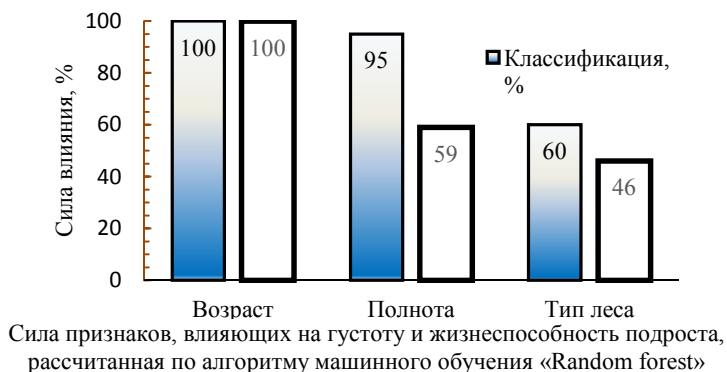
Отметим, что ход роста подроста сосны под пологом сосняков сфагновых по типам леса отличается незначительно. Наибольшей высоты подрост достигает в сосняках осоково-сфагновых. В сосняках багульниково-сфагновых и пушицево-сфагновых сосновый подрост (до 8 лет) растет практически одинаково, а затем увеличивает рост в сосняках пу-

щицево-сфагновых. Замедленный рост соснового подроста так же, как и прирост высоты, наблюдается под пологом в сосняках сфагновых, пройденных низовыми пожарами, а наилучший – на вырубках. Изменчивость высоты соснового подроста в сосняках сфагновых очень большая ($V = 56,2\%$), прироста высоты – большая ($V = 20,5\%$).

Естественное возобновление в сосняках сфагновых имеет свои особенности. Так, в сфагновых сосняках между возрастом материнского древостоя и количеством соснового подроста существует прямая слабая связь; между полнотой, густотой древостоя и количеством подроста – обратная слабая.

Для выявления основных факторов, влияющих на процессы лесовосстановления, был принят алгоритм машинного обучения «*Random forest*» [4]. При решении задачи классификации в качестве независимой величины выступает показатель густоты жизнеспособного подроста сосны, а факторами влияния на состояние и количество подроста приняты: тип леса, возраст древостоев, относительная полнота.

Результаты вычислительного эксперимента по алгоритму классификации «*Random forest*» показывают, что определяющим признаком, влияющим на наличие и густоту подроста в сфагновых сосняках является возраст древостоя, который принимает максимальную относительную величину 100%. Вторым признаком по значимости считается полнота древостоя (95%), а в меньшей степени влияние на процессы лесовосстановления оказывает тип леса, его вклад составил 71% (рисунок).



Наши расчеты показали, что приоритет (сила влияния) признаков по регрессионной модели согласуется с результатами классификации лесовосстановительного процесса.

Выводы. Таким образом, можно констатировать, что успешное лесовосстановление сфагновых сосняков является следствием их возрастной структуры и строения. Большое накопление подроста в высокополнотных древостоях связано с большим количеством стволов обсеменителей, а разновозрастная структура древостоя, создавая вертикальную сомкнутость, обеспечивает необходимые условия освещения.

Лесовосстановительный процесс, растянутый на десятилетия, в сосняках сфагновой группы типов леса протекает медленно, тем не менее приводит к восстановлению сосны вследствие отсутствия конкурирующих древесных пород.

Возраст и полнота древостоев сосны являются управляющими показателями при организации лесного хозяйства в сосняках сфагновых.

Список источников

1. Приказ Минприроды России от 29.12.2021 №1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления».
2. Боровиков, В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер, 2011. 656 с.
3. Верхунов П. М., Черных В. Л. Таксация леса, Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 306 с.
4. Демаков Ю. П. Сафин М. Г., Швецов С. М. Сосняки сфагновые Марийского Полесья: структура, рост и продуктивность: монография. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2012. 276 с.

УДК 630.521.3

Хведчук А. А.

Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ДИАМЕТРОВ СТВОЛОВ ЕЛИ НА ВЫСОТЕ 1,3 МЕТРА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ДИАМЕТРОВ ПНЕЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Аннотация. Приведены уравнения, характеризующие зависимости диаметров стволов деревьев ели на высоте 1,3 метра от диаметров и высот пней для условий Косинского лесничества Пермского края.

Ключевые слова: ель, диаметр пня, модель, корреляция

Актуальность темы. Отсутствие четко прописанной методики использования таблицы А. М. Межибовского [2] является основной проблемой применения таблиц перехода от диаметров на высоте пня к диаметрам на высоте груди. В частности, нет указаний на какой высоте следует измерять диаметр пня. В разных регионах России ученые, занимающиеся данным вопросом, выявляют отклонения реальных значений диаметров стволов от расчетных. На практике измерения производят на различных высотах комлевой части ствола. При исследовании всегда решались задачи по выявлению высоты измерения диаметра нижней части древесного ствола, при которой наиболее близко соответствуют значения таблицы А. М. Межибовского и по выбору оптимального прогнозного уравнения регрессии.

Цель работы направлена на определение корреляции диаметров деревьев ели на высоте 1,3 метра с диаметрами и высотами пней для условий Косинского лесничества Пермского края.

Предметом исследования являются выявление закономерности соотношения диаметров деревьев ели на высоте 1,3 метра от диаметра пня и его высоты для условий Косинского лесничества Пермского края.

Экспериментальный материал представляет собой результаты измерений параметров модельных деревьев ели в количестве 176 шт.

В 2021 году в Косинском лесничестве, расположенном в северо-западной части Пермского края на территории Коми-Пермяцкого автономного округа, были проведены измерения параметров модельных деревьев ели в пределах Западно-Уральский таежного района. Пробные площади закладывались в ельниках брусничниках, зеленомошниках и кисличниках. Измерения диаметров стволов проводились на корневой шейке, высотах дерева 10, 20, 30 и 130 см.

Результаты и обсуждения. Исследование показало, что в условиях свежих простой и сложной сучори по мере увеличения диаметра ствола корневая система разрастается над поверхностью земли, что приводит к существенному увеличению диаметра древесного ствола в районе корневой шейки.

Статистические показатели параметров пней (табл. 1) при разных высотах по ели для условий Косинского лесничества Пермского края достоверны - $t_{\text{кр}} > 3$. В целом, точность оценки диаметров деревьев в абсолютных величинах высокая и составляет 1,8 % и менее. Необходимо обратить внимание на то, что изменчивость диаметров в нижней части древесного ствола ели в абсолютных величинах большая и принимает значение от 40,9 % до 44,0 % (табл. 1). Этот факт подтверждается многими публикациями, например в работе Воробьевой И. А. [1].

Таблица 1. Статистические показатели диаметров древесного ствола на различных высотах в ельниках Пермского края

Статистические показатели	Диаметры (см) древесного ствола на высоте				
	0 см	10 см	20 см	30 см	130 см
Среднее значение	28,7	23,9	22,2	20,5	18,2
Стандартная ошибка	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6
Стандартное отклонение	12,2	10,5	9,7	8,9	7,5
Дисперсия	148,1	110,8	93,8	79,3	55,6
Экссесс	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Асимметричность	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Минимум	8,5	7,0	7,0	6,5	6,3
Максимум	61,3	53,8	48,5	45,0	40,3
Число наблюдений, шт.	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0
Уровень надежности	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1
Изменчивость, %	42,4	44,0	43,6	43,4	40,9
Точность, ед	31,3	30,1	30,4	29,3	32,4

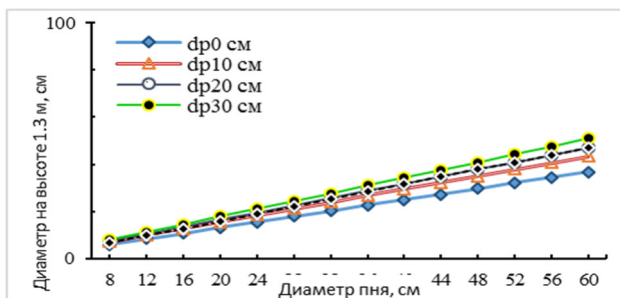
Нами разработаны четыре линейных уравнения связи для прогноза диаметров деревьев ели на высоте 1,3 при различных высотах пней (табл. 2).

Таблица 2. Модели для расчета диаметров деревьев ели на высоте 1,3 м в зависимости от диаметров пней и их высот

Высота пня, см	Параметры уравнения ($d_{1,3} = a_0 + a_1 \cdot d_p$)		Коэффициент детерминации, ед.
	a_0	a_1	
0	1,1838	0,5938	0,929
10	1,5440	0,6979	0,972
20	1,3070	0,7615	0,956
30	1,2564	0,8266	0,988

Анализ статистик показывает, что уравнения линейной регрессии имеют высокий коэффициент детерминации, свидетельствующие об адекватности моделей для расчета прогнозных значений диаметров деревьев ели на высоте 1,3 м.

Следует отметить, что сравнение зависимости диаметров стволов ели на высоте 1,3 метра от диаметров пней на разных высотах относительно корневой шейки с данными А. М. Межибовского показывает, что эти данные пригодны для использования на лесосеках, при измерении пней на высоте около 20 см (± 5 см) от расположения корневой шейки (рисунк).



Соотношение диаметров на высоте ствола 1,3 м и диаметров пней с учетом их высоты в ельниках Пермского края

Выводы. Разработанные нами модели для прогноза значений диаметров стволов ели на высоте 1,3 метра с учетом высоты пней повышают точность оценки: при высоте пней 30 см на 4,1%; при высоте пней 10 см на 10,7%; при высоте пней 20 см на 2,7%.

Используемые на производстве нормативы А. М. Межибовского [2] для прогноза значений диаметров стволов ели на высоте 1,3 метра по измерениям диаметров пней корректно и адекватно отражают существующие закономерности при высоте пней 20 см.

Список источников

1. Воробьева И. А. Методическое изучение взаимосвязи диаметра деревьев на высоте 1,3 метра с диаметром на высоте пня // Вестник современных исследований. 2017. № 1-1 (4). С. 66-69.
2. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В. В. Загребов, В. И. Сухих, А. З. Швиденко, Н. Н. Гусев, А. Г. Мошкалева. М.: Колос, 1992. 495 с.

УДК 630*911

Шмелева А. В.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВИДЫ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСАХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Общая тенденция современного развития лесного хозяйства – многоцелевое использование лесов.

Ключевые слова: защитные леса, виды использования лесов, лесистость, преобладающая порода

Все леса Самарской области, расположенные на землях лесного фонда и землях иных категорий, по целевому назначению относятся к защитным лесам [1].

По данным государственного лесного реестра по состоянию на 01.01.2021 года общая площадь лесов Самарской области составляет 767,9 тыс. га, в том числе покрытая лесом площадь 688,7 тыс. га. Лесистость Самарской области составляет 12,8%, что характеризует область как малолесную.

Общая площадь земель лесного фонда составляет 593,2 тыс. га (из них 87,28 тыс. га – в аренде), в том числе покрытая лесом площадь – 536,1 тыс. га.

Преобладающими породами в Самарской области являются: дуб – занимает 25% от покрытой лесом площади, сосна – 14%, липа – 19%, осина – 15%, береза – 10%, остальные породы (клен, ясень, вяз, тополь, кустарники) – 17%.

Господствующей породой в лесах Самарской области является дуб. Дубовые леса Самарской области сложены разнообразными сообществами. Среди них наиболее типичными являются дубравы бересклето-во-ландышева.

Все леса области по целевому назначению относятся к защитным лесам, которые подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов. Распределение лесов по категориям защитности представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение защитных лесов по категориям защитности

Категория защитности	Площадь, тыс. га	%
Леса, расположенные в водоохранных зонах	39,5	6,7
Защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации	15,2	2,6
Зеленые зоны	51,9	8,7
Лесопарковые зоны	57,5	9,7
Леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов	6,1	1,0

Окончание таблицы

Государственные защитные лесные полосы	2,5	0,4
Леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах	322,1	54,3
Леса, имеющие научное или историческое значение	30,7	5,2
Запретные полосы, расположенные вдоль водных объектов	50,8	8,6
Нерестовые полосы лесов	14,7	2,5
Иные	2,2	0,4
Всего	593,2	100,0

54,3% приходится на леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях и горах, 9,7% – лесопарковые зоны, 8,7% – зеленые зоны, 8,6% – запретные полосы, расположенные вдоль водных объектов, 6,7% – леса, расположенные в водоохранных зонах, 2,6% – защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации, 2,5% – нерестовые полосы лесов, 1% – леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов, 0,4% – государственные защитные лесные полосы и иные категории защитности. Проанализировав распределение лесов по категориям защитности, можно сделать вывод, что в Самарской области возникают проблемы в полноценном освоении земель, покрытых лесом. Данные категории требуют больших кадровых и экономических затрат, за счет чего ведение лесного хозяйства по области затруднено.

Из 16 видов использования лесов, определенных статьей 25 Лесного кодекса Российской Федерации, в Самарской области фактически в 2021 году осуществлялись только 12.

По состоянию на 01.01.2022 года согласно форме отчетности 9-ГЛР на территории земель лесного фонда на арендованных участках права пользования распределились следующим образом (таблица 2) [2].

Таблица 2. Виды использования защитных лесов

№ п/п	Виды использования	Площадь, га
1	Заготовка древесины	224,4
2	Заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений	878,0

Окончание таблицы

3	Осуществление видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства	84724,4
4	Ведение сельского хозяйства	157,7
5	Осуществление рекреационной деятельности	779,1
6	Выращивание лесных плодовых, ягодных, декоративных растений, лекарственных растений	2,5
7	Выполнение работ по геологическому изучению недр, разработка месторождений полезных ископаемых	122,3
8	Строительство и эксплуатация водохранилищ и иных искусственных водных объектов, а также гидротехнических сооружений морских портов, морских терминалов, речных портов, причалов	2,6
9	Строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов	497,0
10	Переработка древесины и иных лесных ресурсов	1,5
11	Осуществление религиозной деятельности	16,2
12	Иные виды, определенные в соответствии с ч.2 ст.6 ЛК РФ	0,3
	Итого	87283,7

Большинство арендованных участков Самарской области служат для осуществления деятельности в сфере охотничьего хозяйства (97%), заготовки пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений, а также рекреационной деятельности.

Список источников

1. Лесной план Самарской области от 19.02.2019 г. №17.
2. Приложение 9 к приказу Минприроды России от 06.10.2016, №514, Форма 9-ГЛР.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 624.012

Казанцева А. С.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

***Аннотация.** В статье рассмотрены существующие нормативные документы по обеспечению зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Отмечены достоинства и недостатки методик расчета на прогрессирующее обрушение и их пути дальнейшего развития.*

***Ключевые слова:** строительство, здания и сооружения, прогрессирующее обрушение*

Согласно СП 385.1325800.2018 [1], прогрессирующее (лавинообразное) обрушение – последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего здания или сооружения, или его частей вследствие начального локального разрушения. Причиной разрушения может быть любая из множества аварийных ситуаций, которая допускает появление дополнительных воздействий, не предусмотренных условиями нормальной эксплуатации зданий и сооружений – природные и техногенные чрезвычайные ситуации.

Термин «прогрессирующее обрушение» появился в 1968 г. в докладе комиссии, расследовавшей причины аварии 22-этажного панельного жилого дома «Роунан Пойнт» в Лондоне.

Одним из первых нормативных документов, определяющим отношение строителей России к прогрессирующему обрушению, были «Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий», разработанные МНИИТЭП в 1990 г. В данных рекомендациях отмечалось, что при проектировании защиты панельных зданий от прогрессирующего обрушения следует выделять два типа неповрежденных конструктивных элементов. В элементах первого типа воздействия локальных разрушений не вызывают качественного изменения напряженного состояния, а приводят лишь к увеличению напряжений и усилий (неповрежденные стеновые диафрагмы и плиты перекрытий, не

расположенные над локальным разрушением). В элементах второго типа (к ним относятся конструкции, потерявшие первоначальные опоры – стеновые панели и плиты перекрытий, расположенные над локальным разрушением) в рассматриваемом состоянии здания качественно меняется напряженное состояние.

В начале XXI столетия были разработаны нормативные документы, содержащие методики и примеры расчёта строительных конструкций на прогрессирующее обрушение, учитывающие функциональное назначение и конструктивные особенности зданий и сооружений:

- Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях, 2002 г.;

- Рекомендации по защите зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях, 2002 г.;

- Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения, 2005 г.;

- Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения, 2006 г.;

- Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного обрушения, 2008.

В указанных документах дана классификация чрезвычайных ситуаций, определены зоны и механизмы локальных разрушений, требования к строительным конструкциям. Главным достоинством указанных рекомендаций являются предложения по рациональным конструктивно-планировочным решением зданий, способным ограничить эффект местного разрушения и предотвратить (минимизировать) прогрессирующее обрушение.

Обобщенные результаты рекомендаций вошли в два основных нормативных документа – СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия» [2]; СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения» [1]. Своды правил устанавливают основные положения по проектированию новых и реконструкции зданий и сооружений различных конструктивных систем с обеспечением их защиты от прогрессирующего обрушения на стадии эксплуатации. В частности, проектирование защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения осуществляется при аварийной расчетной ситуации вследствие предполагаемого начального локального разрушения, приводящего к изменению конструктивной схемы. Для этого необходимо выполнить расчет строительных конструкций по особому предельному состоянию с учетом выполнения условия:

$$F \leq S,$$

где F – усилия в конструктивных элементах или их соединениях; S – несущая способность конструктивных элементов и их соединений.

Выполнение данного условия должно обеспечить необходимый уровень безопасной работы строительных конструкций вторичной конструктивной схемы зданий и сооружений, т. е. схеме здания (сооружения) в которой удален (выключен из работы) один из вертикальных или горизонтальных несущих элементов.

Другими словами, для выполнения требований по безопасности, конструкции должны иметь такие начальные параметры, чтобы при различных расчетных воздействиях, включая особые воздействия, в процессе эксплуатации зданий и сооружений были исключены разрушения любого характера, связанные с прогрессирующим обрушением, т. е. необходимо обеспечить необходимый уровень надежности, установить связь между вероятностью появления аварийных ситуаций и необходимостью обеспечения безопасности.

Однако своды правил обходят указанное противоречие – с одной стороны, невозможно полностью исключить вероятность возникновения аварийных ситуаций, а, с другой стороны, необходимо обеспечить полную безопасность находившихся в зданиях людей. Для разрешения указанной проблемы необходимо разработать методику определения безотказности строительных конструкций в условиях прогрессирующего разрушения, установить приемлемый уровень безотказной работы конструкций.

Список источников

1. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения: СП 385.1325800.2018. Введ. 2019-01-06. М.: Стандартинформ, 2018. 20 с.
2. Здания и сооружения. Особые воздействия: СП 296.1325800.2017. Введ. 2018-02-04. М.: Стандартинформ, 2017. 23 с.

УДК 624.014 (07)

Козлова Н. Ю., Старегородцева Д. С.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТАЛЬНЫЕ КАРКАСЫ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПАНЕЛИ ПОКРЫТИЯ

***Аннотация.** Рассматривается возможность использования тонкостенных гнутых профилей в каркасах стальной панели покрытия.*

Ключевые слова: *профиль, геометрические характеристики, сечение, панель, конструкция, каркас*

В мировой строительной практике холодногнутые профили из оцинкованной стали широко применяются для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения. Формы сечений тонкостенных гнутых профилей зависят от требований проектировщиков, но ограничены технологическими возможностями заводов-изготовителей. Эти профили применяются для выполнения каркасов малоэтажных зданий, мансард и навесов. Профили изготавливают методом непрерывной прокатки на профилегибочных станах. Применение этих профилей в несущих конструкциях имеет ряд особенностей, связанных с тонкостенностью и формой сечения, работой соединений, коррозионной стойкостью и защитой от огня профилей. Работа этих конструкций под нагрузкой имеет следующие особенности [1]:

- возможность потери местной устойчивости полок и стенок профилей при продольном сжатии, если соотношение их ширины и толщины превышает 60;

- изгибаемые и сжатые профили несимметричного сечения работают с кручением.

Стальные холодногнутые оцинкованные профили изготавливаются из холоднокатаного листового проката из углеродистой стали, оцинкованной в агрегатах непрерывного цинкования, по ГОСТ Р 52246 толщиной от 0,55 до 4,5 мм, повышенной точности проката по толщине и ширине, нормальной плоскостности с обрезной кромкой и цинковым покрытием класса не ниже 275, стали марок 220, 250, 280, 320, 350, 390, 420 и 450 или по ГОСТ 14918 сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий по ГОСТ 14918 групп ХП и ПК, высшего или первого класса по толщине цинкового покрытия, нормальной разнотолщинности НР, нормальной точности прокатки по толщине БТ, нормальной плоскостности ПН с обрезной кромкой 0.

В тонкостенных металлических конструкциях допускается потеря местной устойчивости сжатых элементов, составляющих поперечный профиль конструктивного элемента (например, стенки и полки С-образного, либо составного двутаврового профиля). при условии обеспечения общей несущей способности конструктивного элемента [2].

Потеря местной устойчивости элемента учитывается в расчете путем редуцирования геометрических характеристик поперечного сечения: площади поперечного сечения (A_{ef} , b_{ef} , t_{ef}), момента сопротивления (W_{ef}) и момента инерции (I_{ef}).

Для каждого типа конструктивных элементов необходимо выполнять проверку несущей способности с учетом редуцированных характеристик по первому и второму предельным состояниям. Проверку несущей способности на примере центрально сжатого сечения следует проводить по формуле

$$\frac{\gamma_m F}{\gamma_c R_n G_{ef}} \leq 1, \quad (1)$$

где F – максимальный расчетный силовой фактор в элементе от невыгодных сочетаний нагрузок и воздействий; G_{ef} – редуцированный геометрический параметр поперечного сечения стержня для этого сочетания нагрузок и воздействий; R_n – нормативное сопротивление стали, временное сопротивление или предел текучести; γ_m – коэффициент надежности по материалу; γ_c – коэффициент условий работы.

Примечание. При вычислении силового фактора F должен быть учтен γ_n – коэффициент надежности по ответственности зданий и сооружений.

Проверку по второму предельному состоянию следует выполнять от воздействия на конструкцию нормативных нагрузок с учетом редукции сечения по формуле

$$f \leq f_u, \quad (2)$$

где f – прогиб (выгиб) или перемещение элемента конструкции; f_u – предельный прогиб (выгиб) или перемещение элемента конструкции по СП 20.13330.2016.

При определении геометрических характеристик сечения профилей каркаса следует отдавать предпочтение приближенному способу без учета радиусов закругления в углах профилей. Влияние радиусов углов сгиба на несущую способность сечения может не учитываться, если внутренний радиус $r \leq 5t$ и $r \leq 0,10b_p$. [3]. В этом случае поперечное сечение допускается считать состоящим из плоских элементов, состыкованных под углом. При определении характеристик жесткости поперечного сечения следует учитывать влияние углов сгиба.

$$A_{red} = \rho \cdot A. \quad (3)$$

Допускается не учитывать влияние кривизны более широкой сжатой полки профиля на несущую способность относительно проектной оси полки профиля при изгибе или полки изгибаемого арочного профиля, в котором наружная сторона сжата, если ее кривизна составляет менее 5% высоты сечения профиля, ее влияние. Если кривизна больше, то следует учитывать снижение несущей способности, например, путем уменьшения свеса широких полок и путем учета возможного изгиба стенок.

Список источников

1. Рекомендации по учету жесткости диафрагм из стального профилированного настила в покрытиях одноэтажных производственных зданий при горизонтальных нагрузках. ЦНИИпроектстальконструкция. Москва. 1980.
2. Москалев Н. С., Попова Р. А. Стальные конструкции легких зданий: учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2003. 216 с.
3. Eurocode 3. Design of Steel Structures. Part 1.3. Supplementary rules for cold-formed thin gauge member and sheets. ENV. 1996.

УДК 624.014

Козлова Н. Ю., Старегородцева Д. С.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ФЕРМ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Аннотация. Рассматривается работа тонкостенных гнутых профилей в плоскости и из плоскости на приложенные осевые усилия.

Ключевые слова: устойчивость, ферма, профиль, элементы

Для тонкостенных стержней с открытым профилем сечения характерна относительно небольшая жесткость при кручении. Вследствие этого при центральном сжатии, а также при изгибе таких стержней становится возможным особый вид потери устойчивости, выражающийся в появлении закрученных или изогнуто-закрученных форм равновесия.

Возмущенная форма равновесия характеризуется тремя функциями $u(z)$, $v(z)$ и $\varphi(z)$ и описывается системой трех дифференциальных уравнений. Решение этой системы должно удовлетворять граничным условиям, зависящим от закрепления концов стержня.

Рассматривается устойчивость сжатых стержней за пределами упругой работы. Предполагается, что свойства материала при сжатии характеризуется некоторой опытной диаграммой $\sigma_{cr} > \sigma_y$. В волокнах, расположенных в растянутой зоне стержня, возникнут дополнительные напряжения сжатия $\Delta\sigma_- = E_{nl} \cdot \Delta\varepsilon_-$, где $E_{nl} = d\sigma/d\varepsilon$ – касательный модуль (зависящий от напряжения σ_y). Соответственно, в волокнах,

расположенных в растянутой зоне стержня, возникает разгрузка, которые описываются законом Гука.

При потере устойчивости нейтральная ось смещается в сторону от центра тяжести поперечного сечения и переход в возмущенную форму равновесия сопровождается укорочением оси. Основанная на этих предположениях устойчивость стержня определяется по формуле для критической силы [1]:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 T J_{\min}}{(\mu l)^2}, \quad (1)$$

где T – приведенный модуль (двойной модуль), зависящий от модулей E и E_{nl} , а также от формы сечения. Критическое напряжение:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 T}{\lambda^2}. \quad (2)$$

Для двутаврового сечения с весьма тонкой стенкой, составленного из двух тонкостенных С-образных гнутых профилей приведенный модуль имеет вид

$$T = \frac{4E_{nl}}{E + E_{nl}}. \quad (3)$$

Для стали, из которой изготавливаются элементы тонкостенных гнутых профилей, имеющей ясно выраженную площадку текучести, $E_{nl} = 0$, приведенный модуль обращается в нуль. Это означает, что сжимающая сила не может превзойти значение $F_{ny} = \sigma_y \cdot A$, которую принимаем за критическую. Располагая кривой $\sigma = \sigma(\varepsilon)$ и значением E для каждого значения σ_{cr} , определяют соответствующее значение касательного модуля E_{nl} и затем по формуле (3) вычисляют значение модуля T . После этого по формуле (2) определяют гибкость

$$\lambda = \pi \sqrt{T / \sigma_{cr}}. \quad (4)$$

Для составных сечений, выполненных из двух С-образных гнутых профилей, критическую силу потери устойчивости стержнем относительно свободной оси определяют из условия $\Delta A_i = \Delta A_e$, приращение внутренней энергии; и приращение работы внешних сил. [2].

Работа внешней силы в результате искривления оси стержня

$$\Delta A_e = N \Delta l = \int_0^l N(1 - \cos \alpha) dx = \frac{N}{2} \int_0^l (dy / dx)^2 dx. \quad (5)$$

Условие потери устойчивости центрально сжатого элемента выражается уравнением

$$\frac{N^2}{2EJ_y} \int_0^l y^2 dx + \frac{N^2 \gamma}{2} \int_0^l \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 dx = \frac{N}{2} \int_0^l \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 dx. \quad (6)$$

Задавшись видом изогнутой оси $y = c \sin(\pi x / l)$ и производя интегрирование, получим критическую силу $N_{cr} = \pi^2 EJ_y / (\mu l)^2$. (7)

Соединения между собой двух С-образных холодногнутых тонкостенных стержней выполняется на болтах при помощи соединительных планок, а стержень можно рассматривать как сплошное сечение. Устойчивости всего стержня и потери устойчивости ветвей между соединительными планками с учётом угла сдвига. Устойчивость центрально сжатых составных элементов из тонкостенных гнутых профилей рекомендуется определять по формуле

$$N / (\varphi_y A_{ef} \leq R_y \gamma_c, \quad (10)$$

где $\varphi_y \Rightarrow f(\bar{\lambda}_{ef})$, определяется по табл. Д1. СП 16.13330.2017 [3].

С помощью программного обеспечения LIRA-SAPR была исследована совместная работа сжатых спаренных стержней ферм из тонкостенных гнутых профилей. Результаты расчёта приведены в таблице.

Таблица. Напряжения и перемещения стержня в плоскости и из плоскости

Варьиру- емый параметр	Значе- ние	$\sigma_{x \max},$ МПа	$\sigma_{y \max},$ МПа	$\delta_{x \max},$ мм	$\delta_{y \max},$ мм
$l_{\text{в}}$	250 мм	0,225	0,093	0,0016	0,0024
	500 мм	0,81	0,084	0,00474	0,00338

Список источников

1. Прочность, устойчивость, колебания, Справочник в трех томах. Том 3, под общей ред. И. А. Бирогора и Я. Г. Пановко. М.: Машиностроение, 1968. 567 с.
2. Металлические конструкции: учебник для студ. вузов / Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Игнатъева и др.; под ред. Ю. И. Кудишина. 8-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 688 с.
3. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* / Минрегион России. М.: УП ЦПП, 2017. 171 с.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ»

УДК 725.1:614(470+571)

Барабашева О. А.

Научный руководитель: Иванов А. В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РОССИИ

***Аннотация.** Представлен пример современного санаторно-курортного комплекса.*

***Ключевые слова:** санаторно-курортный комплекс, внешний вид, медицинские технологии, уровень комфорта*

Санаторно-курортный комплекс – совокупность санаторно-курортных предприятий и средств размещения, которые предоставляют лечебные, профилактические и другие рекреационные услуги санаторно-курортной деятельности.

В современном мире, где ежедневно человек множество раз сталкивается со стрессами, плохой экологией и огромным количеством информации, полноценное восстановление просто жизненно необходимо: во-первых, для того чтобы восстановить нервную систему, укрепить иммунитет, поддерживать состояние своего здоровья; во-вторых, сменить обстановку, провести вместе с семьей свои выходные в экологически чистом месте и просто отдохнуть от городской суеты.

В последние годы санатории развеяли еще один миф – советский уклад. Современные санаторно-курортные организации – это безупречный внешний вид комплекса, качественный сервис, проживание в улучшенных номерах, передовые медицинские технологии и высококлассные специалисты. Для высокого качества жизни людей, отдыха, восстановления здоровья и лечения есть необходимость в проектировании новых, современных санаторно-курортных комплексов на территории РФ.

Данная тема актуальна и для нашей республики. В марийском крае есть достаточно санаториев, но ни один из них не способен удовлетворить всецело своих постояльцев. Необходимо спроектировать комплекс, который, начиная с места, с внешнего облика расположит к себе посто-

яльцев. Минималистичный с нотками хай-тека комплекс, в котором продумано все до мелочей, начиная с внешнего вида и заканчивая удобной, рациональной и современной планировкой.

Одним из примеров санаторно-курортного комплекса в России является Mriya Resort & Spa, который расположен в городе Симеиз, Крым. Его признали лучшим оздоровительным курортом в мире (World's Best Wellness Retreat 2021), лучшим оздоровительным курортом в Европе (Europe's Best Wellness Retreat 2021) и лучшим оздоровительным курортом в России (Russia's Best Wellness Retreat 2021).



Гостинично-курортный комплекс «Мрия»

Не удивительно, что внешней составляющей особо восторгаются, ведь концепцию и детали проекта разрабатывал культовый британский архитектор сэр Норман Фостер. Проектирование началось в 2010, а открылся отель уже в конце 2014 года.

Гостинично-курортный комплекс «Мрия» (то есть «мечта») – достойный наследник крымских здравниц советского времени, там, где отдыхали космонавты и генсеки, популярнейших мест отдыха и эффективного санаторного лечения. Впечатляющая архитектура и высокий уровень комфорта привлекают гостей: загрузка «Мрии» в разгар сезона постоянно близка к 100%, качество сервиса и инфраструктуры отмечено многими международными премиями. Пятизвездочный отель с 425 номерами люксового класса и 17 виллами, включая две «президентские» и три «премиум», сочетается с медицинским и spa-центрами международного уровня, а также уникальной клиникой персонализированной медицины. Также на территории площадью 12,8 га можно найти конгресс-центр, бассейны и корты, тренажерный зал, кинотеатры, амфитеатр для концертов и спектаклей, японский сад и многое другое.

Композиция здания с пятью «лепестками» – четырьмя корпусами и бассейном – идеально вписана в эффектный ландшафт морского берега.

Вместо монолитного массивного объема проектировщики предложили органическую форму из четырех частей, сомасштабную окружению и человеку. Благодаря такому решению все номера получили прекрасные виды. Этому же способствует расположение панорамных окон под углом в сторону моря. Такое решение обеспечило интерьерам приватность, а поверхности фасада – живой ритм.

Сердце Mriya Resort & SPA – объединяющий все уровни 30-метровый атриум с эффектной лестницей-спиралью из стекла. В оформлении общественных зон особое внимание было уделено создающей особое, праздничное настроение концепции освещения, а также качеству выбранных материалов и орнаментальной обработке поверхностей. Широкое использование остекления обеспечивает постоянную связь интерьера с природным окружением отеля. Верх гигантского «цветка» – это сложная по форме кровельная система с атриумами в каждом лепестке. По требованию архитектора, кровля должна быть оптически интегрирована в окружающий горно-водный ландшафт с крутыми склонами и огромным «патио» – Черным морем. Поэтому металлические кровельные панели (картины) цвета состаренной бронзы (antique bronze), которые золотятся от жаркого южного солнца как драгоценный артефакт Тавриды и одновременно перекликаются с рыжиной Ай-Петринской яйлы, – как нельзя лучше соответствуют замыслу. Все большепролетные конструкции лепестков изящно перекрывают легкие алюминиевые кровельные панели BEMO SYSTEMS (antique bronze) со специальным покрытием BEMO-FLON (вода\грязе отталкивающие, устойчиво к ультрафиолету, может быть легко отреставрировано непосредственно на месте). Но за этой легкостью и изяществом стоит огромная работа по проектированию, изготовлению и монтажу кровельных картин на объекте.

Перед инженерами-дизайнерами BEMO стояла непростая задача – в центре здания на сравнительно небольшой площади крутой перепад плоскости кровли составлял фактически 2 этажа. Это был настоящий вызов, но кровельная команда технических специалистов компании справилась. Для решения этой задачи были использованы картины стоячего фальца BEMO MONRO – свободной формы, к тому же изогнутые в трех плоскостях. Выглядит превосходно.

Список источников

1. <https://www.ridus.ru/news/364870>.
2. <https://crimea-otel.ru/hotel/otel-mriya-rezort-i-spa-yalta/>.
3. <https://poisk-ru.ru/s46246t8.html>.

Войтенко М. С.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ВИЗАНТИИ НА АРХИТЕКТУРУ ДРЕВНЕЙ РУСИ

Аннотация. В статье прослеживается влияние Византии на каменные строения Древней Руси.

Ключевые слова: византийская архитектура, архитектура Древней Руси, влияние Византии

Значение архитектуры и живописи Киевской Руси для дальнейшего развития древнерусского искусства было поистине неоценимым. В это время создаются ансамбли городов с новыми княжескими центрами и необычными типами сооружений, а также вырабатываются характерные приемы строительства каменной архитектуры.

Совершенствуется мастерство строителей. Местные архитекторы и художники работают в тесном творческом контакте с византийскими инженерами, а также наиболее талантливыми мастерами стран Востока и Запада. Художественная культура Киевского государства приобрела в X – XI веках мировое значение

Принятие в 988 году христианства на Руси расширило связи с Византией. Мастера Киевской Руси сумели взять из византийского наследия все самое лучшее. Кроме этого, древнерусским зодчим и художникам удалось создать свой уникальный художественный стиль, и на его основе создать произведения искусства, обладающие большой художественной и исторической ценностью.

Основные особенности византийской архитектуры

Основные строительные материалы: камень и обожженный кирпич-плинфа, кладка простая и комбинированная (византийская) на толстом слое цемянки.

Развитие инженерной мысли – зодчие Византии были хорошими конструкторами, поэтому они изобрели способ равномерного распределения нагрузок от объемных куполов на квадратную в плане основу здания.

Изобретение барабана – так называлась промежуточная вставка в виде цилиндра, размещенная между куполом и стенами.

Барабан позволял сделать купол цельным, потому что окна были расположены на его боковых стенах. Именно купол на барабане стал наиболее выразительным элементом архитектуры Византии. В дальнейшем эта система используется зодчими многих стран в разное время.

Сводчатые перекрытия – византийские мастера строили центричные сооружения и экспериментировали с различными способами возведения сводов. Своды выполнялись из кирпича и камня.

Применялись купола, цилиндрические своды, крестовые своды.

Окна устраивались обычно узкие и с закругленным верхом. Зачастую древние зодчие группировали их по два или три. Такие композиции оформлялись поддельной аркой и разделялись небольшой колонной.

Основные особенности русской архитектуры:

– монументальность форм (строительство массивных, замкнутых четырехстопных, в основном одноглавых соборов),

– простота форм,

– щелевидные окна.

Общие черты Византийской и Древнерусской архитектуры:

Массивность построек;

– строительные материалы (камень и плимфа);

– византийская кладка;

– форма купола;

– стремление к детализации.

Русское искусство, по сравнению с византийским, более демократично, менее строгое и суровое, эмоциональное, умеренное.

Древнерусские архитектурные памятники

Храм	Византийские черты
Десятинная церковь в Киеве	Византийская кладка, крестово-купольная система
Спасо-Преображенский собор в Чернигове	Крестово-купольная система
Софийский собор в Киеве Успенский собор в Печерском монастыре в Киеве	Крестово-купольная система, живописный характер
Софийский собор в Новгороде	Крестово-купольная система

Основные архитектурные элементы на Руси развивались постепенно и не всегда применялись в полной мере. В русской архитектуре византийские приемы строительства и декоративное оформление зданий приобретают необычную сочность, преобладают растительные элементы.

Список источников

1. Художественно-эстетическая культура Древней Руси XI-XVII веков; отв. ред. Бычков В. В. М.: Науч.-изд. центр «Ладомир», 1996. 555 с.
2. История русского искусства / под общ. ред. И. Э. Грабаря, В. Н. Лазарева и В. С. Кемениова; Акад. наук СССР, Ин-т истории искусств. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1953-1969. Том 3 (13).

УДК 747.012

Гладнева Д. В.

Научный руководитель: Иванов А. В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ВЫСТАВОЧНОГО ЗАЛА 3 КОРПУСА ПОВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

***Аннотация.** В работе представлен проект реконструкции выставочного зала 3 корпуса ПГТУ.*

***Ключевые слова:** культурно-выставочные комплексы, проект реконструкции, выставочный зал*

Культурно-выставочные комплексы – неотъемлемая часть государственной системы, задача которой заключается в сохранении культурных достижений и передаче опыта будущим поколениям. Общественные и культурные изменения современного мира, безусловно, влияют на развитие культурно-выставочных комплексов. При реализации сложных образовательных процессов роль выставочных комплексов в сохранении культурного наследия сильно возрастает. Подобный выставочный комплекс присутствует в Поволжском государственном технологическом университете в институте строительства и архитектуры, в котором представлены наилучшие работы студентов: картины, макеты, плакаты. На данный момент выставочный зал активно используется студентами-архитекторами и имеет общественную и культурную значимость. Так как выставочный зал является лицом университета и его гордостью, он нуждается в соответствующем его статусу внешнем виде.

Цель данной работы заключается в создании проекта реконструкции выставочного зала и прилегающего коридора 3 корпуса ПГТУ.

Предмет исследования составляют обмеры выставочного центра и коридора, создание дизайн-проекта помещения и интерьера.

Методы исследования включают в себя 3 этапа:

1. проведение обмерных работ, создание клаузуры, 3D модели в программе Archicad и в программе рендера Enscape,
2. создание схемы зонирования пространства,
3. создание экспликации основных элементов конструкции и используемых материалов.

Проведение обмерных работ, создание клаузуры и 3D модели.

Для понимания объема работ и количества используемых материалов необходимо произвести обмеры помещения и коридора, создать клаузуру, которая отображает концепцию реконструкции выставочного зала.

Сначала была разработана идея оформления выставочного зала, которая заключается в демонтаже самонесущей стены со стороны коридора и последующим её остеклением. Дизайн остекления будет оформлен при помощи цветного стекла или цветной плёнки. Также предполагается демонтаж части потолка коридора для увеличения пространства и размещение на стене 3D надписи: «ВЫСТАВОЧНЫЙ ЗАЛ». Интерьер помещения представляет собой несколько стеклянных модулей «куб» с внутренним освещением, в которых или на которых предполагается размещение работ студентов.

На основе обмерных чертежей и клаузуры были созданы 3D модели в программах Archicad и Enscape. На них представлен предполагаемый внешний вид выставочного зала и части коридора после всех проделанных ремонтных работ. Данные программы дают возможность редактирования модели на любой стадии проекта.

Создание схемы зонирования пространства.

Основная проблема выставочного зала 3 корпуса ПГТУ заключается в том, что не всё пространство помещения корректно используется. Данную проблему может решить правильное зонирование пространства выставочного зала, которого можно добиться путём использования стеллажей. Правильно подобранные стеллажи будут выполнять не только свою основную функцию – размещения на них макетов и работ обучающихся, но и функцию разграничения пространства, что очень удобно и эффективно для данного помещения. Выбранные нами стеллажи представляют стеклянные модули «куб» с внутренней подсветкой, которые можно размещать друг над другом, создавая разные формы. Также можно перемещать стеллаж, делать его выше или ниже, шире или уже, таким образом увеличивая или уменьшая свободное пространство помещения.

Представленная схема зонирования пространства выставочного зала также была выполнена в программах Archicad и Enscape.

Создание экспликации основных элементов конструкции и используемых материалов.

В процессе создания проекта нами была составлена таблица экспликации, в которой указаны основные используемые материалы и элементы конструкции. Кроме того, мы проанализировали цены на рынке в городе Йошкар-Ола и представили примерную стоимость каждой позиции. Ориентировочная стоимость всех материалов составила 250 000 рублей.

Данный проект реконструкции выставочного зала 3 корпуса ПГТУ даёт возможность преобразить пространство и увеличить эффективность его использования. Он будет привлекать внимание не только преподавателей и студентов, но и абитуриентов, что может увеличить посещаемость.

УДК 72.03

Естехин А. И.

Научный руководитель: Иванов А. В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ГОРОД ВПЕЧАТЛЕНИЙ

Аннотация. Серия работ на тему: «Город впечатлений» была выполнена с целью привлечения внимания горожан к проблеме сохранения памятников архитектуры. Облик современной Йошкар-Олы изменился коренным образом за последние 20 лет. В погоне за современностью мы забыли об архитектурном наследии города. Через выставку картин было привлечено внимание жителей города к данной проблеме. Представлены основные идеи выставки, концепция работ.

Ключевые слова: выставка, картины, «город впечатлений», культурное наследие, исторические здания

Проблема сохранения памятников архитектуры и облика города Йошкар-Олы весьма актуальна в настоящее время. В связи с развитием внутреннего туризма в России и интереса к истории города необходимо сохранить объекты, имеющие историческую ценность. Гуляя по центру города, можно заметить исторические здания и культурные памятники, находящиеся в плачевном состоянии. Желая привлечь внимание к этой проблеме, была создана арт-коллаборация «Город впечатлений», в ко-

торой соединены величайшие произведения искусства, пейзажи и здания города Йошкар-Олы. Данная выставка должна акцентировать внимание не только жителей города и туристов, но и властей.

Цель данной работы заключается в привлечении внимания общественности к проблеме сохранения исторических зданий и сооружений при помощи выставки картин. Для достижения данной цели был поставлен ряд задач:

1. выбор памятников архитектуры, которые больше всего нуждаются в реконструкции и представляют лицо города;
2. создание картин и разработка концепции, объединяющей здания Йошкар-Олы с шедеврами мирового художественного искусства;
3. открытие арт-инсталляции и выставки.

Выбор памятников архитектуры.

Руководствуясь идеей сохранения от сноса и разрушения исторических зданий города Йошкар-Олы, выбор пал на следующие сооружения:

1. дом Анны Пчелиной по адресу: ул. Набережная, 28;
2. здание марийского республиканского колледжа культуры и искусств им. И. С. Ключникова-Палантая по адресу ул. Пушкина, 26;
3. дом семьи Кореповых, ул. Вознесенская, 49;
4. дом Вавилова, ул. Волкова, 155;
5. здание бывшей Царевококшайской женской гимназии, ул. Советская, 88;
6. 4-х этажный многоквартирный жилой дом, по адресу Волкова 164/ Пушкина 17-19;
7. гостиница «Онар», ул. Советская, 118;
8. деревянный дом с наличниками, ул. Горького, 25;
9. Йошкар-Ола, набережная Брюгге;
10. 14-ти этажный многоквартирный дом, Петрова, 1;
11. дома на бульваре Победы 23-29.

О картинах

В работах, представленных на выставке, присутствует основной тренд современного искусства:

Эклектика – художественное направление в архитектуре и изобразительном искусстве, представляющее собой сочетание разнородных стилистических элементов или произвольный выбор стилистического оформления для зданий или художественных изделий, имеющих качественно иной смысл и назначение, что позволяет автору при помощи комбинирования создавать уникальные и необычные произведения. Подбор картин выполнялся согласно этому направлению.

1. «Завтрак на траве» – скандально известная картина французского художника Эдуара Мане, написанная в 1863 году.

2. «Сикстинская мадонна» – картина Рафаэля.
3. «Девушка с жемчужной сережкой» – одна из наиболее известных картин нидерландского художника Яна Вермеера.
4. «Поцелуй» – картина австрийского художника Густава Климта, написана в 1908-1909 годах.
5. «Прогулка» Марк Шагал.
6. «Сотворение Адама» – фреска Микеланджело, написанная около 1511 года.
7. «Крик» – созданная в промежутке между 1893 и 1910 годами серия картин норвежского художника-экспрессиониста Эдварда Мунка.
8. «Демон сидящий» (1890) – картина русского художника Михаила Врубеля. Сюжет картины навеян поэмой Лермонтова «Демон».
9. «Звёздная ночь» (1889) – одна из наиболее известных картин нидерландского художника-постимпрессиониста Винсента Ван Гога.

Открытие арт-инсталляции и выставки.

16.08.2021 года в Йошкар-Оле под открытым небом открылась арт-инсталляция «Город впечатлений». Репродукции работ разместили в арке Благовещенской башни. Это результат работы Арт-коллаборации Культурно-выставочного центра «Башня», начинающего современного художника Алексея Естехина и авторов проекта об истории и архитектуре «Йошкар-Ола настоящая» Ивана и Евгении Павловых.

Йошкар-Ола настоящая «@yo_nastoyashaya» – проект, созданный семейным союзом Иваном и Евгенией Павловыми. «Йошкар-Ола настоящая» – это неординарный взгляд на город и его достопримечательности. История проекта началась с того, что в мае 2020 года ребята в своем инстаграме начали рассказывать об архитектуре и истории города. Проект несет в себе не только просветительскую миссию, но и миссию сохранения культурного наследия, охраны исторических памятников от сноса и разрушения.

В 2021 году в 3 корпусе Поволжского государственного университета работала выставка «Город впечатлений». На ней представлялись оригиналы работ Арт-коллаборации с дополнениями.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что нам удалось достичь своей цели: привлечь внимание людей к проблеме сохранения культурного и исторического наследия города. Выставка набрала большую популярность среди молодёжи и старшего поколения. Учитывая актуальность этой проблемы не только в Йошкар-Оле, но и других городах республики, на мой взгляд необходимо развивать и распространять выставку и в остальных субъектах Марий Эл.

Список источников

1. Мировая живопись. СПб.: ООО «Издательский дом «Кристалл»», 2002. 96 с.
2. Пастель. Подробный практический курс. М.: ООО ТД «Издательство Мир книги», 2006. 96 с.

УДК 71.036

Иванова Е. Е.

Научный руководитель: Иванов А. В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВЫЯВЛЕНИЕ ЦИКЛИЧНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ СОВЕТСКОЙ И СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

***Аннотация.** В данной статье представлен анализ ориентации и направленности архитектуры советского времени 1970-1990 годов и настоящего времени с целью обнаружения повторяющихся тенденций путём сравнения требований к архитектуре, главных задач, основных склонностей и стремлений. Сделан вывод о том, что, несмотря на разные нацеленности и подходы, архитектура развивается и улучшается с каждым годом, при этом опираясь на циклические концепции.*

***Ключевые слова:** архитектура, тенденции, советская архитектура, современная архитектура, векторы развития архитектуры*

Проектирование и возведение архитектурных объектов так или иначе связано с учетом особенностей бытового, национального уклада общества, системой его верований, эстетических воззрений и т. д.

Благодаря такому сложному «устройству» архитектуры мы можем проследивать исторические закономерности становления и развития архитектурного творчества, устанавливая «связь времен». [1].

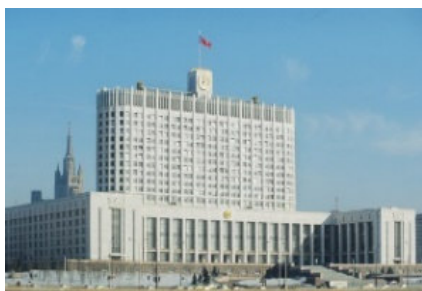
Для того чтобы определить ориентации и стремления архитектуры разных времен, необходимо понять значимость архитектора в тот или иной период. Роль архитектуры в социалистическом обществе напрямую вытекает из решения важнейших социальных задач. Главная из них – это создание благоприятных условий жизни и работы для всех без исключения членов общества. Как бы ни были велики успехи отечественного зодчества в области создания уникальных объектов, совет-

ская архитектура – это, прежде всего, архитектура массового строительства. [2] То есть советские архитекторы занимались, в основном, обеспечением общества жильём. Массовое жилищное строительство было основано на типовом домостроении. Такой подход позволял значительно снизить себестоимость строительства и ускорить ввод жилья в действие.

Но архитектура всё равно требовала постоянного развития, изучения новых конструкций, поиска новых методов и материалов. Пришло осознание о необходимости уделять внимание не только на темпы строительства, но и на разнообразие эстетики фасадов.

«...Достигнув успехов в количественных показателях, необходимо значительно улучшить художественный облик новых жилых районов и городов-новостроек.

Наряду с совершенствованием крупнопанельного домостроения необходимо резко увеличить объёмы индустриального монолитного домостроения. В текущей пятилетке объёмы строительства жилых домов из монолитного бетона должны составить около 30 млн. кв. м. общей площади, значительно большее внимание должно быть уделено строительству из местных материалов и кирпича.» [2].



Здание Совета министров РСФСР на Краснопресненской набережной в 1981 году (Фото: А. Овчинников и В. Садчиков / Фотохроника ТАСС)

Если говорить про правительственные здания и другие, играющие большую роль в развитии общества, то они не имели типовых проектов, а создавались по индивидуальному подходу. Так как в СССР государство играло важную роль и власти было необходимо показать главенство над обществом, архитекторы проектировали правительственные здания очень высокими, чтобы человек казался ничтожно мал на его фоне, и оно «давило»

своими масштабами и выглядело авторитетным и значимым. Все эти принципы архитектурного влияния на человека известны со времен Древнего Египта.

Ещё одной особенностью советской архитектуры является ленточное остекление в коммерческих зданиях. В административных и промышленных зданиях, крытых рынках был необходим высокий уровень

естественной освещённости для благоприятного уровня труда и экономии электроэнергии.

В цифровом обществе дела обстоят иначе. Архитекторы не просто решают главную задачу – проектирование жилых зданий, – усложняя её созданием жилых комплексов необычной формы, сочетающихся с окружающей средой. Сейчас работа архитектора направлена на создание максимально комфортной для жизни среды. По причине быстротечности информации, стремительного внедрения технологий, увеличения внимания к саморазвитию, человек психологически истощается и устает. Поэтому современная роль архитектора намного больше. Ему необходимо создать такое здание, которое будет создавать хороший эмоциональный настрой, привлекать интерес пластичными формами, что преимущественно касается коммерческих зданий и мест скопления туристов. Также важно не перенасыщать строение деталями, усложняющими восприятие, поэтому сейчас в моде – минимализм и простота архитектурных форм. Растёт популярность экологичной и энергосберегающей архитектуры, благодаря чему увеличивается спрос на панорамное остекление и навесные стены.

Из-за большего использования земельных участков под строительство зданий, возникает проблема нехватки места, в связи с чем здания «растут» вверх, у архитекторов появляется соревновательный интерес спроектировать самое высокое здание.

На основе изученных и выявленных данных получаем следующий результат: советское и цифровое общество ставят разные задачи перед архитекторами, имеющими, по сути, одну цель. Это всё объясняется отличием в уровнях развития и потребностях населения. Однако, решая общую главную задачу, архитекторы обращаются к предыдущему опыту, но видоизменяют его. Можно увидеть, что здания как в советское время, так



Capital Gate, Небоскрёб в
Абу-Даби

и в нынешнее, увеличивают этажность и стремятся вверх, хоть и сейчас высотные здания не давят на человека своей монотонностью, а имеют необычные плавные формы.

Распространённость широких окон и ленточного остекления также повторяется, изменяя и улучшая конструкции, формы и размеры.

Сегодня, как и тогда, архитекторы стараются создать простую, читаемую форму, используя при этом современные материалы или находя новое применение старым.

Список источников

1. Фомина В. Ф. Архитектура: учебно-методическое пособие / В. Ф. Фомина; Ульян. гос. техн. ун-т. Ульяновск: УлГТУ, 2009. 188 с.
2. Новое в архитектуре / ЦНИИ теории и истории архитектуры; Союз архитекторов СССР. М. Стройиздат, 1987. 232 с.

УДК 72.05

Исакова В. О.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

«ЭВОЛЮЦИЯ» АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

Аннотация. В статье прослеживается эволюция архитектурных форм с развитием человечества.

Ключевые слова: эволюция, архитектурные формы

Архитектурные формы развивались параллельно с развитием человечества. С развитием новых технологий появлялись новые конструкции, открывались новые возможности решения старых задач, усложнялись математические расчеты, но в основе всегда оставались всем известные привычные архитектурные формы – пирамида, сфера, куб.

Важнейшая проблема архитектурной теории: проблема соотношения конструкции и архитектурной формы. Диалектическое единство внутренней конструкции и внешней формы является главнейшим правилом образования архитектурных форм.

Конструкция древнеегипетской пирамиды является самой простой, прочной и устойчивой. Вес каждого верхнего блока пирамиды по всей поверхности передается нижним блокам. Форма пирамиды составляет полное единство с ее конструкцией. Однако такая конструкция не создает внутреннего объема и, по существу, не является архитектурной конструкцией.

Простейшей и древнейшей архитектурной конструкцией является стоечно-балочная система. Ее прототипом был дольмен – культовое сооружение, состоящее из двух вертикально поставленных камней, на которые водружен третий горизонтальный камень. Назначение дольмена до конца не выяснено.

Со временем дольмен перерос в кромлех – сооружение, служившее, по всей видимости, для жертвоприношений и ритуальных торжеств. Самый значительный и загадочный кромлех сохранился в местечке Стоунхендж (Англия) и относится к XX-XVII векам до н. э.

Свойство камня прекрасно работать на сжатие дало жизнь новой архитектурной конструкции – арке, а затем и свода.

Римские арки, своды и купола были неизменно полуциркульными. Здесь, видимо, сказывалось влияние пифагорейской философии, считавшей круг и сферу идеальными фигурами, а также, безусловно, простота построения. С появлением арочно-сводчатой конструкции в архитектуру прямых линий и плоскостей пришли окружности, сферы и круговые цилиндры, что сделало геометрический язык архитектуры значительно богаче.

Однако полуциркульная арка или полусферический купол давали сильный боковой распор, что ясно видно из схемы сил, действующих в арке. Боковые усилия приходилось гасить толщиной стен и устройством контрфорсов, так толщина стен Пантеона достигала 7 метров, а это влекло огромный расход строительных материалов.

Средневековые мастера не могли себе позволить гасить огромные распоры от полуциркульных сводов семиметровыми стенами, так как камень был дорог. Вместе с пленниками-сарацинами крестоносцы привезли в Европу секреты возведения стрельчатых арок. Так новая конструкция породила новую архитектуру – готику.

XIX век – «железный век» в истории человечества: Но «Век железа» в архитектуре оказался недолгим. С новым XX веком пришел и новый необычный материал – железобетон, совершивший подлинную революцию в зодчестве. Железобетон открывал невиданные возможности перед архитекторами: он был дешев, обладал необходимой прочностью, мог непрерывно переходить из одной формы в другую. Неудивительно, что зодчие спешили проверить новый материал на перекрытиях, сооружение которых всегда представляло одну из важнейших технических проблем. Скорлупа обычного куриного яйца была для архитекторов эталоном прочной и легкой конструкции. Отношение диаметра большого куриного яйца к толщине скорлупы равно в среднем 130. Такое соотношение между диаметром пролета и его толщиной казалось недостижимым. Например, для Пантеона в Риме оно равнялось 11, т. е. было на порядок меньше. И вот железобетонные «скорлупки» опрокидывают все традиционные представления и оставляют далеко позади рекорды куриного яйца.

Строительство железобетонных покрытий требовало опалубки, удерживающей жидкий бетон и придающей ему лучшую форму. Опалубку же удобнее всего делать из прямых досок. Простейшие поверхности, образованные движением прямой в пространстве и называемые линейчатыми поверхностями – цилиндры и конусы, – были известны давно. Еще древние римляне сооружали цилиндрические своды.

Другие линейчатые поверхности подсказали математики, которые обнаружили еще два типа линейчатых поверхностей: однополостный гиперболоид, гиперболический параболоид.

Они образованы двумя семействами прямых в пространстве. Архитекторы воспользовались открытием математиков.

Современное зодчество бросило вызов классической тектонике. Получив в свое распоряжение особо прочные материалы конструкции, оно стремится перевернуть вверх ногами «пирамиду архитектоники». Современная архитектура, будто преодолев силы тяготения, парит в воздухе. Человечество всегда мечтало о легкой воздушной архитектуре, и вот в XXI веке эти мечты обретают плоть. [5].

Список источников

1. Раппапорт А. Г. К пониманию архитектурной формы: диссертация на соискание ученой степени доктора искусствоведения: 13.00.01. М., 2000. 367с.
2. Ключарев Г. А. Пространство и время в жизни человека «Философия и жизнь. О человеке» // Знание. 1991. №12. 92 с.
3. Волошинов А. Математика и искусство. М.: Просвещение, 1992. 235 с.

УДК 72.036

Кочин М. А.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

БУМАЖНАЯ АРХИТЕКТУРА ЗАХИ ХАДИД

Аннотация. В данной статье рассматривается бумажная архитектура Захи Хадид и обсуждается вопрос нереализованности проектов, которые опережают время.

Ключевые слова: бумажная архитектура, Заха Хадид, проект

Мир развивается, и строительная индустрия тому не исключение. В последнее время происходит активное развитие конструкций и материалов для строительства. Многие архитекторы по всему земному шару стараются придумать проект и добиться его реализации, но из-за некоторых причин, не все проекты удаётся воплотить в жизнь. Я понимаю, что есть проекты, которые создаются для победы в конкурсе и не более, но есть уникальные творения, которым просто нельзя оставаться на бумаге.

В настоящее время мало кто не слышал об архитекторе Захе Хадид и её творениях. Очень плавные, практически инопланетные формы, заострённые углы, изменённые перспективы и пропорции – архитектурный талант Захи узнаваем в каждой её работе. Несмотря на то, что её работы вызывали большое восхищение, они были приняты слишком радикальными для строительства.

Одним из наиболее ярких примеров этого является её победивший на конкурсе в 1994 году дизайн оперного театра в Кардиффе. Тем не менее асимметричная бетонная глыба, возвышающаяся над Кардиффским заливом, вызвала неполное понимание со стороны инвесторов и населения города. Через полтора года взаимных жалоб архитектора и заказчика британские власти наложили вето на государственное финансирование проекта. Отказ очень сильно отразился на Хадид, она даже думает уйти из профессии. Заха пытается понять нежелание клиента брать на себя столь амбициозный дизайн и настаивает на том, что её проект легко реализуем.

Далее обратимся к спортивному клубу «Пик», это был её первый крупный успех. Здание должно было располагаться в Гонконге, усложнял концепт горный рельеф. Но по-прежнему проект не был возведён, хотя Заха и выиграла конкурс. Заказчик переоценил свои финансовые возможности и обанкротился. Инженеры и конструкторы, которых подключил архитектор, говорили, что это всё вполне можно построить, но в это мало кто верил.

Также обратимся к проекту олимпийского стадиона в Токио. Заха работала над проектом нового стадиона ещё в 2012 году, тогда он сразу подвергся критике со стороны японских архитекторов. Правительство Японии испытало резкую критику по мере роста расходов в смете на строительство нового стадиона до двух миллиардов долларов. Поэтому власть приняла решение начать всё с нуля. Архитектурное бюро опубликовало пресс-релиз, в котором опровергло связь растущих расходов с дизайном стадиона. «Дело не в последних новостях, в которых говорилось об увеличении расходов в связи с дизайном, который использует стандартные материалы и методы строительства в пределах возможностей японских

подрядчиков и установленного спортивным советом Японии бюджетом, – объясняет лондонская фирма. – Реальная проблема заключалась в одобрении приемлемой стоимости строительства на фоне ежегодного увеличения расходов на строительство в Токио и в установленные сроки».

Ещё одним примером архитектуры на бумаге является музей Гуггенхайма в Вильнюсе. В марте 2008 года проходит архитектурный конкурс и победу одерживает проект Хадид. Согласно проекту, на берегу реки Нярис в Вильнюсе должно было появиться здание общей площадью 13-14 тыс. кв. м с кинозалами, пресс-центром, галереей музея «Эрмитаж», художественным центром евреев – выходцев из Литвы («литваков»), торгово-развлекательным центром. Часть архитекторов высказали своё мнение, что в условиях кризиса и нехватки денежных средств не обязательно строить новое здание. В 2009 году служба госконтроля установила, что, еще не выполнив проект, мэрия Вильнюса перевела на его реализацию денежные средства в размере 235 тыс. евро. Их перевели в Центр изобразительных искусств Йонаса Мекаса, который использовал почти 175 тыс. евро на оплату исследования проекта Музея Гуггенхайма, а также оплату подготовительных работ. В итоге вице-мэр Вильнюса Гинтаутас Бабравичюс заявил, что Музея Гуггенхайма в Вильнюсе не будет.

Исходя из вышесказанного можно понять, что Заха Хадид – нестандартно мыслящая личность, и многие не могут понять смысл её архитектуры. Если проанализировать её работы, то можно увидеть, что первый её реализованный проект возводится, когда ей исполняется 43 года. Общество всегда бурно реагирует на архитектурные новации. Люди всё подвергают сомнению и ничего не воспринимают как данность, именно это помогает Захе изменять традиционное представление о многих вещах. Боязнь её радикальных взглядов, политические и финансовые проблемы, также доля невезения внесли свою лепту в творчество Захи Хадид. Именно поэтому часть её проектов считают бумажной архитектурой. Хотелось бы верить, что эти объекты будут реализованы и в значительной мере обогатят мировую архитектуру.

Список источников

1. <https://www.designboom.com/architecture/zha-unbuilt-zaha-hadid-architects-06-15-2017/>.
2. Лекция Анны Броницкой «Заха Хадид».
3. <https://www.youtube.com/watch?v=siU2kP6iZKk>.
4. Заха Хадид. Архитектура нового времени / Zaha Hadid.
5. Architects; пер. с англ. А. И. Мороз. М.: Эксмо, 2019.

Лебедев Н. А.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ И МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. *Целью статьи является изучение методов строительства и строительной техники в различные исторические эпохи. Многовековая человеческая культура связана с развитием строительного дела, которое является одним из проявлений человеческого труда. С тех пор как появился человек, появился труд, появилось и строительство, в процессе которого человек подчиняет себе природу, накладывает на неё печать своей воли, своего ума. В течение многих тысячелетий человечество, накапливая опыт в своей производственной деятельности, совершенствовало технику и развивало культуру строительного дела.*

Ключевые слова: *строительство, архитектура, строительные материалы, развитие, эволюция*

Первобытный человек на ранних стадиях существования в качестве своего убежища использовал естественные укрытия – пещеры. Но в дальнейшем по мере усовершенствования тех же каменных орудий первобытные люди начали устраивать жилища и кладовые для пищи в виде землянок и полуземлянок.

В этот же период (палеолит и ранний неолит), возможно, появилась первая примитивная каменная кладка для закрывания отверстий в пещерах. Тип жилища, как и способ его строительства, во многом определялся природными условиями: характером климата, наличием того или иного строительного материала и т. д.

С древности до позднего средневековья в деревянных постройках использовалась балочно-стоечная система. На вертикальных опорах укладывали перекрытия, эти же столбы служили основой стенового каркаса. Стены заполнялись глиной или кирпичной кладкой. Основными строительными материалами, характерными для того периода, были глина и сырцовый кирпич. Раствор для кладки стен приготавливался из жидкой глины, золы и горной смолы.

В Раннее Средневековье многочисленные группы ремесленников были заняты производством деревянных и каменных работ. Дерево широко использовалось для устройства мостов, перекрытий и покрытий в

жилых, общественных и других зданиях, оконных переплетов, дверей, и полов.

Наиболее древним видом строительства восточных славян было сооружение жилищ, которые строились по южному и северному типам. Северный тип жилища возводился в виде деревянного сруба, установленного на заложенных в землю фундаментах.

Со времени возведения первой каменно-кирпичной постройки в конце X века и вплоть до монгольского вторжения в середине XIII в. кирпичи, применявшиеся на Руси, имели форму тонких и относительно широких плиток. Кирпичи этого типа были завезены на Русь из Византии.

Во второй половине X века подошла к концу истощавшая силы Европы пора военного противостояния с норманнами (скандинавами) и мадьярами (венграми). Во Франции возобновилось строительство аббатств и монастырей, служивших в то время главными очагами знания и образования. В то же время произошло формирование двух архитектурных стилей средневековой Европы (главным образом Западной): романского и готического.

Основным строительным материалом был камень. Дерево не годилось для исполинских сооружений, и частые пожары ограничивали использование этого материала. Для строительства применялся соответствующий инвентарь: железные инструменты, механические пилы, элементарные системы блоков и большие деревянные колеса для доставки строительных материалов на значительную высоту.

Достижения технического прогресса привели к механизации строительства уже к концу XIX века. Времена кирки, лопаты и тачки остались в прошлом — появились подъемные краны, автоматические копры для забивки свай, железные дороги для транспортировки материалов.

Список источников

1. Аистов Н. Н., Васильев Б. Д., Иванов В. Ф. и др. История строительной техники: учеб. пособие для инж.-строит. вузов; под общ. ред. заслуж. деятеля науки и техники РСФСР д-ра техн. наук проф. В. Ф. Иванова. Л.-М.: Госстатиздат, 1962. 560 с.
2. Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов, с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений; пер. с англ. В. И. Контовта; под ред. А. Н. Митинского. М.: Гостехиздат, 1957. 536 с.
3. Киселев В. А. Строительная механика. 3-е изд. Т.2. М.: Мир, 1983. 367 с.

Мингазова А. Р.

Научный руководитель: Иванов А. В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕНТРОВ ТАНЦЕВ И ХОРЕОГРАФИИ В XXI ВЕКЕ

Аннотация. Рассмотрены современные тенденции в проектировании танцевальных пространств на примере «Академии танца Б. Эфмана».

Ключевые слова: танец, танцевальное пространство, тенденции, проектирование, современный

Во все времена танец являлся важным видом искусства. Он отражает восходящую к самым ранним временам потребность человека передавать другим людям свои радость или скорбь посредством пластики своего тела. Почти все важные события в жизни первобытного человека отмечались танцами: рождение, смерть, война, избрание нового вождя, исцеление больного. Танцем выражались моления о дожде, о солнечном свете, о плодородии, о защите и прощении. За долгую историю человечества он изменялся, отражая культурное развитие. Танец является отражением эпохи. Он представляет собой культурные традиции всех человеческих общин. За это время появилось колоссальное количество видов, форм и стилей танца.

За последние десятилетия танцевальный досуг превратился в особое направление социально-культурной деятельности, мощный пласт культуры, специфическую досуговую общность, развитие которой проявляется в деятельности танцоров, танцевальных клубов, школ студий, где занимаются представители разных социально-культурных и возрастных категорий. Поэтому для архитекторов рассмотрение проблемы тенденций организации современного танцевального пространства является актуальной.

Танцевальное пространство – пространство, временно или постоянно предназначенное для какого-либо из направлений танцевального искусства.

Объемно-планировочное разграничение танцевального пространства связано с развитием танцевальных искусств, которые являются составной частью общественной и культурной жизни общества.

А для того чтобы прочувствовать ту самую атмосферу танцевального искусства, нужно находиться в подходящей среде, которая будет вдохновлять и мотивировать.

Современные тенденции в проектировании танцевальных центров можно увидеть на таких примерах, как: Студия Лабан, Англия; Танцевальный центр в Загребе, Хорватия; Танцевальная академия имени Бориса Эйфмана, Россия. Более подробно рассмотрим на примере Академии танца Бориса Эйфмана.



Визуализация ночного вида Академии танца Бориса Эйфмана

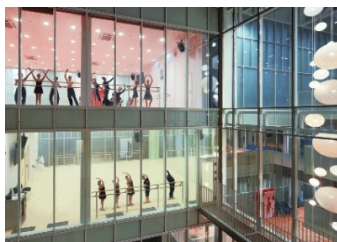
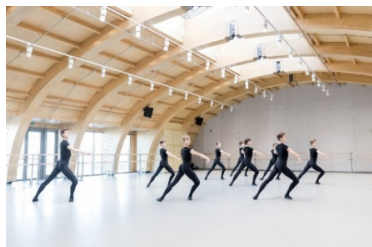
Умение выстроить диалог между старым и новым помогло «Студии 44» спроектировать здание для академии. Интеграция современного мышления и классических форм – одна из любимых задач бюро.

Академия танца построена в районе Набережной Европы в Санкт-Петербурге, на внутриквартальной территории между зданием кинематографа «Ассамблея» архитектора Ф. Корзухина (1913 г.) и деревянным особняком в стиле модерн архитектора А. Рейнберга (1896 г.). Таким образом, проект комплекса Академии объединяет реконструкцию двух зданий рубежа XIX-XX веков и новое строительство.

Два новых корпуса: один для интерната и медицинского центра и второй, учебный, с аудиториями и спортивным комплексом – объединяет многоуровневый атриум, в котором чередование фойе и балетных залов, расположенных на разных уровнях, создает своеобразный архитектурный и танцевальный ритм. Связывающие это пространство лестницы, лифты, галереи разбегаются по диагоналям и прямым, усиливая ощущение непрерывного движения.

Архитектура не театрализована, она проста и демократична. В интерьерах сочетаются конструктивные материалы: лицевой бетон, стекло, дерево и металл. Через полупрозрачные стены атриума танцевальные за-

лы заполняются естественным рассеянным светом. По форме плана каждый зал – это квадрат, данный выбор обусловлен соблюдением всех основных танцевальных диагоналей, которые используются в классическом танце.



Репетиционные залы Академии танца

Рассмотрев данный пример, мы видим, что в проектировании современных танцевальных центров идет тенденция на натуральность и естественность. Использование природных форм и материалов, а также максимальное использование естественного освещения создают для танцоров нужную атмосферу для плодотворной работы.

Список источников

1. <https://prorus.ru/projects/kompleks-akademii-tanca-borisa-ehjfmmana-v-sankt-peterburge/>.
2. Нижник М. С. Архитектура танцевальных объектов в контексте современности // Архитектура и современные информационные технологии. 2021. №3(56). С. 176-194.
3. Нижник М. С., Гарнец А. М. Эволюция архитектуры танцевальных залов // Архитектура и современные информационные технологии. 2017. №4(41). С. 288-297.

УДК 721.05

Мухамадшина И. В.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

ЗИМНИЙ САД. ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Аннотация. В статье рассматривается проектирование зимнего сада в жилых помещениях.

Ключевые слова: зимний сад, история зимнего сада

Зимний сад – специально отведенное под озеленение помещение, предназначенное для выращивания теплолюбивых комнатных или экзотических растений.

Основные назначения зимнего сада – позволить любоваться зеленью и цветами круглый год, создать условия для выращивания экзотических растений.

История появления зимних садов берет начало в Древнем Риме. Богатые граждане построили отапливаемую теплицу и покрыли ее слюдой. Внутри они в кадках (специальных деревянных бочках) выращивали растения.

Несмотря на это зимний сад считается «чисто английской конструкцией». Именно англичане с конца XVII века начали строить специальные жилища для экзотических растений. В них они выращивали цитрусовые и пальмы. Такие оранжереи служили не только для получения экзотических плодов, но и для отдыха. В этих залах была изящная мебель, журчали фонтаны и перелетали с ветки на ветку диковинные птицы. Это были, как правило, отдельные павильоны, но иногда они прикрывали и к жилым помещениям дома.

В те времена перевозка растений из теплых стран доставляла немало трудностей: они страдали от соленой воды, палящего солнца и ветра на палубах, либо засыхали в трюмах в душных ящиках без света, поэтому многие растения заболели и гибли. В 1834 году доктор Н. Уорд сконструировал «стеклянный чемодан» для перевозки растений. И с этой поры в Европу стали без проблем привозить тропические растения: орхидеи, бромелиевые, различные папоротники. «Ящики Уорда» переросли в зимние сады, появились «цветочные витрины» – магазины делали двойное остекление витрин, а между стекол красовались экзотические растения.

В XIX веке зимние сады начали строить из стекла, стали и бетона. Именно в это время зимние сады разделились на два вида: пальмовые павильоны большой высоты и павильоны для демонстрации растений. Зимние сады стали не просто местом выращивания редких и экзотических растений, они служили местом общественного отдыха.

В XVIII веке в Англии стали популярны частные зимние сады. Такие сады считались показателем богатства буржуазных домов. Он был предназначен только для личного пользования. Обычно он находился рядом с гостиной или с кабинетом. Помещение украшали в вик-

торианском стиле. Из растений были популярны лавр, финиковые и декоративные пальмы, новозеландский лен, эвкалипты, виноградная лоза.

К 30-м годам XX века мода на зимние сады постепенно угасла и вернулась только спустя полвека, в конце 70-х.

В современном городе экологическая обстановка оценивается как кризисная. Недостаток свежего воздуха, стрессовые ситуации, повышенный уровень шума – все это пагубно сказывается на самочувствии и настроении. Одним из решений создать комфортную среду дома является строительство зимнего сада. Благодаря размещению внутри экзотических растений они не только будут радовать человека и доставлять эстетическое наслаждение круглогодично, но и воздух становится чище. Таким образом, становится актуальной идея зимнего сада.

Зимние сады строятся чаще всего в индивидуальных жилых домах. Поэтому идея проектирования зеленых комфортных помещений в жилых домах средней этажности является новой и интересной. Зимний сад может расположиться на одном или нескольких этажах. В данном случае зеленый уголок выполняет не только функцию сада, но и является местом, где могут собраться жители дома и провести время вместе: устроить чаепитие; поиграть в настольные игры, музыкальные инструменты; провести мастер-класс и т. д.

В настоящее время зимний сад не является роскошью, как это было в XVII-XIX веках. Он необходим людям, уставшим от шума городских улиц, дает возможность единения с природой и способствует более тесному общению жильцов дома.

Список источников

1. История создания зимнего сада. Эволюция конструкций от Древнего Египта до наших дней. // Ergohaus URL: <https://ergohaus.ru/articles/istoriya-sozdaniya-zimnego-sada-1> (дата обращения 02.04.2022).
2. История зимних садов – возникновение и развитие с XVI по XXI век // Домашний мастер. URL: <https://domaster.ru/blog/stat/besedki-zimnie-sady/istoriya-zimnikh-sadov.php> (дата обращения 02.04.2022).
3. История создания зимних садов // ВикиЧтение. URL: <https://garden.wikireading.ru/686> (дата обращения 03.04.2022).

Сербин И. А.

Научный руководитель: Бардина Г. А., ст. преподаватель
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ДВУХУРОВНЕВОГО ПАРКИНГА

Аннотация. В статье рассматривается экономическая целесообразность использования систем двухуровневого паркинга в целях формирования комфортной городской среды.

Ключевые слова: подземный паркинг, системы парковки автомобилей, комфортная среда

Согласно статистике, в городах России существует нехватка парковочных мест. Так, по месту проживания населения обеспеченность парковочными местами составляет всего 35 % от необходимого значения, а у общественных мест – 25 % [1].

Наземные стоянки автомобилей открытого типа занимают большие площади, которые можно использовать для благоустройства территории. Если речь идет о центральных районах города, то здесь фактически не будет места, пригодного для строительства. Разумным решением будет рассмотрение строительства автостоянок с использованием современных систем парковки автомобилей (СПА) [2].

Существует широкая вариативность систем парковки автомобилей. В Японии, Англии, Германии и Нидерландах широкое распространение получили механизированные подземные паркинги пазового типа. В Вольфсбурге используется автоматизированная цилиндрическая многоуровневая автостоянка для хранения автомобилей [1].

Проблема нехватки парковочных мест возникла в России позднее. Но тем не менее системы парковки автомобилей уже вошли в эксплуатацию в некоторых субъектах Российской Федерации. В Москве первый автоматический паркинг появился в 1994 году на Скаковой улице. Постепенно такие парковки стали появляться и в других городах, например, в Новокузнецке, Новосибирске. Но распространения они не получили. Связано это с высокой стоимостью на этапах внедрения и начала эксплуатации, а также отсутствием в России необходимой законодательной базы для начала повсеместного использования СПА [4].

Учитывая вышеперечисленные факты, подходящим вариантом будет использование двухуровневых парковочных систем, относящихся к по-

лумеханизированным СПА. Работа таких паркингов основана на принципе подъемника. Гарантия на них выдается до 5 лет, они просты в эксплуатации, не требуют особого ухода, адаптированы к работе в широком температурном диапазоне.

Проведем расчет для подтверждения эффективности использования систем двухуровневого паркинга. Рассмотрим 30-ти этажное здание апарт-отеля в г. Санкт-Петербург в районе ул. Савушкина. Кадастровая стоимость земли составит 10 тыс. руб. за кв. м. Сравним стоимость строительства одноэтажной наземной стоянки автомобилей открытого типа и одноэтажной подземной стоянки автомобилей без использования систем двухуровневого паркинга и с учетом их использования.

По Приложению № 7 п. 1.10 к постановлению Правительства Санкт-Петербурга от 26.02.2021 №464 на 80 кв. м. общей площади номеров апарт-отеля приходится 1 парковочное место. Примем, что на каждом этаже рассматриваемого здания располагается 11 номеров со средней жилой площадью 45 кв. м. (кроме первого этажа). Тогда необходимое число машиномест составит:

$$29 \cdot 11 \cdot 45 \div 80 \approx 180.$$

Рассчитаем приведенную площадь машиноместа по формуле:

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{ММ}} + S_{\text{ВВ}} / \text{ММ} + (S_{\text{р}} + S_{\text{ам}} + S_{\text{тп}} + S_{\text{вп}}) / \text{ММ},$$

где $S_{\text{пр}}$ – приведенная площадь одного машиноместа;

$S_{\text{ММ}}$ – площадь одного машиноместа;

$S_{\text{р}}$ – площадь рампы;

$S_{\text{ВВ}}$ – площадь проездов (въездов-выездов);

$S_{\text{ам}}$ – площадь автомойки;

$S_{\text{тп}}$ – площадь технических помещений;

$S_{\text{вп}}$ – площадь комнат охраны и других вспомогательных помещений;

ММ – общее количество машиномест.

В среднем себестоимость кв. м. самой простой наземной открытой автостоянки с необходимым минимумом инженерных систем составит 17 тыс. руб. В случае строительства подземной парковки надбавка на ведение подземных работ составит 20-45% (примем 27 тыс. руб.) [5]. Также учитываем стоимость двухуровневых парковочных систем (200 тыс. рублей). Дальнейшие расчеты сведены в таблицу.

Таблица

Вид автостоянки	Наземная открытая	Наземная открытая с 2-уровн. паркингом	Подземная	Подземн. с 2-уровн. паркингом
$S_{\text{пр}}, \text{м}^2$	30	30	40	40
$S \text{ участка}, \text{м}^2$	5400	3600	5400	3600
Цена земли, млн. руб.	54	36	54	36
Себестоимость строительства, млн. руб.	91,8	61,2	145,8	97,2
Цена оборудования, млн. руб.	-	18	-	18
Итого:	145,8	115,2	199,8	151,2

Результаты расчета подтверждают целесообразность и эффективность использования двухуровневых систем паркинга. Применяя их, можно уменьшить площадь застройки участка, оставив больше места под благоустройство территории, что в свою очередь ведет к формированию комфортной городской среды.

Список источников

1. Соловьев К. В., Кузьминых А. Р. Способы организации парковочного пространства в мегаполисах // Синергия наук. 2017. №12.
2. Львова О. М., Тулин П. К. Подземные автоматизированные паркинги в центре города // Инженерно-строительный журнал. 2009. №4. С. 11-15.
3. Авторевю. URL: <https://autoreview.ru/articles/avtomobil-i-obschestvo/stoyanka-vertikal-nogo-vzleta> (дата обращения 27.03.2022).
4. Каинов Е. А., Голубков В. Ю. Экономический анализ и расчет эффективности строительства подземного паркинга на примере объектов г. Ижевска Удмуртской Республики // Молодой ученый. 2017. №45(179). С. 50-53.
5. Novostroy. URL: <https://www.novostroy.su/> (дата обращения 27.03.2022).

Столбушинская П. В.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

ПЛАСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ ПЬЕРА ЛУИДЖИ НЕРВИ

***Аннотация.** В статье рассматриваются достижения Пьера Луиджи Нерви в работах с бетоном и его пластические возможности.*

***Ключевые слова:** бетон, железобетон, армированный бетон, сборные армированные цементные элементы, возможности бетона*

Начало использования бетона можно проследить примерно с 5600 года до нашей эры, о чем свидетельствует большое количество открытий археологов. Но утверждать о широком использовании невозможно, потому что большинство открытий являются частью небольших сооружений. Первые бетонные здания, в которых широко использовался бетон, принадлежали римлянам (850-900 гг. н.э.). Большинство из них сохранили свой первоначальный вид и по сей день. Со временем бетон становится все более популярным в строительстве.

Использование этой смеси позволяет строить более устойчивые здания. Но итальянский инженер и архитектор Пьер Луиджи Нерви посмотрел на бетон с другой стороны, за что его прозвали «поэтом железобетона».

Давайте взглянем на несколько работ этого архитектора.

В 1946 году Нерви впервые использовал бетон в своей деятельности. Компания «Нерви и Бартоли» возвела экспериментальное сооружение – небольшой склад из железобетонных плит толщиной всего три сантиметра.

В 1948 году Нерви начал проектировать и строить несколько выставочных залов для Туринского выставочного дворца. У него была возможность продемонстрировать свою новую конструкцию, изготовленную из сборных армированных цементных компонентов, многосторонним образом.

В 1949 году, вскоре после завершения Туринской выставки, Нерви построил плавательный бассейн Морской академии в Ливорно. Здесь арочная крыша состоит из гофрированных сборных армированных це-

ментных элементов того же типа, как в Турине, только они изогнуты в длину, образуя арочную поверхность.

Что такого особенного в его архитектуре? Если вы посмотрите на здание, то почувствуете, что Нерви буквально «чувствует» бетон. Он создавал необычные переходы, изгибы и арки.

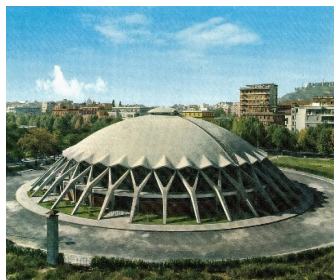


Рис. 1. Плавательный бассейн Морской академии в Ливорно



Рис. 2. Дворец труда в Турине

Эстетика железобетонных конструкций является важной частью работ Нерви.

Одним из самых интересных зданий, которое сегодня занимает важное место в зарубежной архитектуре, является 32-этажное здание управления Пирелли, построенное Нерви в 1955-1959 годах в сотрудничестве с группой архитекторов в Милане. Высота дома составляет 124 метра. Ключевая сложность проектирования при выборе несущей схемы здания заключается не только в его высоте. Они еще усложнялись очень нерентабельным проектом площадки – узким и вытянутым.

Конструктивно оно представляет собой вытянутый четырехугольник со скошенными углами. Его несущая конструкция состоит из четырех столбов, имеющих сильное поперечное сечение и постепенно утончающихся кверху. Эти столбы расположены попарно по всей конструкции и разделены на три отсека. Перекрытие представляет собой облицовку на предварительно армированной бетонной двутавровой балке.

Наружные стены небоскреба почти полностью остеклены. Выбранная автором неестественная архитектурная форма оказалась не только подходящей в функциональном смысле, но и обладает исключительными художественными качествами. Большой небоскреб выглядит пропорциональным и имеет очень элегантные очертания.

Одним из блестящих зданий Нерви, представляющим большой интерес, является здание Дворца труда в Турине, которое было реализова-

но им в 1961 году в сотрудничестве с Антонио Нерви. Он построен на основе проекта, занявшего первое место в конкурсе.

Другой работой Нерви, выполненной им в сотрудничестве с Джино Ковре, профессионалом в области металлических конструкций, было покрытие бумажной фабрики Бурго в Мантуне, завершенное в 1962 году.

Вместе с другим итальянским архитектором Луиджи Моретти Нерви спроектировал финансовый центр Монреаля (Канада). Сооружение состоит из трех органично соединенных между собой 50-этажных башен. Как и у Нерви, конструктивные решения, безусловно, новы и оригинальны. Основная несущая конструкция корпуса башни состоит из четырех больших угловых колонн и четырех стоек, образующих прочную железобетонную крестообразную сердцевину в центре корпуса башни.

Нерви – эксперт в архитектуре, и большая часть его работ сделана из железобетона. В то же время особенность его творения заключается в том, что таким образом он достиг наибольшего совершенства в различных формах, комбинируя отдельные элементы.

Именно с его помощью он доказал, что работы из железобетона со сборными цельными конструкциями не только экономичны, но и могут быть выполнены художественно.

Архитектура Нерви сыграла важную роль в строительстве нашего времени и формировании архитектурных форм. Они продолжают оказывать влияние на архитекторов и дизайнеров из разных стран.

Список источников

1. <https://indicator.ru/engineering-science/per-luidzhi-nervi.htm>.
2. <https://studfile.net/preview/5428066/page:53/>.
3. <https://www.interior.ru/education/geroi-dizaina/9755-pier-luidzhi-nervi-arhitektura-kak-vizov.html>.

УДК 72.03

Сурков П. В.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОДЫ И АРХИТЕКТУРЫ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены методы взаимодействия природных образов и архитектуры. Отображены основные идеи формирования*

природных стилей на протяжении многих лет. Обозначены влияющие факторы на формирование архитектуры.

Ключевые слова: *природа, архитектура, архитектурная форма, гармония, взаимосвязь*

Природа и человек непрерывно связаны на протяжении многих веков. Как бы человек не стремился к прогрессу, он все равно возвращается к природным истокам. Природа является первым началом, из которого на протяжении всего существования человечество продолжает черпать вдохновение при архитектурном проектировании. Однако научно-технический прогресс и духовные убеждения накладывают определенный отпечаток на сооружения разных исторических эпох. Большое количество новых решений, появившихся в результате развития области строительных материалов и конструкций, позволяет человеку формировать пространство вокруг себя. Особенности местности строительства, климатические условия и культурно-исторические особенности народов влияют на образования форм архитектурных композиций. Несомненно, природный облик накладывает отпечаток на эстетическое воспитание и формирует живые ценности, ведь появляется возможность сохранить природу для будущих поколений.

Сегодня разрабатывается множество новых конструктивных схем здания, всё чаще фасады украшают стекло и металл, примечательно использование грубых форм в архитектуре не только деловых и общественных точек города, но и в архитектуре парков, зон отдыха. Заполнение природного пространства архитектурой с ярко выраженными конструктивными элементами ведет к разрушению образа природы как единого организма. Господствование человека становится причиной истребления природных памятников. Для удовлетворения психологической потребности человека в отдыхе важно доминирование природы.

Формирование архитектуры, скрытой в природной среде, сохраняет первозданный облик природных памятников. В процессе формирования очень важно учитывать интересы окружающей среды для получения благоприятного результата взаимодействия среды и человека.

Отображение образов природы прослеживается и в формировании архитектурных стилей со времен XX века. Живые линии, плавность и текучесть форм стали основными принципами стиля модерн, изображение цветочных узоров на паркете, использование растительных форм в ковке. Стиль, где декор на стене плавно перетекает на потолок, явно показывая присутствие жизни внутри каждого элемента, застывшего только на миг. Архитектура экспрессионизма отображает природные

формы в своих произведениях, чаще всего вызывая в памяти природные ландшафты: горы, скалы, пещеры, сталактиты.

Наряду с конкретными сооружениями можно выделить и целые направления в архитектуре, стремящиеся усилить взаимодействие человека с природой, например, зелёная архитектура.

Зеленая архитектура – это устойчивый метод проектирования зеленых зданий и строительство с учетом окружающей среды. Зеленые здания построены в соответствии с этим мышлением. Материалы и технологии для зеленого строительства получают из природных, возобновляемых источников. Ими могут послужить солнечные технологии, зеленые материалы, включая дерево, натуральный камень, бетон, землю или даже переработанные отходы.

Природные пространственные формы характеризуют следующие основные свойства: величина, геометрический вид, фактура, цвет, светотень, положение в пространстве. Природный фон может быть нейтральным или с ярко выраженными крупными формами такие, как горы, большие холмы, лесные массивы. По-разному воспринимаются небольшой дачный домик в горном ландшафте, где он подчинен среде, и крупный санаторный комплекс в равнинной местности, где он доминирует.

Архитектура является одним из важных элементов жизни человека и с давних времен несет функцию защиты. Гармоничная организация пространства и внешнего облика является важным фактором для создания экологически благоприятной среды. Формирование архитектуры должно осуществляться как единого организма, созданного в гармонии человека с природой. Гармония – равновесие противоположных сил, равное сочетание взаимодействия, главный принцип природы. Равноценность сил основа гармоничного бытия. Поиск архитектуры в природе и воплощение природы в архитектуре, является наивысшей степенью гармоничного взаимодействия.

Список источников

1. Лебедев Ю. С. Архитектурная бионика на новом этапе. Архитектурная форма и научно-технический процесс. М.: Стройиздат, 1975. С. 152;
2. Лебедев Ю. С. Дом-улитка и другие. М.: Московский рабочий, 1983. С. 6, 12.
3. Логвинов В. От «зеленого строительства» к природоинтегрированной архитектуре. Принцип взаимосвязи сред // Проект Байкал. 2016. № 51. С. 136-147.
4. Логвинов В. От «зеленого строительства» к природоинтегрированной архитектуре. Принцип сохранения места // Проект Байкал. 2016. № 50. С. 52-59;
5. Зеленая архитектура. URL: <https://landscape.totalarch.com/node/164>.

Федотова К. В.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА НА РУССКУЮ АРХИТЕКТУРУ

Аннотация. В статье рассматривается влияние деревянного зодчества на архитектуру Руси.

Ключевые слова: деревянное зодчество, русская архитектура, Русь, наличники, орнаменты

Деревянное зодчество Древней Руси и России – это народная архитектура, «единственным материалом которой было дерево, а единственным орудием возведения был топор» (Я. В. Малков). Она выражает мировосприятие русского народа, его вкусы и образ жизни.

Итак, давайте же разберемся, когда впервые начали использовать древесину в домостроении и почему на данный момент она является одним из востребованных материалов в строительстве. Обратимся к истории Руси и вспомним, что к дереву всегда относились с почетом, его одушевляли, проводили различные обряды, а деревянные строения того времени представляли собой целые произведения искусства. О том, что деревянное зодчество в России зародилось издревле, свидетельствуют множество письменных летописей. Уже в X веке на Руси возводились великолепные жилые постройки из дерева с различными наличниками и украшениями. Деревянное строительство в России имеет богатые традиции, которые зависят не только от специфических условий сурового климата, но и от уклада жизни, и от умения рубить добротное и красивое жилище. Архитектура таких домов всегда отличалась своеобразием и красотой. Особое искусство работы с деревом позволило русским мастерам создать великолепные памятники зодчества в Кижах, Каргополье и других местах Севера, Западной и Восточной Сибири, многие из которых сохранились до сих пор, демонстрируя высокое мастерство и культуру умения работы топором. Однако дерево на протяжении веков было основным строительным материалом не только из-за его доступности и дешевизны, но и по причине того, что строительство требует значительно меньше времени, а также

по экологическим показателям: с деревом не может конкурировать ни один строительный материал, но самым важным достоинством деревянного домостроения является внутреннее умиротворенное состояние при пребывании в доме.

Так уж повелось, что именно деревенские избы были, есть и будут носителями и хранителями аутентичной культуры русского народа. Причем каждый элемент фасада может поведать знающему человеку практически все о местности, а также о пристрастиях и страхах хозяина избы.

Особенно информативными оказались резные украшения окон, которым уделялось особое внимание, ведь народ их считал не просто «оком», главным из органов чувств самого жилища, но и действенным оберегом семейного очага.

Традиция украшать оконный проем пришла в Россию еще в XVII веке из Италии после открытия первого стекольного завода. Только в европейской стране эту часть дома украшали небольшими колоннами, портиками и другими элементами, сделанными из камня, а на нашей территории его заменили деревом, ведь каменные дома и соответственно весь декор могли себе позволить единицы. Изначально при установке наличников преследовалась практическая функция – закрывать соединительные швы между оконной рамой и срубом. Но просто установить кусок доски было не интересно, поэтому мастера начали декорировать этот элемент причудливыми узорами, которые в каждой местности имели свой смысл.

Давайте же разберемся что именно означала каждая деталь наличников. Весь орнамент, который встречается у древних славян, можно условно разделить на несколько групп:

- солярные символы;
- символы воды;
- символы земли (и как подгруппа – символы плодородия);
- символы-обереги;
- символы-пожелания.

1. Солнечные знаки (огненные, солярные)

Солнечные символы очень разнообразны по форме и исполнению, особенно если учитывать многовековые стилизации и упрощения. Самый древний из них – это коловрат, то есть крест с загнутыми концами.

Соляные знаки – это защита от зла. Кроме того, без солнца не растут растения, нет пищи ни животным, ни людям. Так что это ещё и пожелание материального благополучия.

2. Знаки воды

По представлениям наших предков, воды бывают небесные и подземные. С небесной влагой на землю падают и зародыши жизни – пожелание плодovitости и богатства. Подземные воды питают растения, формируют родники и реки – опять-таки пожелание спокойной, безбедной жизни. Кроме того, через текущую воду нечисть не переступает.

3. Знаки земли

Не оставлена без внимания и сама земля, дарующая человеку урожай. Аграрные знаки – пожалуй, самые простые, одни из самых распространённых. Ромбики с точками внутри, перекрещивающиеся двойные полосы – так рисовали наши предки вспаханное и засеянное поле.

4. Звериные знаки

Изображения животных на наличниках наиболее характерны для лесных регионов, то есть там, где жизнь и достаток больше зависели от охоты и рыбалки, а земледелие и огородничество были побочным подспорьем.

5. Растительный орнамент

Часто является основообразующим. Под растительные элементы часто стилизуются Берегини и многие животные образы. Вишня, символ девичьей красоты, должна была привлечь любовь. Ветка сосны – символ вечной жизни и юности. Виноградный мотив символизировал братство, доброжелательность и долговременную, верную любовь. Орнамент яблочек и слив должен был приносить мудрость и здоровье. Растительный орнамент в виде криниц (ростков), стилизованной буквы «Ж», аналогичен по смыслу Берегиням.

Раньше наличники, в основном, делали из дерева, украшая их резными узорами и внося в это огромный смысл. Сейчас же дерево перешло на пластик или металл, да и узоры перестали использоваться русскими мастерами. Но дух и традиции русского дома навсегда останутся в его стенах.

Список источников

1. <http://drevoroda.ru/interesting/articles/701/3110.html>.
2. https://studbooks.net/2315212/nedvizhimost/rubili_doma_rusi.

Цапаева А. А.

Научный руководитель: Гудкова С. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

***Аннотация.** Представлен сравнительный анализ микрорайонной и квартальной застройки.*

***Ключевые слова:** жилая застройка, квартал, микрорайон*

Застройка – это сложный аспект городского планирования. Сложившаяся в России система спальных микрорайонов и перенасыщенностью событиями центра разделила город на отдельные функциональные зоны, выбросив из жизненного цикла самого человека. Для наиболее эффективного управления городской средой и обеспечения высокого качества жизни людей необходимо выбрать метод организации застройки города. Есть два основных типа жилой застройки: микрорайонная со свободной расстановкой домов и квартальная. [1].

В данной статье на основе сравнения квартального и микрорайонного методов застройки были выявлены основные недостатки микрорайона и преимущества квартала, а также их влияние на плотность застройки.

Методы исследования основаны на сравнительном анализе двух основных типов жилой застройки – микрорайонной и квартальной, используемых в современном мире.

В последние годы в архитектурно-строительной среде активно обсуждается идея перехода от микрорайонной застройки к квартальной, т. к. она является более прогрессивной и комфортной для жителей. Но понятия квартала и микрорайона смешаны, они воспринимаются как некие территории, ограниченные улицами. Однако различия весьма и весьма существенны.

Микрорайон – это структурный элемент жилой застройки площадью, как правило, 10-60 га, но не более 80 га, не расчлененный магистральными улицами и дорогами, в пределах которого размещаются учреждения и предприятия повседневного пользования с радиусом обслуживания не более 500 м (кроме школ и детских дошкольных учреждений), границами, как правило, являются магистральные или жилые улицы, проезды, пешеходные пути, естественные рубежи [2].

В микрорайонной застройке здания расставляются свободно, часто – хаотично. Она появилась в середине прошлого века в ответ на массовую автомобилизацию и попытку сохранить комфортную среду для жителей. Новый метод хорошо подходил для плановой экономики с индустриальным домостроением, поэтому слово «микрорайон» стало синонимом новых районов вообще. В микрорайонах дворовая территория воспринимается как городская, но не приватная. Когда дом не выходит фасадом непосредственно на улицу, а располагается в глубине участка, то у жильцов возникает естественная потребность огородить свою территорию. Таким образом, в городе формируется непроницаемая стена бесконечных заборов.

В квартальной планировке дом выходит на улицу фасадом и разграничивает пространство на общее и частное. Благодаря этому решается вопрос зонирования, что создает естественную границу между уличным и дворовым пространствами.

Что же касается дворов внутри микрорайона, то там формируются пустыри неопределенного назначения, которые никак не могут быть освоены жителями, возникают неосмысленные проезды и стихийные парковки. В квартале мы, как правило, можем видеть спокойный и тихий двор и упорядоченную параллельную парковку вдоль улиц.

Если говорить о масштабе и отношениях социума внутри застройки, то, понятно, что при квартальной застройке с меньшей плотностью населения все жильцы знают своих соседей. В микрорайоне ситуация обратная, поэтому даже подъезд многоэтажного жилого дома не воспринимается как частное пространство.

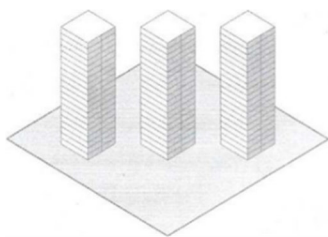
Одну и ту же плотность застройки можно достичь различными типами зданий и дворового пространства. Четыре примера типов застройки на рис. 1 имеют одинаковую плотность. Общая площадь помещений в каждом примере – 22 400 м². Четвёртый тип застройки самый выигрышный с экономической точки зрения и самый комфортный для жителей [1].

Таблица. Плотность застройки

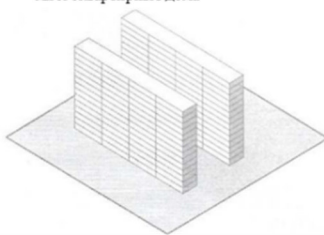
Тип застройки	1	2	3	4
Этажность	18-19	14	6-7	4
Площадь фундамента	1200 м ²	1600 м ²	3600 м ²	5600 м ²
Первый этаж	5%	7%	16%	25%
Последний этаж	5%	7%	16%	25%
Доступность без лифта*	22%	29%	67%	100%
Длина уличных фасадов	240 м	360 м	400 м	720 м

*Какой процент площади здания занимают первые четыре этажа — высота, которая считается приемлемой для подъёма пешком

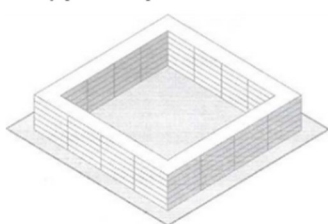
1 Три башни



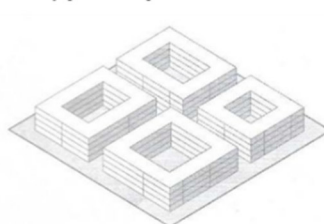
2 Секционные
многоквартирные дома



3 Большой
внутренний двор



4 Маленькие
внутренние дворы



Плотность застройки

В результате сравнительного анализа выявлено, что успех кварталов определяется привлекательностью уличного пространства с простой системой связей. Квартальная застройка – это, прежде всего, персонализация пространства, путь к созданию среды, отмеченной человеком, здесь живущим. Сформулированные архитектурно-градостроительные принципы и приёмы формирования качественной жилой застройки в масштабе город, квартал, дом могут являться основой комплексного подхода в разработке рекомендаций, направленных на решение задач повышения качества архитектуры городской среды.

Список источников

1. Варламов И., Кац М. 100 советов мэру: Книга рецептов хорошего города. М.: Альпиан нон-фикшн, 2020. 463 с.
2. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городов и сельских поселений [Электронный ресурс]. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М.: утв. приказом Минрегион РФ от 28 декабря 2010 г. № 820. URL: <http://www.norm-load.ru>, свободный.

Черная О. А.

Научный руководитель: Бардина Г. А., ст. преподаватель
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ПЕРСПЕКТИВЫ ПАНЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

Аннотация. В статье рассматриваются преимущества и недостатки панельного строительства, а также пути их преодоления в современном проектировании.

Ключевые слова: панельное строительство, жилые здания, модернизация, технология строительства

В XX веке крупнопанельное домостроение являлось одним из самых эффективных и популярных способов строительства. Данный метод отличался высокой скоростью строительства и экономичностью, но при этом имел существенные минусы, отражающиеся на комфорте и безопасности. Из-за этого в начале XXI века наблюдалось снижение популярности данного способа домостроения, но сейчас оно вновь набирает обороты. Основное направление развития современного панельного строительства – преодоление недостатков, проявившихся за время строительства и эксплуатации зданий прошлого века.

Цель работы – рассмотреть основные направления развития панельного строительства на примере реализованных проектов в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

Рассматривая примеры панельного строительства 1950-х-1990-х годов, можно отметить ряд их преимуществ и недостатков [1].

Преимущества:

1. высокая скорость строительства. Дома серии К-7 монтировались в три смены за 12 дней.
2. качество панелей. За счет изготовления заводские панели отличались более высоким качеством, прочностью, надежностью.
3. экономичность. Панельное строительство характеризуется меньшими затратами на технологию строительства, время рабочих.
4. снижение количества отделочных работ. Панельные стены не требуют дополнительного выравнивания поверхностей.

Недостатки:

1. некачественные стыки. При отсутствии качественной герметизации межпанельных швов в углах появляются трещины, проникает влага, что приводит к появлению плесени, снижению звуко- и термоизоляции.

2. высокая слышимость. Бетон – материал с низкими звукоизоляционными свойствами. В сочетании с небольшой толщиной стен и наличием швов это приводит к распространению звуков.

3. невозможность перепланировки. Панельные стены выступают в качестве несущих конструкций, что исключает возможность их монтажа.

4. отсутствие индивидуальности. Дома имеют стандартные объемно-планировочные решения. В типовых кварталах отсутствуют архитектурные излишества, все дома однотипные.

Вышеуказанные преимущества привели к активному росту сборного домостроения в период становления экономики. Они выполнили свою основную функцию – обеспечить население жильем. Однако из-за выделенных недостатков сформировалось мнение о дискомфорте и отсутствии индивидуальности панельных домов.

Сейчас панельное домостроение вновь развивается. Без устранения существенных недостатков данное направление не выдержало бы конкуренции в рыночных условиях, поэтому основное направление в развитии – разработка новых подходов, материалов и средств, уход от ассоциации с советским прошлым.

На примере современных объектов панельного домостроения в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области можно отметить приемы и достижения, позволяющие уйти от основных недостатков. Во-первых, разработаны специальные технологии по стыковке панелей, предотвращающие появление трещин и повышающие звуко- и термоизоляцию. Для этого используют бесшовную отделку фасадов или соединение с помощью тросовых петель с арматурным стержнем с заполнением швов бетоном [2]. Во-вторых, в строительстве используются сэндвич-панели, где в центре – утеплитель. Отсутствие наружного утепления решает проблему некачественного монтажа утеплителя и ветрозащиты. В-третьих, в современном домостроении используют сочетание монолитного и крупнопанельного строительства, образуя панельно-каркасную систему. Монолит в таком случае обеспечивает свободу планировок, что сложно реализовать при панельных перекрытиях. Так, наблюдается тенденция к просторным мастер-спальням и кухням-гостиным, широким балконам и лоджиям, придомовым террасам. И, в-четвертых, в современном строительстве сделан акцент на оформлении

фасадов: используются переменная этажность, цветные блоки, различная фактура отделочных материалов.

Сейчас панельное строительство активно ведется в России и за рубежом, в этой области разрабатываются новые инновационные решения. Примером успешного использования панелей являются prefabric-конструкции группы компаний Knauf. Строительство из prefabric-конструкций основано на использовании готовых, произведенных на заводе панелей и их сборке непосредственно на площадке с подготовленным фундаментом. На конвейере изготавливается до 80% будущего здания, что существенно ускоряет и упрощает работу. Также применение данной технологии позволяет избежать мокрых процессов на строительной площадке (принцип круглогодичного сухого строительства). С помощью каталога на основе уже готовых решений можно самостоятельно определить наполнение будущего здания [3].

Группа компаний «МонАрх» также развивается в направлении панельного домостроения и ведет строительство роботизированного завода для крупномодульного производства. Одновременно с этим разрабатываются проекты, которые этот завод сможет обеспечить. Здесь также будет возможность на основе стандартных панелей самостоятельно разработать планировку квартиры, которую, как конструктор, соберут на строительной площадке.

С 1990-х годов панельное строительство в России снизило темпы своего развития, но сейчас многие застройщики вновь к нему возвращаются. Для устранения недостатков разработаны специальные технологии, а также делается акцент на комфорте объемно-планировочных решений и индивидуальности фасадов. Крупные компании занимаются разработкой модульного строительства по новым технологиям, что позволит улучшить характеристики панельного домостроения и поможет решить квартирный вопрос в стране.

Список источников

1. Посохин М. Архитектура крупнопанельных зданий: (Из опыта проектирования). М.: Московский рабочий, 1953. 64 с.
2. Колчеданцев Л. М. Жильё экономического класса – сборные, монолитное или сборно-монолитное? // Жилищное строительство. 2011. № 6. С. 26-25.
3. Knauf prefabric construction. Официальный сайт группы компаний [Электронный ресурс]. URL: <https://kpc-prefab.ru/> (дата обращения 04.03.2022).

Чучелина В. М.

Научный руководитель: Осокина В. А.

Поволжский государственный технологический университет

АРХИТЕКТУРА И ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ МИР ЧЕЛОВЕКА

Аннотация. *В статье предполагается общий обзор влияния архитектуры на эмоциональный мир человека, с точки зрения психологии.*

Ключевые слова: *пространство, архитектурная среда, создание гармоничного единства, психологическое восприятие, восприятие*

Архитектура создает пространство, сочетая прагматические, эстетические и ценностные составляющие, и выступает отражением и одновременно фактором, формирующим общественное сознание. Формально архитектура представляет собой физическую среду. Однако она является продуктом этнической и культурной сфер общества, а также источником, питающим эти сферы; эстетическим пространством и пространством, непосредственно затрагивающим эмоциональное состояние личности и общества.

Исследование психологического воздействия окружающей архитектуры на человека актуально в связи с широким спектром возможностей по улучшению и развитию среды с целью повышения здоровья, работоспособности, мотивации и качества жизни населения.

Архитектурная среда затрагивает все виды восприятия: зрительное, кинестетическое, слуховое, тактильное и обонятельное. В качестве основных инструментов ее воздействия исследователи выделяют следующие средства сенсорной организации визуальных форм: тектоника (ощущения массивности или изящности здания); масштабность (соразмерность человеку, группе людей, городу и т. д.); гармоничность (единство образных ощущений); оригинальность (эмоции удивления, интереса); экспрессивность (способность вызывать различные эмоциональные впечатления).

Сегодня можно точно утверждать, что пространство, создаваемое человеком, должно быть осознанно гармонизировано не только эстетической формой, но и содержанием – эмоциональной наполненностью, направленной на формирование положительного психологического состояния человека.

Воздействие среды происходит непрерывно. Одинаковые окна, неоновые слепящие огни, множественные отражения в зеркальных поверхностях фасадов, поднимающиеся вверх ровные прямые вертикали стен, прямые углы и четкие горизонталы дорог... Нас постоянно окружает городской шум, стекло, камень, пластик, запахи автомобилей, пыли и магазинов. Все это угнетает психологическое состояние, создает эмоциональное напряжение и усталость, а также вызывает девиантные типы поведения. Характерный эмоциональный фон в подобной городской среде – дискомфорт, беспричинная тревога, одиночество, отвращение, агрессия, злость.

Психофизиологическое восприятие человеком окружающего мира имеет определенные границы, которые неразрывно связаны с понятием границ архитектурного пространства. Так, человек имеет особые психофизиологические границы, которые, с одной стороны, защищают от разрушающих внешних воздействий, а с другой, – пропускают необходимые для нас благоприятные энергии. Если границы жилого архитектурного пространства имеют подобные качества, то можно предположить, что такое пространство несет в себе комфортную и благоприятную атмосферу для психофизиологического состояния человека.

Однако для адекватного восприятия человеком внутреннего архитектурного пространства оно должно обладать широким спектром вариантов сочетания или трансформации границ, так как окружающая среда, как правило, имеет переменчивый характер. К тому же нельзя забывать о том, что каждый человек индивидуален и может воспринимать то или иное внешнее воздействие по-своему, в зависимости от психотипа, настроения или состояния здоровья.

При изучении взаимосвязи жилой архитектуры и особенностей человеческой психики, могут быть выявлены следующие факты. В психологии существуют понятия о четырех основных типах темперамента: меланхолик, флегматик, холерик, сангвиник. Если рассматривать жилую архитектуру в данном контексте, то характер внутреннего пространства может зависеть от особенностей поведения людей, находящихся в нем, также поведение и эмоции человека могут иметь обратную взаимосвязь с характером и динамикой формы архитектурных границ или пространства.

В современной архитектуре структуры здания его форма, внутренние связи и т. д. формируются совершенно другими специфическими средствами. Специфику этих средств можно охарактеризовать как совокупность различных связей и взаимодействий, которые составляют цельную структуру здания. Она охватывает все его аспекты – от эстети-

ческого восприятия и формообразования до внутренних транспортных, людских и функциональных связей, а также отдельных конструктивных решений и элементов конструкций.

Архитектор может совмещать в одном пространстве различные функции или дифференцировать их. Организация физического пространства процессов деятельности существенна и в плане собственно эмоционального воздействия среды.

Так или иначе архитектор всегда программирует условия для восприятия в среде различных объектов: людей, природных или городских пейзажей, фрагментов архитектуры. Отсюда стремление к организации среды как некоторого множества видовых картин, открывающихся человеку по определенной, заложенной в проекте программе. Восприятие программируется как на основе материально-пространственной организации процессов деятельности (организации мест длительного пребываниями источников и целей людских потоков, отвечающей восприятию определенных видовых картин), так и путем раскрытия самих видовых картин, которые будут восприниматься в данной архитектурной среде со стабильных точек или в движении.

Мы воспринимаем архитектурное окружение как радостное, светлое, праздничное по цветовой гамме или как мрачное, суровое, контрастное, темное. Уже в самих сочетаниях «радостное - светлое» «мрачное – темное» проявляется слитность эмоционального состояния и порождающих его признаков. Речь идет о единстве эмоции и порождающего ее знака.

Достаточно распространенная концепция эмоциональности архитектуры сводит ее к богатству формы и пластики, к сложной силуэтности, к яркому цвету. Распространению такой трактовки эмоциональности архитектурных форм способствуют современные западные концепции, в центре профессиональных задач которых находится коммуникативно-знаковая природа архитектурной формы.

Список источников

1. Бирюкова Е. Е. Архитектурное пространство как эстетическая видимость // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2015. № 1(11). С. 20-22.
2. Ле Корбюзье Ш. Э. Архитектура XX века / Шарль Эдуард Ле Корбюзье; пер. с французского В. Н. Зайцев, В. В. Фрязинов. М.: Прогресс, 1970. 303 с.
3. Маклаков А. Г. Общая психология. СПб.: Питер, 2001. 592 с.

Шаронова А. М.
Научный руководитель Осокина В. А
Поволожский государственный технологический университет

ЭВОЛЮЦИЯ РУССКОГО ЖИЛИЩА

Аннотация. *В данной статье отслежены основные этапы развития русского жилища как изнутри, так и снаружи.*

Ключевые слова: *эволюция, архитектура, строительство, жилые здания*

Испокон веков славянские народы придавали особую значимость строительству дома. Следуя традициям и заветам, древние славяне стремились не только обеспечить крышу над головой, но и наполнить теплом, покоем и любовью пространство жилища.

Основным видом жилища в Древней Руси была полуземлянка – большая квадратная яма глубиной около 1 метра, вдоль стенок которой находились толстые плахи или сруб. Вдоль стен сооружались лавки и дощатые лежанки. Сруб возвышался над землей примерно на 1 метр, а общая высота полуземлянки достигала 2-2,5 метра. На южной стороне жилища обустраивали вход с земляными ступенями. Сооружали двухскатную крышу, покрывали её досками, сверху накладывали солому и слой земли. Надземные стены снаружи присыпали грунтом, что помогало удержать в жилище тепло и не пропускать внутрь воду. Пол делали из глины. Для обогрева жилища в дальнем углу от входа обустраивали глиняную или каменную печь. Печь делали прямоугольной или круглой с одним отверстием для закладки дров, при этом дым выходил прямо в помещение. Сверху на печи сооружали глиняную жаровню или делали отверстие для горшков, в которых варили похлебку.

Примерно в X в. полуземлянки стали более просторными и высокими, перед входом стали обустраивать плетеные или дощатые тамбуры. Печь перенесли ко входу. Появились глиняные трубы-дымоходы.

В X-XI вв. срубные избы быстро вытесняют полуземлянки

Изба представляла собой квадратную постройку (сруб из бревен), как правило, со стороной 4-5 метров. Пол делался земляным или деревянным с лазом в неглубокий погреб. Зажиточные люди строили избы с надстройкой наверху. К избе пристраивали сени около 2 метров шириной. Иногда в них устраивали хлев для скота или мастерскую. Скатная крыша избы была деревянная, тесовая или из драни. Хотя оконное стекло и появилось на Руси в X-XI вв., но было очень дорого и использова-

лось в дворцах и церквях. В простых избах устраивали волоковые окошечки для пропуска дыма. В зажиточных домах окна делались большие и малые (продолговатые и узкие).

Печь, как правило, располагалась у входа и занимала основное пространство избы. Она имела форму куба с большой топкой и плоской верхней частью, предназначенной для лежания. Древние печи обустраивались без дымохода, в процессе топки дым висел под потолком. Для выхода дыма открывали небольшое отверстие в потолке и дверь. Позднее в жилищах стали обустраивать дымоход. В противоположном углу от печи ставили стол, над которым располагали иконы. Вдоль стен размещали лавки, а над ними – полки.

На протяжении всех этапов существования древнерусского жилища печь занимала главное место в пространстве жилища. С печью связано много поверий, в том числе, что за ней живет домовая. Если в избе не было печи, она считалась нежилой. Древние избы оставались в употреблении много столетий, и жизнь не давала людям повода отойти от привычного и удобного жилища.

После образования СССР, в 20-30-е гг., наблюдается активная реконструкция городов, освоение архитектурного наследия, образа и стиля. С конца 30-х гг. помимо бараков, индивидуальных одноэтажных и многоквартирных деревянных двухэтажных домов возводятся дома в стиле «неоклассицизма», известные в простонародье как «сталинки». Отличительной особенностью таких многоквартирных домов являлась прочность и привлекательный внешний вид. Квартиры имели высокие потолки, просторные комнаты, отдельные санузлы, большую кухню и широкие балконы. Площадь квартир в «сталинских» домах могла достигать 110 кв. м.

Однако после Великой Отечественной войны в СССР возникает потребность в массовом индустриальном строительстве на основе типовых проектов. В городской и сельской местности возводились целые кварталы малоэтажных домов облегченной конструкции по типовым проектам (например, двухэтажные многоквартирные дома на 8–18 квартир). К началу 50-х гг. в стране уже имелся ряд крупных заводов железобетонных изделий, велась разработка типовых проектов и новых строительных материалов. Необходимость решения жилищной проблемы, ускорения и удешевления строительства привела к изменению подходов к жилищному строительству и формированию нового жилого фонда. Так, в конце 50-х гг. появились «хрущёвки» – типовые серии кирпичных и панельных многоквартирных домов, относящиеся к архитектуре «функционализма». Архитектура «хрущёвок» была функциональна и лишена излишеств – здания потеряли эстетичность и индивидуальность, а квартиры стали меньше в размерах. В 70-е гг. на смену «хрущёвкам» пришли «брежнев-

ки» (квартиры улучшенной планировки), оборудованные лифтом и мусоропроводом. Общая площадь квартиры достигала 80 кв. м.

На рубеже XX–XXI вв. в России началось строительство городских и загородных «элитных» домов. В строительстве загородных коттеджей царило полное смешение стилей, стали появляться архитектурные излишества. Хорошим тоном стало иметь видеозал, бильярдную, камин, бассейн. Помимо «элитной» застройки существовала застройка «эконом класса». Что касается городских многоквартирных домов, то здесь появились двухуровневые квартиры, с широкими коридорами и кухнями-столовыми. Площадь квартир стала достигать 150 кв. м.

На сегодняшний день неотъемлемой частью градостроительства в России стали высотные жилые здания. Так, например, в Москве один из небоскребов жилищного комплекса «Воробьевы горы» имеет высоту 48 этажей. Особое внимание уделяется системам жизнеобеспечения высотного здания – отоплению, вентиляции, водоснабжению и водоотведению, электроснабжению, мусороудалению и др. Контроль безопасности работы систем компьютеризирован, поэтому такие здания часто называют «интеллектуальными».

Помимо строительства высотных жилых комплексов сегодня в России активно развивается малоэтажное жилищное строительство. В зависимости от местности возводятся как индивидуальные одноквартирные, так малоэтажные многоквартирные дома. Строительство малоэтажных жилых домов выполняется с применением различных материалов и конструкций. В качестве материала стен широко используют бревна и брус, кирпич и бетонные блоки.

По мнению архитекторов, малоэтажные дома обеспечивают своим жителям не только комфортное проживание, но и доступные парковочные места, хорошую экологию, возможность приобретения дополнительного земельного участка, а самое главное – позволяют воплотить свою мечту в индивидуальном проекте. Не менее актуально строительство многоэтажных жилых зданий, т. к. они в условиях достаточно высокой стоимости земли в городе позволяют решить жилищную проблему многих семей.

Список источников

1. Артемов В. В. Славянская энциклопедия. М.: ОЛМА Медиа Групп, 2011. 292 с.
2. Александрова Л. Деревянное зодчество Руси. М.: Белый город, 2004. 53 с.
3. Абрамсон Л. А. Развитие строительства высотных зданий // Жилищное строительство. 2005. № 10. С. 14-28.

УДК 691.53

Акилбаева Д. С.

Научный руководитель: Бородина Е. А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ К СВОЙСТВАМ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

***Аннотация.** В статье представлены сравнение ГОСТ 28013-98 и ГОСТ Р 58766- 2019 и анализ их изменений требований.*

***Ключевые слова:** ГОСТ 28013-98, ГОСТ Р 58766- 2019, растворы строительные, строительство, свойства строительных растворов*

Цель – провести анализ изменений требований к свойствам строительных растворов по ГОСТ 28013-98 и ГОСТ Р 58766- 2019.

Строительные растворы – это искусственный каменный материал, состоящий из вяжущего, мелкого заполнителя, воды и добавок.

Область применения строительных растворов достаточно большая: кладочные, штукатурные, монтажные и др. Также растворы в настоящее время изготавливаются как на строительной площадке (с помощью сухих строительных смесей), так и поставляются в готовом виде.

Строительные растворы приготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному предприятием-изготовителем.

Нормативные требования к свойствам растворов опубликованы в ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия. С 01.07.2022 г. в действие вступает новый нормативный документ ГОСТ Р 58766- 2019 Растворы строительные. Общие технические условия.

Основные эксплуатационные свойства на основании стандартов приведены в таблице.

Основные эксплуатационные свойства керамических облицовочных материалов

№	Свойства	ГОСТ 28013-98	ГОСТ Р 58766- 2019
1	Подвижность	марки по подвижности Пк1, Пк2, Пк3, Пк4	марки по подвижности Пк1, Пк2, Пк3, Пк4
2	Водоудерживающая способность	не менее 90%, глиносодержащих растворов – не менее 93%	не менее 90%, глиносодержащих растворов – не менее 93%
3	Расслаиваемость	не должна превышать 10%	не должна превышать 10%
4	Температура применения	согласно п. 4.7 ГОСТ 28013-98	согласно п. 5.7 ГОСТ Р 58766- 2019
5	Влажность (для сухих смесей)	не должна превышать 0,1% по массе	–
6	Прочность на сжатие	характеризуют марками: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200	характеризуют марками: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200, М250, М300, М350, М400 и далее с интервалом 50
7	Морозостойкость	характеризуют марками: F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100, F150, F200	характеризуют марками: F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100, F150, F200
8	Средняя плотность	тяжелые растворы 1500 кг/м ³ и более легкие растворы менее 1500 кг/м ³	тяжелые растворы от 1500 до 2100 кг/м ³ легкие растворы менее 1500 кг/м ³
9	Паропроницаемость	–	Паропроницаемость определяют по ГОСТ 25898
10	Прочность сцепления с основанием	–	Прочность сцепления штукатурных и облицовочных растворов с основанием определяют по ГОСТ Р 58277
11	Морозостойкость контактной зоны штукатурных и облицовочных растворов	–	Морозостойкость контактной зоны затвердевших штукатурных и облицовочных растворов характеризуют марками Fкз25, Fкз35, Fкз50, Fкз75, Fкз100

Выводы:

1. ГОСТ 28013-98 является международным документом, принятым семью странами. ГОСТ Р 58766-2019 принят только на территории РФ;
2. согласно табл. 1 требуемые минимальные значения свойств практически не изменились;
3. в ГОСТ Р 58766-2019 добавлены свойства паропроницаемость, прочность сцепления с основанием, морозостойкость контактной зоны штукатурных и облицовочных растворов;
4. в ГОСТ Р 58766-2019 отменили требования по свойству влажность (для сухих смесей), так как действуют ГОСТ 31358-2019 Сухие строительные смеси для полов, ГОСТ 31357-2007 Сухие строительные смеси на цементном вяжущем.

Список источников

1. ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия. Введ. в действие с 01.07.1999 г. <https://docs.cntd.ru/document/1200003926>.
2. ГОСТ Р 58766- 2019 Растворы строительные. Общие технические условия. Введ. в действие с 01.07.2022 г., <https://docs.cntd.ru/document/1200170175>.

УДК 666.97

Анисимова А. А.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С МИНЕРАЛЬНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

***Аннотация.** Исследовано влияние зернового состава кварцевого наполнителя на формирование прочности цементных композиций. Выполнено сравнение влияния удельной поверхности цемента и времени виброперемешивания на прочность цементных бетонов.*

***Ключевые слова:** портландцемент, минеральный наполнитель, гранулометрический состав, удельная поверхность, виброперемешивание, прочность, бетон*

При производстве смешанных цементов совместным помолом цементного клинкера с минеральными наполнителями затруднен контроль удельной поверхности его компонентов [1, 2, 3].

Целью работы является количественная оценка участия дисперсности цемента и наполнителя, а также длительности виброперемешивания на прочность цементных паст и бетонов.

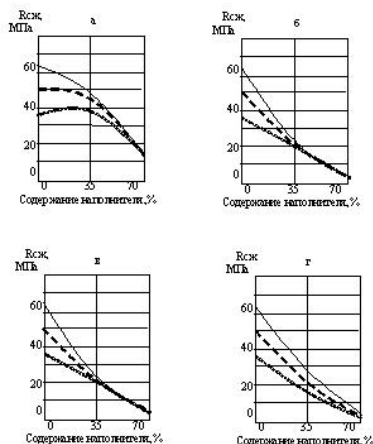
Решаемые задачи. Влияние кварцевого наполнителя различного фракционного состава на прочность цементных паст исследовалось на чистоклинкерном цементе с удельной поверхностью $100 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Влияние дисперсности цемента и длительности виброперемешивания исследовалось по прочности тяжелого бетона с расходом цемента 280 кг . Как повышение удельной поверхности цемента при помоле, так и виброперемешивание смесей способствуют росту прочности бетона [1,2]. Учитывая энергоемкость процессов помола и виброперемешивания, принято решение исследовать их сравнительную эффективность.

Техника эксперимента. Цементные пасты приготавливались виброперемешиванием. Кварцевый наполнитель вводился методом частичной замены цемента. Из цементных паст изготавливались образцы размером $20 \times 20 \times 20 \text{ мм}$. Образцы твердели в нормальных условиях 28 суток, затем контролировалась их прочность.

При изготовлении бетонов на цементах с различной удельной поверхностью виброперемешиванию с частотой 100 Гц и амплитудой колебаний $3,2 \text{ мм}$ подвергалась растворная часть бетонов. Затем в растворную часть добавлялся крупный заполнитель, и смесь дополнительно перемешивалась 5 мин без вибрации. Из бетонной смеси формовались образцы-кубы с ребром 100 мм , прочность которых контролировалась после тепло-влажностной обработки (ТВО).

Интерпретация результатов. Результаты исследования прочности цементных паст с кварцевым наполнителем приведены на рисунке.



Изменение прочности наполненных цементных паст при постоянном В/Т в координатах: Содержание наполнителя/ Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, МПа: — — — — — $V/T=0,27$; - - - - - $V/T=0,30$; ... - $V/T=0,33$. Фракция наполнителя: а - $<63 \text{ мкм}$; б - $63-100 \text{ мкм}$; в - $100-160 \text{ мкм}$; г - $160-200 \text{ мкм}$

Проведенный эксперимент подтверждает существенную роль дисперсности наполнителя на свойства цементных композиций при постоянном водотвердом отношении (В/Т), что отражает способность наполнителя влиять на плотность цементного камня.

Математическое моделирование предпринято с целью сопоставления влияния удельной поверхности цемента X_1 от 250 до 450 м²/кг и продолжительности перемешивания растворной части бетона X_2 от 0 до 6 мин на прочность бетона Y , МПа. Регрессионная модель, адекватно отражающая при уровне значимости 0,05 зависимость прочности бетона при сжатии от исследуемых факторов, имеет вид:

$$Y = 27,4 + 4,0X_1 + 2,5X_2 - 4,5X_2^2.$$

Анализ полученной модели показывает, что существует оптимальное время виброперемешивание растворной части бетона.

Выводы

1. Идея наполнения цементов минеральными наполнителями не всегда приносит ожидаемый эффект, поскольку их дисперсность не оптимизируется по критерию плотности наполненного цементного камня.
2. На основании полученных данных установлено, что виброперемешивание растворной части обеспечивает прирост прочности бетонов на 20%.
3. Увеличение удельной поверхности цемента от 250 до 450 м²/кг повышает прочность бетона в среднем на 40 %.

Список источников

1. Анисимов С. Н., Кононова О. В., Минаков Ю. А. и др. Исследование прочности тяжелого бетона с пластифицирующими и минеральными добавками [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21276>.
2. Анисимов С. Н., Добшиц Л. М., Кононова О. В. Прочность и долговечность бетонов в зависимости от дисперсности цемента и наполнителей / //Бетон и железобетон – взгляд в будущее: материалы III Всеросс. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). М.: МГСУ, 2014. С. 279-290.
3. Люк К., Ляховски Е. Е. Изменения, происходящие в цементном камне с минеральными добавками за двадцатилетний период // Цемент и его применение. 2011. №1. С. 76-80.

Белгузов Н. А.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. Важнейшей государственной задачей в области качества является обеспечение надежности и долговечности объектов строительства.

Ключевые слова: показатели качества, показатель надежности, показатель долговечности, показатель стандартизации и унификации

Цель исследования заключается в ознакомлении с основными показателями качества продукции.

Задача исследования заключается во внедрении мероприятий новой техники, изобретений и рацпредложений в строительных организациях, что позволит улучшить качество на всех стадиях жизненного цикла строительной продукции.

Элементы, составляющие качество, называются показателями качества. Система показателей качества продукции в строительстве (СПКПС) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества конкретных групп и видов промышленной продукции, применяемой в строительстве, и номенклатуру показателей качества отдельных зданий и сооружений массового строительства и их элементов, а также область применения критериев и показателей качества, установленных этими стандартами.

Показатели качества: назначения, конструктивности, надежности, технологичности, экономические, соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов должны применяться для всех видов строительной продукции при решении всех задач.

Номенклатура показателей качества продукции

Наименование критериев и основных видов показателей качества	Основные показатели качества
1	2
<i>1. Технический уровень</i>	
1.1. Показатели назначения	Прочность, жесткость, трещиностойкость, влагостойкость, теплоизоляция, морозостойкость

Окончание таблицы

1.2. Показатели конструктивности (унификация, стандартизация и пр.)	Геометрические размеры, форма, состав, структура
1.3. Показатели надежности (долговечность, сохраняемость)	Вероятность возникновения отказов (в том числе разрушений, потери свойств), стойкость к коррозии, срок службы, время и условия хранения
1.4. Показатели ремонтпригодности	Продолжительность, трудоемкость и стоимость восстановления при отказах
1.5. Показатели технологичности	Трудоемкость изготовления, материалоемкость, энергоемкость, степень механизации и автоматизации
1.6. Показатели транспортабельности	Масса, габариты, материалоемкость и трудоемкость упаковки, возможность контейнеризации
1.7. Показатели совместимости	Взаимная увязка размеров, допусков, видов стыков, согласованность сроков службы
1.8. Эргономические показатели	Температурный режим, уровень токсичности, запыленности, вибрации, удобство пользования продукцией
1.9. Эстетические показатели	Художественная выразительность, внешний вид, качество поверхностей
<i>2. Стабильность показателей качества</i>	
2.1. Показатели однородности	Отклонение количественных значений свойств продукции от номинальных
2.2. Показатели соблюдения стандартов, ТУ, СНиП, проектов	Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектной документации, процента брака, количества рекламаций
<i>3. Экономическая эффективность (экономические показатели)</i>	Удельные капитальные вложения, себестоимость, рентабельность, годовой экономический эффект
<i>4. Конкурентоспособность на внешнем рынке</i>	Показатели патентной защиты и патентной чистоты, наличие экспорта продукции

Показатель надежности характеризует изделие с точки зрения надежности его эксплуатации.

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени.

Показатель долговечности – это свойство объекта сохранять свое работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе обслуживания и ремонта.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность строительной продукции унифицированными, стандартными и оригинальными составными частями. Все изделия могут быть подразделены на стандартные изделия, унифицированные и оригинальные.

Стандартизация – это степень использования стандартных изделий, конструкций.

Унификация – это сведение многообразия продукции к технически улучшенному единообразию.

Вывод. Надежность и долговечность зданий и сооружений зависят от качества проектирования, качества выполнения строительно-монтажных работ, качества материалов, эксплуатации.

Список источников

1. Бузырев В. В., Юденко М. Н. Управление качеством строительной продукции. Практикум: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. С. 16-21.

УДК 625.7/8

Белгузов Н. А.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

***Аннотация.** Менеджмент качества базируется на таких принципах, как фокусирование на потребителе, лидерство, вовлеченность персонала, установление взаимовыгодных отношений с поставщиками, процессный подход, системный подход, принятие решений на основе фактических данных, постоянное улучшение.*

Ключевые слова: менеджмент качества, модель, стандарт, контроль качества

Цель исследования заключается в закреплении теоретических положений выстраивания систем менеджмента качества (СМК) в организациях.

Задача исследования заключается в рассмотрении основных результатов внедрения СМК в строительной организации, обеспечивающих снижение издержек организации и рост объема работ.

Методология исследования – методика создания СМК разрабатывается в соответствии с основными принципами всеобщего менеджмента качества (TQM) и требованиями стандарта ИСО 9001:2001.

В стандарте ИСО 9001:2001 применяются два научных подхода к менеджменту – процессный и системный.

Процессный подход – представление процесса управления как непрерывной цепи взаимосвязанных функций управления. Каждое предприятие имеет свой оптимальный набор функций, которые непрерывно чередуются, сменяя друг друга. Знаменитый цикл PDCA «Деминга-Шухарта» представляет собой переход функций: планирование (plan), выполнение (do), контроль (check) управляющее воздействие (action).

Системный подход – это представление предприятия как большой открытой системы, на которую воздействует среда и которая имеет контур обратной связи. Среда – это общество, конкуренты, контрагенты, собственники и пр.

Технология реализации наиболее важных элементов для построения и внедрения эффективной СМК в строительных организациях включает основные этапы:

1. определение руководством организации политики в области качества, которая является частью общей политики и стратегии предприятия.

Политика служит основой для установления целей, направленных на улучшение качества строительной продукции.

2. проведение комплексного анализа управления качеством продукции и организация работы подразделения «Служба качества».

Выполнение данного этапа должно начинаться с анализа существующей системы управления, выявления сильных и слабых сторон деятельности организации в области качества, организационной структуры и используемых методов контроля качества строительной продукции и СМР.

Реализация этапа включает следующие основные работы: подготовка распорядительной документации, выделение необходимых ресурсов, поиск сотрудников и их обучение, планирование, выполнение работ, контроль выполнения работы подразделения.

3. разработка концептуальной модели СМК в соответствии с требованиями стандарта.

При разработке концептуальной модели СМК определяются бизнес-процессы строительного предприятия и соответственно организацион-

но-технологические схемы по всем бизнес-процессам. По результатам анализа разрабатываются предложения по совершенствованию системы управления предприятием в целом и составляется план мероприятий по повышению качества продукции и выполняемых СМР.

4. разработка документации системы менеджмента качества. Автоматизация работы службы качества.

Цель этапа: создание документации, которая является основным элементом функционирования СМК. Она обеспечивает выполнение функций СМК путем определения форм и видов взаимодействия и установления порядка ввода и вывода информации.

На основании документированных процедур Служба качества подготавливает Руководство по качеству, которое включает:

- разработку политики качества;
- описание области применения СМК;
- разработку документированных процедур;
- описание взаимодействия процессов, включенных в систему менеджмента качества.

5. внедрение СМК.

Цель этапа: внедрить в работу строительной организации разработанное на предыдущих этапах «Руководство по качеству».

Основные работы, связанные с данным этапом следующие: планирование работ по внедрению СМК, подготовка к работе в соответствии с «Руководством по качеству» обучение работников нормативным документам, проверка знаний сотрудников на умение работать в соответствии с СМК, контроль функционирования СМК путем внутреннего аудита и анализа со стороны руководства.

6. сертификация СМК.

Цель этапа: осуществить мероприятия по подготовке к сертификации с целью снижения риска выявления значительных несоответствий во время аудита качества.

Основные работы, связанные с данным этапом следующие: выбор сертификационной организации, анализ готовности к сертификации, планирование мероприятий по подготовке к сертификации, выполнение работ по подготовке к сертификации, заключение договора и сертификация. В процессе проведенного внешнего аудита выявляются несоответствия созданной на предприятии СМК требованиям ГОСТ Р ИСО 9001:2001.

В ходе данного исследования были рассмотрены основные этапы внедрения системы менеджмента качества (СМК), что способствует получению прибыли в строительной организации.

Список источников

1. Бузырев В. В., Юденко М. Н. Управление качеством строительной продукции. Практикум: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. С. 58-62.

УДК 624.154.546

Васильева П. Г.

Научный руководитель: Глушков В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ-РИТ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** Проблема повышения несущей способности фундаментов и оснований является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При существенных нагрузках, передаваемых на основание, использование традиционных технологий не всегда оправданно. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований.*

В последние годы в практике строительства и реконструкции зданий большой интерес проявляется к методу усиления существующих фундаментов буроинъекционными сваями.

***Ключевые слова:** несущая способность, электроразрядная технология (ЭРТ), буроинъекционная свая, свайное поле, околосокажинное пространство*

В настоящее время сваи-РИТ стали самостоятельным видом буровых свай, при этом технологии изготовления свай-РИТ постоянно совершенствуются. Такая технология устройства фундаментов особенно востребована при строительстве объектов в стесненных условиях, сооружений повышенной этажности, а также в случаях, когда использование буронабивных свай по технико-экономическим соображениям нецелесообразно.

Важнейшей задачей современного геотехнического строительства является возведение фундаментов с повышенным значением несущей способности. Разрядно-импульсная технология при изготовлении буронабивных свай хорошо зарекомендовала себя при реконструкции зданий и сооружений, исходя из того, что можно использовать малогабаритное

оборудование, и устраивают свайные фундаменты меньшего диаметра и длины с большей несущей способностью, а экономическая эффективность по сравнению с буронабивными сваями многократная.

В работе на основе технико-технологического описания показано, что осадки свай-РИТ значительно меньше, чем у буронабивных свай, потому что грунт, разрушенный долотом в забое скважины у буронабивных свай остаётся под нижним концом сваи, а у свай-РИТ уплотняется серией электрических разрядов импульсного тока высокого напряжения, затем проверяется на плотность методом на отскок. Улучшение физико-механических свойств достигается в результате уплотнения грунта в околоскважинном пространстве и за счет его цементации.

Во многих случаях геотехническая ситуация усугубляется наличием в инженерно-геологических разрезах слабых подстилающих слоев с неустойчивыми физико-механическими характеристиками. При усилении таких оснований с помощью традиционных свай последние могут получить негативное трение, существенно уменьшающее их несущую способность по грунту, достигающие иногда до нулевых значений. Это может привести к дополнительным осадкам возводимого и возведенных в зоне геотехнического влияния объектов. Использование свай разрядно-импульсной технологии в большинстве случаев успешно решает многие сложные геотехнические проблемы.

Электроразрядная технология (ЭРТ), обладая рядом технических и технологических преимуществ, широко используется в геотехнической практике устройства буриинъекционных свай-РИТ в свайных полях, свай усиления оснований и фундаментов, закрепления оснований фундаментов, склонов, при устройстве нагелей и т. д.

Технологическим преимуществом ее является взрывообразное преобразование электрической энергии в механическую. При этом плотность энергии электрогидравлического удара достигает до 150 Дж/м^3 в течение очень короткого времени (долей микросекунд). Электрогидравлический удар на грунт стенок скважины, заполненной мелкозернистым бетоном, соответствует статической нагрузке на него до $200,0 \text{ кПа}$.

В результате воздействия таких высоких давлений и температур в грунте образуется полость за счет сил гравитации, которая заполняется мелкозернистым бетоном. Тем самым возникает уширение на конкретном участке по высоте сваи. Таким образом, возникает дополнительная опора, статически работающая совместно со свайей по нижней поверхности уширения и увеличивающая несущую способность свай-РИТ по грунту.

Список источников

1. Тер-Мартirosян З. Г., Буданов А. А., Еремин В. Я. О повышении несущей способности свай, изготавливаемых по разрядно-импульсной технологии // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. №1 (60). С. 60-62.
2. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (сваи-РИТ). ТР 50-180-06. М.: Изд-во ООО «УИЦ «ВЕК», 2006. 68 с.
3. Еремин В. Я. Разрядно-импульсные технологии на стройках России // Стройклуб. 2002. № 1 (36). С. 38-52.
4. Урманшина Н. Э., Галимнурова О. В., Галимнуров И. Р. Изготовление буронабивных свай при помощи разрядно импульсной технологии // Материалы международной научной технической конференции «Актуальные проблемы естественных и гуманитарных наук». Уфа: УГНТУ, 2018. С. 92-94.
5. Соколов Н. С., Викторова С. С. Разрядное устройство для изготовления буронабивной свай // Вестник Чувашского университета. 2017. № 3. С. 152-158.
6. Соколов Н. С. Еще о возможностях буроинъекционной свай ЭРТ // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Междунар. (XI Всерос.) конф. Чебоксары, 2020. С. 328–333.
7. СП 20.13330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия (с картами). Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М.: Минрегион России, 2011. 81 с.

УДК 691.618.92

Голикова Я. А.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ АРМИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация.** В статье исследуется возможность и актуальность применения изделий из композитных материалов в качестве аналога классическому армированию из стальных стержней и профилей. Произведен расчет двух вариантов сечения балки, изучены достоинства и недостатки композитов, изучены области эффективного применения композитного армирования.*

***Ключевые слова:** композитная арматура, стеклопластиковая арматура, коррозионная стойкость, армирование несущих конструкций*

В настоящее время стремительно ускоряется научно-технический прогресс, затрагивающий одну из важнейших отраслей – строительство, которая является одним из определяющих факторов уровня развития общества и экономической системы. Из-за роста населения и нехватки свободных территорий под застройку в местах с развитой инфраструктурой все чаще прибегают к строительству высотных зданий – технически сложных объектов, а повышение уровня благосостояния оказывает влияние на требования заказчиков к объектам строительства, и часто для решения поставленных задач необходимо применять сложные и уникальные конструктивные решения в проектировании здания с применением инновационных технологий.

Все эти факторы, а также стремление увеличить долговечность и прочность сооружений, ускорить процесс строительства и снизить его себестоимость, вызывают необходимость модернизации в сфере строительства, создания инновационных технологий и материалов нового уровня, обладающих уникальными свойствами, не присущими уже известным материалам.

Одним из таких инновационных материалов, играющих большую роль в модернизации строительства, являются армированные полимерные композиты.

Целью работы является повышение эффективности армирования несущих элементов в конструкции зданий и сооружений путем применения арматурных стержней и профилей из композитных материалов.

Задачи работы: ознакомиться с характеристиками композитных материалов, выявить их достоинства и недостатки, оценить возможность и эффективность использования композитов в качестве армирования несущих элементов конструктивной системы здания.

Методика исследования в данной работе включает в себя два этапа расчетов. В ходе первого этапа был выполнен теоретический расчет по двум группам предельных состояний составного сечения балки перекрытия с композитным двутавровым профилем на стадии монтажа, а также монолитного перекрытия по балке на стадии эксплуатации, по результатам которого было подобрано сечение композитного двутавра [1]. На втором этапе расчетов было выполнено моделирование расчетной схемы в ПК SCAD и произведен расчет для двух случаев – составного сечения балки с композитным двутавровым профилем и классическим стальным, также было выполнено сравнение результатов. Полученные результаты показали, что балка, армированная композитным профилем, удовлетворяет всем требованиям и допущениям, следовательно, данная система применима для строительства зданий и соору-

жений. Но также из расчетов видно, что прогиб конструкции с композитным двутавром превышает прогиб конструкции с классическим стальным профилем на 25%, что свидетельствует о том, что применение композитных профилей в конструкциях с большими пролетами – проблематично и требует дополнительных проектных решений.

Полимерный композитный материал – материал, имеющий множество преимуществ, благодаря которым способен составить конкуренцию стали, но также он имеет и ряд недостатков. Преимущество композитного материала состоит в его высокой удельной прочности, небольшом удельном весе, который в 4 раза меньше веса стали. Одним из важнейших достоинств композитов является устойчивость к коррозии и агрессивным средам, благодаря чему срок службы материала составляет более 80 лет и дает возможность применения в различных лабораториях и на производствах с химическими реагентами. Данное свойство стекло-, базальто- и углепластиков способствует решению глобальной проблемы – снижению долговечности и прочности зданий [2] и доказывает перспективность применения композитных материалов в строительстве [3,4]. Благодаря диэлектрическим свойствам, немагнитности и радиопрозрачности применение композитов в качестве армирования играет важную роль в строительстве специальных объектов, в которых требуется применение электроизолирующих несущих конструкций, например, медицинские учреждения с кабинетами рентгена, здания с помещениями радиолокационных станций и иным оборудованием. Применение стеклопластика перспективно также и в строительстве объектов в районах с особо холодным климатом, так как при пониженных температурах прочность материала значительно повышается за счет изменения свойств связующего компонента, например, при -40°C прочность повышается на 35-40%. Также благодаря конструкции и технологии производства изделий из композитов есть возможность регулирования их физических свойств путем применения различных типов армирующего и связующего материалов, что способствует созданию изделия, максимально подходящего под конкретные условия эксплуатации.

Недостатки композитных материалов заключаются в низком модуле упругости, невысокой огнестойкости, в результате чего требуется применение конструктивной огнезащиты, а также удельной жесткости, меньшей, чем у стали.

Таким образом, использование композитных материалов в качестве армирования несущих элементов зданий и сооружений возможно в ближайшем будущем и достаточно перспективно в конкретных случаях благодаря их уникальным свойствам, даже несмотря на имеющиеся не-

достатки, так как деятелями науки были найдены решения по их устранению. Данный факт подтвердили результаты выполненных нами расчетов. Применение композитных материалов является одним из направлений совершенствования современных конструкций и повышения их технологичности.

Список источников

1. Школяр Ф. С. Экспериментальное исследование оценки точности измерения деформаций конструкции методом фотограмметрической съемки // Проектирование и строительство: сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 386-389.
2. Степанова В. Ф., Фаликман В. Р. Современные проблемы обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 т. М.: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2014. С. 430-444.
3. Степанова В. Ф. Перспективы применения композитов в производстве бетона и железобетона // Технологии бетонов. 2015. № 9-10(110-111). С. 8-9.
4. Фролов Н. В., Никулин А. И. Альтернативное армирование изгибаемых железобетонных элементов композитной арматурой с учетом // Современные строительные материалы, технологии. Белгород: ФГУП «Исследовательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. С. 342-347.

УДК 69.003

Кошман А. В.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПРОЕКТА РЕМОНТА-/РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛОСКИХ КРЫШ ПЯТИЭТАЖНЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ С ПОЗИЦИИ ОКУПАЕМОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ

***Аннотация.** В статье выполнен обзор существующих методов восстановления работоспособности плоской кровли МКД, предложено определение оптимального варианта восстановления работоспособности плоской кровли.*

Ключевые слова: *плоская кровля, пятиэтажный многоквартирный дом, реконструкция, восстановление, вариативность*

В СССР в период с 1959 по 1985 гг. выполнялась программа по расселению и улучшению жилищных условий населения, при которой реализовано строительство пятиэтажных панельных домов массовых серий (1-468, 1-464, 1-121, 1-510 и т. п.). За это время появилось около 290 млн. м² площади пятиэтажек, что составляет не менее 10% от жилого фонда всей страны [1]. В наше время (20-е гг. XXI в.), в некоторых городах РФ (Москва, Санкт-Петербург, Н. Новгород), проводится программа реновации районов типовой застройки 1959-1985-х гг. [2]. Но в остальных регионах страны дома данных серий также продолжают эксплуатироваться. При этом возникают задачи восстановления и реконструкции всех конструктивных элементов зданий, повреждения которых обусловлены длительным сроком эксплуатации данных объектов. Одна из актуальных задач – выявление и решение устранения комплексов дефектов конструкций плоской кровли, характерных для зданий данных серий [1].

В период 2018-2022 гг. были проведены обследования кровель рассматриваемых типовых зданий разных регионов РФ. На основе полученных данных определены типичные дефекты конструктивного элемента: вздутие слоев, разрывы, неоднородность структуры и нарушение герметизации кровельного покрытия; неплотное прилегание кровельного покрытия в местах примыкания рулонного ковра к вертикальным поверхностям; нарушение герметизации стыка панелей, сквозное намокание и промерзание; возникновение участков застоя воды; разрушение бетонного слоя и арматуры панелей; повреждение отделки парапета из оцинкованной стали; повреждение конструкции зонтов над вентиляционными шахтами; нарушение сопряжения и поражение гнилью деревянного люка в перекрытии и двери выхода на кровлю; оседание утеплителя в трехслойных стеновых панелях (промерзание в верхней части панелей жилого этажа) [3].

Наиболее актуальными вариантами решения восстановления работоспособности крыши являются: текущий ремонт крыши МКД (восстановление поврежденных элементов идентичными или аналогичными материалами) – срок эксплуатации 10 лет; капитальный ремонт крыши МКД (полная замена кровельного покрытия с применением современных технологий и материалов) – срок эксплуатации 15 лет; реконструкция крыши МКД с возведением неэксплуатируемой скатной кровли, (с применением современных технологий и материалов) – срок эксплуатации 50 лет; реконструкция крыши МКД с возведением мансардного жилого эксплуатируемого этажа, (с применением современных технологий и материалов) – срок эксплуатации 50 лет [4, 5, 6].

Выполнение работ, связанных с реконструкцией, устройством скатной кровли, осуществляется в соответствии с проектной документацией, при расчете нагрузки на конструктивные элементы здания (несущие стены, перекрытие) приводит к изменению объема. В соответствии со статьей 49 Градостроительного кодекса РФ, проектная документация на реконструкцию подлежит государственной экспертизе, за исключением случаев, установленных указанной статьей [7].

Для определения наиболее оптимального варианта ремонта -/- реконструкции крыши с точки зрения окупаемости и эффективного срока эксплуатации, необходимо последовательно решить ряд следующих задач:

1. обследование технического состояния конструкции крыши/кровли домов указанных серий, для выявления общих конструктивных и эксплуатационных дефектов;
2. камеральная обработка результатов технического обследования;
3. разработка вариантов восстановления работоспособности конструкции, основанная на расчетах по нагрузкам, построении модели в системе САПР или аналогичных;
4. составление ведомостей объемов работ и определение сметной стоимости варианта по каждому из описанных вариантов восстановления работоспособности крыши;
5. аналитический обзор существующих материалов и технологических решений устройства плоских, скатных кровель. Конкретизация по каждому варианту восстановления работоспособности крыши;
6. составление ведомостей объемов работ и определение сметной стоимости каждого варианта;
7. анализ и определение эффективной эксплуатации конструкции и межремонтных сроков по каждому варианту;
8. обобщение и анализ результатов исследования, подведение итогов и выбор оптимального варианта ремонта/реконструкции [8].

Капитальный ремонт/реконструкция крыши здания – инвестиционный проект, требующий тщательных экономических расчетов и значимых финансовых вложений. Финансирование для реализации рассматриваемых проектных вариантов осуществляются из региональных фондов капитального ремонта, целевых государственных программ, государственных дотаций. Индивидуальный подход к восстановлению работоспособности кровли позволяет подобрать более оптимальный вариант ремонта/реконструкции, от которого зависит срок эффективной эксплуатации кровли, окупаемость самого проекта, а также позволит определить источники финансирования для реализации данных проектов [9].

Список источников

1. <https://www.c-o-k.ru/articles/sovremennyy-podhod-k-rekonstrukcii-hruschevok>.
2. Глазьева Л. Г. Основные варианты реконструкции жилой застройки 60-х гг. // Наука России: Цели и задачи. Воронеж: ВГТУ, 2021. С. 57-63.
3. Акты обследований многоквартирных домов за период 2018-2022 гг., ООО «АЭП», г. Екатеринбург, (ИНН 6684000215).
4. Письмо от 22 ноября 2017 г. №42752-ЕС/06, Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Методические рекомендации-описание типового технологического процесса переустройства неветилируемых совмещенных крыш на вентилируемые с утеплением подкровельного (чердачного) перекрытия. П. 5, р. III, приложение №1.
5. Жилищный кодекс РФ, статья 166 «Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме» п. 2, в ред. Федеральных законов от 28.12.2013 №417-ФЗ, от 29.07.2017 №257-ФЗ, от 27.12.2018 №522-ФЗ.
6. «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения».
7. Градостроительный кодекс РФ, статья 4, в ред. Федеральных законов от 16.05.2008 №75-ФЗ, от 28.11.2011 №337-ФЗ, от 28.06.2014 №181-ФЗ, от 03.08.2018 №321-ФЗ, от 16.12.2019 №440-ФЗ, от 13.07.2020 №194-ФЗ)
8. Травуш В.И., Гурьев В. В., Дмитриев А. Н., Дорофеев В. М., Волков Ю. С. О концепции развития нормативно-технической базы строительных объектов в период их эксплуатации // Academia. Архитектура и строительство. 2021. №1. С. 121-133.
9. Гурьев В.В., Дорофеев А.Н., Дмитриев А. Н., Панкратов Е. П., Лепешкина Е. А. Об экономических проблемах и механизмах реновации и реконструкции пятиэтажной застройки // Экономика строительства. –2018. №1 (49). С. 3-17.

УДК 691.327

Мосунов А. Ю.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РАННЕЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА С СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ БИОТЕХ-НМ

***Аннотация.** Исследовано влияние суперпластификатора Биотех-НМ на формирование прочности тяжелого бетона. Выполнено сравнение влияния химического модификатора Биотех-НМ на прочность тяжелого бетона при использовании цементов различного минералогического состава.*

***Ключевые слова:** бетон, прочность, суперпластификатор, Биотех-НМ, доменный гранулированный шлак*

В настоящее время в технологии производства бетонов особое внимание уделяется проблеме получения качественного и долговечного бетона пониженной себестоимости. Исследования показывают, что решение данной проблемы требует рационального подхода к использованию наиболее эффективных супер-пластификаторов [1, 2, 3].

Цель работы: изучить степень влияния суперпластификатора Биотех-НМ на формирование прочности тяжелого бетона с цементами различного минералогического состава.

Решаемые задачи: теоретические исследования влияния суперпластификаторов на прочность бетонов; экспериментальные исследования по изучению влияния количества суперпластификатора Биотех-НМ на прочность бетонов, изготовленных на цементах марок ПЦ500Д0 и ПЦ400Д20, отличающихся минералогическим составом.

Математическое моделирование. Для моделирования прочности бетона с добавкой Биотех-НМ применена полиномиальная регрессионная модель второго порядка.

Техника эксперимента. Исследования выполнены на равноподвижных бетонных смесях с жесткостью 20 с. Водоцементное отношение бетона находилось в диапазоне 0,32 – 0,46, в зависимости от состава. Содержание цемента варьировалось в пределах от 280 до 500 кг. Содержание добавки Биотех-НМ варьировалось от 1,5 до 2,5% от массы цемента. Из бетонной смеси формовались образцы-кубы с ребром 100 мм. Образцы твердели при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и влажности $95 \pm 5\%$. Через 72 часа образцы испытывались на сжатие.

Интерпретация результатов. Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 1 и 2.

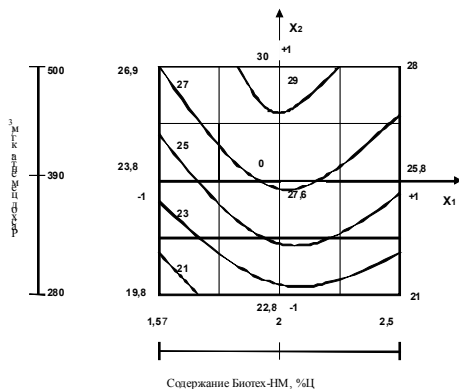


Рис. 1. Диаграмма прочности при сжатии бетона через 3 суток твердения в координатах: X_1 – содержание добавки Биотех-НМ; X_2 – расход цемента марки ПЦ400Д20

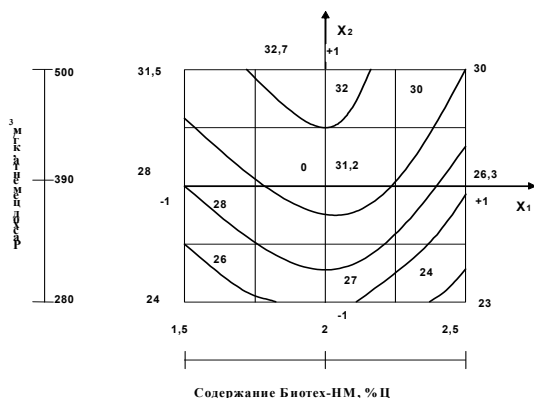


Рис. 2. Диаграмма прочности при сжатии бетона через 3 суток твердения в координатах: X_1 – содержание добавки Биотех-НМ; X_2 – расход цемента марки ПЦ500Д0

Анализ диаграммы показал, что комплексная добавка Биотех-НМ в рецептуре бетона оказывает пластифицирующий эффект, способствует снижению водопотребности равноподвижных смесей и росту прочности. В исследовании выявлена рациональная дозировка суперпластификатора Биотех-НМ. Присутствие минеральной добавки не повлияло на общий характер исследуемой зависимости, но понизило значения прочности бетона в сравнении с бетоном на цементе марки 500Д0.

Выводы

1. Оптимальная дозировка Биотех-НМ в бетоне для исследуемых цементов составила 2% от массы цемента.
2. На основании полученных данных установлено, что наибольшая прочность тяжелого бетона на 3-и сутки составила 32,7 МПа на ПЦ500Д0 при содержании добавки Биотех-НМ 2% от массы цемента.
3. Применение цемента ПЦ400Д20 с добавкой доменного гранулированного шлака снижает прочность тяжелого бетона на 10-15% в сравнении с ПЦ500Д0.

Список источников

1. Пат. 2247090 Российская Федерация, МПК С04В28/02, С04В22:08, С04В24:20, С04В111:20, С04В7/52, С04В7/12 Бетонная смесь, добавка для бетонной смеси «Биотех-НМ», модифицированный добавкой «Биотех-НМ» це-

мент (варианты)» / заявитель Цельнер. Н. М., патентообладатель Сатановская О. С. (RU). К 2003134908/03; заявл. 03.12.2003; опубл. 27.09.08. Бюл. № 27. 7 с.

2. Anisimov S. Self-compacting fine-grained concrete for reinforced concrete frame joints filling / Anisimov S., Kononova O. V // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Construction – The Formation of Living Environment. 2018. С. 032050.

3. Анисимов С. Н., Добшиц Л. М., Кононова О. В. Прочность и долговечность бетонов в зависимости от дисперсности цемента и наполнителей // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: материалы III Всеросс. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). М.: МГСУ, 2014. С. 279-290.

УДК 691.327

Мосунов А. Ю.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРОТУАРНЫХ ДОРОЖНЫХ ПЛИТ НА БЕТОНАХ С ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ НИЗКОГО КАЧЕСТВА

Аннотация. *Актуальность данной темы обусловлена одним из наиболее востребованных материалов для оснащения пешеходных зон и мощения парковки автотранспортных средств. Современное производство мелкоштучных сборных бетонных изделий набирает все большую популярность на рынке строительных материалов. Линейка таких изделий представлена такими продуктами, как: фасадные плитки брусчатка, дорожные плиты, и др. Основным компонентом состава такого материала является мелкозернистая бетонная смесь.*

Ключевые слова: *бетон, прочность, бетонная, смесь мелкий заполнитель*

Государственными стандартами регламентируется применение в составах на основе мелкозернистого бетона мелкого наполнителя с модулем крупности не менее 2 [1]. К сожалению, на территории Приволжского федерального округа практически отсутствуют месторождения добычи кварцевого песка среднего модуля крупности. Большинство карьеров реализуют мелкий песок модулем крупности 1,2-1,8. Поиск рациональных технологических решений для получения качественных изделий из мелкозернистого бетона является важной проблемой, с точки зрения энергоэффективности и рационального природопользования [2].

Целью данной работы является поиск рациональных решений по сохранению физико-механических свойств мелкозернистого бетона с заполнителями низкого качества.

Задачей исследования является поиск способов снижения водопотребностей бетонной смеси, улучшение прочностных характеристик на растяжение при изгибе, разработка композиционных вяжущих с использованием клинкера, заполнителей и добавок, с последующим получением на его основе эффективных мелкозернистых бетонов для тротуарной плитки.

Техника эксперимента и интерпретация результатов. В связи с тем, что удельная поверхность мелкого наполнителя сравнительно высока и приводит к увеличению воды затворения, снижая тем самым прочность, необходимо применение дополнительных компонентов, снижающих водоцементное соотношение смеси. Наиболее эффективными модификаторами, способными придавать водоредуцирующий эффект, являются суперпластификаторы. На сегодняшний день данный вид химических добавок в России представлен в виде торговых марок «С-3», «SIKA», «BASF». Использование данных химических пластификаторов позволяет снизить водоцементное отношение до 25%, что должно компенсировать негативный эффект от применения низкокачественного мелкого заполнителя.

Влияние мелкого наполнителя в готовом изделии также деструктивно влияет на прочностные показатели. Данное свойство очень важно для изделий, подвергающихся изгибающему моменту, например, брусчатке и дорожным плиткам. Основным способом решения данной проблемы, как показывают исследования, является устройство ненапрягаемой арматуры в нижней и верхней зоне готового изделия. Предполагается, что комплексное применение пластификаторов и армирования обеспечит необходимое качество изделия.

Выводы

1. Проведенные теоретические исследования позволили установить, что применение пластифицирующих добавок позволит сохранить физико-механические свойства мелкозернистого бетона с заполнителями низкого качества.

2. Для получения сопротивления изгибающим нагрузкам необходимо установить тип и диаметр арматуры, применяемой в готовых изделиях из мелкозернистого бетона.

Список источников

1. ГОСТ 17608-2017. Плиты бетонные тротуарные. Технические условия. (EN1338:2004, NEQ). Взамен: ГОСТ 17608-91; Введ. 01.03.2018. М.: Изд-во Стандартиформ, 2017. 48 с.

2. Анисимов С. Н., Добшиц Л. М., Кононова О. В. Прочность и долговечность бетонов в зависимости от дисперсности цемента и наполнителей //Бетон и железобетон – взгляд в будущее: материалы III Всеросс. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). М.: МГСУ, 2014. С. 279-290.

УДК 691.322

Пахмутова Н. С.

Научный руководитель: Ежова С. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ВАКУУМИРОВАНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ
ВАКУУМИРОВАННОГО ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
МАТЕРИАЛА (ИНЕРТНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ)
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА**

***Аннотация.** В статье рассматриваются традиционные способы повышения качества бетона и предлагаемые способы вакуумной обработки инертных материалов для дорожного строительства.*

***Ключевые слова:** дорожное строительство, вакуумирование, транспортирование*

Строительство автомобильных дорог в регионах России ставит своей главной задачей снижение себестоимости строительства и повышение их качества.

В последнее время проявляется интерес к технологии бетонирования дорог с применением вакуумированных дорожно-строительных материалов и бетонной смеси [1]. Экспериментальные исследования показали, что вакуумированный бетон на основе вакуумированных материалов превосходит по своим качествам бетоны на основе традиционных материалов.

Превосходство можно объяснить снижением термодинамического и химического потенциалов в материале путем удаления из него частиц воздуха, воды и других потенциалонесущих частиц [2, 3].

Однако внедрение такого бетона в дорожное строительство затрудняется из-за отсутствия специального оборудования для вакуумной обработки и транспортирования вакуумированных местных дорожно-строительных материалов по технологической линии.

Материал, подлежащий вакуумной обработке, представляет собой пористую насыщенную жидкостью и воздухом среду. Поскольку упругие свойства контактируемых между собой твердых частиц определяются, прежде всего, не их характеристиками, а расположенными между ними частицами (жидкости, воздуха, твердых тонкодисперсных и других частиц), то вопрос снижения содержания последних путем вакуумирования имеет большое практическое значение в повышении качества бетона. Свойства жидкости и ее температура обуславливают термодинамические и химические процессы в бетоне. Жидкость выполняет многосторонние функции, которые определяются упругими свойствами самой жидкости и находящейся в ней нерастворимой воздушной составляющей.

Проектирование современного вакуумного оборудования должно проводиться с учетом термодинамических и химических процессов, происходящих в материале при его вакуумировании, в том числе и в самой жидкости, ее свойства, являясь одним из основных исходных пунктов режима вакуумной обработки, требует тщательного анализа. Известны вакуумные установки для сушки материалов [5], однако они рассчитаны на вакуумирование монодисперсных материалов, которые образуют пористую среду с порами и капиллярами, мало отличающимися друг от друга формой и размером.

При соприкосновении двух твердых поверхностей частиц дорожно-строительного материала образуется система впадин, пор, капилляров произвольной формы и отдельных пятен касания по неплотностям, при вакуумировании неподвижных контактных соединений твердых частиц происходит утечка частиц жидкости и воздуха.

Продвижение дорожно-строительного материала в вакуумной камере связано со следующими элементарными перемещениями тепловой энергии: конвективным переносом тепла, теплообменом между материалом и окружающей средой, температурными адиабатическими и дроссельными эффектами, рассеиванием теплоты в результате теплопроводности и др.

Из условия мгновенного выравнивания температур в наблюдаемом элементе материала вытекает, что теплообмен между материалом и окружающей средой в вакуумной камере может совершаться только при движении материала и только в том случае, когда температура его меняется по пути движения.

Эксперименты показали, что бетон получается наивысшего качества при вакуумировании с фиксированными параметрами температуры, давления и объема [1-3].

При вакуумировании осуществляется снижение термодинамических и химических потенциалов в строительном материале, в связи с этим система, которую представляет собой материал, выходит из равновесного состояния более равномерно. Все потоки, описанные выше, приводят постепенно систему к равновесному состоянию, выведенному из него вакуумированием. Впоследствии вакуумированный материал, введенный в цементный раствор, восстанавливает термодинамический и химический потенциалы за счет потенциалов цементного раствора. При этом цементный раствор работает как донор, а материал является акцептором. Благодаря этому в бетоне между цементным камнем и материалом устанавливается донорно-акцепторная связь, характеризующая своей прочностью [4].

Следовательно, транспортирование материала после вакуумирования целесообразно производить специальными транспортирующими устройствами или транспортными средствами, не позволяющими протеканию обратимых процессов. При экспериментах исследовались специальные устройства, разработанные авторами, в которых можно или продолжать вакуумирование, или транспортировать материал в условиях, равных условиям в вакуумной камере [1-3]. При этом повышаются прочность, морозостойкость и плотность бетона и снижается влагопоглощение при меньшем, чем при традиционном бетоне расходе цемента.

Список источников

1. Ежова С. В., Лифантьев В. И., Ежов С. А. К вопросу разработки модели энергосберегающей технологии строительства автомобильных дорог // Строительные и дорожные машины. 2013. №1. С. 48-51.
2. Ежова С. В. Разработка технологии изготовления железобетонных плит методом непрерывного вакуумного прессования для лесовозных автомобильных дорог: автореф. дис...канд. техн. наук (05.21.01). Йошкар-Ола, 2006. 21 с.
3. Ежова С. В., Лифантьев В. И., Ежов С. А. и др. Разработка модели энергосберегающей технологии автомобильных дорог: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. 164 с.
4. Ежова С. В., Лифантьев В. И., Ежов С. А. Рассеяние неэффективных частиц формируемого каскадного потока в разряженном пространстве ограниченного объема // Строительные и дорожные машины. 2014. №3. С. 31-36.
5. Шумский К. П. Вакуумные аппараты и приборы химического машиностроения. М.: Госуд. научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1974. 576 с.

Сафонов М. С.

Научный руководитель: Нехорошков П. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ ЭЛЕКТРОННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ ЗТА5Р ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КРЕНА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

***Аннотация.** Рассматриваются вопросы оценки точности при измерении кренов высотных сооружений с применением электронных тахеометров, дается оценка точности измерения углов электронным тахеометром ЗТА5Р при измерении углов.*

***Ключевые слова:** электронный тахеометр, измерение крена высотных сооружений, оценка точности определения крена высотных сооружений*

При проведении высокоточных измерений ответственных конструкций важно обеспечить требуемую точность выполняемых работ. При работе геодезическими приборами вследствие различных факторов в результатах измерений присутствуют различные погрешности, вызванные неточностью и износом прибора, человеческим фактором и окружающей средой. В работе проведены исследования влияния погрешности измерений углов тахеометром ЗТА5Р при определении крена дымовой трубы.

Как известно, точность измерения характеризуется погрешностью измерений, которая неизбежна при работе измерительным оборудованием или инструментом. В применении к тахеометру точность характеризуется среднеквадратической погрешностью измерения углов и расстояний. В соответствии с паспортными данными завода изготовителя точность (средняя квадратическая погрешность) измерения углов тахеометром ЗТА5Р составляет $\pm 5''$ (рис. 1). Большинство современных тахеометров оборудованы вычислительным и запоминающим устройствами, позволяющими сохранять измеренные или проектные данные, вычислять координаты точек, недоступных для прямых измерений, по косвенным наблюдениям и т. д.

При исследовании точности было выполнено 100 циклов наблюдений, замеры углов производились с последующем сбросом угломерного круга (лимба), для того чтобы измерения не совпадали.

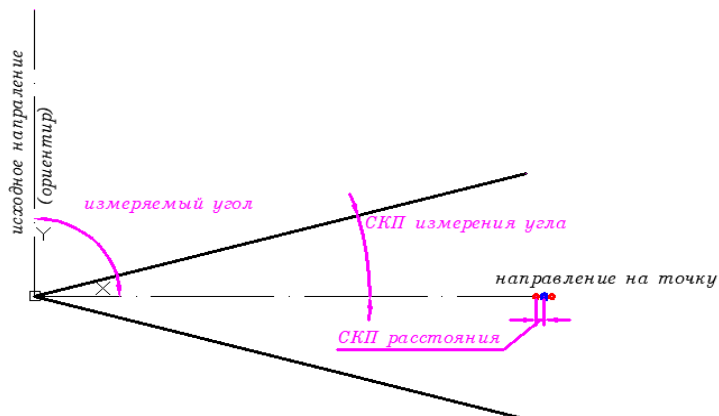


Рис. 1. Погрешности измерений электронного тахеометра

По результатам обработки измерений средняя квадратическая ошибка составила $\pm 8,6''$, по паспорту завода изготовителя средняя квадратическая ошибка должна быть не более $\pm 5''$. Отклонение составило $3,6''$. Полученная величина отклонения обусловлена по большей части потерей точности прибора из-за износа в период эксплуатации, который составляет более 10 лет. В соответствии с требованиями [1, стр. 15, табл. 1] требуемая точность измерения углов для труб высотой до 50 м составляет $m_\beta \leq 10''$. Таким образом, исследуемый тахеометр ЗТА5Р, несмотря на снижение точности, удовлетворяет установленным требованиям и обеспечивает допустимую точность измерений.

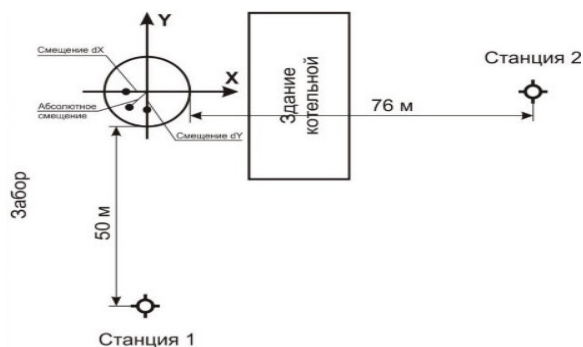


Рис. 2. Схема проведения наблюдений по измерению крена дымовой трубы

По итогам наблюдений (на уровне 13 металлического обвязочного пояса – верх трубы):

- максимальный крен верхней точки трубы по оси X – 4,05 см;
- максимальный крен верхней точки трубы по оси Y – 2,10 см;
- абсолютный максимальный крен верхней точки трубы составляет – 4,56 см.

Анализ показал, что динамика изменение положения дымовой трубы имеет колебательный характер. Начало увеличения крена происходит весной, в мае, летом он достигает максимальной величины, как по оси X, так и по оси Y, осенью труба стремится вернуться в первоначальное положение, но остается остаточная величина крена. Очевидно, что сезонные колебания дымовой трубы обусловлены изменением несущей способности грунта, находящегося в основании трубы. Изменение его несущей способности, очевидно, связано с наличием в его составе слабонесущих грунтов (глины, суглинки), а также наличию грунтовых либо поверхностных вод, которые приводят к переувлажнению грунта, находящегося в основании трубы, вследствие чего происходит частичная потеря его несущей способности. Наличие остаточного крена трубы объясняется подтеканием под ее основание грунта во время максимального ее отклонения, вследствие чего крен трубы прогрессирует, приближаясь к максимально допустимому значению, которое определяется в соответствии с СП 13-101-99 «Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта промышленных дымовых и вентиляционных труб».

Допустимая величина крена составит 7,15 см, таким образом, все величины крена находятся в пределах допуска со значительным запасом и обеспечением требуемой точности измерений.

Анализ изменения положения трубы на протяжении восьми циклов подтверждает наличие волнообразного изменения крена трубы в зависимости от сезона (сезонные колебания).

Список источников

1. ЦНИИОМТП Госстроя СССР Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами.
2. ГОСТ Р 51774-2001 Тахеометры электронные. Общие технические условия.
3. ГОСТ 23543-88 Приборы геодезические. Общие технические условия.

Солоницын С. А.

Научный руководитель: Бородина Е. А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СВОЙСТВАМ БИТУМА В НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются изменения ГОСТа строительного битума в связи с переходом на европейские стандарты.

Ключевые слова: нефтяной строительный битум, транспортировка, экологическая безопасность

Цель работы – анализ требований к битуму на основе ГОСТ 6617-76 и ГОСТ 6617-2021.

ГОСТ – это государственный стандарт, который формулирует требования государства к качеству продукции, работ и услуг, имеющих межотраслевое значение.

Марки строительных битумов и требования к их основным свойствам не изменились в новом ГОСТ 6617-2021. Основные характеристики строительных битумов представлены в таблице.

Требования к строительным битумам

Наименование показателя	Норма для марки			Метод испытаний
	БН 50/50	БН 70/30	БН 90/10	
1. Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм	41-60	21-40	5-20	По ГОСТ 11501
2. Температура размягчения по кольцу и шару, °С	50-60	70-80	90-105	По ГОСТ 11506
3. Растяжимость при 25 °С, не менее	40	3,0	1,0	По ГОСТ 11505
4. Растворимость, %, не менее	99,50	99,50	99,50	По ГОСТ 20739
5. Изменение массы после прогрева, %, не более	0,50	0,50	0,50	По ГОСТ 18180
6. Температура вспышки, °С, не ниже	230	240	240	По ГОСТ 4333
7. Массовая доля воды	Следы			По ГОСТ 2477

В новом ГОСТ 6617-2021 внесли изменения в пункт «Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение». Его разделили на три больших части. Основной текст этого пункта остался тот же, но были добавлены следующие изменения:

1. маркировка. Теперь каждая отдельная упаковка должна иметь свою маркировку, в которой должно быть указано: наименование продукции и её назначение; местонахождение производителя и торговый знак; масса нетто, дата изготовления, номер партии и штрих-код продукта.

2. упаковка. Разрешено использовать многослойные полимерные мешки с внешним слоем тканого полипропилена с условием, что температура размягчения по кольцу и шару не ниже 45°C и температура налива не более 130°C; разрешено упаковывать битумы в поддоны размером 800x1200 до 600 кг на плоские деревянные поддоны; допускается упаковывать с температурой размягчения по кольцу и шару не ниже 65°C в картонные коробки с внутренним вкладышем из антиадгезионной бумаги, крафт-мешки, картонные или металлические барабаны, бочки. При этом все виды упаковки должны быть термостойкими даже при температуре 160°C; строительные битумы для розничной торговли до 30 кг упаковываются в барабаны, полиэтиленовые пакеты, картонную упаковку или бумажные мешки с антиадгезионным покрытием.

Также теперь установлен предел допускаемых положительных отклонений содержимого нетто: $10 < x \leq 15$ кг до 150 грамм потери; $15 < x \leq 50$ кг до 1%; $50 < x \leq 100$ кг до 500 грамм; $100 < x$ кг до 0,5%

3. транспортировка. При температуре налива $\geq 180^\circ\text{C}$ разрешается по договоренности с потребителем отгружать и транспортировать строительные битумы в специализированных автобитумовозах.

Также большое количество изменений внесено в пункт «Требования безопасности»:

- битумы относятся к 4 классу опасности по воздействию на организм человека;

- максимальная концентрация паров углерода не должна превышать 300 мг/м³;

- строительные битумы не вступают в соединения со сточными водами и окружающей средой при температуре окружающей среды;

- при сливно-наливных операциях необходимо быть в спецодежде и все аппараты должны быть заземлены;

– работники должны проходить предварительные и периодические медосмотры;

– при разливе расплавленных строительных битумов на открытой площадке необходимо после этого убрать застывшую массу и это место засыпать песком.

В новый гост введен раздел «Охрана окружающей среды». В нем прописаны все нормы предотвращения попадания битума и его остатков в природу. Например, необходимо иметь герметичное оборудование для перевозки, хранения и использования битума. Также запрещается выливать и выбрасывать в сточные воды и почву отходы строительного битума; их необходимо сжигать, но с допустимым выделением углекислого газа в атмосферу.

Изменения в Правилах приемки. Для них стали прописывать показатели, которые проверяются испытанием: глубина проникания иглы; температура размягчения по кольцу и шару; упаковка, маркировка, масса нетто битума в упаковочной единице, среднее содержимое партии. Периодические испытания строительного битума проводят по показателям: – растяжимость при 25°C – не реже одного раза в месяц.

Отметим, что ГОСТ 6617-2021 поддержали не все страны, которые указаны в старом ГОСТ. Новый ГОСТ не приняли такие страны, как Азербайджанская Республика, Республика Казахстан, Республика Молдова, Туркменистан. Такие страны, как Армения, Беларусь, Киргизия, Россия, Таджикистан и Узбекистан будут следовать новому ГОСТу.

Исходя из вышесказанного, можно понять, что в ГОСТ 6617- 2021 не изменили показатели стандартных марок, а в большей части ввели дополнительные требования по пунктам: транспортировка, хранение, упаковка, маркировка и требования безопасности.

Список источников

1. ГОСТ 6617-76 Битумы нефтяные строительные. <https://docs.cntd.ru/document/1200003172>.
2. ГОСТ 6617-2021 «Битумы нефтяные строительные. Технические условия». Дата введения: 01.01.2023 г. (взамен ГОСТ 6617-76). https://allgosts.ru/75/140/gost_6617-2021.

Трутникова А. Ю.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТЕНОВОЙ БРУС ДЛЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ: МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА И УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОСТРОЕК

***Аннотация.** В последние годы, когда деревянное строительство переживает свое возрождение, одной из новейших тенденций деревянного домостроения является строительство высотных многоэтажных деревянных построек. Многоэтажные высотные деревянные постройки оправдали себя для возведения и моделирования любой конструкции. Также многоэтажные деревянные дома не уступают своим аналогам из других строительных материалов по звукоизоляции.*

***Ключевые слова:** деревянное домостроение, строительные технологии, стратегия развития*

Дерево является традиционным российским продуктом, натуральным материалом, который так же естественен для домостроения, как и многие другие. Он обладает прекрасными качествами для того, чтобы долгие годы выполнять функцию надежного строительного материала. Сегодня мы можем говорить о создании и формировании индустрии строительства, где его основным компонентом будет не процесс строительства из материала, а процесс монтажа из готовых изделий. Это в существенной степени снижает опасности человеческого фактора – ошибок при строительстве и значительно повышает качество готовой продукции, т. е. тех домов, в которых мы можем жить.

Новизна разрабатываемой технологии заключается в промышленных методах производства составляющих конструкции и в их нетрадиционной технологии укладки. Заготовки стенового бруса необходимо подвергнуть сушке. Сушку древесины можно прекращать при высушивании пиломатериалов до влажности 8-12 %. Ламели разрабатываемого стенового бруса имеют следующие линейные размеры: ширина – 150 мм; толщина – 40 мм; длина – при сращивании ламелей ограничена лишь возможностями оборудования. Один слой ламелей (две ламели) составляет 57 мм в высоту. Необходимые припуски на усушку и механическую обработку равны следующим значениям: для ширины 150 мм – 18 мм; для толщины 40 мм – 6 мм.

Для того чтобы быстро и без лишних временных затрат на доводку происходило строительство зданий, необходимо все детали разработанных конструктивных элементов изготавливать на оборудовании высокой точности. Современные деревообрабатывающие станки – это высокопроизводительное оборудование, которое обладает рядом преимуществ, таких как:

- повышенная точность и скорость работ;
- выполнение многих функций одновременно;
- достойное качество изделий;
- безопасное использование;
- широкий выбор комплектации;
- невысокий уровень шума;
- простота при эксплуатации.

Долговечность построек из стенового бруса, как и уже имеющиеся технологии, можно продлить за счёт качественной обработки древесины. В практике отечественного частного строительства применяется немало способов, позволяющих серьезно увеличить срок службы деревянного дома из бревна или бруса. К числу наиболее эффективных из них относятся:

- проведение качественного и регулярного антисептирования;
- огнезащита деревянных поверхностей;
- грамотное устройство утепления и системы вентиляции.

Три указанных способа увеличения долговечности деревянных жилых строений при кажущейся простоте являются весьма действенными и эффективными. Их грамотное применение обеспечит не только длительный срок службы дома, но и комфортные условия проживания в нем.

Список источников

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2018 г. № 1989-р.
2. Чемоданов А. Н. Ближайшие перспективы малоэтажного деревянного домостроения // Развитие науки и образования в современном мире. М.: Консалт, 2014. С. 140.
3. Конструкции из дерева и пластмасс: методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 270100 «Строительство» и специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / Сост. В. Г. Котлов, С. Л. Машинова, А. К. Наумов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 40 с.
4. Патент РФ № 183874, 08.10.2018г. Стеновой брус / Чемоданов А. Н., Трутникова А. Ю., Казанцев С. А. (Россия) / заявка № 2017140084, 17.11.2017 г.

УДК 658.1:338

Актуганова Л. О.

Научный руководитель: Хвостова И. Е., ст. преп.

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

ПОСТРОЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ НЕФИНАНСОВЫХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ КАПИТАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

***Аннотация.** Данное исследование посвящено выявлению закономерностей в системе решений о структуре капитала. Рассмотрены основные компоненты структуры капитала (собственный капитал и обязательства, а в качестве показателя структуры капитала выступает соотношение заёмного капитала к собственному (*debt-to-equity ratio*), или финансовый леверидж. На основе рассмотренной теоретической базы были выделены нефинансовые факторы влияния на структуру капитала, как-то: независимость совета директоров компании, размер совета директоров и занятость совета директоров. Выдвигается предположение, что вышеупомянутые детерминанты (кроме размера совета директоров) отрицательно влияют на соотношение заёмного и собственного капитала (финансовый леверидж). В рамках статьи было проведено эмпирическое исследование на основе анализа выборки с 1010 наблюдениями в период 2003-2007 гг. по 202 бразильским компаниям.*

***Ключевые слова:** капитал, финансовый леверидж, агентские издержки, дефлированные активы, независимость совета директоров*

Способ финансирования является ключевым фактором для инвесторов, директоров и других стейкхолдеров, проявляющих интерес к той или иной компании. Общепризнанным фактом является то, что решения по финансированию компании имеют прямое воздействие на ее стоимость. Однако целый ряд нефинансовых факторов, таких как независимость и размер совета директоров компании, ситуации совмещения позиций CEO и директора компании, занятости совета директоров, оказывают ощутимое влияние на структуру капитала организации. Их изучение с целью учёта в практической деятельности компании определяет актуальность темы детерминантов целевой структуры капитала.

Для построения модели и анализа используется сбалансированная выборка по 220 бразильским компаниям разных направлений деятельности с 2003 по 2007 гг. Период для выборки был ограничен по двум причинам: во-первых, с 2008 г. резко уменьшается количество компаний, по которым предоставляются данные, во-вторых, в 2008 г., 2014-2016, 2020-2021 гг. на структуру капитала нефинансовых фирм значительное влияние оказал финансовый кризис – включение периода глубокой рецессии могло бы значительно повлиять на результаты исследования. Выборка была собрана с использованием таких интернет-ресурсов: Brazilian stock exchange (B3), Brazilian Securities Commission (CVM), Economica databank, Thomson Reuters Eikon databank и JP Morgan website. Количество наблюдений – 1100.

$$BLEV_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 INDEPENDENCE_{i,t} + \beta_2 BOARD\_SIZE_{i,t} + \beta_3 BUSY\_BOARD_{i,t} + \beta_4 DUALITY_{i,t} + \beta_5 FIRM\_SIZE_{i,t} + \beta_6 ROA_{i,t} + \varepsilon_i,$$

где BLEV – показатель финансового (балансового) левериджа компании.

INDEPENDENCE – показатель независимости совета директоров компании. Эмпирические исследования установили, что наличие внешних директоров позволяет снизить агентские издержки [1]. Предполагается, что независимость совета директоров отрицательно влияет на уровень финансового левериджа (соотношение заемных и собственных средств).

BOARD_SIZE – количество членов совета директоров компании. Анализ существующей литературы показывает, что влияние размера совета директоров на структуру капитала организации неоднозначно. С одной стороны, часть исследований указывает на то, что большой размер совета может негативно сказаться на эффективности его работы, однако более современные работы доказывают обратное [2]. В рамках настоящей работы выдвинем гипотезу о том, что размер совета директоров положительно влияет на уровень левериджа.

BUSY_BOARD – показатель занятости совета директоров компании. В работе Fich and Shivdasani (2006) было установлено, что эффективность работы «занятых» советов директоров (его члены состоят более чем в трех советах директоров) ниже [3]. Основываясь на вышесказанном, предположим, что занятость совета директоров отрицательно влияет на уровень финансового левериджа.

DUALITY – показатель совмещения роли гендиректора (CEO) и председателя совета директоров компании. В работах Klein (2002) [4] и Gul and Leung (2004) [5] указывается, что данное совмещение позиций

приводит к увеличению информационной асимметрии и, соответственно, подобные компании будут меньше прибегать к более рискованным источникам финансирования.

FIRM_SIZE – показатель размера компании (натуральный логарифм дефлированных активов) компании.

ROA – финансовый показатель, отражающий эффективность использования активов компании.

В результате проведенного эконометрического анализа выяснилось, что наиболее статистически значимой является модель со случайными эффектами по сравнению с моделью фиксированных эффектов.

Окончательная модель приобретает вид:

$$\begin{aligned} BLEV = & 0.676045 - 0.04473 * INDEPENDENCE + 0.072558 * BOARD_{SIZE} \\ & + 0.559563 * BUSY_{BOARD} + 0.230431 * DUALITY + 0.279205 \\ & * FIRM_{SIZE} + 0.00955 * ROA. \end{aligned}$$

Таким образом, была подтверждено статистически значимое на любом разумном уровне значимости отрицательное влияние независимости совета директоров на соотношение заёмных и собственных средств (на уровень финансового левериджа). Однако в рамках настоящего исследования не удалось принять или отвергнуть гипотезы касательно влияния размера совета директоров, совмещения позиции гендиректора и председателя совета директоров, а также занятости совета директоров на структуру капитала организации вследствие незначимости коэффициентов модели.

Список источников

1. Hermalin B. E., Weisbach M. S. Endogenously Chosen Boards of Directors and Their Monitoring of the CEO // *American Economic Review*. 1998. 88 (1). P. 96-118.
2. Yermack D. Higher market valuation of companies with a small board of directors // *Journal of Financial Economics*. 1996. Vol. 40, № 2. P. 185-211.
3. Fich E. M., Shivdasani A. Are busy boards effective monitors? // *Journal of Finance*. 2006. № 61. P. 689-724.
4. Klein A. Audit committee, board of director characteristics, and earnings management // *J. Acc. Econ.* 2002. 33 (3). P. 375-400.
5. Gul F. A., Leung S. Board leadership, outside directors' expertise and voluntary corporate disclosures // *Journal of Accounting and Public Policy*. 2004. 23 (5). P. 351-379.

Алексеев А. В.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ВНЕДРЁННОГО КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА В ОРГАНИЗАЦИЮ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена оценка затрат для создания корпоративного портала на примере организации. Просчитана стоимость владения корпоративного портала. Сделан вывод по окупаемости корпоративного портала и сокращение временных затрат сотрудниками университета.*

***Ключевые слова:** корпоративный портал, совокупная стоимость, трудовые затраты*

Проверка оценки затрат для создания проекта «Корпоративный портал». Оценка представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе создания корпоративного портала природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на производство и реализацию.

Для разработки корпоративного портала использовался стационарный ПК. Среднее потребление энергии персональным компьютером составляет 0,24 Квт/ч. Средняя стоимость киловатта энергии составляет 3,4 рубля.

Рассчитаем исходя из календарного планирования время работы ПК, умножая время проекта на стандартный 8-ми часовой рабочий день.

Время проекта по календарному планированию составляет 49 рабочих дней.

$$T_{\text{ПК}} = 49 \times 8 = 392,$$

Себестоимость энергии равна:

$$C_{\text{эл}} = 392 \times (0,24 \times 3,4) = 319,872.$$

Общий фонд заработной платы на реализацию данного проекта при учете заработной платы в 15 тыс. руб. (взята цена программиста уровня стажер-программист без опыта работы) составит:

$$S = 15 \text{ тыс. руб.} \times 5 = 75 \text{ тыс. руб.}$$

Совокупная стоимость владения корпоративным порталом складывается из написания самого корпоративного портала, покупки необхо-

димого оборудования для него и обучение сотрудников работы в нем представлена в таблице.

Перечень затрат на разработку корпоративного портала

№	Затраты	Стоимость, руб.
1.	Стоимость создания корпоративного портала	75 тыс.
2.	Стоимость оборудования	Для работы корпоративного портала необходим сервер: 39,99 тыс.
3.	Стоимость обучения	Средняя зарплата в организации 26 тыс. руб. в месяц, то есть 162,5 руб. в час ($26 \text{ тыс.} / 160 = 162,6$). На обучение потребуется около 3 часов. $162,5 \times 3 = 487,5$ руб.
4.	Стоимость электроэнергии	319,872
5.	Итого	115,797 тыс. руб.

Стоимость владения корпоративного портала равна 115,797 тыс. рублей.

Эффективность проекта – это показатель, определяющий временные затраты на различные операции, который позволяет решить необходимость внедрения информационной системы.

Далее представлена информация по операциям, выполняемым сотрудником организации до и после внедрения корпоративного портала.

В организации для осуществления рассмотренных рабочих процессов существуют такие трудозатраты:

- на подготовку теста – 1 человек и 4 часа рабочего времени;
- на создание уведомления – 1 человек и 2 часа рабочего времени;
- на выполнение отчета о выполненных задачах – 1 человек и 2 часа рабочего времени.

Как результат, трудоемкость осуществления всевозможных процессов составляет 8 человеко-часа.

Продemonстрируем ожидаемые трудовые затраты впоследствии внедрения АИС:

- на подготовку теста – 1 человек и 1 час рабочего времени;
- на создание уведомления – 1 человек и 1 час рабочего времени;
- на выполнение отчета о выполненных задачах – 1 человек и 1 час рабочего времени.

Как результат, трудовые затраты уменьшатся до 5 человеко-часа, что составляет 37,5% от прежнего показателя.

Чем быстрее время на обработку информации и постановку задачи начальником, тем информационная система эффективна.

Срок окупаемости проекта составляет $115\,797,4 / 16\,250 = 7,1$ месяцев.

Вывод. В итоге можно увидеть, что сэкономленное время в целом составляет приблизительно 5 часов. Внедрение корпоративного портала позволит сэкономить 100 часов работы в месяц.

То есть, экономия составляет 16 250 рублей. Следовательно, срок окупаемости составляет 7,1 месяцев. Срок окупаемости проекта меньше 1-го года, это говорит об эффективности внедрения информационной системы.

Список источников

1. Черных А. И. Демешева И. А., Гончаренко О. И. Экономический анализ: учебное пособие. Белгород: БГАУ им. В. Я. Горина, 2020. 72 с.
2. Куприянова Л. М. Финансовый анализ: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2021. 157 с.
3. Трудоёмкость [Электронный ресурс]. URL: <https://studwork.org/spravochnik/ekonomika/formuly-po-ekonomike/trudoemkost>.

УДК 64.011.44

Васильев А. П.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ «ЛИЧНОГО КАБИНЕТА РАБОТОДАТЕЛЯ»

***Аннотация.** В статье проведена оценка совокупной стоимости владения, а также рассчитаны показатели экономической эффективности личного кабинета работодателя. Сделаны выводы по окупаемости личного кабинета для вуза и оценено сокращение временных затрат сотрудниками университета.*

***Ключевые слова:** личный кабинет работодателя, совокупная стоимость, экономическая эффективность*

Для того чтобы определить экономическую эффективность проекта, необходимо соотнести существующие в организации процессы и внедряемые при реализации информационной системы решения. Затем нужно проанализировать все затраты, необходимые для выполнения техно-

логических процессов для того, чтобы определить уровень полезности разрабатываемой ИС.

Определим совокупную стоимость владения АИС личный кабинет работодателя ФГБОУ ВО «ПГТУ». Она включает в себя совокупные затраты на кодирование, затраты на новое оборудование для поддержания системы, а также затраты на обучение сотрудников работе в новой информационной системе и затраты на сопровождение ИС. Для расчета будет взята средняя зарплата программиста по городу Йошкар-Ола – это 35 000 рублей.

Расчет совокупной стоимости информационной системы представлен в табл. 1.

Таблица 1. Совокупная стоимость информационной системы

№	Затраты	Стоимость, руб.
1.	Затраты на разработку	$35\,000 \times 5 = 175\,000$
2.	Затраты на оборудование	Новое оборудование не потребуется
3.	Затраты на обучение и оплату труда сотрудников	1000 рублей – целый день обучения сотрудника
4.	Затраты на сопровождение ИС	5 000
5.	Итого:	181 000

По таблице 1 можно сделать вывод, что совокупная стоимость АИС равняется 181 000 рублей.

Далее необходимо оценить экономическую эффективность внедрения данного проекта. Для этого рассчитаем трудозатраты и стоимостные затраты на выполнение функции центра карьеры при машинной обработке данных.

К трудовым показателям относятся: абсолютное снижение трудовых затрат (ΔT), коэффициент относительного снижения трудовых затрат (K_T).

К стоимостным показателям относят абсолютное снижение стоимостных затрат (ΔC), коэффициент относительного снижения стоимостных затрат (K_C).

Стоимостные затраты **работников** до внедрения системы составляют (C_0): 150 (стоимость часа работы) $\times 84$ (кол-во рабочих часов в месяц) $\times 1,3$ (отчисления работодателя в пенсионный, медицинский, социальный фонды) = $16\,380$ руб.

Стоимостные затраты работников после внедрения системы составляют (C_1): $150 \times 31 \times 1,3 = 4\,650$ руб. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели эффективности от внедрения проекта автоматизации

Наименование показателя	Затраты		Абсолютное изменение затрат	Коэффициент изменения затрат
	базовый вариант	проектный вариант		
Трудозатраты	T_0 , ч	T_1 , ч	ΔT	K_T
	84	31	53	63,1%
Стоимость	C_0 , р.	C_1 , р.	ΔC	K_c
	16380	4650	11730	71,6%

Из таблицы 2 делаем вывод о том, что общая экономия в месяц составит около 11 730 руб. Произошло это за счет снижения рабочего времени сотрудниками центра карьеры вуза примерно на 53 часа в месяц. Для расчета стоимостного выражения используется стандартная зарплата работника центра карьеры, включающая часовую ставку, равную 150 рублям.

На основании имеющихся данных нужно рассчитать срок окупаемости проекта. Оценка срока окупаемости производится для решения вопроса о целесообразности проектирования и разработки личного кабинета.

Срок окупаемости АИС «Организация работы вуза с работодателем по вопросу найма специалистов» определяется как период времени, в течение которого экономический эффект от эксплуатации системы сравнивается с капитальными затратами на данную систему.

Срок окупаемости: $S = 181\,000 / 11\,730 = 15,4$ мес.

Вывод. Общая экономия в месяц составит около 11 730 руб. Срок окупаемости данного проекта в примерно 16 месяцев лежит в пределах до трех лет, это соответствует хорошей эффективности от внедрения проектируемой АИС.

Список источников

1. Куприянова Л. М. Финансовый анализ: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2021. 157 с.
2. Черных А. И., Демешева И. А., Гончаренко О. И. Экономический анализ: учебное пособие. Белгород: БГАУ им. В. Я. Горина, 2020. 72 с.
3. Срок окупаемости [Электронный ресурс]. URL: <https://fin-accounting.ru/financial-management/investment-projects/main-indicators/payback-period-pp.html>.

Ивличев Н. Н.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ «ЛИЧНОГО КАБИНЕТА ВЫПУСКНИКА»

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена оценка затрат для создания ЛК выпускника на примере ФГБОУ ВО «ПГТУ». Просчитана стоимость владения личным кабинетом выпускника. Сделаны вывод по окупаемости ЛК и сокращение временных затрат сотрудниками университета.*

Ключевые слова: личный кабинет выпускника, оценка затрат, ПГТУ

Проверка оценки затрат для создания проекта «Личный кабинет выпускника». Оценка представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе создания ЛК природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на производство и реализацию.

Для разработки личного кабинета выпускника использовался стационарный ПК. Среднее потребление персональным компьютером энергии составляет 0,2 Квт/ч. Средняя стоимость киловатта энергии составляет 3,38 рубля.

Рассчитаем исходя из календарного планирования время работы ПК, умножая время проекта на стандартный 8 часовой рабочий день.

Время проекта по календарному планированию составляет 87 рабочих дней.

$$T_{\text{ПК}} = 87 \times 8 = 696.$$

Себестоимость энергии равна:

$$C_{\text{эл}} = 696 \times (0,2 \times 3,38) = 470,496.$$

Общий фонд заработной платы на реализацию данного проекта, при учете заработной платы в 16 000руб (взята цена программиста уровня стажер-программист без опыта работы) составит:

$$S = 16000 \times 5 = 80000 \text{ руб.}$$

Совокупная стоимость владения «Личным кабинетом выпускника» (складывается из написания самого ЛК покупки необходимого оборудования для него и обучение сотрудников работы в нем) представлена в таблице 1.

Таблица 1 Перечень затрат на разработку «ЛК выпускника»

№	Затраты	Стоимость, руб.
1.	Стоимость создания ЛК «Выпускника»	80000 рублей
2.	Стоимость оборудования	Для работы ЛК необходим сервер: 56810 рублей
3.	Стоимость обучения	Средняя зарплата в ПГТУ 31 400 руб. в месяц, т. е. примерно 196 рублей в час. На обучение необходимо около 8 часов: 1568 рубля.
4.	Стоимость электроэнергии	470,496
5.	Итого	137282 рублей

Стоимость владения «Личного кабинета выпускника» равна 137282 рублям.

Эффективность проекта – это показатель, определяющий временные затраты на различные операции, который позволяет решить необходимость внедрения информационной системы.

В таблице 2 представлена информация по операциям, выполняемым сотрудником ПГТУ до и после внедрения «Личного кабинета выпускника».

Таблица 2 Время выполнения операции до/после

№	Наименование операции	Время затраченное, час		Отклонение
		До внедрения	После внедрения	
1	Поиск и организация канала связи с выпускниками	3	0	3
2	Информирование выпускников о мероприятиях и предложениях	2	0.6	1,4
3	Предложение по покупке мерча ПГТУ	2	0,5	1.5
4	Предложение вакансий выпускникам	1	1	0
5	Агитация регистрации	0	1	-1
6	Итого	8	3,1	4,9

По итогу можно увидеть, что сэкономленное время в целом может составлять приблизительно 4,9 часа у непосредственно тех работников, кто работал с выпускниками. В месяце примерно 160 рабочих часов, из них можно сэкономить 96 на работе с выпускниками, за сотрудников ПГТУ это будет делать «Личный кабинет выпускника».

Т. е. экономия составляет 18840 руб. Следовательно, срок окупаемости составляет $137282 / 18840 = 7,3$ месяца.

Список источников

1. Александров О. А., Егоров Ю. Н. Экономический анализ: учебное пособие. М.: Инфра-М, 2018. 336 с.
2. Киреева Н. В. Экономический и финансовый анализ: учебное пособие. М.: Инфра-М, 2019. 368 с.
3. Расчет трудоемкости разработки ИС [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberpedia.su/14x39dc.html>.

УДК 51-77, 004.413.5

Китаева А. Д.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ АИБС В ШКОЛЬНЫЕ БИБЛИОТЕКИ

Аннотация. В данной статье рассмотрена экономическая эффективность от внедрения АИБС в библиотеки средних образовательных учреждений. Представлены затраты до и после внедрения АИБС.

Ключевые слова: АИБС, автоматизация, библиотека, показатели, данные, расходы

Основным критерием, который определяет необходимость автоматизированной обработки данных, является экономическая эффективность. Экономическая эффективность рассчитывается для возможности соотношения полученного после внедрения АИС результата с произведенными затратами.

Внедрение ЭВМ для автоматизированной обработки информации обычно связано с определенными капитальными вложениями, однако при исполнении данной работы вложений не потребовалось, поскольку:

1. вычислительная техника в учреждении располагает достаточными вычислительными возможностями;

2. подготовительные работы не требуют затрат, так как все необходимые средства для работы программы являются бесплатными, либо включены в базовую версию ОС;

3. персонал библиотеки (библиотекарь) обучен в достаточной степени, чтобы самостоятельно выполнять работу в разработанной программе.

Расчет эксплуатационных расходов до разработки и внедрения ИС. Капитальные затраты не производились. Исходные данные по заработной плате персонала, расценкам и нормативным коэффициентам приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные

№ п/п	Наименование показателей	Условное обозначение	Ед. измерения	Значения показателей	
				до ИС	с ИС
1	З/п библиотекаря	З1	руб.	10000,00	12000,00
2	З/п зам. библиотекаря	З2	руб.	8500,00	–
3	Стоимость электроэнергии	–	руб.	3,38	3,38
4	З/п программиста	З3	руб.	–	5900,00
5	Время на разработку	Т	мес.	–	4

За один месяц потребление электроэнергии в кабинете библиотеки составляет примерно 300 кВт/ч.

$$P_{\text{эн}} = 300 \times 12 \times 3,38 = 12\,168,00 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{общ}} = 12\,168,00 \text{ руб.}$$

Расходы на материалы до внедрения ИС приведены в таблице 2.

Расходы до разработки ИС (P_0).

$$P_0 = (10000,00 + 8500,00) \times 12 + 2725 + 12168 = 236\,893,00 \text{ руб.}$$

В расходы библиотеки за год входит заработная плата сотрудникам, расходы на материалы и затраты на электроэнергию.

Таблица 2. Расходы на материалы за год до внедрения ИС

Материалы	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед. (руб.)	Стоимость (руб.)
Бумага	лист	500	2	1000,00
Канцтовары	–	–	–	400,00
Картридж для принтера	шт.	1	1200,00	1200,00
Гибкий накопитель	шт.	5	25,00	125,00
Итого				2725,00

Далее вычисляются финансовые затраты после разработки и внедрения АИС. Разработкой системы занимается 1 программист, оклад стажера инженера-программиста без опыта работы, равен 21 000 руб./мес. Фактическое время, затраченное на разработку системы, – 4 месяца. Поскольку разработка программного обеспечения осуществляется на компьютере, ранее установленном для решения других задач, затраты на основное оборудование в капитальные затраты не включаются. Следовательно, капитальные затраты будут равны затратам на проектирование и электроэнергию.

Общие затраты на разработку АИС «Организация деятельности школьной библиотеки» составили 109 612, 72 руб. В таблице 3 приведены расходы на материалы после внедрения ИС.

Таблица 3. Расходы на материалы за год после внедрения ИС

Материалы	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед. (руб.)	Стоимость (руб.)
Бумага	лист	300	2	600,00
Канцтовары	–	–	–	20,00
Картридж для принтера	шт.	1	1200,00	1200,00
Гибкий накопитель	шт.	2	25,00	50,00
Итого				1870,00

Так как после внедрения АИС количество работы уменьшилось, то и доплачивать другому сотруднику за дополнительную работу нет необходимости. Затраты на электроэнергию остались прежними. Расходы после разработки ИС (Р1).

$$P1 = 12000 \times 12 + 1870 + 12168 = 158\,038,00 \text{ руб.}$$

Коэффициент экономической эффективности равен:

$$\Xi = (236893 - 158038) / 236893 = 0,33.$$

Бюджет стал использоваться эффективней более, чем в 1,5 раза. Коэффициент экономической эффективности составил 33%, что даёт нам экономический эффект в размере 78 855 руб. Срок окупаемости:

$$T_p = 109\,612,72 / 78\,855 = 1,3 \text{ года.}$$

Отсюда следует, что срок окупаемости составляет 1 год и 4 месяца. Расчеты показали, что произошло значительное сокращение затрат.

Таким образом, получен коэффициент экономической эффективности 0,33 и экономия бюджета в 78 855 руб., что доказывает целесообразность внедрения АИБС. При внедрении ИС сократилось число сотрудников. Снизилась расходы на заработную плату. Также снизались затраты на материальные ресурсы. Срок окупаемости составляет 1 год и 4 месяца.

Список источников

1. Тюхова Е. А., Шапорова О. А. Оценка экономической эффективности проекта // Экономическая среда. 2015. №1. С. 59.
2. Оценка экономической эффективности проектных решений: Методические указания к расчету экономической эффективности / ИВГПУ; Сост.: Н. В. Дудкова, А. В. Маркелов, В. А. Масленников. Иваново, 2014. 35 с.
3. Расчет экономической эффективности [Электронный ресурс]. URL: <https://finzz.ru/raschet-ekonomicheskoy-effektivnosti-kratko.html>.

УДК 004.9

Лукоянова К. С.

Научный руководитель: Порядина О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ КРЕДИТНЫХ ОПЕРАЦИЙ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема автоматизации банковской деятельности. Дается обзор кредитной банковской информационной системы «Qbis.Loan». Приводится фрагмент схемы данных кредитного модуля банковской информационно-аналитической системы.

Ключевые слова: информационная система, автоматизация, банк, кредитные операции, схема данных

Автоматизация банковской деятельности направлена на решение задач: обеспечение единого центра учета всех выполняемых операций, предоставление гибкой линейки продуктов для каждого клиента и высокой скорости предоставления банковских услуг, оперативное оформление запрашиваемых кредитов, грамотное управление кредитным портфелем и рисками, устранение попыток мошенничества и обеспечение безопасности всех банковских услуг. Автоматизация операционной работы банка позволит привести к единому стандарту процедуры оформления продуктов и оказания услуг [2].

Одним из продуктов для автоматизации банковской деятельности является БИС «Qbis.Loan» [3, 4]. Данный продукт направлен на автоматизацию работы с кредитными активами Банка или финансовой компании на всех этапах их жизненного цикла. В QBIS.Loan можно настроить всю организационную структуру подразделений, которые участвуют в

работе с кредитами. В системе возможно управлять ролевым доступом [3]. Базовая конфигурация позволяет конечному пользователю настраивать бизнес-процессы, бизнес-правила, кредитные продукты и программы без помощи разработчика. Для построения оперативной и управленческой отчетности программа использует встроенное хранилище данных, в котором хранятся основные параметры кредитных заявок и кредитных договоров. QBIS.Loan с помощью адаптеров может работать с различными известными СУБД Oracle, MS SQL или MySQL, но стандартно поддерживает работу с СУБД PostgreSQL [3].

Система QBIS.Loan может быть представлена как совокупность трех подсистем: кредитный конвейер (предкредитное рассмотрение заявки, принятие решения о выдаче кредита); мониторинг и аналитика (мониторинг исполнения обязательств и аналитика по всему кредитному портфелю); Collection (работа с проблемными активами на всех стадиях) [3].

Для работы с кредитными операциями необходимо предусмотреть отчетность, которая направляется в Центральный Банк. Рассмотрим некоторые документы кредитного модуля:

- «Сведения о крупных кредиторах (вкладчиках) кредитной организации» (исходящий документ);
- «Сведения о кредитах, предоставленных физическим лицам» (исходящий документ);
- «Данные о средневзвешенных значениях полной стоимости потребительских кредитов (займов) в процентах годовых» (исходящий документ).

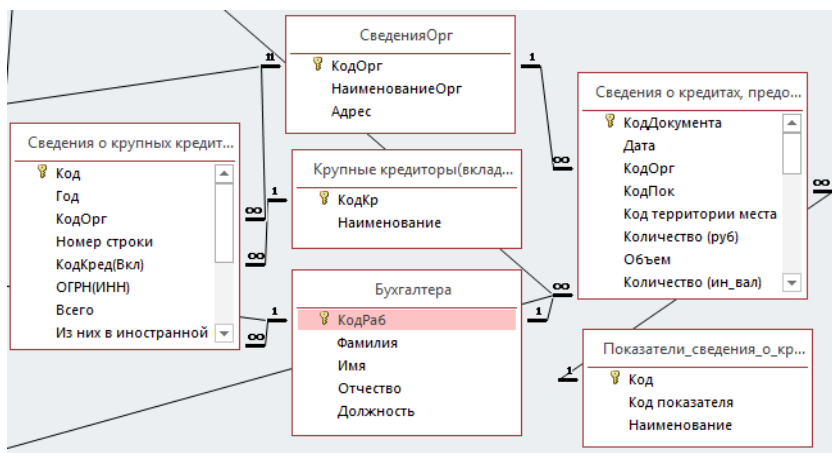
Для заполнения данных документов используются следующие справочники:

- «Сотрудники» (с выделением сотрудников по должностям: бухгалтер, директор, прочие сотрудники),
- «Категории потребительских кредитов»,
- «Крупные кредиторы (вкладчики)»,
- «Показатели (сведения) о кредитах»,
- «Сведения об организации».

На основании этих и других документов кредитного модуля банковской информационной системы разработаны несколько форм отчетов:

- «Сведения о крупных кредиторах (вкладчиках) кредитной организации»,
- «Сведения о кредитах, предоставленных физическим лицам»,
- «Данные о средневзвешенных значениях полной стоимости потребительских кредитов (займов) в процентах годовых».

На рисунке изображена логическая схема данных документов и справочников.



Фрагмент схемы данных модуля кредитных операций

Сфера деятельности банков расширяется, IT-сфера старается успевать за этими изменениями, информатизация банковских процессов очень выросла из-за пандемии. Удаленная работа заставила расти информатизацию и в области предоставления услуг клиентам. Значительно увеличилась сфера дистанционных, в том числе онлайн платежей через платежные системы. Резко выросло число ИИС и брокерских счетов, открываемых через банки, выросло число выдаваемых онлайн ипотечных и потребительских кредитов, гарантий и аккредитивов. Соответственно, увеличилась номенклатура документов, которыми клиенты и банки стали обмениваться онлайн. Проблема обработки больших данных стала более значительна для БИС [1]. Появление узкоспециализированного продукта «Qbis.Loan» показывает, насколько необходима автоматизация именно кредитных операций. Представленный фрагмент схемы данных модуля кредитных операций отражает содержание информации, представленной в документах, связанных с оформлением кредита.

Список источников

1. Тренды банковской информатизации [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D1%8B_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0

%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8#.D0.9A.D0.BB.D1.8E.D1.87.D0.B5.D0.B2.D1.8B.D0.B5_.D1.82.D1.80.D0.B5.D0.BD.D0.B4.D1.8B_.D0.B1.D0.B0.D0.BD.D0.BA.D0.BE.D0.B2.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B9_.D1.86.D0.B8.D1.84.D1.80.D0.BE.D0.B2.D0.B8.D0.B7.D0.B0.D1.86.D0.B8.D0.B8 (дата обращения 03.03.2022).

2. Финансовые информационные системы [Электронный ресурс]. URL: <https://fisgroup.ru/blog/banking-automation/>.

3. QBIS.LOAN [Электронный ресурс]. URL: <https://bis.ru/Products/QbisLoan.php> (дата обращения 03.03.2022).

4. QBIS.Loan – новое слово в автоматизации кредитного портфеля [Электронный ресурс]. URL: <https://nbj.ru/publs/qbis-loan-novoe-slovo-v-avtomatizatsii-kreditnogo-portfelja/33639/> (дата обращения 09.03.2022).

УДК 004.051

Луцейн А. А.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОСПИТАТЕЛЯ ДОУ

Аннотация. В данной статье был проведен анализ эффективности внедрения информационных систем на примере внедрения ИС поддержки деятельности воспитателя ДОУ.

Ключевые слова: информационные системы, внедрение ИС, анализ, эффективность ИС

ИС активно используется не только организациями, но и общеобразовательными и дошкольными учреждениями как инструмент решения многих задач. Но при этом не все подобные учреждения рассматривают информационные системы как замену бумажным, традиционным методам введения документации. Для того чтобы доказать обратное и показать выгоду использования ИС, был проведен анализ эффективности внедрения ИС.

Анализ эффективности внедрения информационной системы выполнен при помощи сравнения базисного и отчетного периода, анализ за-

ключается в выявлении сокращения трудоемкости, требуемой на выполнение одних и тех же операций, но в разный период.

За базисный, понимается период до внедрения проекта, а за отчетный – период после разработки и ввода информационной системы в дошкольное учреждение.

Анализ трудоемкости процессов отображен в таблице 1.

Таблица 1. Анализ затрат на выполнение операций базисного и отчетного периодов

Операция	t_0 , (час)	t_1 , (час)	N	$T_0 = t_0 \times N$, (час)	$T_1 = t_1 \times N$, (час)
Ведение справочной информации	0,4	0,1	579	118	58
Учет посещаемости детей	0,13	0,05	494	64	24
Формирование плана питания	0,3	0,15	247	74	37
Формирование отчетной документации	0,5	0,1	600	300	60
Итого	1,33	0,4	1920	556	180

Показатели, рассмотренные в таблице 1:

t_0 – время, необходимое на выполнение операции в базисном периоде;

t_1 – время, необходимое на выполнение операции в отчетном периоде;

N – средний показатель повторяемости операции, взятый за один год;

T_0 – количество часов в год, необходимое на проведение операции в базисном периоде;

T_1 – количество часов в год, необходимое на проведение операции в отчетном периоде.

Исходя из расчетов таблицы 1 сделаны следующие выводы:

1. в среднем на выполнение одного процесса в отчетном периоде уходит на 31% меньше времени по сравнению с базисным периодом;

2. трудовые затраты отчетного периода сократились по сравнению с базисным периодом на 376 (556 – 180) часов в год, в процентах этот показатель составляет 68%.

Далее выполнен анализ показателей эффективности от внедрения информационной системы.

Средняя заработная плата воспитателя детского сада составляет 20 000 в месяц, то есть 1 час работы приблизительно равен 170 руб. Расчет стоимостных затрат приведен в таблице 2 и произведен при помощи формул:

$C_n = T_n \times$ стоимость 1 часа работы – стоимость выполнения процессов в базисном/отчетном периодах;

$Y_t = T_0 / T_1$ – расчет индекса изменения затрат;

$\Delta T = T_0 - T_1$ – расчет абсолютного изменения затрат;

$K_t = \Delta T / T_0 \times 100\%$ расчет коэффициента изменения затрат;

Таблица 2. Анализ показателей эффективности от внедрения ИС.

Наименование показателя	Затраты		Абсолютное изменение затрат	Коэффициент изменения затрат	Индекс изменения затрат
	базовый вариант	проектный вариант			
Трудоемкость	T_0 , ч.	T_1 , ч.	ΔT	K_T	Y_T
	556	180	376	68%	3,09
Стоимость	C_0 , р.	C_1 , р.	ΔC	K_C	Y_C
	94 506	30 540	63 966	68%	3,09

Исходя из расчетов таблицы 2 сделаны следующие выводы:

1. экономия от внедрения информационной системы составила 63 966 рублей;

2. трудовые затраты на выполнение процессов сократились на 376 часов.

Помимо рассмотренных показателей, можно рассчитать срок окупаемости внедрения информационной системы, но это является нецелесообразным, так как подразумевает сокращение кадров, а именно воспитателя дошкольного учреждения.

Внедрение ИС поддержки деятельности воспитателя ДОУ является выгодным, так как процедура снизит трудозатраты. У воспитателя будет больше времени на основные его обязанности – присмотр и обучение детей.

Список источников

1. Скамай Л. Г., Трубочкина М. И. Экономический анализ деятельности предприятия: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 378 с.
2. Андреева Т. В. Цепочка создания стоимости продукта: формирование и оценка эффективности: монография. М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. 170 с.
3. Романова М. В. Управление проектами: учебное пособие. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. 256 с.
4. Иванов О. Е., Мещихина Е. Д., Царегородцев А. С., Швецов А. В. Прикладная информатика: учебно-методическое пособие к выполнению выпускной квалификационной работы. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. 68 с.

Платонова А. С.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АЛГОРИТМ ЛИТТЛА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

***Аннотация.** В данной статье был рассмотрен алгоритм Литтла решения задачи коммивояжера, разобраны основные ее методы и особенности решения, произведено сравнение алгоритмов Литтла и Прима-Эйлера.*

***Ключевые слова:** алгоритм, задача, оценка, циклы*

Известная, как минимум с XIX века, задача коммивояжера имеет множество способов решения и неоднократно описана. Ее оптимизационная версия является трудной, поэтому оптимальное решение можно получить либо полным перебором, либо оптимизированным полным перебором – методом ветвей и границ.

В 1832 году издана книга с названием «Коммивояжёр – как он должен вести себя и что должен делать для того, чтобы доставлять товар и иметь успех в своих делах – советы старого курьера», в которой описана задача, но математический аппарат для её решения не применяется. Зато в ней предложены примеры маршрутов для некоторых регионов Германии и Швейцарии.

Вместе с простотой определения и сравнительной простотой нахождения хороших решений задача коммивояжёра отличается тем, что нахождение действительно оптимального пути является достаточно сложной задачей. Учитывая эти свойства, начиная со второй половины XX века исследование задачи коммивояжёра имеет не столько практический смысл, сколько теоретический в качестве модели для разработки новых алгоритмов оптимизации.

Многие современные распространенные методы дискретной оптимизации, такие как метод отсечений, ветвей и границ и различные варианты эвристических алгоритмов, были разработаны на примере задачи коммивояжёра [1].

Сравнение алгоритмов

Алгоритм Прима-Эйлера (включает последовательное использование двух алгоритмов: алгоритм Прима – на первом этапе и алгоритм Эйлера – на втором этапе).

Алгоритм Прима. Построение начинается с дерева, включающего в себя одну (произвольную) вершину. В течение работы алгоритма дерево разрастается, пока не охватит все вершины исходного графа. На каждом шаге алгоритма к текущему дереву присоединяется самое лёгкое из рёбер, соединяющих вершину из построенного дерева, и вершину не из дерева.

Алгоритм Эйлера: строится каркас минимального веса (алгоритмы Прима); путем дублирования каждого ребра каркас преобразуется в эйлеров граф; находится в построенном графе эйлеров цикл (проходящий по всем рёбрам графа и притом только по одному разу); эйлеров цикл преобразуем в гамильтонов цикл (или маршрут коммивояжера, содержащий каждую вершину графа ровно один раз); метод преобразования: последовательность вершин эйлерова цикла сокращается так, чтобы каждая вершина графа в получившемся цикле встречалась ровно один раз. При любом количестве вершин он не покажет достойные результаты, поэтому использовать его на практике не рекомендуется.

Пример алгоритма Прима-Эйлера указан на рисунке 1:

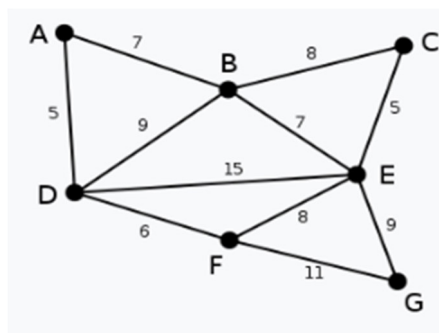


Рис. 1. Алгоритм Прима-Эйлера

Алгоритм Литтла. Процесс построения маршрута коммивояжера представляется в виде построения двоичного корневого дерева решений, в котором каждой вершине x соответствует некоторое подмножество $M(x)$ множества всех маршрутов коммивояжера. Считается, что корню дерева решений поставлено в соответствие множество всех маршрутов коммивояжера. Правило ветвления. Пусть x – некоторая вершина дерева. Выберем дугу vw , которая входит хотя бы в один маршрут из $M(x)$. Тогда множество $M(x)$ разбивается на два непересекающихся подмножества, в одно из которых можно отнести все маршруты, содержащие дугу vw , а в другое – не содержащие ее. Будем счи-

тать, что первое из этих подмножеств соответствует левому сыну вершины x , а второе – правому. Вершина дерева, для которой строятся сыновья, называется активной (вершина, для которой построены оба сына, активной стать в дальнейшем не может). Главное достоинство метода Литтла по сравнению с полным перебором заключается в том, что активными объявляются лишь те вершины, в которых может содержаться оптимальный маршрут. Для этого существует правило активизации вершин, которое сводится к правилу подсчета границ [2].

Пример алгоритма Прима-Эйлера указан на рисунке 2:

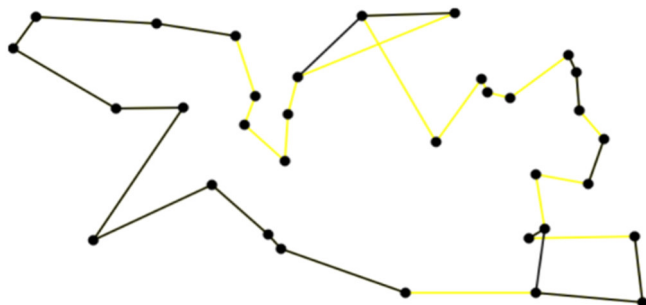


Рис. 2. Алгоритм Литтла

Вывод

Лучший результат показал алгоритм Литтла. При малом количестве вершин (до 10) он входит в число лучших, а при дальнейшем увеличении количества вершин выходит на первое место, но требует больше вычислительных ресурсов, чем другие алгоритмы.

Алгоритм Прима-Эйлера показал худшие результаты при любом количестве вершин, поэтому использовать его на практике не рекомендуется [3].

Список источников

1. Задача коммивояжера [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача коммивояжера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_коммивояжера).
2. Решение задачи коммивояжера [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/332208/>.
3. Сравнительный анализ методов решения задачи коммивояжера [Электронный ресурс]. URL: https://studylib.ru/doc/2357521/sravnitel_nyj-analiz-metodov-resheniya-zadachi-kommivoyazhera/.

Смирнова С. Ю.

Научный руководитель: Швецов А. В., д-р экон. наук
Поволжский государственный технологический университет

АНТИКРИЗИСНЫЕ МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ СУБЪЕКТОВ МСП В УСЛОВИЯХ САНКЦИИ

***Аннотация.** Представлены меры государственной поддержки субъектов МСП с учетом трансформации внешней экономической системы.*

***Ключевые слова:** МСП, антикризисные меры, санкции*

Малое и среднее предпринимательство (МСП) является одним из приоритетов государственной политики.

Деятельность субъектов малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации регулируется принятым 24 июля 2007 года Федеральным законом 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации», в котором указаны критерии отнесения предприятия к малому предпринимательству [1]. Актуальность темы поддержки малого и среднего бизнеса очевидна, что обусловлено и значимостью данного сектора экономики, и их сложным положением в течение последних нескольких лет.

Ограничительные меры, вводимые государством, отрицательно сказались на стабильности всей экономической системы России, но особенно болезненно отразились на предприятиях малого и среднего бизнеса.

Целью исследовательской работы является анализ мер государственной поддержки, оказываемых субъектам малого и среднего предпринимательства (МСП).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- дать определению понятию МСП, субъектам МСП;
- проанализировать нормативно-правовые документы в сфере регулирования деятельности МСП;
- меры государственной поддержки субъектов МСП по состоянию на 2022 год.

К субъектам малого и среднего предпринимательства относятся внесённые в единый государственный реестр юридических лиц потреби-

тельские кооперативы и коммерческие организации (за исключением государственных и муниципальных унитарных предприятий), а также физические лица, внесённые в единый государственный реестр индивидуальных предпринимателей и осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица (далее – индивидуальные предприниматели), крестьянские (фермерские) хозяйства, соответствующие перечисленным ниже условиям.

В качестве методов исследования использовались анализ, системный метод исследования, статистический, что позволило проиллюстрировать законодательные положения и провести их комплексный анализ.

Важным элементом рыночного хозяйства, без которого не может гармонично развиваться государство, является предпринимательство. Именно оно способствует созданию эффективной конкурентоспособной экономики, которая позволяет обеспечить высокий уровень и качество жизни населения. Предпринимательская сфера является мощным инструментом борьбы с безработицей, представляющим широкие возможности для самозанятости населения, что на сегодняшний день является особенно актуальным.

Ключевым инструментом существующей системы государственной поддержки предпринимательской активности является национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы».

Для планирования развития института МСП в стране принята Стратегия развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации до 2030 г.

Пандемия новой коронавирусной инфекции, а также ситуация с внешней политикой, связанных со спецоперацией на ДНР и ЛНР, оказали резкое и масштабное шоковое воздействие на мировую экономику, погрузив ее в глубокую рецессию.

По прогнозам экспертов международного рейтингового агентства Moody's, падение экономики в России составит 7% по итогам 2022 года. Этот спад станет самым глубоким со времен Второй мировой войны, а сокращение объемов производства на душу населения затронет наибольшую долю стран с 1870 года. Россия столкнулась с двойным ударом по экономике, помимо последствий пандемии коронавируса и ограничительных мер, отрицательное влияние оказало резкое падение цен на нефть и другие ресурсы [2].

Субъекты малого и среднего предпринимательства оказались в сложных условиях. В этой связи явилось очевидным, что для сохране-

ния потенциала экономики и ее успешного перезапуска требуется расширение объема и качества поддержки субъектов МСП.

В период сложной ситуации в стране приняты Федеральные меры поддержки субъектов МСП. Таким образом, меры поддержки субъектов МСП можно разделить на 4 блока.

Первый блок – финансовые меры поддержки. Второй блок – налоговые льготы для бизнеса. Третий блок – регуляторные меры поддержки. Четвертый блок – отраслевые меры поддержки. [1].

В условиях кризисной ситуации органами власти были приняты беспрецедентные меры государственной поддержки субъектов МСП фискального, финансового и регуляторного характера. Принятые достаточно быстро на федеральном уровне решения очень тяжело и долго спускаются на уровень регионов, еще медленнее они приходят до предпринимателей.

Таким образом, в качестве выводов определено, что при учете мнения субъектов предпринимательской деятельности, а также при продлении мер господдержки, выход из кризиса будет происходить намного быстрее, что приведет к поступательному развитию всей российской экономической системы.

В настоящее время существует большое количество различных мер и инструментов государственной поддержки бизнеса в условиях кризисной ситуации, однако не все субъекты МСП, к которым они обращены, могут ими воспользоваться.

В этой связи очевидна необходимость выработки новых подходов и критериев для определения видов экономической деятельности, пострадавших в период действия ограничений. Это позволит значительным образом расширить круг субъектов МСП, которые могут получить меры государственной поддержки.

Список источников

1. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 №209-ФЗ (последняя редакция). (дата обращения 15.04.2022).
2. Глоба А. П., Соколов А. П. Малое и среднее предпринимательство в период пандемии в России: государственная поддержка и оценка влияния на экономику // Индустриальная экономика. 2021. № 3. С. 39-44. (дата обращения 15.04.2022).

Стрельникова Е. А.

Научный руководитель: Горохов А. В., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

***Аннотация.** Задача поддержки принятия решений и прогнозирования финансовых показателей торгового предприятия решена с помощью разработки имитационной модели продажи товаров под влиянием различных факторов.*

***Ключевые слова:** имитационная модель, экономические показатели, принятие решений*

На сегодняшний день благодаря экономической глобализации и развитию информационных технологий на рынке представлен невозможный ранее ассортимент товаров. Для успешного функционирования предприятия в новых условиях требуется совершенствование механизмов процесса принятия управленческих решений и прогнозирования экономических показателей [1].

Целью данной работы является создание инструмента поддержки принятия решений с использованием информационно-компьютерных технологий.

На рис. 1 представлена модель продажи сезонного товара. Модель реализована в системе имитационного моделирования Powersim и представлена на языке системных диаграмм [2]. Реализация товара зависит от наличия товара на складе и спроса (поток «Реализация» выходит из уровня «Склад», этот поток зависит от переменной «Спрос»). Наличие товара на складе зависит от размеров склада и объема производства, которое направлено на уменьшение разницы между максимальной и текущей наполняемостью склада с учетом возможного размера партии (в уровень «Склад» входит поток «производство», этот поток зависит от констант «Размер склада» и «Размер партии»).

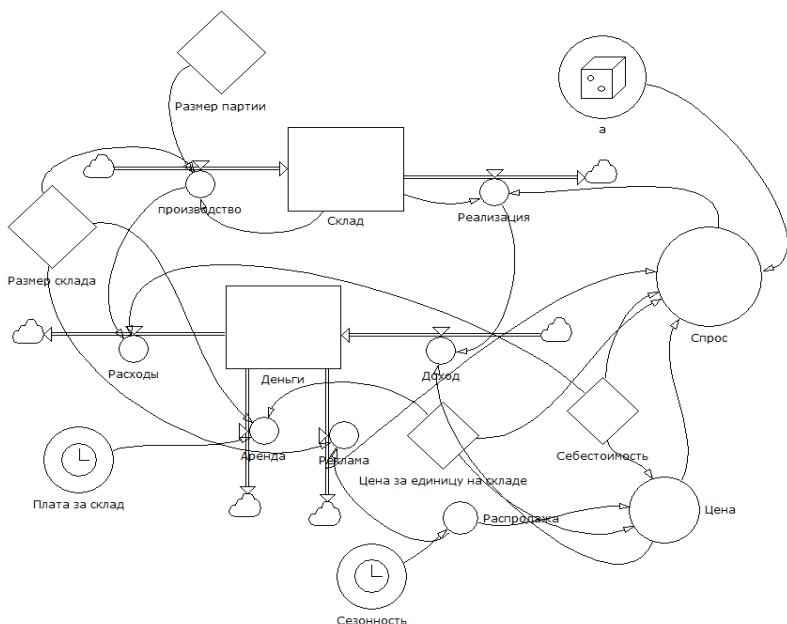


Рис. 1. Имитационная модель

Спрос зависит от ряда факторов: цена продажи, скидка при распродаже, сезонность товара, реклама. (переменная «Спрос» зависит от констант «Себестоимость» и «Цена за единицу на складе», переменной «Цена», потока «Реклама» и случайной переменной). Сумма выделяемых на рекламу средств определяется в зависимости от максимального объема продукции с учетом дополнительных расходов при распродаже (поток «Реклама» зависит от переменной «Распродажа», зависящей от переменной «Сезонность», определяющей периодичность распродажи).

В качестве основного экономического показателя рассмотрен бюджет организации (уровень «Деньги»). Из него выделяется на расходы производства, аренду склада и рекламу (из уровня «Деньги» выходят потоки «Расходы», «Аренда», «Реклама»). Поток «Аренда» зависит от константы «Цена за единицу на складе» и переменной «Плата за склад», определяющей периодичность платежа.). Источником пополнения бюджета является доход от реализации (поток «Доход», входящий в уровень «Деньги», зависит от потока «реализация» и переменной «Цена»). Цена формируется на основе себестоимости товара и затрат на его хранение на складе с учетом скидки при распродаже (переменная «це-

на» зависит от констант «Себестоимость» и «Цена за единицу на складе», а также переменная «Распродажа»).

С целью прогнозирования будущих финансовых результатов проведены исследования. Рассмотрим следующий Сценарий: увеличение размера склада и объёма партии при низкой себестоимости. Себестоимость товара = 1200, размер склада = 800, размер партии = 300.

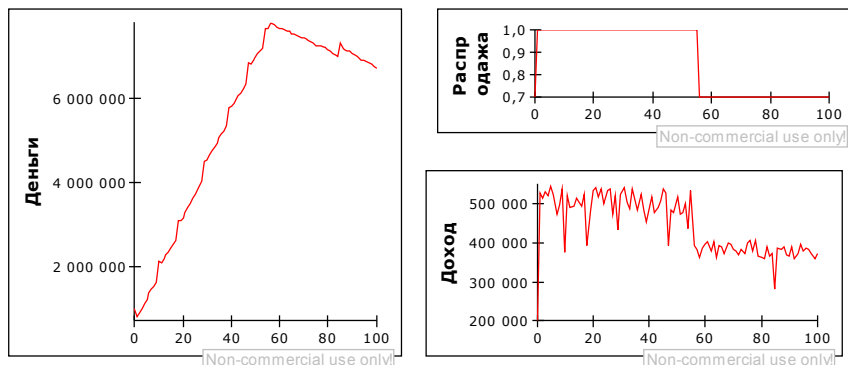


Рис. 1. Результаты моделирования

На рис. 2 представлены графики, описывающие изменения финансовых показателей предприятия. В период распродажи при большем объеме продаж доход и бюджет предприятия увеличились, после окончания распродажи эти значения уменьшились, поскольку спрос на товары упал.

Представленная в работе имитационная модель изменения финансовых показателей под влиянием различных факторов позволяет решать задачу поддержки принятия управленческих решений на предприятии. С ее помощью можно изучить как влияние одного фактора, так и группы факторов.

Список источников

1. Шевченко Д. А., Пономарева Е. В. Продвижение товаров и услуг: Практическое руководство: учебное пособие. М.: Дашков и К, 2021. 372 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/173982>.
2. Павловский Ю. Н., Белотелов Н. В., Бродский Ю. И. Имитационное моделирование: учебное пособие для студентов высш. учеб. завед., по спец-там ... «Прикладная математика и информатика». М.: Академия, 2008. 234 с.

Таныгина В. В., Сибэгатуллина Г. Н.
Научный руководитель: Порядина О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ С ЦЕННЫМИ БУМАГАМИ И ИНВЕСТИЦИЯМИ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты автоматизации банковской деятельности, приводится описание программного продукта для автоматизации банковской деятельности RS-Bank v. 5.5. Рассматривается реализация модуля операций с ценными бумагами и инвестициями на платформе MS Access.

Ключевые слова: банковская деятельность, ценные бумаги, инвестиции, автоматизация, банковская информационная система

Автоматизация деятельности банков должна учитывать некоторые особенности структуры банковских систем и специфики банковской деятельности. Во-первых, это сложность в плане организации взаимодействия, которая вызывает необходимость создания многоуровневых, иерархических систем со сложными информационными связями прямого и обратного направления. Во-вторых, это сложность видов обеспечения автоматизированных рабочих мест каждого специалиста, работающего в банке. Автоматизированная банковская система (АБС) – комплекс программного и технического обеспечения, направленный на автоматизацию банковской деятельности [4]. Термин «автоматизированная» означает, что в некоторой системе происходит частичная автоматизация ряда бизнес-процессов, однако нет полной автоматизации, т. е. система работает в диалоге с человеком, который является лицом, принимающим окончательные решения [5]. Задачами применения АБС являются: уменьшение времени на проведение операций и оформление документов, повышение пропускной возможности банка; уменьшение количества персонала, занимающегося низкоквалифицированной работой; повышение квалификации банковского персонала [6].

Рассмотрим автоматизацию банковской деятельности на примере БИС «RS-Bank v. 5.5», разработчиком которой является компания R-Style Softlab [1]. RS-Bank v. 5.5 представляет собой новую интегрированную версию банковской системы, ориентированную на потребности коммерческих банков категории малого и среднего бизнеса [2]. Данное решение актуально не только среди банков, но и среди многих небан-

ковских кредитных организаций. Преимуществами RS-Bank v. 5.5 являются [3]: целостное решение на базе одного дистрибутива создает общую ИТ-структуру и единое информационное пространство для всех сотрудников; модульная организация АБС позволяет приобретать и наращивать функциональность по мере развития бизнеса; простота развертывания нового филиала при относительно небольшом бюджете упрощает развитие многофилиальной сети; широкая базовая функциональность; открытость системы для самостоятельного развития; соответствие требованиям законодательства РФ.

Рассмотрим модуль операций с ценными бумагами и инвестициями. Для этого мы использовали систему управления базами данных MS Access. Изучив соответствующие инструкции ЦБ РФ, поручения и документы в данной предметной области, мы создали шаблоны документов, с помощью которых фиксируются данные операции. Были рассмотрены документы: «Заявление на открытие счета депо», «Прием ценных бумаг на хранение или учет», «Снятие с учета или хранения», «Поручение на перевод ценных бумаг между счетами депо Депонентов», «Поручение на перемещение ценных бумаг», «Поручение на сделку РЕПО». В документах используются поля со списками, кодировка наименований, что показывает на автоматизацию процесса их заполнения (рис. 1).

Прием ценных бумаг на хранение или учет

Прием ценных бумаг на хранение и/или учет при зачислении инвестиционных паев паевых инвестиционных фондов при приобретении

№ от

Операция

Инициатор Счет депо

Получатель (номер счета)

Код ценной бумаги Количество

Дата исполнения

Рис. 1. Форма документа «Прием ценных бумаг на хранение или учет»

На рисунке 2 показан пример отчета, целью которого является анализ перемещений между счетами депо количества ценных бумаг по каждому депоненту.

Поручение на перевод ценных бумаг между счетами депо Депонентов						
Код ценной бумаги	Дата поручения	Депонент	Количество ЦБ	Контрагент	Номер счета депо	Номер счета депо в месте хранения
1	25.02.2022	Лебедев Денис Юрьевич	50 Airbnb		1234000-11	1234500-02
Всего			50			
3	07.02.2022	ООО "АБС"	100000 BTB		1234500-08	1234000-07
Всего			100000			
7	01.02.2022	АО "Инвест"	700 ПАО "Нефтяная компания Лукойл"		1234500-00	1234500-06
Всего			700			
ИТОГО			100750			

Рис. 2. «Отчет по количеству ЦБ на перевод между счетами депо»

Отчет автоматически группирует ценные бумаги по кодировке и суммирует их количество.

В заключении работы необходимо отметить важность БИС, которые помогают решать множество задач, необходимых для развития и функционирования банковской системы. Большое число программных комплексов, внедряемых во все сферы современного общества, повышает эффективность взаимодействия с частными и корпоративными клиентами. Все быстрее в течение последних лет растет рынок обслуживания банковских операций. По нашему мнению, следует развивать применение дистанционных технологий обслуживания систем банковского самообслуживания.

Список источников

1. R-Style Softlab: О компании [Электронный ресурс]. URL: <https://www.softlab.ru/company/>.
2. RS-Bank [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:RS-Bank>.
3. RS-Bank v. 5.5 [Электронный ресурс]. URL: https://www.softlab.ru/solutions/rs_bank_v5_5/.
4. Википедия: Автоматизированная банковская система [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная_банковская_система.
5. Информационные технологии банковского дела. Автоматизированные банковские системы. [Электронный ресурс]. URL: http://eos.ibi.spb.ru/umk/5_12_11/5/5_R1_T2.html.
6. Понкратова А. В. Особенности автоматизации банковских систем // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 4. С. 327-333. URL: <https://e-koncept.ru/2017/770354.htm>.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абдуллин Т. Р., 233
Абитаи М. С., 338
Агаева Д. В., 384
Акбиров Р. И., 236, 276
Акбуляков А. Т., 239
Акилбаева Д. С., 528
Актуганова Л. О., 562
Александрова К. Н., 365
Алексеев А. В., 341, 565
Алексеева И. Е., 368
Алибеков С. Я., 198, 214, 216, 229
Алтунбаева А. С., 440
Альмаков А. А., 179
Андрианов Д. Ю., 50, 53
Анисимов Н. С., 56
Анисимова А. А., 530
Анпилогов Л. Д., 241
Ахмадьянов К. И., 244
Ахметгалиев И. Ф., 246
- Бабина Д. А., 371
Бакулина И. Р., 118
Барабашева О. А., 480
Баранов А. С., 384
Баротов С. М., 249
Бастраков В. М., 210, 230
Бачурин И. А., 90, 127
Белгузов Н. А., 533, 535
Белоусов Д. И., 221
Берлякова У. А., 93
Бессонова А. М., 368
Бирюкова Е. С., 384
Блинова А. В., 313
Богатырев А. Д., 59
Богданов С. О., 426, 439
Богданов Т. В., 368
Букатина Ю. Э., 392, 395
Булдакова Ю. М., 62
- Валиуллина А. Ф., 130
Васильев А. П., 567
Васильева Е. С., 384
Васильева П. Г., 538
Введенская С. Ю., 374, 377
Вершинин М. В., 5
Войтенко М. С., 483
Волков К. А., 316
Волкова П. А., 181
Воронцова В. В., 171
- Галкин А. А., 443
Гапоненко С. О., 251, 301, 309
Гараева В. Р., 254
Гарнышова Е. В., 264
Гладнева Д. В., 485
Глушкова М. Ю., 380
Голикова Я. А., 540
Горбунов А. В., 8
Градобаев Р. А., 183
Губин Н. А., 186
- Даутов Р. Р., 257
Денисова О. Н., 136
Дерягина М. С., 382
Домрачева С. С., 65
Дьячков А. Д., 319
Дюжев А. В., 260
- Егоров Е. Н., 134, 139, 168
Егоров С. С., 322, 325
Еманаев Н. В., 132
Еремеев Р. В., 344
Еремей Д. В., 384
Естехин А. И., 487
Ефимов К. В., 139, 166
- Жалгабаев Л. А., 347
Журавлев Е. А., 68

Забродин А. Г., 188
Забродина Н. А., 188
Зайцева А. А., 262
Зиновьева Е. Г., 158, 291
Золотарева Ю. Ю., 419

Иванов А. М., 350
Иванов А. Н., 10
Иванов О. Г., 85
Иванов С. А., 426, 439
Иванов С. П., 59, 79
Иванова Е. Е., 490
Ивличев Н. Н., 353, 570
Измайлова Е. В., 264
Ильина А. М., 384
Ипатов П. Н., 267
Исакова В. О., 493
Исманов С. К., 12, 15

Кадыров И. В., 68, 270
Казанцева А. С., 472
Калкен А., 356
Калинин А. Г., 158, 291
Камаев А. М., 272
Капитонова М. А., 142
Караваева М. С., 71, 190
Кислицына Е. В., 387
Китаева А. Д., 359, 572
Кобылина Е. В., 192
Козлова А. С., 195
Козлова Н. Ю., 85, 474, 477
Колобкова А. Д., 96
Кондратьев А. Е., 309
Конкин Н. А., 327
Коннова К. А., 134
Коптелова К. А., 17
Костин М. А., 448
Кочин М. А., 495
Кошман А. В., 543
Краснов К. А., 20

Крашенинникова Н. Г., 229
Кречетова И. В., 249
Кропотов С. Г., 205
Крылов М. Э., 274
Kuanyshbek A., 336
Кудрявцев Е. К., 462
Кудрявцев С. Г., 62
Кузнецов Н. Д., 99
Кулагина С. В., 5, 8, 10, 12, 15, 17
Купсольцева Н. С., 136
Курочкин И. С., 236, 276
Кутонова Е. В., 198, 229

Лагерев И. А., 74, 76
Лазарев М. М., 23
Лебедев Н. А., 498
Лежнин Р. А., 214, 216
Лежнина А. С., 26
Леухин М. Д., 79
Лобанов Н. А., 200
Локшин В. В., 203, 205
Лукоянова К. С., 575
Луцейн А. А., 362, 578
Лушин Д. Н., 139
Ляпустин А. С., 279

Майоров Н. Д., 434
Майорова А. В., 390
Макарова А. Э., 392, 395
Макарова С. Ю., 142
Макарова Э. А., 392, 395
Макерова В. В., 144
Малкова Ю. Л., 368
Мальков Ю. Г., 403
Малькова Е. Б., 398
Марков В. А., 350
Матвеев И. В., 429
Матвеева О. А., 431
Матниязова Г. Р., 96
Меркушева Н. Н., 398

Милютина А. М., 28
Мингазова А. Р., 500
Миронова А. Д., 281, 284
Михадаров Д. Г., 158
Мосунов А. Ю., 546, 549
Мустафина Г. Р., 286
Мухамадшина И. В., 502
Мухортов Д. И., 417

Наумов Д. А., 31
Нефедов М. С., 147
Низамова А. Ш., 274
Никитина Т. С., 101
Никитина Х. А., 289
Нұрымбет А. А., 347

Овечкина К. С., 195
Окач М. А., 417, 434
Ореховская А. А., 350
Осипов Т. А., 158, 291
Охотников Д. Р., 127
Охотников М. В., 445
Ошуева Е. А., 151

Пасова А. Д., 327
Патерюхин И. С., 207, 214, 216
Пахмутова Н. С., 551
Пачкунов Д. М., 434
Петрова Н. Н., 130
Петухов С. В., 33
Пирогова Д. А., 82
Платонова А. С., 330, 581
Плотникова Н. А., 93
Поликарпова А. А., 210
Попова А. В., 448
Потапов А. А., 451, 454
Потапова И. С., 451, 454
Пугачев Н. С., 293
Пушкарев П. Е., 457

Разинская О. И., 214

Романов А. Л., 35
Рычагов М. С., 90

Сабанцева А. А., 401
Сабиров И. М., 295
Савина А. Д., 171, 174, 176
Сапожникова А. И., 38
Сафонов М. С., 554
Секретова Н. Л., 144
Семенов К. Л., 298
Семенова Н. А., 166
Семерюк Д. В., 212
Сербин И. А., 505
Сергеева М. А., 403
Сибигадуллина Г. Н., 590
Сидоркина П. А., 406
Сластихина С. В., 218
Смирнов Е. В., 158, 291
Смирнова С. Е., 104, 151
Смирнова С. Ю., 584
Смолина Е. В., 107, 158
Соколова В. А., 350
Соловьев Д. В., 154
Солоницын С. А., 557
Спиридонов И. С., 156
Старегородцева Д. С., 85, 474, 477
Стародубцева О. Н., 214, 216, 218
Столбушинская П. В., 508
Стрельникова Е. А., 587
Стяжкин И. А., 40
Суворов Н. П., 43
Сурков П. В., 510

Таланцев В. И., 136
Таныгина В. В., 590
Таныгина О. Н., 408
Тараканов Р. А., 221
Татарова Т. С., 156
Терехова В. В., 110
Титов Д. С., 113

- Токтаров И. В., 223
 Торков Г. В., 46
 Трилинская А. Н., 158, 291
 Трутникова А. Ю., 560
 Турашов Д. А., 116
 Турецких С. О., 118
 Тутубалина А. А., 121
- Ульябаева Г. Ш., 301
 Уралиева А. С., 410
 Усманова Д. Д., 412
 Устюгов М. С., 124, 160
- Федоров А. А., 459
 Федорова П. Е., 226
 Федотова А. О., 303
 Федотова К. В., 513
 Федяшина Н. С., 48
 Филиппова А. Н., 419
 Фомин А. С., 462
- Хайруллина Н. Т., 306
 Ханина Ю. А., 229, 230
 Хведчук А. А., 465
 Хемраев А., 384
 Химич А. В., 74, 76
 Хисматуллин Д. З., 414
- Цапаева А. А., 516
- Черная О. А., 519
 Черный А. А., 295
 Черных Д. В., 448
 Черных Л. В., 448, 459
 Чучелина В. М., 522
- Шакурова Р. З., 309
 Шамаева М. С., 417
 Шаповалова Н. С., 419, 426, 439
 Шарафиева Р. Р., 163
 Шаронова А. М., 525
 Шарнин Д. А., 419
 Шегеда В. А., 419
 Шейкина О. В., 380, 390
 Шлычков С. В., 56, 71
 Шмелева А. В., 468
 Шобанов Л. Н., 203, 205
- Щекотова М. И., 87
 Щербаков Р. В., 186
- Юдина О. А., 166
 Юсупов Р. Р., 419
- Яббарова Э. Р., 168
 Ямалетдинов А. А., 311
 Якимов М. В., 422
 Янаева Л. А., 333

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Секция «Математика»	5
Секция «Прикладная механика»	53
Секция «Прикладная геометрия и компьютерная графика»	90
Секция «Прикладная и экологическая химия»	127
Секция «Материаловедение и технология машиностроения»	171
Секция «Энергообеспечение предприятий»	233
Секция «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии»	313
Секция «Современные информационные технологии в системах управления»	336
Секция «Биология и рациональное природопользование»	365
Секция «Лесовосстановление и лесоразведение»	426
Секция «Лесоуправление и лесоустройство»	440
Секция «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений»	472
Секция «Исследования в архитектурном проектировании»	480
Секция «Современные материалы и технологии в строительном комплексе»	528
Секция «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов»	562
<i>Авторский указатель</i>	593

Электронное научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы

*XVII Международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам*

Отв. за выпуск Э. В. Унженина

Компьютерная верстка Э. В. Унжениной

Сборник разработан с помощью программного
обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 29.07.2022.
Объем издания 18,3 Мб

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3