

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы II Всероссийской студенческой конференции

Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ
СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Йошкар-Ола
2016

УДК 378:621

ББК 74.58

И 62

Редакционная коллегия:

Сютлов Н.П., канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения, директор Института механики и машиностроения ПГТУ;

Грязин В.А., канд. техн. наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин, зам. директора Института механики и машиностроения ПГТУ;

Белогусев В.Н., канд. техн. наук, зам. директора по НИРС Института механики и машиностроения ПГТУ;

Багаутдинов И.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования Института механики и машиностроения ПГТУ;

Медяков А.А., канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий Института механики и машиностроения ПГТУ.

Инженерные кадры – будущее инновационной экономики

И 62 России: материалы II Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.): в 8 ч. *Часть 1. Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства.* – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 144 с.

ISBN 978-5-8158-1789-0

ISBN 978-5-8158-1791-3 (Часть 1)

В рамках Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» представлены результаты научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов в области энергоэффективных технологий, механики и машиностроения с перспективой их практического использования.

УДК 378:621

ББК 74.58

ISBN 978-5-8158-1791-3 (Часть 1)

ISBN 978-5-8158-1789-0

© Поволжский государственный
технологический университет, 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Новые технологии и подходы к организации производства на основе широкого использования последних достижений науки и техники предъявляют сегодня новые требования к уровню подготовки инженерных кадров. Современные инженерные кадры должны быстро воспринимать передовые знания и воплощать полученные знания в практической деятельности. Эти навыки помогает выработать сочетание учебно-образовательной и научно-исследовательской деятельности.

В настоящем издании представлены материалы секции «Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства» Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России», которая проходила в рамках одноимённого Форума 21-25 ноября 2016 года в Поволжском государственном технологическом университете. Данная секция работала на базе Института механики и машиностроения ПГТУ.

Тематика и проблематика работ связаны с применением инжиниринговых технологий в современном производстве. Материалы конференции отражают результаты студенческих исследований в актуальных областях:

- энергоэффективные технологии;
- альтернативная энергетика;
- порошковая металлургия;
- перекачка нефтепродуктов;
- нанотехнологии в производстве;
- САПР.

Статьи, представленные для публикации в данном сборнике, рассмотрены программным комитетом конференции. По результатам презентаций материалов своих исследований, докладов и выступлений многие из авторов отмечены дипломами соответствующей степени.

Редакционная коллегия сборника и оргкомитет конференции выражают искреннюю благодарность всем участникам: студентам, их научным руководителям и консультантам за высокий уровень докладов, активное участие в научной полемике. Будем рады видеть Вас в следующем году с новыми интересными выступлениями.

Абзалин Руслан Рустамович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-11

Научные руководители:

Семенов Константин Денисович, аспирант,
кафедра эксплуатации машин и оборудования,

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

Свечников Владимир Николаевич, старший преподаватель,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) – электронные приборы, которые преобразуют энергию фотонов в электрическую энергию. Первый фотоэлемент, основанный на внешнем фотоэффекте, создал Александр Столетов.

Актуальность темы. Современные тенденции в мировой энергетике стимулируют существенный рост интереса к альтернативным источникам энергии.

ФЭП, или солнечные элементы, являются сегодня наиболее перспективными, экологически чистыми кандидатами на уменьшение нефтяной зависимости мира и, в отличие от органических и неорганических источников энергии, преобразуют солнечное излучение непосредственно в электроэнергию.

В настоящее время предпочтительная область применения ФЭП – искусственные спутники Земли, орбитальные космические станции, межпланетные зонды и другие КЛА.

Как отмечают исследователи, фотоэлектрические преобразователи, отличаясь рядом преимуществ, имеют в то же время некоторые недостатки.

Достоинства ФЭП:

- большой срок службы;
- достаточная аппаратурная надежность;
- отсутствие расхода активного вещества или топлива.

Недостатки ФЭП:

- необходимость устройств для ориентации на Солнце;

- сложность механизмов, разворачивающих панели ФЭП после выхода КЛА на орбиту;
- неработоспособность в отсутствие освещения;
- относительно большие площади облучаемых поверхностей.

Эффективность работы фотоэлектрического преобразователя зависит от оптических и электрофизических свойств полупроводникового материала:

1) коэффициента отражения света от поверхности полупроводника, чем больше света проникает вглубь базового слоя, тем выше к.п.д.;

2) квантового выхода полупроводника, который показывает отношение числа поглотившихся фотонов к числу генерировавшихся при этом электронов. Этот коэффициент всегда меньше единицы, так как часть фотонов поглощается на различных структурных несовершенствах полупроводника, что не приводит к генерации электрон-дырочной пары;

3) диффузионной длины носителей заряда, которая должна обеспечить возможность диффузии пар к энергетическому барьеру, на котором происходит их разделение. Соотношение между диффузионной длиной носителей заряда, глубиной залегания р-п-перехода относительно освещаемой поверхности и толщиной находящегося за ним полупроводникового слоя должно быть совместно оптимизировано;

4) спектрального положения основной полосы поглощения солнечного излучения;

5) выпрямляющих характеристик р-п-перехода, которые определяют эффективность разделения носителей заряда;

6) степени легирования областей полупроводника по обе стороны р-п-перехода, что совместно с требованием минимизации сопротивления других слоев ФЭП, формы и места расположения токосъемных контактов обеспечивает низкое внутренне последовательное электросопротивление источника тока.

Список литературы

1. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов и др. – СПб.: Наука, 2002. – 314 с.

2. Сопоставительный анализ энергетической эффективности преобразования энергии солнечной батареи преобразователями постоянного напряжения [Электронный ресурс] / А. В. Осипов, Ю. А. Шурыгин, Ю. А. Шиняков, А. И. Отто, М. М. Черная // Доклады ТУСУР. – 2013. – № 1 (27). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sopostavitelnyy-analiz-energeticheskoy-effektivnosti-preobrazovaniya-energii-solnechnoy-batarei-preobrazovatelyami-postoyannogo> (дата обращения 30.03.2017).

Андрианов Денис Юрьевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин
(бакалавриат), гр. ЭТМ-11

Научный руководитель

Фищенко Петр Алексеевич, канд. физ.-мат. наук, доцент,
кафедра высшей математики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы и предпосылки освоения Арктики (северных территорий РФ) с точки зрения перспектив создания новой техники для решения проблем социально-экономического развития.

Ключевые слова: Арктика, ресурсный потенциал, стратегия развития, техника и технологии, экономика, регион, безопасность.

Основными факторами, влияющими на социально-экономическое развитие северных территорий являются:

- экстремальные природно-климатические условия, включая низкие температуры воздуха, сильные ветры и наличие снежного и ледяного покрова на акватории арктических морей и материковой зоны;
- эпизодический характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;
- удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоёмкость и зависимость от поставок из других территорий, прежде всего топлива, продовольствия и товаров первой необходимости;
- отсутствие современных технических средств, технологий (особенно транспортных) для освоения эксплуатационных зон российской Арктики [1].

В целях совершенствования системы государственного управления социально-экономическим развитием Арктической зоны необходима разработка и реализация системы мер государственной поддержки хозяйствующих субъектов, прежде всего в освоении природных ресурсов за счет внедрения инновационных технологий, развитие транспортной и

энергетической инфраструктуры, современной информационной-телекоммуникационной системы.

Интересы в мире к Арктике с её ресурсами и транспортными преимуществами вполне естественны. Например, не обладая значительными запасами полезных ископаемых на родине, Китай стремится обеспечить себе с помощью значительной финансовой базы доступ к их разработке во всех остальных уголках мира. Несмотря на то, что Китай находится далеко от Арктики, в 2008 году эта страна открыла научную станцию на Шпицбергене. В настоящее время наблюдателей в Арктическом совете больше чем государств-членов, с учетом будущего их может стать еще больше. Интерес существует у многих государств.

В российской Арктике прежде всего следует отметить газовые и газоконденсатные месторождения полуострова Ямал с прилегающей к нему шельфовой зоной Карского моря, Штокмановское газоконденсатное месторождение, располагаемое в центральной части шельфа российского Баренцева моря в 600 км от Мурманска, одно из крупнейших месторождений в мире. Практически на всей территории Арктики обнаружены месторождения каменного угля. В России арктические регионы занимают заметное место по добыче меди, никеля, золота, ртути, вольфрама, кобальта, платины и многих других разных металлов. С добычей и первичной переработкой минерально-сырьевых ресурсов связана подавляющая часть промышленности российского Севера.

Рациональное использования ресурсов Севера и обеспечение потребностей проживающего здесь населения неразрывно связано с дальнейшим развитием транспортной инфраструктуры, для которой в настоящее время характерны значительная зависимость от сезонных и погодных условий, моральное устаревание отдельных видов транспортных средств.

Ключевая роль в транспортном обеспечении арктических территорий принадлежит авиационному, морскому транспорту и ледокольному флоту. Это так называемые глобальные транспортные системы (артерии) Севера. Особое внимание к данным территориям уделяется и со стороны Министерства обороны Российской Федерации при решении задач обеспечения национальной безопасности страны.

Развитие транспортного комплекса требует новых решений для выполнения задач, стоящих перед экономикой страны и её обороноспособностью. Прогноз научно-технологического развития России до 2030 года предусматривает дальнейшее развитие новых транспортных систем на основе обеспечения безопасности и экологичности их использования, а также развитие новых интеллектуальных технологий.

Особое место отводится изучению транспортных ситуаций в арктической и субарктической зонах, а также перспективных технических решений управления и логистики на транспорте.

Решения транспортных задач требует материковая часть арктической территории, вместо собачьих и оленьих упряжек должна быть современная, мобильная и надежная техника преодоления расстояний малого действия для решения многих социальных и других задач развития территорий севера [2].

Вывод. Значительные перспективы развития северных территорий ставят задачу по разработке перспективных образцов транспортной техники и технологий для решения социально-экономических задач и обороноспособности страны, отвечающих природно-климатическим условиям, и обеспечивающими надежность и безопасность их эксплуатации.

Список литературы

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации. (www.government.ru/docs/22846/).
2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Указ ПРФ от 18.09.2008 г. (Пр-1969).

УДК 531. 1: 656. 1

Андрианов Денис Юрьевич

направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин»,
гр. ЭТМ-11

Научный руководитель

Фищенко Петр Алексеевич, канд. физ.-мат. наук, доцент,
кафедра высшей математики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

УСЛОВИЕ БОКОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ БЕСПИЛОТНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ, ДВИЖУЩЕЙСЯ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Актуальность. При решении задачи разработки новых технологий транспортных средств для социально-экономического развития северных территорий предлагается беспилотная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести [1]. Основные принципы действия данно-

го технического решения состоят в том, что беспилотная снегоходная платформа со смещаемым центром тяжести (рис. 1), несущая полезную нагрузку, содержит систему обеспечения устойчивости, представляющую собой несущее опорно-поворотное устройство, с возможностью смещения центра тяжести полезной нагрузки относительно оси транспортной платформы посредством кинематических связанных между собой приводных скошенных колец с возможностью их относительного поворота [2].

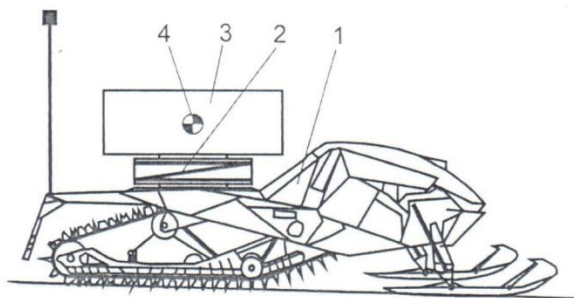


Рис. 1. Беспилотная снегоходная транспортная платформа: 1 – снегоход, 2 – основание с системой изменения положения центра тяжести, 3 – груз, 4 – система управления

Постановка проблемы. К одному из преимуществ данной беспилотной платформы можно отнести её *боковую устойчивость*, то есть способность платформы не падать, не заваливаться на бок во время погрузки, движения и разгрузки. Однако эту устойчивость надо обеспечить. Обеспечить, выполняя условие боковой устойчивости.

Цель работы. Целью настоящей работы является поиск *условия боковой устойчивости* беспилотной транспортной платформы во время движения.

Постановка задачи. Зная m – массу всей системы (то есть массу самой платформы вместе с массой груза), L – ширину опорной площадки, H – высоту расположения центра тяжести всей системы над опорной площадкой, получить условие боковой устойчивости.

Методология исследования. Для решения поставленной задачи применяются методы математического моделирования и теоретической механики.

Решение задачи. Рассмотрим модель движения транспортной платформы по горизонтальной поверхности. Траекторией её движения является некоторая плоская кривая. Для упрощения решения задачи в работе

рассматривается равномерное движение, то есть движение со скоростью, постоянной по модулю. Скорость есть величина векторная, то есть характеризуется и числом, и направлением. Так как модуль скорости остаётся постоянным, а направление скорости – произвольным, то траектория остаётся криволинейной.

Всякую кривую можно раздробить на участки. Чем сильнее, больше дробим, тем больше участки похожи на дуги окружностей разных диаметров. Можно рассмотреть движение по одной из таких окружностей.

В работе рассматривается случай равномерного движения по окружности, то есть когда выполняются условия: $|v| = \text{const}$ и $R = \text{const}$.

Беспилотная транспортная платформа вместе с грузом моделируется как материальная точка, имеющая массу m и вес $P = mg$, где g – ускорение свободного падения.

При равномерном движении по окружности a_{ep} – вращательное ускорение (оно же касательное ускорение a_τ) определяется как производная от скорости по времени.

Так как скорость движения постоянна, то вращательное (касательное) ускорение получается равным нулю, то есть

$$\begin{cases} a_{ep} = a_\tau = \frac{dv}{dt} = 0, \\ v = |v| = \text{const} \end{cases}.$$

Нормальное (перпендикулярное к траектории) ускорение при движении по окружности является центростремительным. Нормальное ускорение определяется по величине как отношение квадрата скорости к радиусу кривизны траектории в точке касания.

При движении по окружности радиус кривизны траектории равен радиусу окружности. Следовательно,

$$\begin{cases} a_y = a_n = \frac{v^2}{R}, \\ v = |v| = \text{const}, \\ R = \text{const} \end{cases}$$

Полное ускорение является суммой векторов вращательного и центростремительного ускорений (рис. 2). Так как вращательное ускорение равно нулю, то полное ускорение совпадает с центростремительным, то есть

$$\vec{a} = \vec{a}_{ep} + \vec{a}_y = 0 + \vec{a}_y.$$

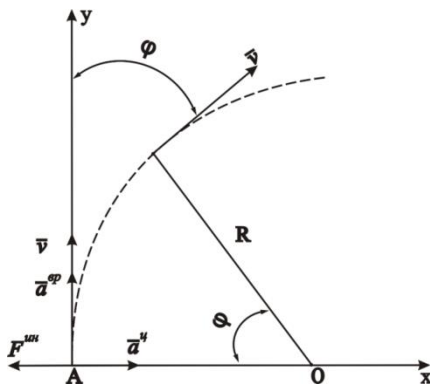


Рис. 2. Направления ускорений и сила инерции

Сила инерции, приложенная в центре масс всей системы (платформа вместе с грузом), по величине равна произведению массы системы на полное ускорение и направлена противоположно этому ускорению. Получаем

$$\begin{cases} \bar{F}_{ин} = -m\bar{a}, \\ F_{ин} = |\bar{F}_{ин}| = |-m\bar{a}| = ma = ma_y = m \frac{v^2}{R}. \end{cases}$$

Так как эта сила инерции направлена горизонтально на некоторой высоте H над горизонтальной опорной площадкой, то эта сила создаёт «опрокидывающий момент». «Опрокидывающий момент» стремится наклонить и опрокинуть платформу на бок вокруг прямой, проходящей по краю опорной площадки. Обычно эта прямая параллельна горизонтальной продольной оси движущейся платформы и параллельна скорости.

Известно, что момент силы равен произведению силы на плечо. Следовательно, модуль опрокидывающего момента равен

$$F_{ин} \cdot H = m \frac{v^2}{R} \cdot H.$$

Моментом, который наоборот старается удержать движущуюся платформу в «нормальном» положении, стремится прижать платформу к горизонтальной опорной площадке, является момент силы тяжести всей системы относительно прямой, проходящей по краю опорной площадки.

Считая платформу симметричной относительно продольной вертикальной плоскости, считая груз расположенным тоже симметрично относительно этой плоскости, можно показать, что центр тяжести такой системы (платформы с грузом) находится тоже в этой срединной вертикальной плоскости.

Принимая ширину опорной площадки равной L , получаем плечо $L/2$. Поэтому модуль удерживающего момента равен

$$P \cdot \frac{L}{2} = mg \cdot \frac{L}{2}.$$

Беспилотная транспортная платформа, движущаяся по горизонтальной поверхности, не упадёт на бок, если опрокидывающий момент не преодолеет удерживающего момента, то есть, если выполняется **условие боковой устойчивости**

$$m \frac{v^2}{R} \cdot H \leq P \cdot \frac{L}{2}.$$

Выводы и практические рекомендации. Из полученного условия можно сделать следующие выводы.

1. При резких поворотах (при резком изменении направления движения), то есть при малых радиусах кривизны траектории, условие боковой устойчивости станет нарушаться и будет иметь место опрокидывание на бок.

2. Для снижения опасности опрокидывания на бок рекомендуется груз размещать как можно ниже, уменьшая высоту общего центра тяжести всей системы беспилотной платформы вместе с грузом.

3. Для увеличения вдвое максимально допустимой скорости движения, исключающей опрокидывание платформы на бок (при сохранении веса P и высоты центра тяжести H всей системы), следует ширину опорной площадки увеличить в четыре раза.

Методика организации НИРС и НИР. Настоящая работа выполнена с учетом методики организации НИРС и школьников [3, 4].

Список литературы

1. Беспилотная снегоходная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести. Патент на полезную модель № RU159557.
2. Андрианов, Д. Ю. Беспилотная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести / Д. Ю. Андрианов // Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2016» (МНТК «ИМТОМ - 2016»). Ч. 1. – Казань, 2016. – С. 248-251.
3. Фищенко, П. А. Некоторые методы научно-исследовательской работы школьников и студентов / П. А. Фищенко // Труды Поволжского государствен-

ного технологического университета. Сер.: Социально-экономическая. Вып. 3. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – С. 82-85.

4. Иванов, В. А. Методика организации научно-исследовательской работы студентов на кафедре высшей математики / В. А. Иванов, Н. Н. Михеева, П. А. Фищенко // Современные проблемы фундаментального образования в техническом вузе: сборник статей. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 48-52.

УДК 673.15

Батанов Борис Сергеевич

направление Материаловедение и технология материалов (магистратура),
МТМм-11

Научные руководители:

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор

Бастраков Валентин Михайлович, канд. техн. наук, доцент

Бербасов Иван Андреевич, аспирант

кафедра машиностроения и материаловедения

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ ИЗ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

В настоящее время обработка давлением является одним из прогрессивных, экономичных и высокопроизводительных способов производства заготовок и изделий в машиностроении.

Обработкой давлением могут быть получены заготовки или детали из материалов, обладающих пластичностью, т.е. способностью необратимо деформироваться без разрушения приложенных сил.

Известно, что в микрокристаллах пластическая деформация происходит под действием касательных напряжений, вызывающих скольжение атомарных плоскостей относительно друг друга – явления сдвига.

В общем механизм пластического деформирования скольжением при обработке давлением можно представить как лавинообразный процесс движения дислокаций вдоль плоскостей скольжения под влиянием сдвиговых напряжений. Одновременно со сдвигом протекают и другие процессы, например двойникование.

В результате этих механизмов деформирования структура металла, подвергнутого штамповке, характеризуется вытянутыми зернами, ориентированными в направлении интенсивного течения металла.

ОАО «Тиара» является современным высокотехнологичным производственным объединением, входящим в состав фирмы «Гардиан». Здесь широко применяют методы обработки давлением. На данном предприятии изготавливают замки различных размеров и видов. Для изготовления ключей предприятие закупает латунь марки ЛС59-1. Сплав данной марки относится к категории, которые хорошо обрабатываются давлением, чаще всего изделия из него обрабатывают на скоростных металлорежущих станках. Из-за этого ЛС59-1 причисляют к категории автоматных материалов. Характеристики латуни этой марки определяет свинец, который входит в ее состав в качестве легирующего элемента от 0,8 до 1,9 %.

Формообразование ключей на ОАО «Тиара» производят горячей объемной штамповкой. На производстве разработан технологический процесс получения ключей из прутка Ø9,0 и ленты сечением $s=3,0$ мм. Технологический процесс включает в себя отрезку прутков длиной $l = 72,0$, затем нагрев в специально разработанной индукционной установке до температуры 780 °С. После чего толкателем нагретую заготовку подают в открытый двухручьевого штамп.

Из плоской ленты на вырубном штампе вырубают заготовки, а затем их обрабатывают на металлорежущих станках. При вырубке заготовок из ленты для ключей в холодном состоянии происходит интенсивное внутреннее и межзеренное скольжение, механическое разрушение кристаллитов, что приводит к появлению микропустот в объеме латуни и незначительному уменьшению плотности.

Таким образом, если рассматривать обработку давлением как формообразующую обработку уже продеформированной ленты, то можно считать объем, взятый для обработки неизменным. В теории обработки металлов давлением данные положения называют условием постоянства объема.

Исходя из этого, можно утверждать, что если первоначальный объем заготовки ключа в форме прямоугольного параллелепипеда был бы равен HBL , то после деформации вырубки при условии постоянства объема действительно равенство

$$HB_1L_1 = HB_2L_2,$$

где H/h – уковка или высота деформации;

B_1/B_2 – поперечная деформация или уширение;

L_1/L_2 – вытяжка.

Сумма смешанных объемов пластически деформированной заготовки по трем взаимно перпендикулярным направлениям равна нулю. Иногда для характеристики степени пластического деформирования пользуются абсолютными величинами Δh , ΔB , Δl .

На скорость пластического деформирования большое влияние оказывают следующие факторы:

- напряженное состояние;
- химический и фазовый составы;
- температура и скорость деформирования ленты.

Известно, что разные металлы и их сплавы имеют различные показатели пластичности и неодинаковое сопротивление пластическому деформированию.

Латунные изделия выпускаются трех видов: прессованные, полутвердые и твердые, которые отличаются друг от друга по механическим свойствам (σ_B , δ , HB). Твердость, замеренная по Роквеллу (HRB), составила 85, при переводе значение твердости по Бринеллю составило 160 кгс/мм². Закупленные марки латуни по твердости относятся к «твердым». Поэтому при пластической деформации данной латуни происходит образование неровностей на деформированной поверхности, так как пластичность данной латуни составляет $\sim 7 \div 8$ %.

Нами предложено для снятия напряжений, оставшихся после прокатки, отжечь латунь при температуре 600 °С в течение одного часа. После отжига твердость по Роквеллу по HRB составила 54-55. Таким образом, мы повысили пластичность исходного материала.

Проведенный анализ химического состава пластины показал, что содержание Cu – 57,10; Zn – 40,70; Pb-1,02. Согласно диаграмме состояния сплавов Cu-Zn, наиболее часто структура латуней состоит из α или $\alpha + \beta'$ -фаз; α -фаза – твердый раствор цинка в меди с кристаллической решеткой меди ГЦК. Предельная же растворимость цинка в меди составляет 39 %, а β' – упорядоченный твердый раствор на базе электронного соединения CuZn с решеткой ОЦК. Фаза β' в отличие от β -фазы является более твердой и хрупкой.

Зависимость механических свойств латуни от содержания Zn в области α – твердого раствора: прочность и пластичность растут. При появлении в структуре β' -кристаллов пластичность падает, а прочность продолжает возрастать. При большом содержании цинка, как в используемой марке латуни, структура сплавов состоит из β' -фазы, поэтому хрупкость высокая и на срезах при вырубке появляются микро- и макронеуровности, связанные с доломом металла при деформации.

На деформацию латуней в значительной степени влияет скорость перемещения деформирующего инструмента.

Правильнее было бы под скоростью деформации принимать величину изменения размеров заготовки в единицу времени в направлении действующей силы.

$$P_{\text{э}} = \frac{\vartheta_{\text{ср}}}{\Delta h_{\text{ср}}},$$

где $\vartheta_{\text{ср}}$ – средняя скорость инструмента;

$\Delta h_{\text{ср}}$ – средняя величина деформации.

При обработке давлением в холодном состоянии увеличение скорости деформации выше некоторых значений, что приводит к повышению температуры обрабатываемого металла вследствие выделения теплоты трения на плоскостях скольжения. Повышение температуры приводит к разупрочнению и повышению пластических свойств. Этот эффект может быть очень значительным при обработке медных сплавов.

Расчет усилия вырубки заготовок в штампе с прямыми кромками проводили по формуле

$$P_B = LS\tau_{\text{ср}},$$

где L – периметр вырубаемой заготовки (контура), мм;

S – толщина материала, мм;

$\tau_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу, кг/мм².

Вырубку заготовок для ключей проводили в штампе с прямыми кромками.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований удалось:

- добиться повышения производительности выпуска заготовок для ключей;
- уменьшить усилия вырубного штампа и повысить ресурс работы за счет отжига исходной ленты латуни при температуре 600 °С;
- повысить пластичность материала, т.е. латуни, получать кромки без микро- и макрораковин.

Исследованный химический состав позволил правильно выбрать марку латуни ЛС59-1 с содержанием цинка до 39 %, т.е. однофазный легкодеформируемый материал.

Список литературы

1. Огородников, В. А. Выбор критериев деформируемости при оценке использованного ресурса пластичности в процессах обработки металлов давлением / В. А. Огородников, А. В. Грушко, А. В. Гуцалюк // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Инновационные технологии и оборудование обработки материалов в машиностроении и металлургии. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2014. – № 43 (1086). – С. 127-137.
2. Гун, Г. С. Развитие теории обработки металлов давлением (научный обзор). Часть 1 [Электронный ресурс] / Г. С. Гун // Вестник ЮУрГУ. Серия: Металлургия. – 2015. – № 2. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-teorii-obrabotki-metallov-davleniem-nauchnyy-obzor-chast-1> (дата обращения 30.03.2017).

Баходиров Улугбек Шовкат угли
направление Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов (бакалавриат), гр. ЭТМп-31

Научный руководитель
Эштуков Игорь Викторович, преподаватель,
кафедра эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ КОНУСНЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ

Актуальность темы исследования обусловлена прежде всего тем, что в настоящее время ежегодно образуются многомиллионные тонны органических отходов, что стало очень острой и важной проблемой.

С целью утилизации и переработки органических отходов сегодня используются различные технические средства для их измельчения. Однако они требуют развития и совершенствования.

В качестве усовершенствованного измельчительного средства, проводя поиск и анализ патентных источников, мы предлагаем центробежный конусный измельчитель, который предназначен для уменьшения гранулометрического состава твердых органических отходов.

Данный конусный измельчитель включает в себя цилиндрический корпус с вертикально установленными верхним и нижним встречно вращающимися рабочими органами.

Нижний рабочий орган представляет собой усеченный конус, на верхнем основании которого расположены разгонные ребрышки.

Верхний рабочий орган с загрузочным отверстием в верхней части имеет форму конического углубления, внутренняя поверхность которого, как и коническая часть нижнего рабочего органа, выполнена из ребер V-образной формы из износостойкого материала. Рабочая камера, образованная рабочими органами, имеет воронкообразную форму.

Данное изобретение позволяет повысить эффективность измельчения.

Центробежный конусный измельчитель содержит цилиндрический корпус с верхним загрузочным и нижним разгрузочным отверстиями, с соосно расположенными верхним и нижним встречно вращающимися рабочими органами и отличается тем, что рабочая камера имеет воронкообразную форму, образованную рабочими органами, причем на внут-

ренной поверхности верхнего рабочего органа в коническом углублении и на поверхности нижнего вдоль образующих закреплены V-образные ребра из износостойкого материала.

При этом нижний рабочий орган выполнен в виде усеченного конуса, на верхнем основании которого расположены ребрышки, а верхний рабочий орган установлен с возможностью вращения со скоростью, меньшей скорости вращения нижнего рабочего органа.

На рисунке 1 изображен центробежный измельчитель в разрезе.

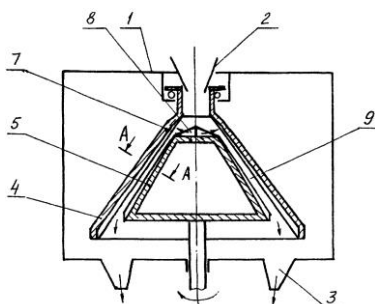


Рис. 1. Центробежный конусный измельчитель:
1 – корпус, 2 – верхнее загрузочное отверстие, 3 – нижнее разгрузочное отверстие, 4 – верхний рабочий орган, 5 – нижний рабочий орган, 6 – ребра V-образной формы, 7 – верхнее основание, 8 – разгонные радиальные ребрышки, 9 – рабочая камера

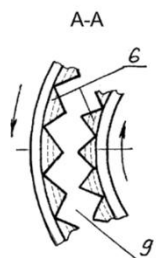


Рис. 2. Разрез А-А центробежного конусного измельчителя

На рисунке 2 представлен разрез центробежного конусного измельчителя.

Работает центробежный измельчитель следующим образом (см. рис. 1, 2). Исходный материал подается на верхнее основание 7 вращающегося нижнего рабочего органа 5, где куски материала при помощи радиально расположенных разгонных ребрышек 8 приобретают линейную скорость и, выбрасываясь с крайней точки основания, подвергаются жесткому нормальному удару о рабочую поверхность V-образных ребер, противоположно вращающемуся верхнему рабочему органу 4.

При этом частицы материала отбрасываются назад и ударяются о ребристую поверхность нижнего рабочего органа.

В последующем процесс ударного столкновения частиц с рабочей поверхностью рабочих органов в рабочей камере 9 многократно повторяется, пока частицы дезинтегрируемого материала не достигнут крайней точки нижнего рабочего органа и не разгрузятся через нижнее отверстие 3.

Данный измельчитель позволяет увеличить эффективность разрушения материала за счет интенсификации двухсторонних динамических воздействий противоположно вращающихся рабочих органов.

Список литературы

1. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы. – М.: Недра, 2010. – С. 119-120.
2. Патент RU 2150323 C1, 10.06.2000.

УДК 620.9

Васильева Наталья Виталиевна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научные руководители:

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

Свечников Владимир Николаевич, старший преподаватель,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

В настоящее время одной из многих известных ресурсосберегающих технологий является использование солнечной энергии. Ситуацию с возобновляемыми источниками энергии в России в каком-то смысле можно назвать уникальной. Запасы этих источников, поддающихся использованию уже на сегодняшнем техническом уровне, огромны.

Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от центра Солнца, равен 1367 Вт/м^2 . Из-за поглощения, при прохождении атмосферной массы Земли, максимальный поток солнечного излучения на уровне моря (на экваторе) – 1020 Вт/м^2 . Однако следует учесть, что среднесуточное значение потока солнечного излучения через единичную горизонтальную площадку как минимум в несколько раз меньше (из-за смены дня и ночи и изменения угла Солнца над горизонтом).

Вот одна из оценок: солнечной лучистой энергии – 2300 млрд т у.т. (тонн условного топлива); ветра – 26,7 млрд т у.т.; биомассы – 10 млрд т у.т.; тепла Земли – 40000 млрд т у.т.; малых рек – 360 млрд т у.т.; морей

и океанов – 30 млрд. т у.т. Эти источники намного превышают современный уровень энергопотребления России (1,2 млрд т у.т. в год). Однако используются из всего этого немислимого изобилия даже не сказать, что крохи, – микроскопические количества.

Все это подчеркивает актуальность темы нашего исследования.

На сегодняшний день возобновляемые источники тепла используют в следующих сферах:

- в аграрном хозяйстве, в целях электрообеспечения и отопления парников, ангаров и других построек;
- для электроснабжения спортивных объектов и медицинских учреждений;
- в сфере авиационной и космической промышленности;
- в освещении улиц, парков, а также других городских объектов;
- для электрификации населенных пунктов;
- для отопления, электроснабжения и горячего водоснабжения жилых домов;
- для бытовых нужд.

В мире ежегодный прирост энергетики за последние пять лет составлял в среднем около 50 %. Полученная на основе солнечного излучения энергия гипотетически сможет к 2025 году обеспечить 20-25 % потребностей человечества в электричестве и сократит выбросы углекислоты.

Как полагают эксперты Международного энергетического агентства, солнечная энергетика уже через 40 лет при соответствующем уровне распространения передовых технологий будет вырабатывать около 9 тыс. тераватт-часов (или 20-25 % всего необходимого электричества), и это обеспечит сокращение выбросов углекислого газа на 6 млрд тонн ежегодно (см. рисунок).

Перспективы использования Солнца для получения электричества ухудшаются из-за высоких издержек. По подсчётам экспертов, в будущем электроэнергия, вырабатываемая этой «станцией», будет стоить вдвое дороже, чем получаемая от обычных источников энергии, а расходы, очевидно, будут переложены на потребителей.

Основными достоинствами солнечной энергии являются:

- её общедоступность и неисчерпаемость источника;
- теоретически полная безопасность для окружающей среды.

Хотя существует вероятность того, что повсеместное внедрение солнечной энергетики может изменить характеристику отражательной (рассеивающей) способности земной поверхности и привести к изменению климата, однако при современном уровне потребления энергии это крайне маловероятно.

Экспонента солнечной генерации

Установленная мощность
солнечных установок,
эксплуатирующихся
во всем мире

ГВт



Рост генерации энергии солнечными системами

Основной недостаток использования солнечной энергии – погодные условия нашей страны.

Главной задачей ресурсосберегающих технологий является снижение финансовых затрат на выработку какого-либо вида энергии, а также повышение эффективности в сфере замещения органического топлива возобновляемыми источниками энергии природы.

Целью замещения органического топлива солнечной энергией служит снижение применения органического топлива, а таким образом, и затрат на его использование, а также повышение уровня вырабатываемой энергии, с последующим применением её для бытовых и промышленных нужд.

Следует отметить важность применения и разработки новейших технологий по переработке и замещения солнечной энергией органического топлива. Это связано с такими факторами, как увеличение эффективности и энергоёмкости выработки энергии на различные нужды.

Что касается экологической составляющей, то наиболее остро встает вопрос об утилизации отработавших свой срок солнечных коллекторов и модернизации фотоэлектрических станций.

На сегодняшний день не существует чётко установленной технологии утилизации вышедшего из строя или отработавшего свой срок технологического оборудования по переработке солнечной энергии.

Хорошие коллекторы и правильно подобранная по размеру установка могут покрыть до 25 % годового потребления тепла за счет солнеч-

ной энергии и к тому же уберечь окружающую среду, а также экономить энергоресурсы.

Список литературы

1. Городов, Р. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р. В. Городов, В. Е. Губин, А. С. Матвеев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.

2. Алмаев, А. Ю. Использование солнечной энергии для теплоснабжения систем горячего водоснабжения в индивидуальном жилищном строительстве / А. Ю. Алмаев, И. А. Лушкин // Вестник НГ ИЭИ. – 2014. – № 12 (43). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-solnechnoy-energii-dlya-teplosnabzheniya-sistem-goryachego-vodosnabzheniya-v-individualnom-zhilischnom-stroitelstve> (дата обращения 30.03.2017).

УДК 62-791.2

Веселов Евгений Александрович

направление Технологические машины и оборудование
(бакалавриат), гр. ТМО-41

Научный руководитель

Белогусев Владимир Николаевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра транспортно-технологических машин

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВПРЫСКА СПИРТОВЫХ ТОПЛИВ, РЕШАЮЩАЯ ПРОБЛЕМУ ХОЛОДНОГО ЗАПУСКА ДВС

Введение. Автомобильный транспорт особенно в последние десятилетия служит одним из основных источников выбросов парникового углекислого газа и ряда токсических продуктов сгорания топлива. Это монооксид углерода, углеводороды, окислы азота. Наряду с этим автомобильный транспорт является одним из основных потребителей ископаемых углеводов.

Актуальность. Из выше сказанного следует, что к настоящему времени перед человечеством стоят важнейшие задачи, требующие скорейшего решения:

- значительное сокращение выбросов парникового газа;
- поиск реальных альтернатив невозобновимым источникам энергии.

Решение и первого, и второго вопросов возможно путем замены традиционных топлив автотранспортных средств на альтернативные.

В последнее время в западных странах значительный интерес проявляется к спиртовым топливам ввиду меньшей токсичности их продуктов сгорания [1].

Таким образом, значительный вклад в решение глобальных проблем может внести замена традиционных топлив альтернативными – в частности спиртами. По такому пути идут ведущие западные автомобилестроительные корпорации, однако и они сталкиваются с серьезными проблемами. В частности, двигатель, работающий на чистом спирте, невозможно запустить при температуре атмосферного воздуха ниже 10 °С. Для компенсации этого недостатка используют 10-15 %-е включения бензина в состав спирта. Такие бензоспиртовые смеси продаются на заправках в западных странах под названием E85 и E90 (число обозначает процентное содержание спирта в смеси, E – этанол).

В настоящий момент на чистом спирте автотранспорт эксплуатируется только в странах с экваториальным, тропическим и субтропическим климатом. На широтах умеренного и холодного климата автотранспорт работает на смесях E85, E90.

Чистые спирты обладают значительно большей (приблизительно в 4 раза) удельной теплотой испарения по сравнению с бензинами, что делает затруднительным их использование в чистом виде.

Таким образом, **целью** настоящей работы является научно-техническое обоснование решения проблемы холодного запуска двигателя внутреннего сгорания, работающего на чистом спиртовом топливе.

Предлагаемое техническое решение базируется на концептуальной основе, заключающейся в том, что впрыск спирта необходимо осуществлять в перегретом виде, то есть при температуре, превышающей температуру его кипения при атмосферном давлении.

Суть предлагаемого технического решения системы распределенного впрыска поясним с помощью рисунков 1-2.

Запальная доза бензина в смесях E85 и E90 заменяется в предлагаемом техническом решении запальной дозой перегретого спирта, впрыскиваемого во впускной коллектор. Такое техническое решение предложено в патенте на изобретение Российской Федерации «Система приготовления топливовоздушной смеси для двигателя внутреннего сгорания с принудительным воспламенением» [2] и ряде заявок на изобретения автора.

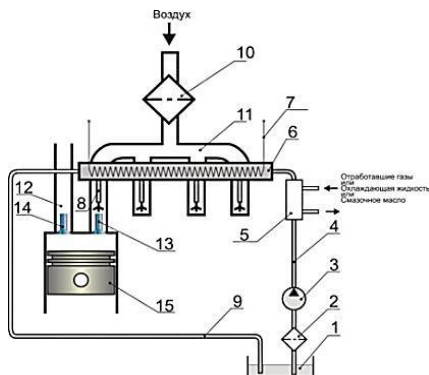


Рис. 1. Система распределенного впрыска перегретого топлива: 1 – топливный бак; 2 – топливный фильтр; 3 – топливный насос; 4 – напорный трубопровод; 5 – регенератор теплоты между напорным трубопроводом и каналом циркуляции отработавших газов и/или охлаждающей жидкости и/или смазочного масла; 6 – топливная рампа; 7 – электрический нагреватель; 8 – форсунка; 9 – сливной канал; 10 – воздушный фильтр; 11 и 12 – впускной и выпускной клапаны; 13 и 14 – впускной и выпускной клапаны; 15 – поршень

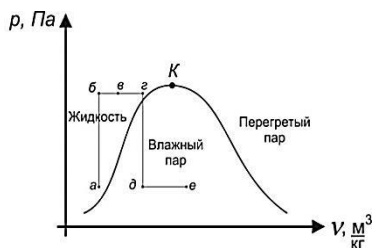


Рис. 2. Идеальный процесс изменения параметров топлива в системе распределенного впрыска перегретого топлива: а-б – процесс повышения давления топлива насосом 3 (рис. 1), б-в – процесс подвода теплоты к топливу в регенераторе 5 от отработавших газов и/или охлаждающей жидкости и/или смазочного масла; в-г – процесс подвода теплоты к топливу от электрического нагревателя 7, г-д – процесс падения давления топлива при его распылении через форсунку 8, д-е – процесс подвода теплоты от тарелки впускного клапана работающего двигателя к топливу

Пренебрегая процессами теплообмена с воздухом в момент впрыска и полагая, что после впрыска все топливо в том или ином агрегатном состоянии будет находиться во взвешенном виде (не сконденсировавшемся) закон сохранения энергии запишется в следующем виде:

$$c_{p_{сп.}} M_{сп.} T_{сп.} = c_{p_{сп.}} M_{сп.} T_{сп.} + \lambda_{сп.} M_{сп.},$$

где $c_{p_{сп.}}$, $M_{сп.}$, $T_{сп.}$ – удельная теплоемкость, масса и температура перегретого спирта;

$c_{p_{сп.}}$, $M_{сп.}$, $T_{сп.}$ – удельная теплоемкость, масса и температура спирта, находящегося в состоянии насыщенной жидкости после впрыска во впускной коллектор;

$\lambda_{сп.}$ – теплота парообразования спирта при давлении, равном давлению во впускном коллекторе;

$M_{сп.}$ – масса пара, образовавшегося во впускном коллекторе, после впрыска перегретого спирта.

Зная абсолютное давление топлива в системе распределенного впрыска традиционной конструкции (0,5 МПа) [3], зная теплофизические параметры на линии насыщения спиртов (а именно: теплоемкость и удельную теплоту парообразования [4]), определим количество спирта, которое может быть переведено в паровую фракцию сразу после впрыска во впускной коллектор, при условии, что температура перегрева спирта была максимально допустимой для рабочего давления топлива в системе впрыска. Результаты представим на рисунке 3.

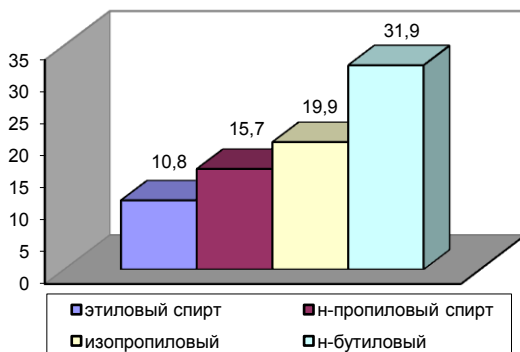


Рис. 3. Количество спирта, которое может быть переведено в паровую фракцию при его впрыске в предельно перегретом состоянии из традиционной системы распределенного впрыска топлива

Как видно на рисунке высшие спирты имеют преимущества перед этиловым спиртом. Доля паровой фракции в таких спиртах после впрыска значительно больше доли паровой фракции этилового спирта.

Выводы. Таким образом, используя предварительный перегрев спиртов в системах распределенного впрыска можно получить запальные дозы спиртов, находящихся в паровом состоянии. Причем запальная доза по массе будет не меньше запальной дозы бензина в бензоспиртовых смесях марки Е90.

Список литературы

1. www.fueleconomy.com
2. Патент №2278990. Система приготовления топливовоздушной смеси для двигателя внутреннего сгорания с принудительным воспламенением.
3. Системы управления бензиновыми двигателями [пер. с нем.]. Первое русское издание. – М.: За рулем, 2005. – 432 с.
4. Варгафтик, Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н. Б. Варгафтик. – М.: Наука, 1972. – 721 с.

Веселов Евгений Александрович
направление Технологические машины и оборудование
(бакалавриат), гр. ТМО-41

Научный руководитель
Белогусев Владимир Николаевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра транспортно-технологических машин
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ВЕТРОГЕНЕРАТОР МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА

Актуальность исследования. Развитие нашей цивилизации сопровождается увеличением потребностей человечества в энергии. Удовлетворение этих потребностей происходит в основном за счет переработки традиционного топлива. Однако его запасы ограничены, а темпы потребления возрастают с каждым днем. Это грозит возникновением серьёзных энергетических проблем. Но даже если энергетического кризиса удастся избежать, человечество неизбежно столкнется с тем, что запасы традиционных энергетических ресурсов будут исчерпаны. Поэтому необходимо искать такие источники энергии, которые не иссякли бы с течением времени. Все это доказывает актуальность выбранной темы исследования.

Энергия ветра в течение длительного времени рассматривается в качестве экологически чистого неисчерпаемого источника энергии. Энергия ветра огромна: по оценке Всемирной метеорологической организации, она составляет 170 трлн кВт·ч в год. Эту энергию можно получать, не загрязняя окружающую среду.

Показателен тот факт, что азия, сегодня демонстрирующая темп роста новых ветромошностей на уровне 48 %, стала новым мировым «локомотивом» отрасли, стремительно увеличивающим свою скорость. Европа, теряющая свою долю в мировой ветроэнергетике (она снизилась с 72,8 % до 69,6 %), все еще удерживает лидерство. Практически каждая вторая ветротурбина, введенная в эксплуатацию в 2005 году, была установлена за пределами Европы, тогда как в 2004 году почти три из четырех новых агрегатов устанавливались в европейских странах.

Все ветроэнергетические установки (ВЭУ) условно подразделяются на сетевые и автономные. К сетевым относят ВЭУ, предназначенные для работы параллельно с единой энергосистемой («большой» энергетикой).

Сетевые ветроэлектрические установки в России мало востребованы ввиду невысокой цены российской электроэнергии, отсутствия соответствующего законодательства, а также развитости магистральных сетей в промышленных районах.

Поэтому для Российской Федерации наибольший интерес в настоящее время представляют автономные ветряки, так как 70 % территории России не имеют централизованного энергоснабжения. Это обусловлено еще и тем, что довольно часто расстояние между двумя населёнными пунктами составляет сотни и даже тысячи километров, а 1 км ЛЭП стоит около 10000 \$. Поэтому во многом ситуацию можно исправить лишь с помощью использования автономных ветроэнергетических станций.

Существует много различных видов ветроэнергетических установок, 90 % из них с горизонтальной осью вращения, остальные – с вертикальной.

Но у всех у них имеется один серьезный недостаток – малая эффективность при слабых скоростях ветра (1,8-5,8 м/с). Они способны выдавать номинальную выходную мощность только на сильных ветрах (от 11 до 17 м/с). По этой причине покупательный спрос на данный вид продукции очень невелик. Причина проста: на территории Российской Федерации довольно мало значимых регионов со среднегодовой скоростью ветра свыше 10 м/с.

Для получения требуемой мощности при малых скоростях ветра приходится приобретать ВЭУ с большей номинальной мощностью, что в свою очередь ведет к увеличению стоимости 1 кВт установленной мощности на несколько порядков.

Рассмотрим пример для ветроэнергетической установки номинальной мощностью 2 МВт.

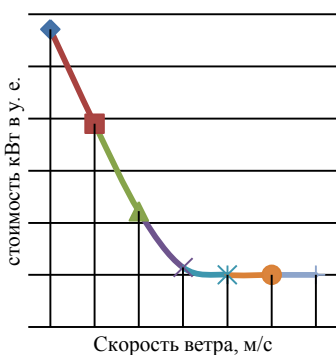


Рис. 1. Стоимость 1 кВт в у.е. в зависимости от скорости ветра

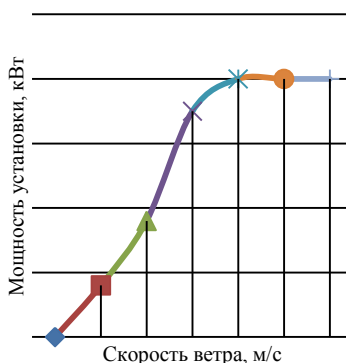


Рис. 2. Мощность установки в зависимости от скорости ветра

Целью исследования является разработка ветроэнергетического преобразователя малых скоростей ветра.

Для достижения поставленной цели предлагается использовать разработку, представленную на рисунке 3.

Ветроэнергетический преобразователь позволяет преобразовывать энергию ветра при его малых скоростях в электрическую энергию за счет использования встречного вращения статора и ротора генератора, а также за счет концентрации потока посредством сопла Лавалья.

Ветроэнергетический преобразователь работает следующим образом: ветровой поток попадает на вход конфузора 1, увеличивает свою скорость за счет сужения конфузора и попадает на лопасти 2, которые приводят во вращение вал ротора генератора 4 и ротор генератора 3. Лопасти 5 начинают вращаться под действием ветрового потока в сторону, противоположную к направлению вращения лопастей 2, приводя во вращение статор генератора 6 при помощи вала статора 7. Возникает электрический ток, который снимают через токосъемники 10.

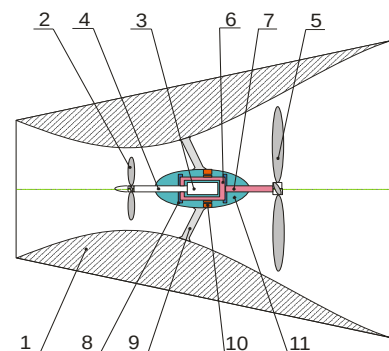


Рис. 3. Ветроэнергетический преобразователь: 1 – конфузор, внутренняя поверхность которого выполнена по профилю Лавалья; 2 – лопасти, механически связанные с ротором генератора 3 при помощи вала ротора генератора 4; 5 – лопасти, противоположного исполнения по отношению к исполнению лопастей 2; механически связанные со статором генератора 6 при помощи вала статора генератора 7; 8 – фиксаторы генератора; 9 – стойки; 10 – токосъемники; 11 – обтекатель

Таким образом, цель работы можно считать достигнутой.

Список литературы

1. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: справочник / под общ. ред. чл.-корр. РАН. А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 564 с.
2. Журнал «Энергия», 2002 г., № 16 (апрель/март).

Веселов Евгений Александрович

направление Технологические машины и оборудование
(бакалавриат), гр. ТМО-41

Научный руководитель

Белогусев Владимир Николаевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра транспортно-технологических машин

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПЕРЕГРЕВЕ ЖИДКИХ ТОПЛИВ ПЕРЕД ВПРЫСКОМ

Современные требования к экономичности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) заставляют искать все новые и новые способы и методы совершенствования конструкции и рабочих процессов. Наиболее рациональным способом поиска возможных путей совершенствования является анализ термических циклов двигателей внутреннего сгорания и разработка на его основе технических решений.

Термический цикл ДВС со смешанным подводом теплоты представлен на рисунке 1.

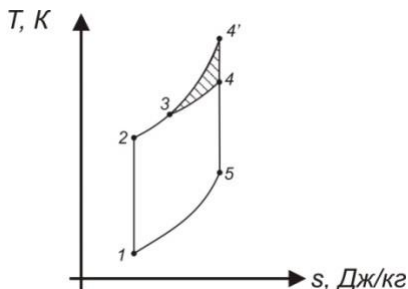


Рис. 1. Совершенствование термодинамического цикла ДВС со смешанным подводом теплоты: 1-2-3-4-5 – цикл ДВС со смешанным подводом теплоты;
1-2-3-4'-5 – цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме

Такой цикл обладает значительным потенциалом совершенствования. Этот потенциал заключается в обеспечении наиболее полного сгорания наибольшего количества топлива при постоянном объеме, работа

цикла в этом случае пропорциональна площади фигуры $1234'5$, а прирост работы цикла – площади фигуры $344'$.

Одной из главных проблем на пути такого совершенствования является обеспечение сгорания дизельного топлива при постоянном объеме. Приблизиться к такой скорости сгорания на сегодняшний день можно несколькими методами:

- повышением качества распыливания топлива за счет увеличения давления впрыска;
- увеличением скорости движения заряда в камере сгорания;
- увеличением давления впрыска и скорости движения заряда одновременно;
- введением в топливовоздушную смесь добавок водорода.

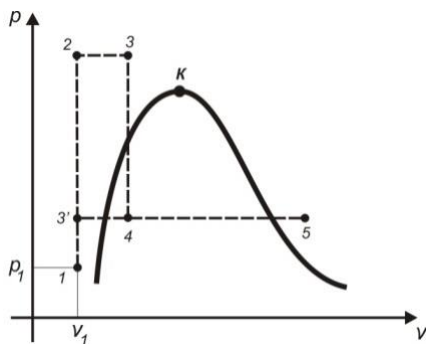


Рис. 2. Изменение термодинамических параметров топлива при его впрыске в комбинированный двигатель (идеальный случай):

$123'45$ – изменение термодинамических параметров топлива при его впрыске в стандартной топливной системе дизельного двигателя: 1-2 – повышение давления топлива в топливном насосе высокого давления; 2-3' – понижение давления топлива при его впрыске в камеру сгорания; 3'-4 – нагрев и испарение капелек распыленного топлива; 4-5 – подогрев влажного пара топлива до перегретого состояния;

12345 – изменение термодинамических параметров топлива при его впрыске в топливной системе дизельного двигателя, снабженной устройством перегрева топлива: 1-2 – повышение давления топлива в топливном насосе высокого давления; 2-3 – нагрев топлива в перегревателе до температуры, близкой к температуре кипения топлива при давлении заряда в камере сгорания; 3-4 – понижение давления топлива при его впрыске в камеру сгорания; 4-5 – подогрев влажного пара топлива до перегретого состояния в полости впускного коллектора.

Однако, на наш взгляд, радикального увеличения скорости сгорания можно добиться, используя предварительный перегрев топлива. Рассмотрим процессы изменения термодинамических параметров топлива

при его впрыске в стандартной топливной системе дизельного двигателя и двигателя, снабженного устройством перегрева топлива, выделим преимущества впрыска перегретого топлива (рис. 2):

1. Начало испарения топлива фактически определяется моментом его выхода из форсунки, так как оно поступает в полость камеры сгорания с внутренней тепловой энергией, достаточной для начала самоиспарения при текущем давлении заряда.

2. Теплота, подводимая к топливу, от заряда идет на увеличение степени сухости пара и дальнейший перегрев паров топлива.

Как видно на рисунке, применение предварительного перегрева топлива позволяет получать влажный пар уже на выходе из форсунки за счет внутреннего подвода теплоты в то время, как стандартная система впрыска дизельного двигателя обеспечивает подачу топлива лишь в жидкой фазе.

В последнее время значительный интерес проявляется к использованию в качестве топлива ДВС, работающих по циклу ОТТО, спиртов и их водных растворов.

Однако ведущие автомобилестроительные корпорации сталкиваются со значительными трудностями в разработке топливных систем, которые позволили бы использовать чистые спиртовые топлива и их водные растворы в любом климатическом регионе мира.

Согласно данным многочисленных исследований, двигатель внешнего сгорания с внешним смесеобразованием, работающий по циклу ОТТО на чистом спиртовом топливе или его водном растворе, невозможно запустить при температуре атмосферного воздуха ниже 10 °С. Для решения проблемы запуска двигателей, работающих на спиртовых топливах, в состав топлив вводится до 15 % запальной дозы бензина. Но такой подход не позволяет полностью избавиться от необходимости использовать углеводородные топлива.

Используя впрыск предварительно перегретого спиртового топлива во впускной коллектор, можно получить запальную дозу спирта, находящегося в парообразном состоянии (рис. 3) при холодном запуске ДВС.

При давлении спиртового топлива в системе в 4 атм. и максимально возможном не вызывающем кипения в топливной рампе перегреве топлива, после впрыска топлива во впускной трубопровод может испариться за счет внутренней теплоты спиртов (при использовании каждого отдельного спирта в качестве топлива):

- до 11% – этилового;

- до 16% – н-пропилового,
- до 20 % – изопропилового;
- до 32 % – н-бутилового спирта.



Рис. 3. Диаграмма изменения параметров спиртового топлива при движении от топливного бака до впускного клапана: ab – процесс повышения давления топливным насосом; bg – процесс нагрева топлива перегревателем; gd – процесс впрыска топлива на тарелку впускного клапана; de – подвод теплоты к жидкой сконденсированной на поверхности части топлива от тарелки впускного клапана

Вывод. Таким образом, используя перегрев топлив перед впрыском можно добиться улучшения показателей экономичности ДВС, работающих по циклу Сабатэ-Тринклера, и решения проблемы холодного запуска ДВС с внешним смесеобразованием, работающего по циклу ОТ-ТО на спиртовом топливе.

Список литературы

1. Пер. стр. K. Engeltjehringer. Abgasmesssystem fur die entwicklunng schadstoffarmer dieselmotoren из журн.: Motortechnische Zeitschrift. – 2006. – Vol. 67, № 07-08. – P. 544-547.
2. Флинк, О. Ю. Горючее с поля / О. Ю. Флинк // Эксперт Казахстан: информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]. – М.: ЗАО «Журнал Эксперт», 2007. – № 25 (127). – Режим доступа: <http://www.expert.ru/>
3. Рубанов, И. А. Ограниченный, но перспективный / И. А. Рубанов // Эксперт: информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]. – М.: ЗАО «Журнал Эксперт», 2007. – № 41 (582). – Режим доступа: <http://www.expert.ru/>
4. Бакланова, Ю. О. Развитие промышленного производства биоэтанола в России как одно из приоритетных направлений развития альтернативной энергетики / Ю. О. Бакланова // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал [Электронный ресурс]. – Киров: Вятский государственный университет, 2007. – № 4 (12). – Режим доступа: <http://region.mcnip.ru>.

Горинов Юрий Аркадьевич

направление Технологии материалов (аспирантура)

Научные руководители:

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор,

Маряшев Алексей Васильевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра машиностроения и материаловедения

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ОТКРЫТЫХ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Введение. Методикам расчета графика отпуска тепла для закрытых и открытых систем посвящены труды Е. Я. Соколова, В. И. Манюка, М. М. Апарцева, Н. К. Громова, Н. М. Зингера, ЗАО «Роскоммунэнерго» [1-6]. Анализ перечисленных методик в части расчета температуры в обратном трубопроводе открытых систем требует уточнений.

Расчетный график отпуска тепла

Температура воды в подающем трубопроводе после смесительного устройства:

$$t_3 = t_{\text{вп}} + 0,5(t_{\text{зп}} - t_{\text{2п}})q + 0,5(t_{\text{зп}} + t_{\text{2п}} - 2 t_{\text{вп}})q^n,$$

где $t_{\text{вп}}$ – расчетная температура воздуха внутри отапливаемых зданий, принимается равной 18 °С;

$t_{\text{зп}}$ и $t_{\text{2п}}$ – расчетные температуры воды в подающем трубопроводе после смесительного устройства и после отопительных и вентиляционных систем, принимаются равными 95 °С и 70 °С соответственно;

q – отношение расхода теплоты на отопление при данной температуре наружного воздуха к расходу теплоты при расчетной наружной температуре для проектирования отопления,

$$q = \frac{t_{\text{вп}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{вп}} - t_{\text{н}}},$$

где $t_{\text{н}}$ и $t_{\text{нр}}$ – соответственно текущая и расчетная для проектирования отопления температуры наружного воздуха;

n – показатель степени в формуле коэффициента теплопередачи конвективно-излучающего прибора, для большинства приборов $m = 0,25$ [3]:

$$n = \frac{1}{1 + m}.$$

Температура воды в обратном трубопроводе

$$t_2 = t_3 - (t_{3p} - t_{2p})q.$$

Температура воды в подающем трубопроводе

$$t_1 = t_3 - (t_{1p} - t_{3p})q,$$

где t_{1p} – расчетная температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети (задается) и может быть равна 95, 115, 130, 150 °С и др.

Скорректированный график отпуска тепла

Температура теплоносителя в подающем трубопроводе для открытых систем теплоснабжения, имеющих излом температурного графика, определяется по формуле

$$t_3^u = t_1^u - (t_1 - t_3) \cdot \frac{t_1^u - t_H}{t_1 - t_Y}.$$

При открытой системе теплоснабжения имеет место качественно-количественное регулирование отпуска тепла при постоянном напоре на коллекторах источника тепла.

Температура теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети для открытых систем теплоснабжения, имеющих излом температурного графика, можно определить по закону аддитивности по следующей формуле:

$$t_2' = \frac{g_o \left(t_1^u - (t_1 - t_2) \frac{t_1^u - t_H}{t_1 - t_H} \right) + g_{\text{цгвс}} t_{\text{цгвс}}}{g_o + g_{\text{цгвс}}},$$

где t_1^u – фактическая температура воды в подающем трубопроводе, т.е. температура срезки или минимальная температура (задается);

t_1 , t_2 и t_3 – температуры воды соответственно в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети и в подающем трубопроводе после смесительного устройства при данной температуре наружного воздуха по отопительному графику, т.е. те температуры, которые рассчитаны ранее;

t_H – текущая температура наружного воздуха;

$t_{\text{цгвс}}$ – температура в циркуляционном трубопроводе горячего водоснабжения;

g_o – расход теплоносителя в обратном трубопроводе системы отопления, определяется исходя из тепловой нагрузки и графиком работы системы отопления;

$g_{\text{цгвс}}$ – расход в циркуляционном трубопроводе системы ГВС

$$g_{\text{цгвс}} = 0,1 \cdot \frac{3,6Q_{\text{ГВС}}}{c(t_{\text{ГВС}} - t_{\text{св}})},$$

Скорректированный график отпуска тепла для открытой системы
теплоснабжения г. Йошкар-Олы

Тнв	T1	T3	T2
1	2	3	4
8	65.0	49.7	42.7
7	65.0	49.3	42.2
6	65.0	48.9	41.6
5	65.0	48.6	41.1
4	65.0	48.2	40.6
3	66.8	49.2	41.2
2	69.3	50.6	42.1
1	71.7	52.0	43.0
0	74.1	53.4	43.9
-1	76.5	54.8	44.8
-2	79.0	56.1	45.7
-3	81.3	57.5	46.6
-4	83.7	58.8	47.5
-5	86.1	60.2	48.4
-6	88.5	61.5	49.2
-7	90.8	62.8	50.1
-8	93.2	64.1	50.9
-9	95.5	65.4	51.7
-10	97.8	66.7	52.6
-11	100.2	68.0	53.4
-12	102.5	69.3	54.2
-13	104.8	70.6	55.0
-14	107.1	71.8	55.8
-15	109.4	73.1	55.8
-16	111.7	74.4	57.4
-17	114.0	75.6	58.2
-18	116.3	76.9	58.9
-19	118.6	78.1	59.7
-20	120.8	79.3	60.5
-21	123.1	80.6	61.2
-22	125.4	81.8	62.0
-23	127.6	83.0	62.7
-24	129.9	84.2	63.5
-25	130.0	83.9	63.0
-26	130.0	83.6	62.5
-27	130.0	83.1	61.9
-28	130.0	82.5	61.4
-29	130.0	82.1	60.9
-30	130.0	82.1	60.3
-31	130.0	81.7	59.8
-32	130.0	81.4	59.3
-33	130.0	81.0	58.7

где 0,1 – доля расхода воды в циркуляционном трубопроводе от расхода в подающем трубопроводе ГВС [7];

$Q_{\text{ГВС}}$ – средний тепловой поток на горячее водоснабжение;

c – теплоемкость воды;

$t_{\text{ГВС}}$ – температура воды в подающем трубопроводе ГВС;

$t_{\text{СВ}}$ – температура сырой воды.

Схемой теплоснабжения г. Йошкар-Олы утвержден температурный график 150-70 °С со срезкой 65 и 130 °С. Первая срезка – на температуре 65 °С обусловлена открытой системой теплоснабжения, вторая – на 130 °С объясняется применением в тепловых сетях трубопроводов с ППУ изоляцией.

Обработка статистических данных параметров теплоносителя, зафиксированных приборами узлов учета тепловой энергии и теплоносителя, установленными в 1132 зданиях, что составляет 61 % от общего количества жилого и социального фонда города, показала, что усредненная доля расхода теплоносителя в циркуляционном трубопроводе ГВС составляет 30 % от расхода в системе отопления.

Используя полученные зависимости, построим скорректированный график отпуска тепла для открытой системы теплоснабжения на примере г. Йошкар-Олы.

Выводы

1. Предложенный график позволяет оптимизировать режимы работы теплоэнергетического оборудования источника тепла, системы транспорта и систем теплопотребления, подключенных к открытой теплофикационной системе.
2. Диапазон температуры в подающем и обратном трубопроводах соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.2496-09 и СанПиН 2.1.22645-10.
3. Внедрение нового графика не требует реконструкции систем генерации, транспорта и потребления тепловой энергии.

Список литературы

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – 6-е изд., перераб. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 472 с., ил.
2. Манюк, В. И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справочник / В. И. Манюк. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 432 с., ил.
3. Апарцев, М. М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения: справочно-методическое пособие / М. М. Апарцев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 204 с., ил.
4. Громов, Н. К. Городские теплофикационные системы / Н. К. Громов. – М.: Энергия, 1974. – 256 с., ил.

5. Зингер, Н. М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем / Н. М. Зингер. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 320 с., ил.
6. Методические рекомендации по оптимизации гидравлических и температурных режимов функционирования открытых систем коммунального теплоснабжения / ЗАО «Роскоммунэнерго». – М., 2005.
7. СП 124.13330.2012 Тепловые сети.

УДК 621.8.036

Горинов Юрий Аркадьевич

направление Технологии материалов (аспирантура)

Научные руководители:

Алибекова Елена Владимировна, канд. техн. наук, доцент,

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор,

кафедра машиностроения и материаловедения

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПОКВАРТИРНОГО УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Предлагается конструкция, которая позволяет без радикальных изменений существующей системы отопления точно определить количество переданной тепловой энергии от теплоносителя к каждому потребителю.

Актуальность исследования. В условиях мирового кризиса очень важно экономить энергетические ресурсы, так как они являются определяющим фактором повышения эффективности промышленного производства.

В соответствии со статьей 13 Федерального закона РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1] необходимо обеспечить учет используемых энергетических ресурсов и применение приборов при осуществлении расчетов за энергетические ресурсы.

Настоящая статья посвящена организации учета используемых энергетических ресурсов и распространяется на объекты, подключенные не только к электрическим сетям, но и к сетям централизованного теплоснабжения.

На сегодняшний день в большинстве домов уже ведется установка общедомовых приборов учета тепловой энергии.

Даже такое распределение тепловой энергии не удовлетворяет многих потребителей, так как квартиры находятся на разных этажах, а также угловые квартиры и квартиры, расположенные в средней части дома, потребляют для поддержания определенной температуры разное количество тепловой энергии.

В связи с этим решение данной задачи является на сегодняшний день актуальной задачей.

Цель данной работы – создание автоматизированного узла для определения отданной тепловой энергии теплоносителем в квартирах жилых домов, на уже существующей системе отопления.

В настоящее время имеются врезные датчики учета тепловой энергии. Однако существует ряд недостатков, связанных с установкой таких приборов учета.

Во-первых, они рассчитаны на системы отопления с горизонтальной разводкой, что делает их непригодными к установке в большинстве существующих многоквартирных жилых домов.

Во-вторых, врезка в существующую систему отопления может негативно сказаться на герметичности последней. При врезке уменьшается условный проходной диаметр труб отопительных приборов, так же уменьшается прочность труб, и повышается степень зарастания труб тепловых сетей.

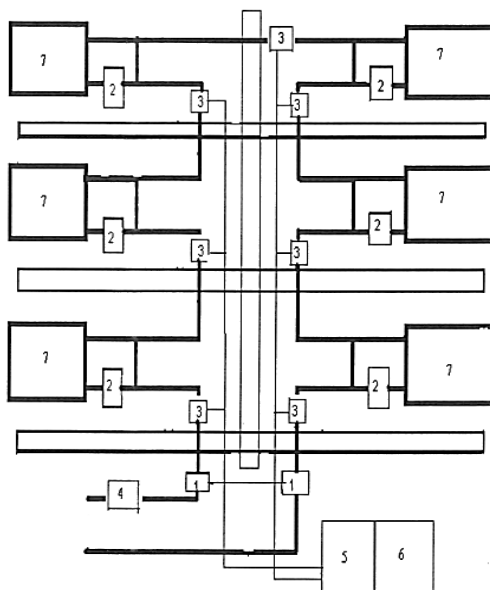
Кроме того, горизонтальная разводка из стальных трубопроводов ввиду конструкции подвержена коррозии (стоячной), и засорению солями, что приводит к уменьшению диаметра трубопровода. Известно, что 1 мм накипи уменьшает теплоотдачу на 8 %. В случае с вертикальной разводкой этим условием можно пренебречь.

Методика исследования и обсуждение результатов

Сущность предлагаемого нами метода заключается в том, что в каждой квартире на стояках отопления устанавливаются накладные датчики учета тепловой энергии. Сигнал с датчиков передается на тепловычислитель, который производит расчет количества переданной тепловой энергии потребителю. Тепловычислитель соединен с компьютером, который позволяет вывести полученные данные в сеть Интернет.

Нами разработана конструкция узла автоматизированного учета тепловой энергии.

Узел поквартирного учета тепловой энергии представлен на рисунке. Он состоит: из балансировочных клапанов 1, регулировочных вентилей 2, отопительных приборов 7, накладных датчиков измерения температуры 3, расходомера 4, тепловычислителя 5, компьютера 6)



Узел автоматизированного учета тепловой энергии

Благодаря использованию накладных датчиков в каждом помещении предлагаемая конструкция может быть установлена как на системах с горизонтальной разводкой, так и в системах с вертикальной разводкой без внесения существенных изменений в конструкцию.

Использование накладных датчиков измерения температуры позволяет производить установку приборов учета тепловой энергии без врезки в систему отопления, что существенно снижает затраты на монтаж. Кроме того, не нарушается герметичность существующей системы отопления.

Установка балансировочных клапанов позволит избежать разбалансировки системы отопления в случае перекрытия вентиля перед одним из приборов отопления.

Количество тепловой энергии за единицу времени, потребленное участком стояка отопления и отопительным прибором помещения, определяется на основании показаний расходомера и термодатчиков по формуле

$$Q = cm\Delta T,$$

где c – теплоемкость теплоносителя;

m – масса теплоносителя, определяемая расходомером,

$\Delta T = T_n - T_{n-1}$ – разница температур теплоносителя в стояке на входе в расчетное помещение и на входе в помещение, следующее по ходу теплоносителя [2].

Предложенная модель самостоятельно рассчитывает количество теплоты, потребленное каждым жилым помещением и при помощи компьютера выводит результат в сеть. Собственники жилых помещений при помощи логина и пароля, полученных при установке, всегда смогут узнать о количестве тепловой энергии, отданной на обогрев их квартир.

Выводы. Таким образом, предлагаемые конструктивные решения позволяют снизить стоимость затрат на монтаж узла учета тепловой энергии, автоматизировать балансировку системы отопления, точно и достоверно определять количество потребленной тепловой энергии каждым потребителем, автоматизировать передачу данных и предоставить абонентам дистанционно, через Интернет, контролировать режим теплопотребления своих квартир.

Список литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г.
2. Правила учета тепловой энергии и количества теплоносителя. М, 1995.

УДК 697.341

Горинов Юрий Аркадьевич

направление Технологии материалов (аспирантура)

Научные руководители:

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор,

Маряшев Алексей Васильевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра машиностроения и материаловедения

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО КОМПОЗИТНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-БАЛЛАСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Представлена технология получения и расчет затрат на производство композитных теплоизоляционно-балластных материалов на основе древесных отходов.

Введение. Развитие современной техники невозможно без применения композитных материалов. В отличие от традиционных «чистых» материалов композиты обладают более широким спектром физико-механических свойств. Это позволяет применять именно те материалы, характеристики которых максимально отвечают специфическим требованиям эксплуатации.

К таким материалам можно отнести композиты на основе древесины и ее отходов, имеющих разнообразное назначение: для теплоизоляции [1], для звукоизоляции [2], для строительства [3], для отделочных работ [4], для защиты от рентгеновских излучений [5] и т.д.

С целью расширения области применения данной группы материалов, разработан композиционный теплоизоляционно-балластный материал, дающий возможность использовать в качестве покрытия подводных теплопроводов [6-10].

В настоящее время в качестве теплоизоляции теплопроводов широко распространены минеральная вата с плотностью 75-150 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности 0,055 Вт/(м·°С), пенополиуретан (ППУ), имеющий плотность 80-100 кг/м³ и коэффициент теплопроводности 0,03 Вт/(м·°С) и другие материалы [10].

Тем не менее, для подводной прокладки теплопроводов по дну водоемов указанные материалы не применимы ввиду малой плотности и ряда других причин.

Для изготовления материала, который обладает требуемыми теплоизоляционными свойствами и плотностью, были использованы портландцемент марки М400, баритовая руда с размером частиц от 0,01 до 160 мкм, древесная стружка с размером частиц от 0,5 до 20 мм и вода.

В получаемом материале портландцемент выполняет роль связующего между наполнителями. Баритовая руда имеет высокую плотность 4300 кг/м³, тем самым повышает удельный вес полученного материала. Древесная стружка имеет низкий коэффициент теплопроводности 0,07 Вт/(м·К), придает полученному материалу высокие теплоизоляционные свойства. Дозировка компонентов на м³ изделия, масс. %:

- портландцемент М 400 – 17-25;
- баритовый концентрат – 35-56;
- дробленка – 5-12;
- вода – 20-30.

Технология производства композита

Технология производства композитного теплоизоляционно-балластного материала на основе древесных отходов является традиционной для изготовления древесно-цементных изделий и включает в себя следующие технологические операции:

- 1) подготовка древесного сырья;
- 2) сортировка, окорка, разделка на заготовки определенных размеров, изготовление или прием привозной щепы;
- 3) переработка древесного сырья в специально изготовленную стружку;
- 4) подготовка древесных частиц (сушка, сортировка, смешивание с другими компонентами);
- 5) заполнение опалубки полученной композитной массой;
- 6) формование и уплотнение вибрированием;
- 7) выдержка в форме;
- 8) снятие опалубки;
- 9) сборка трубопроводной конструкции.

Схема производства композита представляет собой последовательное выполнение следующих технологических операций.

Сначала древесные отходы в пакетах со склада сырья подаются в рубильную машину типа НМ 6-300 для приготовления технологической щепы. Затем технологическая щепа поступает в циклон и далее в барабанную сушилку.

Высушенная технологическая щепа, пройдя циклон, попадает в молотковую мельницу типа ДМ-30, где превращается в дробленку. А кора, хвоя и гниль превращаются в пыль, которая отсасывается и может быть использована на технологические нужды (например, для сжигания в топке барабанной сушилки).

Выйдя из молотковой мельницы, дробленка подается в циклон и далее – на сортировку в ситовый сепаратор. Крупная фракция направляется обратно на молотковую мельницу, а средняя подается в бункер сухой стружки.

Далее пневмотранспортом сухая стружка подается в дозатор, откуда поступает в бетономешалку. Также в бетономешалку из дозаторов подаются цемент, баритовый концентрат и вода.

После смешения компонентов готовая композитная масса с помощью насоса подается в межтрубное пространство, образованное стальной трубой с нанесенным антикоррозионным покрытием и разборной формой, имеющей температуру не более 40 °С.

Композитный материал в заполненной форме в течение 5 мин. уплотняется с помощью вибростола. Композит выдерживается в форме в течение 5 суток при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности воздуха 60-80 %.

Затем разборная форма снимается, и конструкция, состоящая из стальной трубы с нанесенным композитным покрытием, по роликовым

направляющим вводится в полиэтиленовую трубу, являющуюся защитной оболочкой трубопроводной конструкции. После 28 суток выдерживания на промежуточном складе трубопроводная конструкция поступает на склад готовой продукции и далее – на отгрузку заказчику.

Расчет затрат на производство композитного материала

Для расчета стоимости производства композитного теплоизоляционно-балластного материала представлен состав работ и элементов затрат (табл. 1) согласно [11]. Состав работ:

- 1) укладка в емкость и перемешивание цемента, барита, древесной стружки;
- 2) затворение сухой композитной смеси водой с перемешиванием.

Таблица 1

Элементы затрат на 1 м³ композитного материала

Наименование элемента затрат	Ед. измер.	Кол-во
ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА		
Оператор пульта БСУ 4 разряда	чел.-ч	0.371
Моторист БСУ 4 разряд	чел.-ч	0.185
Слесарь-ремонтник 5 разряда	чел.-ч	0.185
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Бетономесители принудительного действия стационарные 250 л	маш.-ч	0,371
МАТЕРИАЛЫ		
Портландцемент марки 400	т	0.251
Баритовый концентрат	т	0.382
Древесная стружка	т	0.013
Вода	м ³	0.327
Электроэнергия	кВтч	3.52

Для расчета себестоимости готовой продукции важным ценообразующим фактором является стоимость сырьевых компонентов, принятая по состоянию на 01.01.2014 для Республики Марий Эл [12]:

- 1) портландцемент ЦЕМ II/A-П 32.5 Н ОАО «Мордовцемент» – 4050.00 руб./т;
- 2) баритовый концентрат АО «Жайремский ГОК» – 12300.00 руб./т;
- 3) древесная стружка – 330.00 руб./м³;
- 4) вода по ГОСТ 23732-79 – 11.65 руб./м³;

Результаты расчета сведем в таблицу 2.

Выполненный расчет показал, что стоимость производства композитного материала ниже стоимости других широко применяемых теплоизоляционных материалов: пенополиуретана – 18750 руб./м³; минеральных матов прошивных – 17857 руб./м³ [12].

Таблица 2

Расчет стоимости производства 1 м³ композитного материала

Статьи затрат	Сумма, руб.
Материалы, итого	5768.23
Машины и механизмы, итого	7.73
Заработная плата, итого	89.22
Начисления на заработную плату 30.2 %	26.94
Итого	5892.12
Плановые накопления 10 %	589.21
	6481.331
Всего	6481.33
НДС 18 %	1166.64
Всего с НДС	7647.97

Выводы

1. Технологическая схема производства композитных теплоизоляционно-балластных материалов на основе древесных отходов является традиционной для получения древесно-цементных изделий и включает в себя широко применяемые машины и механизмы.

2. Стоимость производства композитного материала составляет 7647.97 руб./м³, что ниже стоимости других теплоизоляционных материалов, применяемых для трубопроводов тепловых сетей и, следовательно, разработанный композит может рассматриваться при выполнении технико-экономического расчета выбора типа тепловой изоляции.

Список литературы

1. Вторичные материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности (образование и использование): справочник. – М.: Экономика, 1983. – 224 с.
2. Батаев, А. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение / А. А. Батаев. – М.: Логос, 2006. – 398 с.
3. Худяков, В. А. Современные композиционные строительные материалы / В. А. Худяков. – М.: Феникс, 2007. – 224 с.
4. Коротаев, Э. И. Производство строительных материалов из древесных отходов / Э. И. Коротаев, В. И. Симонов. – М.: Лесн. пром-сть, 1972. – 144 с.
5. Ветошкин, Ю. И. О возможности применения композиционных материалов «фанотрен» и «плитотрен» на основе древесины в качестве защитных для медицинских рентгенкабинетов / Ю. И. Ветошкин, И. В. Яцун, Ан. В. Мялицин // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2008. – № 3 (60). – С. 145-147.
6. Патент РФ № 122746 (2012).
7. Патент РФ № 130119 (2012).
8. Патент РФ № 136518 (2012).
9. Арболитовая теплоизоляция подводных трубопроводов централизованного теплоснабжения / А. Г. Поздеев, Ю. А. Горинов, А. Н. Чемоданов,

С. Я. Алибеков, Э. Р. Хайруллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 4.

10. Прогнозирование свойств композитных теплоизоляционно-балластных материалов на основе древесных отходов / Ю. А. Горинов, А. Н. Чемоданов, С. Л. Алибеков, А. В. Маряшев, Р. С. Сальманов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 5.

11. ГЭСН 81-02-06-2001 Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. – М.: ФГУ ЦЦС, 2009. – 72 с.

12. Информационно-аналитический бюллетень по вопросам ценообразования в строительстве Республики Марий Эл. Выпуск № 1(64)-2014. – Йошкар-Ола: ГБУ РМЭ ЦЦС, 2014. – 76 с.

УДК 681.3

Граховский Алексей Александрович

направление Технологические машины и оборудование
(бакалавриат), гр. ТМО-31

Научный руководитель

Кайдаков Александр Михайлович, доцент,
кафедра транспортно-технологических машин

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

В статье рассматриваются:

1) анализ добычи и применения попутного нефтяного газа (ПНГ) на современном этапе;

2) стратегия развития отрасли на перспективу до 2030 года;

3) перспективные технологии использования углеводородных ресурсов.

1. Анализ добычи и применения попутного нефтяного газа (ПНГ) на современном этапе

ПНГ – это углеводородный газ, выделяющийся из скважин и нефти в процессе ее добычи и сепарации.

Основа ПНГ – смесь легких углеводородов				
метан CH_4	этан C_2H_6	пропан C_3H_8	бутан C_4H_{10}	изобутан $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$
и других УВ, под давлением растворенных в нефти.				

Химический состав попутного газа у каждого нефтяного месторождения разный.

Для расчётов принимают следующие усреднённые данные:

- горючие компоненты:
 - метан (CH_4) – 64 %;
 - этан (C_2H_6) – 11 %;
 - пропан (C_3H_8) – 11 %;
 - бутан (C_4H_{10}) – 3 %;
 - пентан (C_5H_{12}) – 2 %;
- негорючие компоненты:
 - азот (N_2),
 - углекислый газ (CO_2),
 - водород (H)
 - сера (S) – 9 %;

Основные физические характеристики попутного газа:

- плотность газа – $0,9 \text{ кг/м}^3$;
- молекулярный вес – $21,5 \text{ г/моль}$;
- теплотворная способность 9300 ккал/м^3 (доходит до 1400 ккал/м^3).

Попутный газ может находиться в растворённом виде (тяжелые углеводороды) или над залежами нефти, образуя газовую «шапку».

Часто попутный газ полностью растворён в нефти, поэтому нефть добывается вместе с газом. Для оценки газонасыщенности нефти введено понятие газовый фактор.

Газовый фактор – это количество газа в кубических метрах, приходящегося на 1 тонну добываемой нефти.

$$\Phi_r = 1 \text{ м}^3 \text{ газа} / 1 \text{ т нефти.}$$

Газовый фактор зависит от месторождения и часто составляет $100\text{--}200 \text{ м}^3/\text{т}$.

ПНГ в России традиционно воспринимался как побочный продукт нефтедобычи, и самым простым способом его утилизации было сжигание в факелах на промыслах.

При сжигании ПНГ образуются сажа, оксиды азота, монооксид углерода, бенз(а)пирен, «проскочившие углеводороды», бензол, фосген, толуол, тяжелые металлы (ртуть, мышьяк, хром), сернистый ангидрид, иногда сероводород, сероуглерод, меркаптаны.

Вследствие сжигания ПНГ выбросы углекислого газа, являющегося парниковым газом, в России в 2011 году составили около 90 млн т. А совокупная площадь нарушенных почв от воздействия выбросов горящих факелов приблизительно оценивается в 100 тыс. га.

Наличие в составе ПНГ этана, пропана, бутана делает его ценным сырьем для нефтехимической промышленности.

По экспертным оценкам тонна этана стоит около 80-90 долларов, а этилена – уже 600 долларов.

Полиэтилен низкой плотности в 20 раз дороже этана, стоимость готовых изделий из полиэтилена (тех же полиэтиленовых труб) достигает 2500-3700 долл. за тонну.

По официальным данным стоимость продукции, полученной из 1 млрд м³ ПНГ, составляет от 80 до 360 млн долл. Соответственно потери товарных продуктов в результате сжигания ПНГ примерно 1,2 млрд долл.

Переработка ПНГ для производства продукции газонефтехимии является наиболее рациональным способом его использования.

Этилен – продукт высокотемпературного пиролиза этана – один из наиболее массовых полупродуктов современной нефтехимии. По технологическим возможностям и спросу на этилен судят о состоянии нефтехимической промышленности страны.

2. Стратегия развития отрасли на перспективу до 2030 года

В последнее десятилетие отношение к ПНГ со стороны добывающих предприятий изменилось.

Этому способствовало принятие Постановлений Правительства в 2009 (№ 7) и 2012 (№ 1148) гг., в которых были определены 95%-е нормативы использования и соответствующие санкции – штрафы за сверхнормативное сжигание.

Однако до сих пор около 90 % ПНГ используется как энергоноситель.

По экспертным оценкам уровень использования попутного нефтяного газа в России за 2012 год составил 76 % при добыче 72 млрд м³.

Из них 44 % (32 млрд м³) поставлено на газоперерабатывающие заводы (ГПЗ), а 32 % (23 млрд м³) – на собственные нужды промысла (самообеспечение электроэнергией, теплом и технологические).

И 24 % попутного нефтяного газа (17 млрд м³) сожжено в факелах – экологический ущерб, упущенная экономическая выгода.

По данным за 2015 год коэффициент полезного использования ПНГ увеличился по сравнению с 2014 года с 85,5 % до 88,2 %. Добыто ПНГ 78,5 млрд м³.

По расчетам МПР потеря от сжигания ПНГ составляет 140 млрд руб. в год.

Основной задачей отрасли остается увеличение полезного использования ПНГ до 95 %.

3. Перспективные технологии использования углеводородных ресурсов

Перспективным направлением «утилизации» попутного нефтяного газа является создание мобильных установок конверсии ПНГ в моторные топлива для обеспечения потребности труднодоступных районов добычи нефти и газа, что позволит решить проблему завоза топлива.

Ведущими научными институтами России разрабатываются новые нефтехимические технологии.

ВНИПИнефть, НИПИгазопереработка разработали перспективную технологию получения ароматических углеводородов из ПНГ.

В ИНХС РАН разработан процесс переработки ПНГ в бензин или легкий газовый конденсат через синтез-газ и диметилвый эфир.

На первой стадии синтез-газ превращается в диметилвый эфир с примесью метанола при параметрах процесса 220-280 °С, 5 МПа. Далее в присутствии катализатора на основе модифицированного цеолита ZSM-5 (разработан институтом катализа СО РАН им. Г. К. Борескова) получают бензиновые фракции. В зависимости от используемого катализатора возможно получение продуктов с различными характеристиками.

Процесс позволяет получить 40-50 тыс. т бензина на 1 млн м³ газового сырья.

Для отдаленных нефтяных месторождений с низким уровнем развития транспортной структуры и логистики в качестве основного продукта возможно получение аналога легкого газового конденсата, который может быть смешан с нефтью без снижения качества последней и транспортироваться по нефтепроводам.

Основные приоритеты развития Минэнерго РФ утвердило 1 марта 2012 года Планом развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 года.

Производство этилена в России должно вырасти с текущих 2,5 до 13,5 млн тонн в год к 2020 году, а мощности – увеличиться с 3,1 до 15 млн тонн.

Список литературы

1. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!»: аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России / П. А. Кирюшин, А. Ю. Книжников, К. В. Кочи, Т. А. Пузанова, С. А. Уваров. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. – 88 с.
2. Переработка попутных нефтяных газов в моторные топлива / Н. А. Маркова, Н. В. Колесниченко, Д. А. Ионин и др. // Экологический вестник России. – 2012. – № 1. – С. 28-30.

3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 №1715-р).

4. ГОСТ Р 55598-2013. Попутный нефтяной газ. Критерии классификации. Распространяется на попутный нефтяной газ и конкретизирует определения и понятия классов в области добычи, подготовки, переработки и использования попутного нефтяного газа.

5. <http://www.gazprom.ru/about/production/ngv-fuel/>

УДК 620.9

Денисов Дмитрий Александрович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат),
гр. ТТ-41

Научные руководители:

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

Свечников Владимир Николаевич, старший преподаватель,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

Актуальность данной темы обуславливается тем, что современная мировая энергетика развивается в направлении децентрализации энергоснабжения, которое оказывает содействие созданию автономных когенерационных установок и максимального использования возобновляемых источников энергии.

Исключительное свойство двигателей Стирлинга, как двигателя с внешним подводом теплоты, позволяет применять не только традиционные виды топлива, но также все без исключения виды альтернативных топлив, известных в настоящее время в мире, например, биогаз, уголь, отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства, солнечную, атомную, высокопотенциальную теплоту дымовых газов и любые другие виды энергии, делает их особенно привлекательными в связи с использованием энергии из возобновляемых источников.

Двигатель Стирлинга можно использовать во всех областях, где требуется преобразование тепловой энергии в механическую.

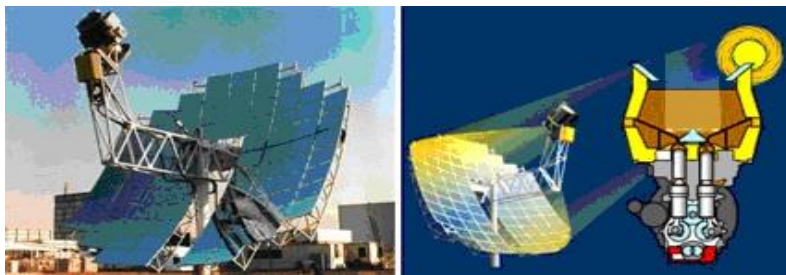


Рис. 1. Энергетические установки с двигателями Стирлинга, работающие на солнечной энергии

Высокий к.п.д. и надежность конструкции двигателя Стирлинга обуславливают эффективность его использования в солнечных энергетических установках. Солнечный свет фокусируется вогнутыми зеркалами для разогрева двигателя (в качестве источника тепла). В роли охладителя может использоваться окружающий атмосферный воздух.

Значимость такого экологически чистого источника энергии в современном мире легко оценить. Из известных практически реализованных солнечных установок для получения электроэнергии наибольшим к.п.д. обладают установки с параболическими зеркалами и двигателями Стирлинга.



Рис. 2. Солнечная ферма с двигателями Стирлинга в штате Невада (США)

Среди наиболее значимых проектов по использованию солнечной энергии в настоящее время является проект создания грандиозной сол-

нечной фермы на юге США. По данному проекту на территории штата Невада площадью 160 кв. км будет создана не имеющая аналогов в мире гелиоэнергетическая система на основе «солнечных» двигателей Стирлинга.

В конечном счёте проект предполагает компактное размещение десятки тысяч таких установок, которые будут трансформировать солнечную энергию и поставлять электричество юго-западным распределительным компаниям США.

По расчетам американских специалистов, в случае удачной реализации данного проекта, на юге США будет создана ферма солнечных стирлингов, площадью 160×160 километров на юге США, которая покроет полностью всю потребность страны в электроэнергии.

Широко известны работы ряда крупных зарубежных фирм по созданию солнечных энергетических установок с двигателями Стирлинга для космических аппаратов, орбитальных космических станций и «лунных баз» с двигателями Стирлинга мощностью от 3 до 200 кВт.

Фирмой «Алиссон» разработан и построен космический вариант солнечной установки с двигателем Стирлинга мощностью 5 кВт. Двигатель имел при $n = 3000$ об/мин. и к.п.д., равный 37,5 %. В качестве источника теплоты использовался параболический лепестковый концентратор диаметром 5,8 м, который создавал в приемнике температуру 947 К. В ловушке приемника излучения предусматривался тепловой аккумулятор, отдававший тепло фазового превращения при постоянной температуре на теневых участках орбиты полета. Данная анаэробная установка имела массу 250 кг и долгое время работала на одном из искусственных спутников Земли (ИСЗ) типа «Джеминай».

В настоящее время разработкой солнечных энергетических установок с двигателями Стирлинга для объектов различного назначения занимаются ряд крупных зарубежных фирм, среди которых американская корпорация «NASA», фирма «Sanpower», английская фирма «British Aerospace Public Company» и т.д. Так, компаниями «MC Donnell Douglas Aerospace» и «United Stirling AB» созданы несколько образцов «солнечных Стирлингов» мощности до 25 кВт.

Таковы лишь некоторые перспективы использования солнечных установок на базе двигателя Стирлинга.

Список литературы

1. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / В. Г. Лабейш. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 79 с.
2. Бутымова, Л. Н. Численное моделирование газодинамических процессов в энергетической установке на базе двигателя Стирлинга / Л. Н. Бутымова,

В. Я. Модорский, Н. А. Шевелев // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2016. – № 1 (44). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/chislennoe-modelirovanie-gazodinamicheskikh-protsessov-v-energeticheskoy-ustanovke-na-baze-dvigatelya-stirlinga> (дата обращения 30.03.2017).

УДК 620.9

Ермакова Анна Валерьевна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СРАВНЕНИЕ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Актуальность темы. Необходимость развития солнечной энергетики постоянно растет, потому что солнечная энергия является экологически чистой. К тому же следует подчеркнуть, что солнечная энергия относится к возобновляемым источникам энергии.

В среднем по году, в зависимости от климатических условий и широты местности, поток солнечного излучения на земную поверхность составляет от 100 до 250 Вт/м², достигая пиковых значений в полдень при ясном небе, практически в любом (независимо от широты) месте, около 1 000 Вт/м².

В условиях средней полосы России солнечное излучение приносит на поверхность земли энергию, эквивалентную примерно 100-150 кг условного топлива на м² в год.

Практическая задача, стоящая перед разработчиками и создателями различного вида солнечных установок, состоит в том, чтобы наиболее эффективно собрать этот поток энергии и преобразовать его в нужный вид энергии при наименьших затратах на установку.

Простейшим и наиболее дешевым способом использования солнечной энергии является нагрев бытовой воды в так называемых плоских солнечных коллекторах.

Солнечные коллекторы разного типа позволяют получить тепловую энергию, которая в первую очередь используется для приготовления

горячей воды, что особенно актуально в летний период года, когда наблюдаются максимальная солнечная активность и максимальное потребление горячей воды.

Солнечная энергия может использоваться в сочетании с традиционными системами отопления. При низком потоке солнечного света (к примеру, в зимний период), объединенная система отопления обеспечивает полный тепловой комфорт.

Существуют два основных типа солнечных систем теплоснабжения: пассивная и активная система солнечного теплоснабжения.

Пассивная система солнечного отопления включает в себя особенности здания, которое за день поглощает тепло, а потом медленно его отдает, что позволяет поддерживать температуру в доме. Сюда можно отнести и кирпичные стены, каменные полы и большие окна. Чтобы пассивная солнечная энергия правильно использовалась, требуется отлаженная циркуляция теплого воздуха во всем доме.

Пассивные солнечные системы могут снизить стоимость потребления электричества практически на 50 %. Ведь солнечная энергия дает возможность получать бесплатное электричество, которое предоставляет нам природа. Кроме того, если застройщик знаком с принципами функционирования пассивного солнечного отопления, то постройка солнечного дома обойдется в такую же сумму, как и обычный дом.

У активного солнечного отопления более сложная технология, позволяющая создавать больше тепла в сравнении с пассивным отоплением. Такое солнечное отопление, как правило, включает в себя три составляющие:

- солнечный коллектор для поглощения солнечных излучений;
- система накопления полученной энергии;
- система теплообмена для обеспечения теплом жилых помещений.

В активных системах отопления есть и различия. Заключаются они в том, каким образом солнечную энергию накапливают в солнечном коллекторе. В жидких системах для этого используют соответственно жидкость, а воздушных – энергия поглощается воздухом.

Обычно солнечные коллекторы монтируют на крышах зданий, поэтому выход горячего воздуха лучше разместить в потолке. Установленная система смешивает воздух в доме, да к тому же выполняет роль потолочного вентилятора.

Вывод. Описанные выше системы солнечного отопления, несмотря на свои различия и особенности, способны значительно снизить стоимость потребления электроэнергии и сохранить в чистоте окружающую среду. За такими технологиями будущее энергетики.

Список литературы

1. Возобновляемые источники энергии: термины и определения / Т. И. Андреев, С. В. Киселева, Т. П. Коробкова, Л. В. Нефедова, Н. А. Рустамов, Н. И. Чернова. – М.: Франтера, 2014. – 90 с.
2. Сазонова, С. А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения [Электронный ресурс] / С. А. Сазонова // Вестник ВИ ГПС МЧС России. – 2016. – № 3 (20). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obobschennaya-model-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-pri-upravlenii-sistemami-teplosnabzheniya> (дата обращения 30.03.2017).

УДК 620.9

Иванов Андрей Александрович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат),
гр. ТТ-41

Научные руководители:

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

Свечников Владимир Николаевич, старший преподаватель,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Сложнейшей проблемой солнечных орбитальных электростанций является доставка на орбиту материалов для ее строительства. Масса станции мощностью 10 млн кВт может составить около 100 тыс. т. Для решения этой задачи потребуются создать совершенно новый тип многоразовых ракет-носителей.

С одной стороны, это должны быть достаточно большие машины, способные выводить полезный груз массой, скажем, порядка 500 т, с тем, чтобы за 2-3 года (при 70-100 пусков в год) можно было бы доставить строительные материалы одной станции на орбиту и с такой скоростью вести строительство.

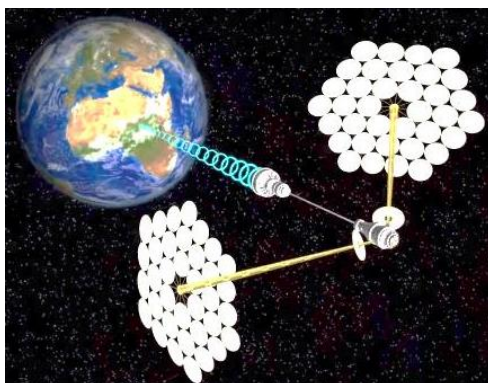
С другой стороны, чтобы это предприятие было рентабельным, необходимо, чтобы стоимость выведения на таком носителе была бы не больше 50 руб. за килограмм полезного груза.

Если сравнить эту величину со стоимостью доставки на орбиту с помощью системы «Шаттл» (порядка 10 тыс. долл./кг), становится яс-

ной сложность решения этой задачи. Необходимо снизить стоимость доставки на два порядка.

Система «Шаттл» существенно проигрывает по экономичности даже современным одноразовым носителям почти на порядок. А снижение расходов на порядок при переходе к новому типу многоразовых носителей не представляется невозможным.

Конечно, нужно одновременно решить и задачу доставки выведенных на низкую промежуточную орбиту материалов с этой промежуточной орбиты на геостационарную.



Вариант исполнения солнечной орбитальной электростанции

Причем и на этом направлении расходов придется создавать дешевые многоразовые средства, скорее всего, использующие солнечные батареи и электрореактивные двигатели.

Ориентация гигантских фирменных панелей на Солнце представляется вполне разрешимой задачей. Ведь практически придется вращать панель с постоянной скоростью, равной одному обороту в год.

Для строительства станции на орбите потребуется создать специализированное производство. Потребуются строители. Для них будут необходимы жилища-орбитальные станции.

Конечно, все производство должно быть максимально стандартизировано и автоматизировано. Строительство должны будут вести в основном роботы. Работать на орбите они могут, скажем, не более года за одну «командировку», и, следовательно, искусственная тяжесть на строительных станциях не понадобится.

Есть, конечно, и много других проблем на пути создания солнечных орбитальных электростанций:

- преобразование гигантских мощностей электроэнергии в радиоизлучение;
- бортовая направленная антенна с диаметром порядка километра;
- средства приема мощного потока радиоизлучения и его обратного преобразования в электроэнергию.

При этом стоит отметить, что эти проблемы являются решаемыми.

Вывод. Таким образом, космические электростанции могут внести существенный вклад в решение одной из самых сложных задач, стоящих сегодня перед человечеством, – создания экологически чистой энергетики.

Список литературы

1. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / В. Г. Лабейш. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 79 с.
2. Железняков, А. Освоение космического пространства как глобальная задача человечества [Электронный ресурс] / А. Железняков // Инновации. – 2011. – № 5. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osvoenie-kosmicheskogo-prostranstva-kak-globalnaya-zadacha-chelovechestva> (дата обращения 30.03.2017).

УДК 630.378

Ильдюков Михаил Васильевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(бакалавриат), гр. ЭТМп-21

Научный руководитель

Гаджиев Гасан Магамедрасулович, канд. техн. наук,
кафедра эксплуатации машин и оборудования

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ В ПРОТОЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Актуальность данной темы определяется тем, что залповый выброс нефти в подводных переходах из магистрального нефтепровода может привести к загрязнению водных объектов, которое распространяется под действием течения вниз по потоку. В процессе движения нефтяное загрязнение перемешивается с водой, нанося непоправимый вред окружающей среде.

В случае одномерного приближения распространение загрязнения вдоль потока под влиянием турбулентного перемешивания можно описывать уравнением турбулентной диффузии

$$\frac{\partial C}{\partial t} - V_l \frac{\partial C}{\partial l} - D_l \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} = 0, \quad (1)$$

где C – концентрация загрязнения, кг/м³;

V_l – скорость водного потока, м/с;

D_l – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с;

l – продольная координата потока, м;

t – время, с.

Стационарное уравнение турбулентной диффузии в этом случае будет иметь вид:

$$V_l \frac{\partial C}{\partial l} + D_l \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} = 0, \quad (2)$$

где концентрация C является функцией продольной координаты потока,

поэтому $\frac{\partial C}{\partial t} = 0$.

Уравнение (2) может быть преобразовано к виду

$$p \frac{\partial C}{\partial l} + \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} = 0. \quad (3)$$

При постоянном параметре $p = \frac{V_l}{D_l}$ получим линейное однородное

уравнение второго порядка, которое допускает аналитическое решение.

Будем искать решение в виде $C = e^{kl}$, (4)

где $k = \text{const}$,

$$\text{тогда } \frac{\partial C}{\partial l} = k e^{kl}; \quad \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} = k^2 e^{kl}, \quad (5)$$

Подставляя полученные выражения производных в уравнение (3), находим

$$e^{kl} (k^2 + pk) = 0. \quad (6)$$

$$\text{Так как } e^{kl} \neq 0, \text{ то } k^2 + pk = 0. \quad (7)$$

Из характеристического уравнения (1) находим два корня

$$k_1 = 0; \quad k_2 = -p = -\frac{V_l}{D_l}. \quad (8)$$

Корни характеристического уравнения действительны и различны:
 $k \neq k_2$.

В этом случае частными решениями будут функции

$$C_1 = e^{k_1 l} = 1; \quad C_2 = e^{k_2 l} = e^{-\frac{V_{l1}}{D_1}}. \quad (9)$$

Эти решения линейно независимы, так как

$$\frac{C_2}{C_1} = e^{-\frac{V_{l1}}{D_1}} \neq \text{const}. \quad (10)$$

Следовательно, общий интеграл будет иметь вид

$$C = C_p + C_{cm} e^{-\frac{V_{l1}}{D_1}}. \quad (11)$$

В данном случае величина C_p является фоновой естественной концентрацией загрязнения, которую можно принять равной предельно допустимой (ПДК) нефтяного загрязнения в чистой воде. Согласно руководящему документу она составляет $0,1 \dots 0,2 \text{ мг/л} = 1,0 \dots 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^3$.

Величина C_{cm} определяет концентрацию загрязнения в створе выброса. Характер изменения концентрации загрязнения в зависимости от расстояния от створа выброса вниз по потоку можно вычислить в среде MathCad (рис. 1).

$C_p \equiv 3,0 \cdot 10^{-4}$	- фоновая концентрация загрязнения водного объекта, кг/м^3
$C_{ст} \equiv 15$	- концентрация загрязнения в створе выброса нефти, кг/м^3
$V_{l1} \equiv 0,55$	- продольная скорость водного потока, м/с
$n \equiv 100$	- шаг итераций
$D_{l1} \equiv 10$	- продольный коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$
$l \equiv 0,0 + \frac{1}{n} \dots 100$	- продольная координата потока, м
$C(l) := C_p + C_{ст} \cdot e^{-\frac{V_{l1}}{D_{l1}} l}$	- концентрация загрязнения в расчетном створе, кг/м^3

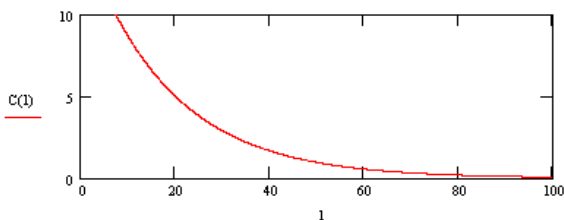


Рис. 1. Вычислительная процедура и график функции концентрации загрязнения в зависимости от расстояния до створа выброса вниз по потоку

При необходимости расчет может быть выполнен для конкретных значений параметров, полученных в результате натурных измерений.

Аналогичный результат решения обыкновенного дифференциального уравнения одномерной турбулентной диффузии загрязнения (2) может быть получен в системе MathCad с помощью встроенной функции Odesolve (рис. 2).

$V1 \cdot C'(l) + D1 \cdot C''(l) = 0$	- исходное уравнение
$Cp = 3 \cdot 10^{-4}$	- фоновая концентрация загрязнения в одном объекте, $кг/м^3$
$Cст = 15$	- концентрация загрязнения в створе выброса нефти, $кг/м^3$
$V1 = 0.55$	- продольная скорость водного потока, $м/с$
$D1 = 10$	- продольный коэффициент турбулентной диффузии, $м^2/с$
$n = 100$	- шаг итераций
$p = \frac{V1}{D1}$	- параметр, $1/м$
$a := Cст \quad c := 0$	- граничные условия
$b := Cp \quad d := 100$	
Given	
$p \cdot C'(l) + C''(l) = 0$	
$C(c) = a \quad C(d) = b$	
$C := \text{Odesolve}(1, d + 2)$	
$l = 0, 0 + \frac{1}{n} \dots 100$	- диапазон изменения расстояния до створа выброса вниз по потоку, м

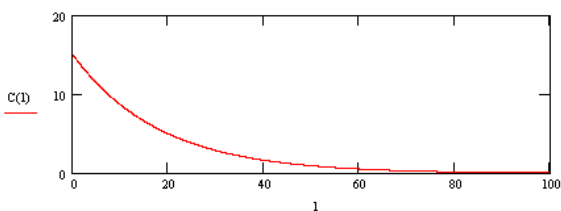


Рис. 2. Решение дифференциального уравнения турбулентной диффузии загрязнения с помощью функции Odesolve

Вывод. Таким образом, полученные результаты дают возможность рассчитывать процесс изменения концентрации загрязнений при залповых выбросах нефти и нефтепродуктов в подводных переходах до срабатывания датчиков при изменении как внешних, так и внутренних природных техногенных факторов.

Список литературы

1. Дмитриев, Ю. Я. Математическое моделирование экологических систем: учебное пособие / Ю. Я. Дмитриев, А. Г. Поздеев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 206 с.
2. Макаров, Е. Г. Инженерные расчеты в Matchcad. Учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
3. Литвинов, В. В. Методы построения имитационных систем / В. В. Литвинов, Т. П. Марьянович. – Киев: Наукова думка, 1991. – 120 с.
4. ГОСТ 17.1.3.05-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтепродуктами. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 104 с. С. 49-51.

УДК 630.378

Ильдюков Михаил Васильевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(бакалавриат), гр. ЭТМп-21

Научный руководитель

Гаджиев Гасан Магамедрасулович, канд. техн. наук,
кафедра эксплуатации машин и оборудования

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ В ПРОТОЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Актуальность. Выбор адекватной модели исследуемого процесса – один из важных шагов в моделировании, поскольку процесс упрощения может привести к потере исходной информации, в то время как излишняя детализация приводит к созданию сложного, не имеющего решения алгоритма.

Наиболее проработанной моделью построения системных комплексов на основе баланса потоков субстанций, охваченных обратными информационными связями, является модель Форрестера [1, 2].

В системной балансовой модели вводятся понятия уровня накопления субстанций и темпа потока, представляющего расход этой субстанции. Уровни графически изображаются в виде прямоугольников, а темпы потока – в виде вентилей (рис. 1).



Рис. 1. Обозначения, принятые в модели Форрестера

Построим балансовую модель изучаемого процесса на основе системной диаграммы распространения нефтяного загрязнения в водном потоке (рис. 2), используя обозначения:

PDK – предельно допустимая концентрация загрязнения, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C – концентрация нефтяного загрязнения в расчетном створе, $\text{кг}/\text{м}^3$;

KR, KD, KG – коэффициенты разбавления, разложения и генерации загрязнения объекта $1/\text{м}$;

RC, DC, GC – темпы разбавления, разложения и генерации загрязнения, $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{м})$.

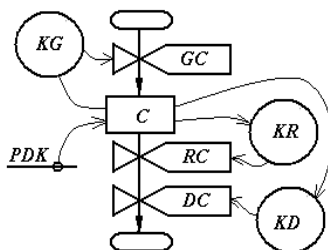


Рис. 2. Системная диаграмма процесса распространения загрязнения в водном потоке

На основе системной диаграммы процесса распространения загрязнения в водном потоке запишем уравнения темпов и уровней:

$$C = C_p + C_{ст}; \quad (1)$$

$$C = C + DI(GC - RC - DC); \quad (2)$$

$$GC = KG \cdot C; \quad (3)$$

$$RC = KR \cdot C; \quad (4)$$

$$DC = KD \cdot C, \quad (5)$$

где $C_{ст}, C_p, C$ – концентрация загрязнения в створе выброса нефти, естественно фоновая концентрация водного объекта и концентрация в

расчетном створе ниже выброса нефти соответственно, кг/м^3 ,
 $C_p = PDK$;

PDK – предельно допустимая концентрация (PDK) нефтяного загрязнения, кг/м^3 ;

GC, RC, DC – темпы изменения концентрации загрязнения за счет залпового выброса нефти, разбавления и разложения загрязнения водотока соответственно, $(\text{кг/м}^3)/\text{м}$;

KG, KR, KD – параметры генерации, разбавления и разложения загрязнения водного объекта соответственно, $1/\text{м}$.

Исходные параметры модели подобраны так, чтобы результаты расчета концентрации загрязнения по балансовой модели можно было сравнить с ее аналитическим выражением, и носят иллюстративный характер.

Программа и результаты расчета показателей распространения загрязнения в водном потоке в графической форме реализованы в среде MathCad (рис. 3).

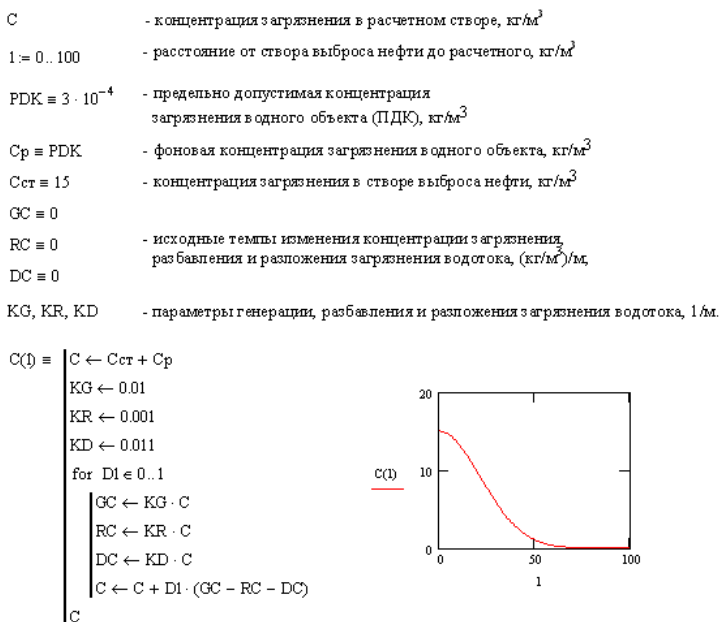


Рис. 3. Программа и результаты расчета зависимости концентрации нефтяного загрязнения от расстояния до створа выброса нефти

Вывод. Составленная системная диаграмма модели Стритера-Фелпса кислородного баланса в реке при наличии загрязнений нефтью и нефтепродуктами с использованием среды MathCAD позволяет оценивать динамику дефицита и концентрации кислорода в проточных водных объектах.

Список литературы

1. Дмитриев, Ю. Я. Математическое моделирование экологических систем: учебное пособие / Ю. Я. Дмитриев, А. Г. Поздеев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 206 с.
2. Макаров, Е. Г. Инженерные расчеты в Matchcad. Учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.

УДК 620.9

Каримов Тимур Дамирович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Тема данного исследования достаточно актуальна, так как в России существует значительный нереализованный задел в области ветроэнергетики.

Фундаментальные исследования аэродинамики ветряка заложили основу современных ветротурбин с высоким коэффициентом использования энергии ветра. Однако жесткая ориентация на большую гидроэнергетику и угольно-ядерную стратегию, а также почти полная глухота к новациям и экологическим проблемам надолго затормозили развитие ветроэнергетики. Выпускаемые «Ветроэном» ветроустановки не отвечали современным требованиям и представлениям высоких технологий ветроэнергетической индустрии.

Толчком для дальнейшего продвижения и создания современного ветроэнергетического оборудования стала федеральная научно-техническая программа «Экологически чистая энергетика».

Для участия и получения финансирования отобрали лучшие разработки ветроэнергетических установок различных классов по мощности. Были разработаны проекты ветроагрегатов мощностью до 30, 100, 250, 1250 кВт.

Однако начавшаяся перестройка, развал экономики и прекращение финансирования по программе не позволили довести указанные проекты до коммерческого уровня. Почти все разработки остались на уровне опытных и макетных образцов.

Опытный образец ветроагрегата мегаваттного класса был спроектирован и построен МКБ «Радуга», который организовал кооперацию предприятий авиационной промышленности. Разработка, изготовление и строительство финансировалось правительством Калмыкии. Ветроагрегат был построен недалеко от Элисты и успешно работает, вырабатывая 2300-2900 тыс. кВт·ч электроэнергии в год. Ветроагрегат подключен к сети. В МКБ «Радуга» были спроектированы ветроагрегаты мощностью 8 и 250 кВт.

Российской Ассоциацией развития ветроэнергетики «Energobalance Sovena» совместно с германской фирмой Husumer SchiffsWert (HSW) были изготовлены 10 ветряков сетевого исполнения единичной мощностью 30 кВт.

Ветропарк с установленной мощности 300 кВт был построен в 1996 г. в Ростовской области и запущен в эксплуатацию.

Сегодня возможны следующие *сценарии развития ветроэнергетики* в России:

- закупка и монтаж зарубежных ветроагрегатов;
- трансферт западных технологий и организация производства в России;
- кооперация с зарубежными фирмами и производство ветроагрегатов в России;
- организация производства собственных ветроагрегатов, ноу-хау которых защищено международным законодательством.

Для России предпочтительней последний сценарий, однако он сдерживается существующим налоговым законодательством, монополией производителей электроэнергии, отсутствием инвестиций и развалом производства.

К недостаткам ветроэнергетики относят:

- шум – минимальное допустимое расстояние от ветроустановки до жилых домов – 300 м;
- визуальное воздействие ветрогенераторов – является скорее субъективным и легко разрешаемым фактором. Сейчас для улучшения эсте-

тического вида ветряков во многих крупных фирмах работают профессиональные дизайнеры;

- занятие больших земельных участков – также является спорным недостатком: фундамент ветроустановки обычно полностью находится под землей, позволяя расширить сельскохозяйственное использование земли практически до самого основания башни.

Для преобразования энергии ветра в другие виды энергии – механическую, тепловую, электрическую и др., используют *ветроэнергетические установки* (wind power plant).

В настоящее время применяются две основные конструкции ветроэнергетических установок (ВЭУ): горизонтально осевые и вертикально осевые ветродвигатели.

Оба типа ветроэнергетических установок имеют примерно равный КПД, однако наибольшее распространение получили ветроагрегаты первого типа. Мощность ветроэнергетической установки может быть от сотен ватт до нескольких мегаватт.

Ветроэлектростанция (wind electrical power station) – электростанция, состоящая из двух и более ветроэлектрических установок, предназначенная для преобразования энергии ветра в электрическую энергию и передачу ее потребителю.

Ветроагрегат (wind unit) – система, состоящая из ветродвигателя, системы передачи мощности и приводимой ими в движение машины – электромашинного генератора, насоса, компрессора и т.п.

Гибридные ветроэнергетические установки (combine wind systems) – системы, состоящие из ветроэнергетической установки и какого-либо другого источника энергии (дизельного, бензинового, газотурбинного двигателей, фотоэлектрических, солнечных коллекторов, установок емкостного, водородного аккумулирования сжатого воздуха и т.п.), используемых в качестве резервного или дополнительного источника электроснабжения потребителей.

Выводы. Таким образом, альтернативная энергетика в общем и ветроэнергетика в частности демонстрируют бурное развитие во всем мире. Это связано с ростом цен на нефть, текущими проблемами энергетической безопасности и озабоченностью все большего числа людей проблемой изменения климата.

Список литературы

1. Виссарионов, В. И. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии / В. И. Виссарионов, Л. А. Золотов. – М.: МЭИ, 1996. – 156 с.
2. Воронин, С. М. Аккумулирование энергии в ветроустановке [Электронный ресурс] / С. М. Воронин, И. В. Закиров // Вестник аграрной науки Дона. –

УДК 620.9

Качуев Василий Вячеславович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат),
гр. ТТ-41

Научные руководители:

Семенов Константин Денисович, аспирант,
кафедра эксплуатации машин и оборудования,

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

Свечников Владимир Николаевич, старший преподаватель,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОСТАТНЫХ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Не секрет, что с ростом высоты скорость и устойчивость ветров также растёт. Чтобы использовать это, можно ставить огромные ветряки (выше 100 м) или запускать привязной ветряк-аэростат, как это предлагает американский стартап Altaeros Energies.

Для коммерчески выгодных скоростей ветра мощность ветряка определяется формулой для мощности ветрового потока. Понятно, что его энергоотдача при этом пропорциональна кубу скорости ветра, поэтому при её росте с 7,5 до 10 м/с стоимость генерируемой электроэнергии падает примерно вдвое. И это означает трагедию для ветроэнергетики: например, большинство россиян проживают в регионах со средней скоростью ветра в 3-5 м/с. На таких скоростях ветроэнергетика всегда будет экономически менее выгодной, чем другие виды генерации, что отсекает РФ от широкого внедрения ветровой энергетики. Впрочем, даже в районах, где средняя скорость ветра 9-10 м/с, ветряки делают как можно более высокими.

Altaeros Energies, стартап выпускника Массачусетского технологического института (США) Бена Гласса, подошёл к проблеме с другой стороны, предложив запускать привязной аэростат на относительно небольшую высоту (чтобы удерживающие тросы не были чрезмерно длинными и дорогими).

Как известно, на высоте скорость ветра в среднем на 30-40 % выше, и ветровой поток там устойчивее – значит, генерация электричества будет вдвое дешевле.

Для повышения эффективности аэростат выполнен в форме собирающего тора: ветер, попадающий в его центр, туннелируется к стандартному ветряку, подвешенному в центре надувного аэростата. К привязным тросам прикреплён кабель, передающий электроэнергию на землю. Вся конструкция называется Airborne Wind Turbine.



Внешний вид аэростатного ветряка

Современные ветровые установки являются материалоемкими сооружениями: на установку в 1,5 МВт под фундамент необходимо 190 м³ бетона и 26 т арматуры; 52 т весит башня высотой 80 м и 22 т – ветротурбина, генератор и инвертор.

Для аэростатного ветряка требуется только поднять одну турбину (в этой схеме генератор и инвертор остаются на земле), что для привязного аэростата может оказаться значительно дешевле.

Поставка таких ветроустановок также позволит освободиться от прокладки новых ЛЭП.

Список литературы

1. Девинс, Д. Энергия: пер. с англ. / Д. Девинс. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.
2. Линьков, С. А. Перспективы развития ветроэнергетики в России и за рубежом [Электронный ресурс] / С. А. Линьков, А. С. Сарваров, И. В. Бачурин // ЭС и К. – 2013. – № 21. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-vetroenergetiki-v-rossii-i-za-rubezhom> (дата обращения 30.03.2017).

Клюжев Константин Анатольевич
направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат),
гр. ТТ-41

Научный руководитель
Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Вертикальные ветряные турбины называют турбинами Дарье. Это название дано в честь французского инженера Жоржа Дарье, который получил патент на изобретение в 1931 году. Турбина Дарье имеет С-образные лопасти. Обычно этих лопастей две-три.

У ветряных установок с вертикальной осью вращения лопасти имеют форму в виде винтов. Согласно теории ветряная энергия может полностью удовлетворить общие потребности человечества в энергии. Данная область энергетики стремительно развивается.

Большая часть ветряных генераторов, которые производятся во всем мире, имеют горизонтальную ось вращения. Лопасти роторов ветрогенераторов, имеющих горизонтальную ось вращения, поворачиваются к ветру при помощи хвоста, а в самых крупных ветровых станциях – с помощью двигателей.

Конфигурация лопастей, вращающихся при помощи подъемной силы, обычно имеет аэродинамическую форму и походит на крылья самолета.

Вертикальные ветряки применяют в работе подъемную силу, их лопасти походят по форме на венчик для взбивания яиц. У ветряных установок с вертикальной осью вращения окружная скорость превышает скорость ветряных потоков, благодаря этому сила ветра приводит ветрогенератор в движение.

Опыты показали, что ветряная установка, имеющая вертикальную ось вращения, по показателям эффективности превосходит ветрогенераторы с горизонтальными осями вращения, так как в них используется винт, у которого площадь поверхности больше площади ветровых установок, имеющих горизонтальную ось вращения.

Преимущества вертикальных ветрогенераторов

В процессе проектирования ветровых генераторов, у которых ось вращения вертикальная, нужно учитывать такой малоизвестный, но важнейший факт: нарастание силы сопротивления относительно подъемной силы может превышать ее в 1000 раз.

У ветрогенератора с вертикальными осями вращения есть существенные преимущества перед ветрогенераторами с горизонтальной осью, тем более в случаях, когда установка работает в области переменных ветров и необходимо менять направление турбины, что само по себе повышает нагрузку как на вышку, так и на подшипники, при этом важно то, что расходуется энергия.

На вертикальные ветряки нагрузка распределяется равномернее, благодаря чему есть возможность выполнять более легкую и большую по размеру конструкцию.

Генератор можно установить на земле, вышка не обязательна. Для установки ротора против ветра не требуются дополнительные механизмы.

Ветряной генератор с вертикальной осью вращения может быть оборудован тремя крыльями, закрученными в виде спирали. Сила ветра оказывает влияние на спиральные лопасти и на входе в турбину, и на выходе из нее, что обеспечивает условия для наиболее эффективной ее работы.

Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения являются достойной заменой ветрякам с горизонтальной осью. В качестве главного достоинства вертикального ветряка можно назвать то, что в этих установках нет необходимости направлять ось на поток ветра, такой ветряк использует ветер, который дует со всех направлений.

Если порывы ветра сильные, то ветрогенераторы с вертикальными осями быстрее наращивают силу тяги, а потом стабилизируют скорость вращения. Большой популярностью вертикальные ветряки пользуются особенно в регионах, где преобладающие ветра переменные.

Такие ветровые генераторы могут работать бесперебойно даже при сильном штормовом ветре, тогда как в подобных условиях горизонтальные ветровые установки автоматически выключаются.

Важен и тот факт, что лопасти ветрогенераторов с вертикальной осью вращения меньше шумят, они намного легче в изготовлении и способны выдерживать большие нагрузки, по сравнению с ветрогенераторами с горизонтальными осями вращения.

Для наращивания номинальной выходной мощности ветрогенератора достаточно в процессе эксплуатации добавить модули.

Вертикальный ветрогенератор не имеет каких-либо ограничений по защите расстоянием, если он устанавливается рядом с жильем, т.к. шу-

мовая нагрузка остается в пределах до 20 ДБ, он не имеет магнитного излучения.

Ветрогенератор не требует для запуска дополнительных устройств.

Вертикальный ветряк безвреден для пчел, птиц и окружающей среды, он может устанавливаться рядом с жильем.

Ветрогенератор достигает номинальной мощности на малых оборотах. Современные ветрогенераторы устойчиво работают в агрессивных средах (резкие перепады температуры, морской воздух), благодаря непроницаемому саркофагу генератора из алюминия.

Вертикальный ветрогенератор требует минимум места для установки. Он защищен от воздействия молний путем применения алюминиевой конструкции.

Возможность установки без вреда для ландшафтного вида.

Недостатки ветрогенераторов с вертикальной осью вращения

У вертикальных ветряков есть также свои недостатки. Например, при вращении против ветряных потоков такой ветрогенератор несет потери, которые могут привести к тому, что эффективность применения ветряков с вертикальными осями вращения сокращается в два раза по сравнению с ветряными установками, которые оборудованы горизонтальными осями вращения.

Если ветрогенератор установлен рядом с землей, то внизу очень низкая скорость ветра, хотя можно сделать башню, но скорость ветра все равно будет низкой в нижней части ротора. Турбина сама не запускается, ей нужен толчок для начала работы.

Так как есть механизмы ветрогенераторов с вертикальной осью вращения, которые находятся внизу, то для того чтобы их заменить, приходится производить демонтаж всей установки.

Несмотря на все очевидные достоинства вертикальных ветряных генераторов, у них, как уже отмечалось, есть свои недостатки, которые нельзя не заметить. Кроме шума, который воспринимает ухо человека, от некоторых из них может исходить вредный инфразвук, приводящий к вибрациям, что вызывает дребезжание стекол в окнах и посуды. Зимой на лопастях ветрогенераторов могут появляться ледяные сосульки.

Список литературы

1. Безруких, П. П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов и др. – СПб.: Наука, 2002. – 314 с.

2. Линьков, С. А. Перспективы развития ветроэнергетики в России и за рубежом [Электронный ресурс] / С. А. Линьков, А. С. Сарваров, И. В. Бачурин // ЭС и К. – 2013. – № 21. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-vetroenergetiki-v-rossii-i-za-rubezhom> (дата обращения 30.03.2017)

Крашенинников Михаил Вадимович

направление Технологии и машины лесозаготовок и лесного хозяйства
(аспирантура)

Научные руководители:

Крашенинникова Надежда Геннадьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент,

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор,

кафедра машиностроения и материаловедения

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА
МЕДЬХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ**

Актуальность исследования. Порошковая металлургия является одним из наиболее прогрессивных и динамично развивающихся методов производства металлических изделий, все шире внедряясь в практику изготовления изделий самого различного назначения. Большая часть производимых сегодня порошковых материалов являются конструкционными, предназначенными для замены традиционно используемых в машиностроении литых и кованных сталей и сплавов. При этом условия работы современных машин и приборов выдвигают все более высокие требования к уровню механических и физико-химических свойств используемых материалов, в том числе и порошковых.

Одним из основных способов повышения свойств сталей и сплавов является легирование. Широко используется в традиционных машиностроительных сталях легирующий элемент хром, что связано с высокой эффективностью его влияния на свойства материалов в сочетании с относительно невысокой стоимостью. Однако в порошковых сталях его использование затруднено ввиду высокого сродства хрома к кислороду. Это осложняет процесс производства деталей из порошковых смесей, в которые хром вводится в чистом виде или в составе лигатур. Образующийся на поверхности частиц оксид хрома (III) не восстанавливается в процессе спекания порошковых формовок в часто применяемых для спекания порошковых сталей восстановительных атмосферах, таких как эндогаз, генераторный газ, конвертированный природный газ. Для спекания спрессованных заготовок требуются среды с более высокой восстановительной способностью, например, остро осушенный водород, что, естественно, повышает стоимость деталей.

Кроме того, при обычных температурах спекания в конвейерных печах (1120-1200 °С) взаимная диффузия хрома и железа протекает очень медленно, поэтому структура материалов, получаемых спеканием смесей чистых компонентов, оказывается весьма неравномерной, что ухудшает свойства изделий.

Более перспективным способом производства хромистых порошковых сталей представляется использование легированных порошков.

Цели и задачи. Настоящая работа посвящена рассмотрению результатов исследования свойств порошковых хромистых сталей, полученных на основе порошков марок AstaloyCrM (Fe–3.0%Cr–0.5%Mo) и AstaloyCrL (Fe–1.5%Cr–0.2%Mo) производства фирмы Höganas (Швеция). Помимо хрома, порошки легированы молибденом, также эффективно упрочняющим сталь. Метод получения порошков – распыление водой расплава заданного состава – обеспечивает равномерное распределение легирующих добавок в железной матрице. Низкое (менее 0,25 %) содержание кислорода способствует хорошей уплотняемости порошка и ускорению формирования структуры сплава при спекании.

Методика исследования и обсуждение результатов. С целью повышения прочности и твердости в состав исследуемых материалов дополнительно вводили углерод, добавляя его в порошковую шихту в виде тонкого порошка карандашного графита марки ГК-1 ГОСТ 4404-78. Содержание углерода варьировали в пределах 0,3–1,0 %.

Кроме того, материалы легировали медью, добавляя в шихту в виде электролитического порошка марки ПМС-1 ГОСТ 4960-2009. Как известно, введение в состав порошковых композиций меди интенсифицирует процесс формирования структуры при спекании за счет образования жидкой фазы. Помимо этого, обладая переменной растворимостью в железе, медь способствует упрочнению сплава за счет дисперсионного твердения [1].

Проведенные исследования показали, что введение 3–5 % меди повышает временное сопротивление и твердость спеченных материалов. Дальнейшее увеличение ее содержания приводит к снижению прочности, а также значительному росту изделий при спекании, осложняющему получение изделий высокой размерной точности, поэтому представляется нецелесообразным.

Химический состав исследованных материалов приведен в таблице. Материалы составов 1-3 получены на основе распыленного порошка железа марки ПЖР3.200.28 с добавлением меди и графита в шихту в чистом виде. Основой материалов других составов были распыленные

легированные порошки марок AstaloyCrL (образцы 4–6) и AstaloyCrM (образцы 7–8).

Химический состав сплавов

Номер сплава	Среднее содержание компонентов, вес. %				
	железо	углерод	медь	хром	молибден
1	основа	0,5	3,0	—	—
2	основа	0,5	5,0	—	—
3	основа	1,0	5,0		
4	основа	0,3	5,0	1,5	0,2
5	основа	0,5	5,0	1,5	0,2
6	основа	1,0	5,0	1,5	0,2
7	основа	0,5	5,0	3,0	0,5
8	основа	1,0	5,0	3,0	0,5

Образцы изготавливали однократным прессованием с последующим спеканием в конвейерной печи в атмосфере эндогаза. Температура в высокотемпературной зоне составляла 1120 °С, выдержка при температуре спекания 45 минут. Плотность спеченных образцов составляла 6600-7000 кг/м³.

Спекание образцов сопровождалось небольшим увеличением их размеров, что связано, очевидно, во-первых, с образованием диффузионной пористости в процессе взаимной диффузии железа и меди вследствие различия коэффициентов взаимодиффузии, а во-вторых, с образованием карбидных фаз, имеющих более низкую плотность по сравнению с металлической матрицей. В зависимости от состава материала, рост составлял от 0,1 до 0,6 %. Эти размерные изменения необходимо учитывать при расчете размеров оснастки при изготовлении порошковых деталей.

Микроструктуру и свойства сплавов исследовали как непосредственно после спекания образцов, так и после их термической обработки (закалки в масло с температуры 860°С).

Образцы медистой порошковой стали (1-3) после спекания имели феррито-перлитную структуру с равномерно распределенными порами.

Микроструктура сплавов, легированных хромом и молибденом, — троостит с участками бейнита и мартенсита и включениями карбидов. Очевидно, введение этих легирующих элементов приводит к значительному повышению устойчивости аустенита и делает возможным подавление перлитного превращения и образование закалочных структур даже при охлаждении образцов в холодильнике печи (скорость охлаждения около 11 °С/мин.).

В микроструктуре сплавов с содержанием 1 % углерода встречаются участки разорванной карбидной сетки.

На рисунках 1 и 2 представлены зависимости твердости и временного сопротивления спеченных материалов от содержания углерода и суммарного содержания карбидообразующих легирующих элементов (ЛЭ) – хрома и молибдена. Прочность и твердость порошковых сталей, содержащих 0,5 % углерода, монотонно возрастает при увеличении содержания хрома и молибдена в заданных пределах.

Повышение содержания углерода до 1 % приводит к увеличению твердости, однако временное сопротивление при растяжении снижается, что связано, очевидно, с повышением хрупкости сталей, вызванным увеличением содержания карбидов и их неравномерным распределением в металлической матрице. Таким образом, введение столь высокого содержания углерода в хромомолибденовые стали нецелесообразно.

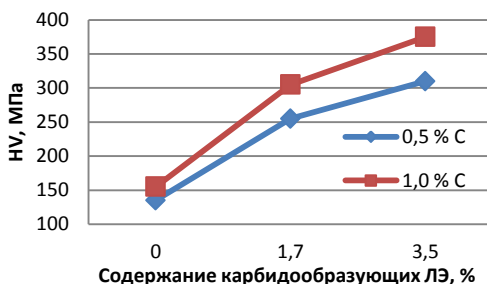


Рис. 1. Зависимость твердости спеченных материалов от химического состава

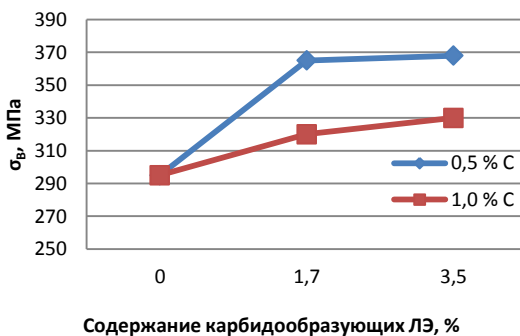


Рис. 2. Зависимость временного сопротивления спеченных материалов от химического состава

После закалки в масле с температурой 860 °С образцы медьхромо-молибденовых сталей имели преимущественно мартенситную структуру с участками бейнита, остаточного аустенита и карбидными включениями.

Рисунки 3 и 4 иллюстрируют влияние термообработки на твердость исследованных материалов.

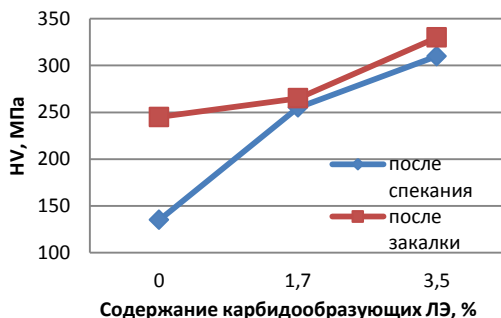


Рис. 3. Твердость медьхромомолибденовых порошковых сталей (содержание углерода 0,5 %) после спекания и термической обработки

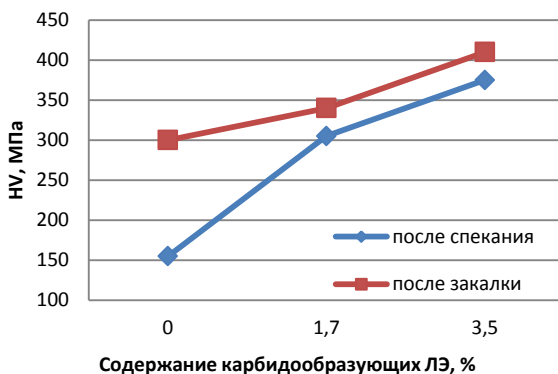


Рис. 4. Твердость медьхромомолибденовых порошковых сталей (содержание углерода 0,5 %) после спекания и термической обработки

Закалка резко повышает твердость материалов системы «железо-медь-углерод», не содержащих карбидообразующих легирующих элементов, в то время как увеличение твердости медьхромомолибденовых сталей не столь значительно и составляет для материалов исследованных составов около 10-15 %.

Этот результат вполне объясним. Медьхромомолибденовые стали имели практически закалочную структуру уже после спекания, поэтому структурные изменения и соответственно увеличение твердости в результате закалки для них оказались существенно меньшими, чем для медистых сталей.

Для всех исследованных материалов наблюдалось значительное понижение в результате закалки предела прочности при растяжении. Так, величина временного сопротивления материала состава Fe – 5 % Cu – 1,5 % Cr – 0,2 % Mo уменьшилась с 370 МПа в спеченном состоянии до 200-220 МПа в закаленном.

Для материалов с более высоким содержанием углерода снижение прочности оказалось еще более значительным. Это связано с хрупкостью образцов, обусловленной высоким уровнем и неравномерным распределением внутренних напряжений, что весьма характерно для порошковых материалов, получаемых холодным прессованием с последующим спеканием и обладающих значительной остаточной пористостью.

Очевидно, уровень внутренних напряжений может быть снижен последующим отпускком. Однако хотелось бы еще раз подчеркнуть, что легирование порошковых сталей хромом и молибденом эффективно понижает критическую скорость закалки и создает возможность получения закалочных структур и высокого уровня свойств при охлаждении материалов непосредственно в холодильнике печи спекания, не прибегая к использованию закалки как отдельной технологической операции.

Выводы. Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что легирование порошковых сталей карбидообразующими элементами – хромом и молибденом – приводит к значительному увеличению твердости и прочности материалов. Введение в состав хромо-молибденовых порошковых сталей до 5 % меди и до 0,5 % углерода способствует дополнительному повышению их твердости и прочности.

Особенно важно, что высокие свойства медьхромомолибденовых сталей достигаются в процессе спекания, без проведения дополнительной термической обработки, что создает возможность существенного упрощения процесса производства порошковых деталей конструкционного назначения

Список литературы

1. Ермаков, С. С. Порошковые стали и изделия / С. С. Ермаков, Н. Ф. Вязников. – Л.: Машиностроение, 1990. – 319 с.
2. Гуревич, Ю. Г. Износостойкие детали из порошковой стали / Ю. Г. Гуревич // Вестник КузГТУ. – 2013. – № 6 (100). – С. 84-88.

3. Чурносов, Д. И. Поверхностное упрочнение заготовок из порошковых сталей с использованием лазерного нагрева / Д. И. Чурносов, Е. С. Козик, К. А. Голявин // Вестник ОГУ. – 2013. – № 1 (150). – С. 228-232.

УДК 628.3

Кутонова Екатерина Васильевна

направление Материаловедение и технология материалов (магистратура),
МТМм-21

Научные руководители:

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор,

Сютова Анна Игоревна, ст. преподаватель,

кафедра машиностроения и материаловедения

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследуется сорбционная активность углеродных волокнистых материалов для сорбции нефтепродуктов из сточных вод

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме экологической безопасности производств. Очистка сточных вод от загрязнений является актуальной задачей для всех промышленных предприятий, использующих водные объекты в своих технологических процессах. Качество очистки сточных вод во многом определяет состояние природных водных объектов, существенно влияет на качество питьевой воды.

Среди большого числа известных способов очистки сточных вод отдельного внимания заслуживает сорбция как один из наиболее эффективных и дешевых способов очистки. К преимуществам сорбции относятся возможность удаления загрязнений широкой природы практически до любой остаточной концентрации, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом. Зачастую использование сорбционного способа очистки позволяет решить сразу несколько проблем. Обилие существующих сорбентов, а также появление и поиск новых определяют актуальность научных исследований в данной области.

Целью настоящей работы является исследование сорбционных свойств углеродных волокнистых сорбентов для повышения эффективности и качества очистки сточных вод от нефтесодержащих веществ.

Задачи исследования – определение сорбционной активности исследуемых видов углеродных волокнистых материалов для сорбции нефтепродуктов и разработка эффективного способа очистки сточных вод на основании полученных данных.

В последнее время промышленностью выпускаются углеродные волокнистые материалы (УВМ) и активированные углеродные волокнистые материалы (АУВМ) – уникальные сорбенты, используемые во многих областях промышленности и техники. УВМ и АУВМ являются синтетическими сорбентами на основе активных углей, гидратцеллюлозы и вискозных волокон, полиакрилонитрильного (ПАН) волокна, фенолформальдегидных смол. Содержание углерода в них составляет 85 % и более.

Углеродные волокнистые материалы считают материалами будущего. Заложенные в них потенциальные возможности еще далеко не использованы, поэтому в будущем предполагается значительное расширение областей их применения и объемов потребления [1].

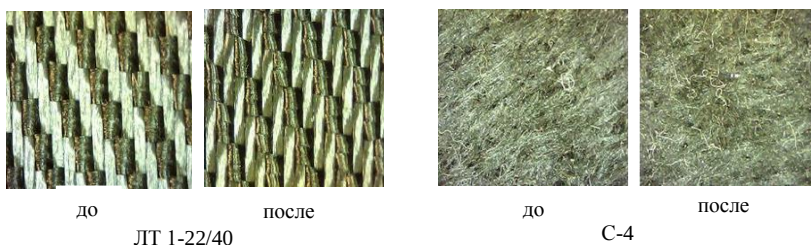
Для придания особых свойств и специфической сорбционной активности проводят модификацию УВМ (физическая или химическая обработка). Известны технологии изготовления УВМ из отходов [2, 3].

Предметом исследования являются образцы УВМ различных марок. Исследования по сорбции нефтепродуктов (керосина и бензина с примесью машинного масла) проводились на образцах УВМ УВИС-АК-В, УВИС-АК-ТЛ, ТР-3/2, исследования по сорбции бензина – также на образцах углеродных материалов ТМ-4, ЛТ-1-22/40, С-4.

В качестве **метода исследования** применялся химический эксперимент. Образцы УВМ погружались в исследуемый раствор, содержащий воду с примесью нефтепродуктов. Эффективность сорбции оценивалась по изменению объема масляной фракции раствора. При этом учитывалась масса сухих и влажных образцов (до и после сорбции), оценивалась возможность вторичного и многократного их использования: после проведенного эксперимента образцы УВМ поджигали, а затем вновь использовали в последующих экспериментах.

Анализ результатов. Эффективность сорбции бензина на образцах УВМ УВИС-АК-В, УВИС-АК-ТЛ, ТР-3/2 составила 56-92 %, керосина – 25-52 %. Лучшие результаты получены на образце УВИС-АК-В. Эффективность сорбции бензина на образцах ТМ-4, ЛТ-1-22/40 и С-4 составила 88-98 %. Эти образцы подвергались регенерации (выжигание нефтесодержащих компонентов) и использовались вторично. Степень поглощения бензина при этом практически не изменилась, как и масса исследуемых образцов.

дуемых образцов. Структура УВМ практически не пострадала (см. рисунок).



Структура образцов УВМ до и после сорбции нефтепродуктов

Выводы и рекомендации. В ходе проведенной работы экспериментально установлено, что углеродные волокнистые материалы могут успешно применяться для очистки водной среды от нефтесодержащих веществ. Эффективность сорбции исследуемыми видами УВМ гораздо выше многих известных на сегодняшний день сорбентов за счет более развитой удельной поверхности, которая главным образом определяет его нефтеемкость.

Исследуемые сорбенты без видимых повреждений выдерживают температуру сжигания нефтесодержащих компонентов, сохраняя свои сорбционные свойства, имеют более высокую (по сравнению с природными и известными синтетическими сорбентами) степень насыщения, длительный срок эксплуатации и легко подвергаются регенерации.

Способ очистки сточных вод с использованием углеродных волокнистых материалов является комплексным, так как УВМ способны сорбировать ионы тяжелых металлов, окрашенные вещества и другие загрязнители, что существенно расширяет их потенциал при использовании в качестве сорбентов для очистки сточных вод.

Список литературы

1. Конкин, А. А. Углеводородные и другие жаростойкие волокнистые материалы / А. А. Конкин. – Москва: Химия, 1984. – 376 с.
2. Сурков, А. А. Синтез углеродных сорбентов из отходов поликарбоната методом химической активации / А. А. Сурков, И. С. Глушанкова, Н. А. Балабенко // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9-1. – С. 171-175.
3. Термическая переработка полимерных отходов с получением жидкого топлива и наносорбционных углеродных материалов / А. А. Сурков, Р. М. Махлес, И. С. Глушанкова, М. С. Дьяков // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 7.

4. Алибеков, С. Я. Исследование сорбционных свойств углеводородных волокон при очистке воды от нефтепродуктов / С. Я. Алибеков, А. И. Сютова // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. Вып. 3. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – С. 113-116.

5. Кутонова, Е. В. Очистка водной поверхности от разлившейся нефти / Е. В. Кутонова, С. Я. Алибеков // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. Вып. 4. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – С. 196-201.

УДК 629.01

Лапшин Дмитрий Юрьевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(бакалавриат), гр. ЭТМ-413у

Научный руководитель

Ласточкин Денис Михайлович, канд. техн. наук, доцент,

кафедра эксплуатации машин и оборудования

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЁННАЯ РАМА АВТОМОБИЛЯ УАЗ

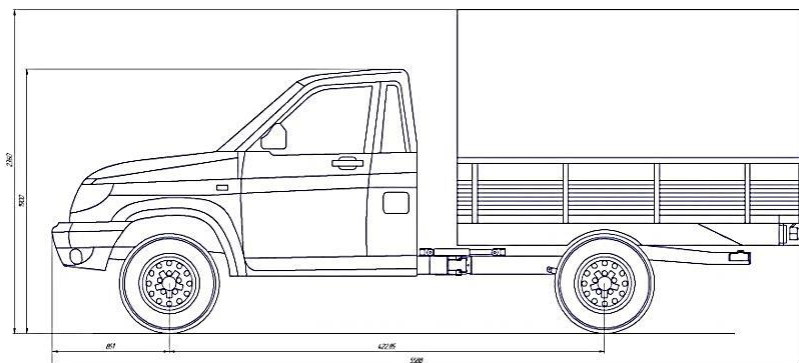
Актуальность. При фразе «ломающаяся рама» большинство автомобилистов представляют себе тяжелую поломку автомобиля с переломанной пополам автомобильной рамой. Однако есть инженерные решения, которые специально предназначены для «переламывания» автомобильной рамы посередине автомобиля. Это делается для увеличения проходимости и маневренности автомобиля.

Описание конструкции. В качестве объекта проектирования была выбрана модель автомобиля УАЗ 23602. Главной особенностью данной модели автомобиля является раздельное расположение кабины и кузова автомобиля, которое необходимо при создании шарнирно-сочленённой рамы [1].

Для реализации концепции шарнирного-сочленённой рамы стандартная рама автомобиля подвергалась разделению в месте свободного пространства между кабиной и кузовом. Места соединений двух полурам усиливались и соединялись между собой при помощи поворотного кулака переднего колеса автомобиля КАМАЗ. Для предотвращения перекручивания двух полурам использовалась система ограничителей поворота шарнира. При эксплуатации автомобиля на дорогах общего

назначения две полурамы фиксировались при помощи шпилек для повышения жесткости конструкции. Общий вид автомобиля с шарнирно-сочленённой рамой представлен на рисунке.

Анализ результатов. В результате работ была разработана шарнирно-сочленённая рама на базе автомобиля УАЗ 23602. Работой предусматривалось внесение изменений в существующую конструкцию рамы для повышения проходимости автомобиля в сложных дорожных условиях.



Общий вид автомобиля УАЗ-23602 с шарнирно-сочленённой рамой

В рамках данной работы произведены расчет тягового усилия, расчеты полурам на прочность и устойчивость. Подобрана схема для поворотного шарнира. Разработаны сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей.

Рассмотрены вопросы охраны труда водителей. Раскрыты производственные факторы, создающие потенциально опасные условия труда и методы их предотвращения.

Проведена экономическая оценка инвестиционного проекта внедрения в производство шарнирно поворотной рамы.

Выводы. Основной задачей, которую позволяет решить такая конструкция автомобиля, является увеличение проходимости за счет уменьшения вероятности диагонального вывешивания машины (при этом в случае движения машины по ровной дороге шарнир следует заблокировать для обеспечения лучшей устойчивости). Благодаря применению такого решения, ведущие мосты автомобиля получили дополни-

тельно в общей сложности 500 мм свободного неподрессоренного хода – по 250 мм вверх и вниз относительно горизонтального расположения.

Примечательно, что для данной разработки не пришлось разрабатывать оригинальные комплектующие.

Список литературы

1. Автомобили УАЗ: техническое обслуживание и ремонт / Э. Н. Орлов, Е. Р. Варченко. – М.: Транспорт, 2002. – 335 с.
2. Тарукин, Е. М. Обзор грузовых автомобилей / Е. М. Тарукин // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 2 (21). – С. 66-84.

УДК 66.021.4

Лебедев Григорий Вячеславович

направление «Технологические машины и оборудование»,
гр. ТМО-21

Научный руководитель

Богданов Евгений Николаевич, ассистент,
кафедра транспортно-технологических машин

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Тепловые насосы – это такие устройства для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика с низкой температурой к теплоприемнику с высокой температурой. Для работы самого насоса требуется внешняя энергия (механическая, электрическая). Рабочим телом тепловых насосов является жидкость с низкой температурой кипения (фреон или аммиак). Тепловой насос состоит из конденсатора, капилляра, испарителя и компрессора. **Конденсатор** – теплообменный аппарат, выделяющий теплоту для потребителя. **Испаритель** утилизирует низкопотенциальную теплоту.

Хладагент под высоким давлением через капиллярное отверстие попадает в испаритель, где за счёт резкого уменьшения давления происходит процесс испарения. При этом хладагент отбирает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель в свою очередь отнимает тепло у земляного или водяного контура, за счёт чего он постоянно охлаждается. Компрессор вбирает хладагент из испарителя, сжимает его, за счёт

чего температура хладагента резко повышается и выталкивает в конденсатор. Кроме того, в конденсаторе нагретый в результате сжатия хладагент отдает тепло отопительному контуру и переходит в жидкое состояние. Процесс повторяется постоянно. Когда температура в доме достигает необходимого уровня, электрическая цепь разрывается терморегулятором и тепловой насос перестает работать. Когда температура в отопительном контуре падает, терморегулятор вновь запускает тепловой насос.

Теплоприёмник теплового насоса получает ещё и теплоту, перенесённую от теплоотдатчика. Из этого следует, что коэффициент преобразования энергии у теплового насоса всегда больше единицы. Такой процесс более выгоден. Подобные насосы можно использовать и летом для охлаждения подаваемого в здание воздуха. Данные устройства позволяют сэкономить денежные средства на оплате за отопление, так как тепло добывается из окружающей среды. Насосы подразделяются на несколько видов.

Геотермальные насосы используют тепло земли, наземных либо подземных грунтовых вод. Различают насосы:

а) замкнутого типа:

- горизонтальные насосы. Коллектор размещается кольцами или извилисто в горизонтальных траншеях, но обязательно ниже глубины промерзания грунта. Данный способ наиболее экономически эффективен для домов, но требуется большая площадь земельного участка для размещения коллектора;

- вертикальные насосы. Коллектор размещается вертикально на глубину до 200 метров. В данном случае установка уже не требует большой площади земельного участка. Хорошо подойдёт для маленькой территории или для повреждённого ландшафта;

- водные насосы. Данный вид подойдёт для домов, находящихся рядом с водоёмами. Коллектор размещается извилисто или кольцами в водоёме ниже глубины промерзания. Этот вариант ещё дешевле, так как не придётся тратить на земельные работы. Но тут существует требование для водоёма (его глубина, объём и т.д.);

б) открытого типа. Такой вид теплового насоса предназначен для отбора тепловой энергии грунтовых и подземных вод. В качестве теплообменной жидкости используется вода, циркулирующая через систему геотермального теплового насоса в рамках открытого цикла. Вода после прохождения через систему возвращается в землю.

Данную установку можно использовать только при большом количестве чистой воды и при условии, что такой способ использования грунтовых вод является разрешённым.

Воздушные тепловые насосы в качестве источника отбора тепла используют окружающий воздух. Система очень похожа на кондиционер. Воздушные тепловые насосы могут извлекать тепло из окружающей среды до -20 градусов по Цельсию. Этот способ получения тепла очень эффективен и экономичен в плане установки. Для него не требуется проведение земельных работ или нахождение рядом с домом водоёма. Недостатком такого насоса является то, что при температуре ниже -15 градусов по Цельсию уменьшается коэффициент преобразования воздуха в тепло.

Насосы, использующие вторичное тепло, в качестве источника отбора тепла использует любой вариант вторичного тепла, например, тепло трубопровода центрального отопления. Чаще всего этот способ обогрева используют крупные промышленные предприятия, где имеются подобные источники вторичного тепла.

Выводы. Тепловые насосы хорошо подходят как для отопления помещений, так и для их охлаждения. Такие насосы очень экономичные, так как позволяют получить из 1 кВт электрической энергии 3-7 кВт тепловой энергии. Очень просты в обслуживании. Тепловой насос работает устойчиво, к нему не требуется специального помещения с вентиляцией. Абсолютно пожаробезопасен. Это экологически чистый способ отопления и кондиционирования. Работает полностью в автоматическом режиме. Тепловые насосы многофункциональны. С их помощью можно не только нагревать и охлаждать помещения, но и обеспечивать горячее водоснабжение для дома и бассейна.

Необходимо также отметить и существующие недостатки. Более значительным недостатком является не только стоимость самого насоса, но и его установка. При очень низких температурах тепловому насосу недостаточно тепловой энергии для эффективной работы. Ещё одним недостатком является большая площадь земельного участка для установки геотермальных насосов.

Список литературы

1. Морозюк, Т. В. Теория холодильных машин и тепловых насосов / Т. В. Морозюк. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с.
2. Buderus, P. Справочник по проектированию и монтажу тепловых насосов. Проектная документация / P. Buderus. – 2005. – 142 с.
3. Рей, Д. Тепловые насосы: пер. с англ. / Д. Рей, Д. Макмайлк. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.

Лебедев Евгений Борисович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат),
гр. ТТ-41

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий,

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЛИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Известно, что запасы энергии в Мировом океане колоссальны, две трети земной поверхности (361 млн кв. км) занимают моря и океаны. Энергия океана давно привлекает к себе внимание человека.

В середине 80-х годов уже действовали первые промышленные установки, а также велись разработки по следующим основным направлениям: использование энергии приливов, прибоя, волн, разности температур воды поверхностных и глубинных слоев океана, течений и т.д.

Под влиянием притяжения Луны и Солнца происходят периодические поднятия и опускания поверхности морей и океанов – приливы и отливы. Частицы воды совершают при этом и вертикальные, и горизонтальные движения.

Наибольшие приливы наблюдаются в дни новолуний и полнолуний, наименьшие совпадают с первой и последней четвертями Луны.

Энергия морских приливов, в отличие от многих других видов энергии на Земле, не иссякает, так как поддерживается космическими силами притяжения и не зависит от перемен в климате и погоде, как зависит от них, например, энергия рек.

Однажды построенная приливная станция будет бесперебойно работать тысячи лет, если не случится геологической катастрофы, которая резко изменит уровень моря, или катастрофы космической, в результате которой нарушится взаимодействие сил тяготения в нашей Солнечной системе.

Энергетический потенциал морской волны, по подсчетам Международного объединения океанической энергии (Ocean Energy Association), равен примерно 3,5 % мирового электропотребления [4].

Приливные колебания уровня моря человек научился использовать около тысячи лет назад. Первыми сооружениями, механизмы которых приводились в движение приливной энергией, были мельницы.

В старинных хрониках упоминания о приливных мельницах относятся к XI веку. На Британских островах работала такая мельница; о ней говорится в записях Лудбриджского прихода, относящихся к 1170 году.

В средние века приливные мельницы работали во многих местах побережья Западной Европы. Некоторые из них дожили и до середины XX столетия. В России приливные мельницы мололи зерно на побережье Белого моря в XVII веке.

Интерес к технологии преобразования энергии морских приливов в электрическую впервые появился в середине прошлого века. Сразу в нескольких странах началось строительство опытных приливных электростанций. Такие электростанции стали ценным энергетическим подспорьем местного характера и могли бы изменить общую энергетическую ситуацию.

В приливных электростанциях используется перепад уровней воды, образующийся во время прилива и отлива.

Список литературы

1. Городов, Р. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р. В. Городов, В. Е. Губин, А. С. Матвеев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
2. Алексеева, О. А. Природа волновых процессов и их взаимодействие с приливными электростанциями [Электронный ресурс] / О. А. Алексеева // Вестник МГСУ. – 2012. – № 4. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/priroda-volnovykh-protsessov-i-ih-vzaimodeystvie-s-prilivnymi-elektrostantsiyami-1> (дата обращения 30.03.2017).
3. Султанова, Е. Ф. Оценка влияния Кислогубской приливной электростанции на окружающую среду на основе применения имитационной экологической модели ПЭС [Электронный ресурс] / Е. Ф. Султанова, С. Н. Сидоренко, В. С. Орлова // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 1. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-kislogubskoy-prilivnoy-elektrostantsii-na-okruzhayushchuyu-sredu-na-osnove-primeneniya-imitatsionnoy-ekologicheskoy> (дата обращения 30.03.2017).

Марков Николай Николаевич
направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель
Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Потребление энергии в современном мире характеризуется стремительным ростом. Около половины мирового энергобаланса в настоящее время приходится на долю нефти, около трети – на долю газа и атома (примерно по одной шестой) и около одной пятой – на долю угля. Однако глобальная проблема современного мира – не истощение минеральных ресурсов, а угрожающая экологическая обстановка. В связи с этим разработка альтернативных источников энергии приобретает все большую актуальность. Альтернативная энергетика основана на использовании возобновляемых (или «чистых») источников энергии.

Существует несколько видов волн в зависимости от их происхождения и характеристик. Обычно когда речь идет об энергии волн, то мы имеем в виду ветровые волны, которые образуются из-за ветра, дующего через обширные океанские пространства. Эти волны могут рассматриваться в качестве важного источника энергии сами по себе. Ветер образуется из-за неравномерного распределения солнечной энергии по земной поверхности. Средняя плотность энергии волн в океане довольно низкая – около $2,7 \text{ Вт/м}^2$, что значительно ниже средней плотности солнечной энергии. Однако при возникновении высоких волн энергия становится более концентрированной.

Есть и другой тип волн – прибой, который можно наблюдать в прибрежных зонах. Их энергия также может рассматриваться в качестве источника энергии, преимущественно местного значения.

Кроме ветровых волн есть и приливные волны. Их энергия также велика, но они рассматриваются отдельно от ветровых волн. Энергию одиночных волн, известных как цунами, практически невозможно обуздать.

Идея получения электроэнергии от морских волн была изложена еще в 1935 г. советским ученым К. Э. Циолковским. В основе работы волновых энергетических станций лежит воздействие волн на рабочие органы, выполненные в виде поплавков, маятников, лопастей, оболочек и т.п. Механическая энергия их перемещений с помощью электрогенераторов преобразуется в электрическую. В настоящее время волноэнергетические установки используются для энергоснабжения автономных буев, маяков, научных приборов. Попутно крупные волновые станции могут быть использованы для волнозащиты морских буровых платформ, открытых рейдов, марикультурных хозяйств. Началось промышленное использование волновой энергии. В мире уже около 400 маяков и навигационных буев получают питание от волновых установок. В Индии от волновой энергии работает плавучий маяк порта Мадрас. В Норвегии с 1985 г. действует первая в мире промышленная волновая станция мощностью 850 кВт.

Создание волновых электростанций определяется оптимальным выбором акватории океана с устойчивым запасом волновой энергии, эффективной конструкцией станции, в которую встроены устройства сглаживания неравномерного режима волнения. Считается, что эффективно волновые станции могут работать при использовании мощности около 80 кВт/м. Опыт эксплуатации существующих установок показал, что вырабатываемая ими электроэнергия пока в 2-3 раза дороже традиционной, но в будущем ожидается значительное снижение ее стоимости. Волновая энергетика является одним из наиболее перспективных секторов возобновляемых источников энергии, так как энергия волн океанов превосходит по удельной мощности как ветровую, так и солнечную энергию. Следовательно, основная задача при создании эффективных волновых установок состоит в оптимизации их параметров с учетом реальных условий на месте эксплуатации. Для этого необходим их анализ на основе физических и компьютерных экспериментов.

Список литературы

1. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / В. Г. Лабейш. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 79 с.
2. Шишкин, И. Л. Некоторые направления развития и перспективы использования морской ветровой и волновой энергетики в современных странах [Электронный ресурс] / И. Л. Шишкин // Вологодские чтения. – 2010. – № 78. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-napravleniya-razvitiya-i-perspektivy-ispolzovaniya-morskoj-vetrovoj-i-volnovoy-energetki-v-sovremennyh-stranah> (дата обращения 30.03.2017).
3. Монахов, Б. Е. Использование возобновляемых источников энергии для развития дальневосточного региона Российской Федерации [Электронный ре-

сурс] / Б. Е. Монахов, Л. А. Шилова // Вестник МГСУ. – 2012. – № 2. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-vozbobvlyaemyh-istochnikov-energii-dlya-razvitiya-dalnevostochnogo-regiona-rossiyskoy-federatsii-1> (дата обращения 30.03.2017).

УДК 681.3

Мельников Дмитрий Александрович,
Смоляков Олег Андреевич
направление Технологические машины и оборудование
(бакалавриат), гр. ТМО-41

Научный руководитель
Кайдаков Александр Михайлович, доцент,
кафедра транспортно-технологических машин
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ

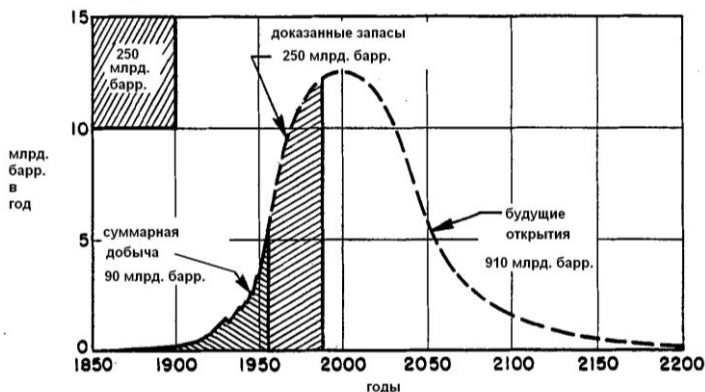
Различные теории, прогнозы об исчерпании запасов нефти, о неизбежном снижении объемов добычи углеводородного сырья не оправдались – нефть и газ по-прежнему играют ведущую роль в мировой экономике.

Самая известная – теория американского геофизика Кинга Хабберта, который создал модель известных запасов и предположил в 1956 году, что мировая добыча нефти достигнет пика в 2000 году, после которого общее количество **доступной нефти** в мире начнёт постепенно, но необратимо снижаться.

В настоящее время состояние нефтяной отрасли характеризуется уменьшением разведанных запасов лёгкой нефти. Практически прирост запасов происходит за счет тяжелой вязкой сернистой нефти и месторождений в труднодоступных для добычи районах. Запасы нефти, удобные для добычи и переработки, истощаются ускоренными темпами.

По данным экспертов, мировые запасы тяжелой нефти составляют более 810 миллиардов тонн. В России они достигают 6-7 миллиардов тонн.

Добыча и применение их требуют новых специальных технологий [1].



Кроме нефти есть запасы углеводородного сырья, для добычи которого пока нет технологий. Это природные битумы.

Мировые запасы тяжелых нефтей и природных битумов оцениваются в 500-550 млрд м³. В России находится примерно 22 % мировых извлекаемых запасов природных битумов.

Коллектив ученых под руководством академика РАН А. Н. Дмитриевского в 2010 году заявил об открытии нового вида тяжелого углеводородного сырья – матричной нефти, суммарные геологические запасы которой только по Оренбургскому нефтегазоконденсатному месторождению составляют 2,59 миллиардов тонн [2].

Глубокая переработка нефти и нефтяных остатков, вовлечение в традиционную переработку твердых углеводородов является основной задачей ближайшего времени.

Переработка тяжелой нефти весьма затруднительна, энергоёмка и пока низкорентабельна или убыточна. Это требует модернизации предприятий нефтепереработки с разработкой новых инновационных технологий.

Направление развития и модернизации глубокой переработки углеводородного сырья должно обеспечить безостаточную конверсию любого углеводородного сырья, в том числе тяжелых нефтяных остатков, в целевые товарные нефтепродукты.

В сентябре 2011 года Правительством РФ была одобрена стратегия «Инновационная Россия – 2020», разработанная на основе положений концепции долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 года в соответствии с Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике».

Среди основных целей стратегии выделены проблемы увеличения удельного веса экспорта российской высокотехнологичной продукции на мировой рынок с 0,35 % в 2008 году до 2 % в 2020 году [1].

Модернизация нефтеперерабатывающей промышленности и нефтехимии России направлена на увеличение доли экспорта высококачественных, обладающих высокой добавочной стоимостью нефтепродуктов, вместо экспорта сырой нефти.

Основное направление развития перерабатывающей отрасли современной экономики России – это высокоэффективная переработка собственных ресурсов.

К числу наиболее важных задач модернизации нефтепереработки и нефтехимии России относятся:

- переход от торговли сырой нефтью к торговле нефтепродуктами и продуктами нефтехимии;
- ввод в действие техрегламента на новые стандарты нефтепродуктов;
- выравнивание пошлин на светлые и темные нефтепродукты;
- коренная модернизация действующих предприятий с увеличением глубины и комплексности переработки сырья;
- строительство новых экспортно-ориентированных нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов;
- строительство системы для транспортировки углеводородного сырья и продуктов переработки;
- развитие отечественных технологий переработки газового и нефтяного сырья.

Для решения этих задач нефтяным компаниям необходимо осуществить реконструкцию действующих и строительство новых улучшающих качество топлив установок, включая установки гидроочистки топлив, изомеризации, алкилирования, каталитического риформинга.

Другим важным аспектом модернизации является углубление переработки нефти. Актуальность этой проблемы возрастает в связи с резким сокращением рыночной ниши в Европе для российских производителей мазута.

Для достижения к 2020 году глубины переработки ~85 % необходимо строительство новых установок по переработке нефтяных остатков, в том числе установок гидрокрекинга и замедленного коксования.

В российской нефтепереработке значительный объем занимают иностранные технологии. Отечественная наука предлагает целый ряд новых передовых разработок в области переработки нефтяного сырья.

Предлагаемые технологии имеют различные стадии готовности: от начальных стадий лабораторных исследований до промышленно внедренных технологий.

Реализация инновационных технологий связана с проблемами подготовки высококвалифицированных кадров, отсутствием структуры инжиниринга и инвестиционных компаний, которые должны способствовать реализации разработок и доведению их до промышленного выхода.

Наиболее совершенным процессом получения высококачественных нефтепродуктов сегодня является каталитический крекинг и его разновидности.

Каталитический крекинг – процесс превращения высококипящих фракций (газойля, мазута) в высокооктановые компоненты бензинов, протекающий при температуре 450-500 °С, давлении, близком к атмосферному, и в присутствии катализатора, ускоряющего расщепление молекул исходного сырья.

Разновидностью каталитического крекинга является гидрокрекинг, который позволяет расщеплять даже тяжелые молекулы гудрона под давлением водорода и в присутствии новых эффективных катализаторов. Выход светлых нефтепродуктов из нефти при использовании гидрокрекинга можно довести до 90 %.

Разработан оптимальный вариант технологического процесса глубокой переработки в низкокипящие фракции матричной нефти способом прямой каталитической гидрогенизации без предварительной подготовки сырья на формирующихся в самом реакторе сферически доступных псевдогомогенных нанокатализаторах с попутным выделением имеющихся в сырье ценных металлов. Этот процесс не требует дополнительной подготовки сырья и может осуществляться при относительно низких давлениях (5-7 МПа против существующих 200-250 атм.), что делает его менее энергоемким и металлоемким, чем известные процессы [3].

Список литературы

1. <http://expert.ru/2011/10/21/vremya-tratit-i-vremya-schitat/>
2. <http://i-russia.ru/all/news/9421/>
3. http://www.gazeta.ru/news/lenta/2011/10/29/n_2074122.shtml
4. Российский инновационный индекс / под ред. Л. М. Гохберга. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2011.
5. <http://expert.ru/expert/2011/39/bolshie-i-vyalyie/>
6. Статистика инноваций в России / Росстат, 2010.

Муртазин Рустам Шамильевич, аспирант;
Клепцов Дмитрий Владимирович, аспирант

Научный руководитель
Галеев Султан Хафизьянович, канд. техн. наук, доцент,
кафедра эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

В работе приведена методика экспериментальных исследований рабочих органов почвообрабатывающих машин для исследования силовых составляющих.

При эксплуатации современной сельскохозяйственной техники проблема повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов является актуальной. Для решения поставленной задачи необходимо в первую очередь оптимально управлять режимами работы МТА, что без эффективных методов и средств эксплуатационного контроля не представляется возможным [1]. Разработка методов и средств, основанных на непрерывном контроле интенсивности изменения эксплуатационных параметров МТА, может в значительной мере способствовать решению сформулированной проблемы [2]. Результатами этого будут являться снижение себестоимости, а также повышение объемов и качества производства сельскохозяйственной продукции.

Цель исследования – снижение энергозатрат и повышение качественных показателей при обработке почвы путем оптимизации параметров и комбинированного использования рабочих органов.

Для выполнения поставленной цели определены следующие **задачи** исследования:

- выявление основных направлений совершенствования рабочих органов и обоснование схемы почвообрабатывающей машины;
- исследование процесса взаимодействия рабочих органов с почвой;
- выявление взаимосвязи конструктивно-технологических параметров рабочих органов;
- оценка показателей работы почвообрабатывающей машины.

Испытания рабочих органов почвообрабатывающего агрегата проводились на полевом участке после вспашки. В результате прохода почвообрабатывающей машины наблюдается разделение пластов плужной обработки дисковыми рабочими органами. Опорно-копирующее

устройство обеспечивает стабильный ход испытываемой машины на заданной глубине. Рабочие элементы опорно-копирующего устройства обеспечивают разрушение крупных почвенных частиц после второго ряда дисковых рабочих органов и выравнивают обработанную поверхность после прохода.

Гранулометрический состав почвенного слоя обработанной поверхности соответствует предъявляемым агротехническим требованиям. По качеству обработанной поверхности почва соответствует агротехническим требованиям для последующих посевных операций.

Глубина вспашки предыдущим пахотным агрегатом колеблется от 22 до 24 см. Глубина обработки с применением испытываемого агрегата находится в пределах 6-16 см в зависимости от установленной регулировки. При работе агрегата между смежными проходами не образуются свальные гребни и развальные борозды.

Экспериментальные исследования проводились с использованием трактора МТЗ 82.1 с установленными приборами и датчиками для регистрации силовых, кинематических параметров процесса, а также количества и скорости расхода топлива при выполнении технологических операций.

Запись исследуемых параметров в ходе проведения экспериментальных исследований производилась на жестком диске мобильного компьютера по специально разработанному программному комплексу. Для вывода графиков зависимости критериев оценки от независимых параметров программой предусмотрены три диалоговых окна. В каждом диалоге предусмотрено визуальное наблюдение поступающих сигналов с соответствующих приборов и датчиков.

Выводы:

1. Экспериментальная почвообрабатывающая машина выполняет качественную предпосевную подготовку почвы без образования свальных гребней и развальных борозд между смежными проходами;
2. Конструктивная компоновка рабочих органов обеспечивает устойчивую работу в исследуемых режимах проведенных испытаний.

Список литературы

1. Калачин, С. В. Оптимизация режимов работы машинно-тракторного агрегата на основе непрерывного контроля интенсивности изменения его эксплуатационных параметров: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Калачин Сергей Викторович. – Саранск, 2011. – 34 с.
2. Разработка и исследование экспериментального оборудования для комбинированной обработки почвы / С. Х. Галеев, Р. Ш. Муртазин, Д. В. Клепцов, Г. И. Коротков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 116. – С. 82-93.

Муртазин Рустам Шамильевич, аспирант;
Клепцов Дмитрий Владимирович, аспирант

Научный руководитель
Галеев Султан Хафизьянович, канд. техн. наук, доцент,
кафедра эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

В статье представлена методика проведения энергетической оценки транспортных и технологических машин, включающая проведение экспериментальных исследований с использованием измерительного оборудования

Одним из важнейших видов оценок сельскохозяйственной техники сегодня является энергетическая оценка, проводимая на приёмочных испытаниях. Проведение энергетической оценки на основе измерений силовых показателей и расхода топлива для определения энергосиловых показателей основано на использовании современного приборного оснащения. Прежде всего, необходимо определить параметры исследуемого процесса, произвести измерение расхода топлива во время транспортного или технологического процесса, выполняемого сельскохозяйственной машиной, а также оценить влияние условий окружающей среды [1]. При энергетической оценке сельскохозяйственной техники производятся измерения механических, кинематических и физико-химических величин.

Основные величины, измеряемые при энергетической оценке, указаны в таблице.

При использовании программного обеспечения возможно получение одновременно и косвенных характеристик исследуемого процесса. Для таких средств измерений не нормированы погрешности измерений. Данные средства измерений тарируются самостоятельно, и точность измерений ими зависит от того, как точно проходит их тарировка до и после проведения экспериментов. Остальные средства измерений, участвующие при выполнении энергетической оценки, поверяются и метрологически аттестуются на соответствие погрешности измерений показателей, указанных в таблице.

Основные показатели и погрешности их измерений

Наименование показателя	Обозначение	Погрешность измерений относительная или абсолютная
Время измерения	t	$\pm 0,01$ с
Длина пути, пройденная машиной	S	$\pm 0,5$ %
Частота вращения	n	$\pm 0,5$ %
Тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины	R	$\pm 1,0$ %
Количество израсходованного топлива	m _T	$\pm 1,5$ %
Давление жидкости	P	$\pm 2,0$ %
Расход жидкости	Q	$\pm 2,0$ %

При энергетической оценке технологических машин применяются средства измерений для определения следующих основных показателей:

1. Расход топлива, кг/ч;
2. Мощность, потребляемая машиной, кВт;
4. Тяговое сопротивление машин, Н;
5. Скорость движения, км/ч;
6. Ширина захвата, м.

Мощность, потребляемая сельскохозяйственной машиной, определяется в зависимости от самой машины. В том случае, если мы имеем дело с обыкновенной прицепной машиной, то усилие на крюке может определяться различными способами: с помощью тарированного тензоизмерителя; с помощью динамометра, прикрепленного к навеске; по расходомеру.

Разница между тарированными тензоизмерителями и динамометрами на основе тензозвеньев в том, что первые, как правило, не проходят поверку и их тарировка производится самостоятельно. Существует возможность метрологической аттестации таких тензозвеньев.

Скорость движения тракторного агрегата является косвенно измеряемым показателем, то есть для её определения необходимо измерить путь, пройденный МТА, и время, за которое МТА прошел данный путь. При использовании программного комплекса время фиксируется синхронно с работой всей измерительной системы. Упрощается фиксация скоростных параметров при пользовании энкодеров и записью их сигналов на процессоре системы. Использование датчиков расхода топлива позволяет получить данные об общем расходе и скорости расхода в единицу времени.

На данном этапе развития приборов важным является нормирование также и часового расхода топлива при энергетической оценке сельскохозяйственной техники, так как достаточно большое количество расходомеров дизельного топлива производят сразу измерение времени экс-

перимента и объема израсходованного топлива и выдают на дисплее показание часового расхода топлива, который непосредственно переходит в данные энергетической оценки. Во многих приборах нормируется именно погрешность часового расхода топлива, а не погрешность измерений израсходованного количества топлива. Часовой расход топлива является единственным показателем энергетической оценки, определяемым косвенным методом.

Выводы:

1. Приборы измерительной системы должны иметь погрешности измерений в пределах требований к выполняемым операциям;
2. Программное обеспечение используемых комплексов должно позволять выполнение синхронной фиксации основных и косвенных параметров.

Список литературы

1. Галеев, С. Х. Исследование технологических и транспортных операций с использованием мобильного измерительного комплекса / С. Х. Галеев, И. А. Салапина // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – С. 157-162.
2. Разработка и исследование экспериментального оборудования для комбинированной обработки почвы / С. Х. Галеев, Р. Ш. Муртазин, Д. В. Клепцов, Г. И. Коротков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 116. – С. 82-93.

УДК 620.9

Павлов Андрей Витальевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра энергообеспечения предприятий,

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

С каждым годом добыча углеводородного топлива усложняется все больше: «верховые» запасы практически истощены, а для бурения глу-

боких скважин требуются не только новые технологии, но и значительные финансовые вложения. Соответственно дорожает и электричество, ведь оно в основном получается за счет переработки углеводородного топлива.

Кроме того, проблема охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленности приобретает все большее значение. И уже очевидно: сохраняя традиционные методы получения энергии (с помощью углеводородного топлива), человечество движется к энергетическому кризису в сочетании с экологической катастрофой. Именно поэтому такое значение приобретают технологии, позволяющие получать тепло и электричество из возобновляемых источников. К таким технологиям относится и геотермальная энергетика, которая позволяет получать электрическую и/или тепловую энергию, используя тепло, содержащееся в земных недрах.

Система теплоснабжения использует теплоту земных недр с помощью теплоносителей – горячей воды или пара. Геотермальное теплоснабжение применяют для отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и технологических нужд предприятий, выработки электроэнергии.

В основу геотермальных систем положен физический процесс передачи тепла от окружающей среды к хладагенту, подобный тому, что происходит в обыкновенном холодильнике. Около 80 % всей тепловой энергии, выделяемой геотермальной системой, – не что иное, как энергия окружающей среды, поставляемая и накапливаемая внутри помещений. Она способна самовосстанавливаться, не нанося урон энергетическому и экологическому балансу планеты, а это позволяет судить о геотермальных системах как об абсолютно безопасных для природы.

В Древнем Риме (II-III вв.) воды геотермальных источников использовали для терм (бассейнов, бань). В средние века горячие источники с температурой до 80 °С использовали для бытового теплоснабжения. Геотермальное теплоснабжение развито в Венгрии, Исландии, Мексике, Новой Зеландии, США, Японии.

Развитие систем геотермального отопления началось вследствие энергетических кризисов в 1973 и 1978 годах. Первоначально геотермальное оборудование устанавливали в США преимущественно в дорогих и элитных домах и коттеджах. Однако с развитием технологий производства цена на геотермальные системы неуклонно снижалась и теперь такой прогрессивный вид отопительных систем доступен рядовым американским семьям. Тепловые насосы монтируют во многих зданиях, заменяя ими устаревшие котлы, работающие на традиционных видах

топлива. Старые модели тепловых насосов постоянно подвергаются модернизации и небольшим переделкам, что каждый раз приводит к еще большей экономии.

К 1980 году в США насчитывалось около 3 миллионов работающих тепловых насосов, в Японии – свыше полумиллиона, в европейских странах – 150 тысяч и их число продолжало неуклонно расти. К 1993 году в странах Западной Европы постоянно использовалось уже более 12 миллионов тепловых насосов. И сегодня во всем мире все больше людей выбирают геотермальное отопление как более долговечную и рентабельную систему.

Система геотермального отопления состоит из теплового насоса и магистралей. Последние прокладываются под землей (в грунте или скважинах) либо по дну водоемов.

Трубы геотермальной отопительной системы могут быть проложены под грунтом, по дну водоема и внутри скважины. В связи с этим выделяют геотермальное отопление с горизонтальным, водоемным и вертикальным контурами.

В первом случае магистрали укладываются в землю на глубину ниже промерзания почвы (она зависит от климатических особенностей региона). При этом требуется достаточно большая площадь. Так, для обогрева помещения в 200 квадратных метров нужен участок размером 500 квадратных метров.

Второй вариант – магистрали, прокладываемые по дну водоема. Считается, что это самый экономически выгодный способ прокладки геотермального отопления, так как меньше первоначальные вложения и больше эффективность. Но озера и реки глубиной более 2 метров есть далеко не везде.

Третий вид геотермальных отопительных систем, напротив, очень дорогостоящий. Бурение скважин, для которого необходима специальная техника, стоит недешево. А скважину нужно пробурить минимум на 30 метров (в зависимости от рельефа). Зато не требуется много места, а значит, возможно использование геотермального отопления как для уже построенных домов, так и для зданий, расположенных на небольших участках.

Недостатки геотермального теплоснабжения, затрудняющие его широкое развитие, следующие: относительно низкая энтальпия теплоносителя, снижающая возможность его транспортировки; рассредоточенность и отдаленность геотермальных месторождений от потребителей; снижение дебита скважины при интенсивной эксплуатации и отсутствии закачки отработанной воды в пласт; зарастание скважин и интен-

сивное накипеобразование в системах при высокой минерализации геотермальных вод; интенсивная коррозия металлических трубопроводов и оборудования вследствие насыщенности геотермальных вод агрессивными газами; вредное воздействие на окружающую среду сбросных термальных вод.

Список литературы

1. Возобновляемые источники энергии: термины и определения / Т. И. Андреев, С. В. Киселева, Т. П. Коробкова, Л. В. Нефедова, Н. А. Рустамов, Н. И. Чернова. – М.: Франтера, 2014. – 90 с.
2. Манушин, Э. А. Паротурбинная установка геотермальной электростанции бинарного цикла для геотермальных месторождений Камчатского края [Электронный ресурс] / Э. А. Манушин, В. В. Бирюков // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2011. – № 13. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/paroturbinnaya-ustanovka-geotermalnoy-elektrostantsii-binarnogo-tsikla-dlya-geotermalnyh-mestorozhdeniy-kamchatskogo-kraya> (дата обращения 30.03.2017).
3. Жинов, А. А. Исследование влияния ветра на производительность вентиляторов воздушно-конденсационной установки геотермальной электрической станции [Электронный ресурс] / А. А. Жинов, Д. В. Шевелев // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2015. – № 1 (100). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-vetra-na-proizvoditelnost-ventilyatorov-vozdushno-kondensatsionnoy-ustanovki-geotermalnoy-elektricheskoy> (дата обращения 30.03.2017).

УДК 674

Пугачев Сергей Валентинович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-11

Научный руководитель

Онучин Евгений Михайлович, канд. техн. наук,

заведующий кафедрой энергообеспечения предприятий

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Одной из самых больших проблем, стоящих перед лесным хозяйством в Соединенных Штатах Америки как общественных, так и частных земель, является восстановление, поддержание и укрепление здоровья и жизнедеятельности лесных экосистем. Во многих лесах это тре-

бует удаления большого количества деревьев малых диаметров и низкокачественной древесины, что в настоящее время имеет малую, или не имеет коммерческой ценности, или не имеет ее вообще.

Известные как «древесная биомасса», эти древесные растения, ветки, вершины, хвоя и листья часто являются побочными продуктами управленческой деятельности [3].

Биомасса – возобновляемый органический материал, такой как древесина и сельскохозяйственные остатки, – включает самый старый и самый распространенный энергетический ресурс. Даже сегодня биомасса – самое популярное топливо в мире для отопления. С ростом цен на ископаемое топливо и в связи с растущими экологическими проблемами энергетические системы на биомассе применяются в школах, на фабриках, военных базах и энергетических заводах. Биомасса недавно превзошла гидроэлектроэнергию как национальный ведущий источник возобновляемой энергии и теперь составляет более половины всей возобновляемой энергии, используемой в Соединенных Штатах Америки.

Целью данной работы является исследование использования древесной биомассы в Северной Америке и переработки древесных отходов для применения в качестве ресурса в отопительных системах.

Промышленность все больше концентрируется на возможности повторного использования и восстановления, для того чтобы переработать большую части древесины повторно.

Учитывая успешную переработку деревянных отходов, отслеживая прогресс восстановления древесины и других деревянных продуктов, можно сделать вывод об эффективности использования древесных отходов для вторичного производства или для отопления [2].

Древесные растения малого диаметра, сучья, вершины являются некондиционной древесиной, которая может быть преобразована в щепу и использована в качестве топлива. Эта биомасса обычно содержит от половины до двух третей плотной энергии ископаемого топлива. Это наиболее подходящий источник энергии, потому что доступны на большей части земной поверхности и, в отличие от ископаемого топлива, они являются возобновляемыми [1].

Древесина, которая используется в качестве топлива, в основном получена из остатков лесозаготовок или переработки. В процессе превращения дерева в сортименты, сортиментов в доски, а пиломатериалов в готовую продукцию образуются отходы: древесные опилки, стружка, рейки, обрезки и кора. Производство древесины из лиственных пород было основано на том, что половина древесины в дереве остается в лесу как отходы лесозаготовок, половина заготовленного сортимента пере-

ходит в остатки с пилорам, и половина пиломатериала переходит в отходы от обработки. Только одна восьмая часть древесины в дереве используется в качестве конечного продукта [2].

Есть широкий спектр источников низкосортной древесины, которая может быть преобразована в щепу для использования в качестве горючего для отопительных целей. Первичные источники включают промышленные отходы лесопильного предприятия и лесопилок, отделки группы древесины, а также различные производные материалы.

Деревья, которые убирают и трелюют из центра города без обрезки сучьев, могут быть измельчены для производства топливной щепы среднего класса. Хотя содержание золы этого топлива будет значительно выше, чем щепы из сортиментов, у которых обрезаны сучья (более высокая минерализация за счет содержания хвои и коры), соотношение белого дерева, коры и хвои является достаточно высоким, чтобы произвести топливо хорошего качества [4].

Процесс удаления сучьев на пиловочнике порождает значительные объемы некондиционной древесины. В зависимости от типа лесозаготовки, где удаление сучьев происходит в результате лесного завала, древесина может быть использована для производства полезной топливной щепы. Рынки сбыта бревен малого диаметра малочисленны, но процент «белой» древесины в пачках сучьев высок. Несмотря на эти значительные объемы белой древесины, содержащейся в пачках сучьев, отношение белой древесины, коры и хвои, как правило, ниже, чем в целых деревьях (так как диаметр деревьев больше).

Существует несколько методов обработки, которые помогут производить щепу более высокого качества из низкокачественного материала. Если это возможно, материалу дают высохнуть в течение нескольких месяцев, так как с сухого материала легче будет удалить часть игл, а затем древесину пустить на щепу. Кроме того, некоторые производители дробилок производят модели, которые снабжены механизмом выделения мелкозернистой фракции и устройством сброса. Когда ножи на диске натыкаются на ствол дерева, щепка отрывается и надувается, спускается по желобку в прицеп, при этом любые мелкие частицы выпадают, выдуваются в сторону и попадают на землю [1].

Хотя эта техника уменьшает количество выхода щепы (тонн в час) и требует больше времени, чтобы заполнить прицеп, она значительно улучшает качество щепы. Другая стратегия, которая хорошо работает для улучшения общего качества щепы, – это тщательный отбор оператором пачек сучьев с достаточным объемом древесины из общей пачки.

Можно выделить пять различных спецификаций топливной щепы. Они охватывают спектр от топлива высокого качества до топлива низкого качества, включая:

- 1) топливо высокого качества от лесопильных отходов;
- 2) топливо высоко-среднего качества из сортиментов малого диаметра;
- 3) топливо среднего качества от сколов целых деревьев;
- 4) топливо среднего качества из остатков материала после обрезки сучьев;
- 5) некачественное топливо из древесных отходов пневой древесины или других разнородных древесных материалов.

Первая спецификация топлива для щепы с лесопилок представляет собой простой, высококачественный вариант.

Вторая спецификация топлива производится из некачественных сортиментов или сортиментов малого диаметра. Дополнительная обрезка сучьев из низкосортной древесины может сделать эту щепу относительно дорогим по сравнению с другими четырьмя техническими характеристиками топлива.

Третья спецификация топлива – из находящихся в лесу сколов целых деревьев – представляет собой хороший баланс щепы среднего качества из материала, который должен быть удален из лесов для эффективного уменьшения риска пожаров. Недостатком является то, что вся щепа содержит более высокие концентрации хвой и коры, которые увеличивают содержание золы в топливе [4].

Сильным экологическим аргументом в пользу увеличения использования биомассы является их нулевой выброс углекислого газа в атмосферу. Биомасса топлива выпускает и поглощает углекислый газ в основном с одинаковой скоростью, в отличие от ископаемых видов топлива, которым потребовались миллионы лет, чтобы накопить, но только секунды, чтобы освободить. Может быть, самой сильной экономической причиной увеличения использования биомассы является снижение зависимости США от импортируемого ископаемого топлива, главным образом нефти. Биомасса оказалась с экономической точки зрения отличной альтернативой ископаемому топливу [2].

Список литературы

1. A Strategic Analysis for Aspen Solid Wood Products in Saskatchewan. March 2011. – URL: <http://www.economy.gov.sk.ca/SaskAspenReport>
2. Case Studies on Wood Biomass Use in the Northeastern United States. Appalachian Hardwood Center. – 2009. – URL: http://www.dnr.state.md.us/forests/download/fpum_casestudies.pdf

3. Woody biomass utilization strategy. February 2008. – URL: http://www.fs.fed.us/woodybiomass/strategy/documents/FS_WoodyBiomassStrategy.pdf

4. Woodchip fuel specifications and procurement strategies for the Black Hills, Biomass Energy Resource Center. May 2007. – URL: <http://sdda.sd.gov/legacydocs/Forestry/publications/PDF/Black%20Hills%20Wood%20Fuel%20Specifications%205.15.07%20FINAL%20.pdf>

УДК 620.9

Сабанцева Екатерина Николаевна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

В мировой практике газоснабжения накоплен достаточный опыт использования возобновляемых источников энергии, в том числе энергии биомассы. Наиболее перспективным газообразным топливом является биогаз, интерес к использованию которого в последние годы не только не убывает, но и продолжает возрастать [1].

Под биогазами подразумеваются метансодержащие газы, которые образуются при анаэробном разложении органической биомассы

Биогаз является одним из видов биотоплива, которое получают из биомассы. Состоит биогаз в основном из метана и диоксида углерода и может содержать небольшое количество сероводорода.

В продуктах альтернативной энергетики биогаз занимает особенное положение. Обычно все устройства альтернативной энергетики производят энергию из так называемых «возобновляемых источников». Называются они так потому, что на самом деле энергия эта берётся от Солнца, причём временной промежуток между попаданием конкретной порции солнечной энергии на Землю и её утилизацией устройствами альтернативной энергетики относительно небольшой, от нуля до максимум нескольких лет [2].

Интенсивное внедрение биогазовых технологий в развитых и развивающихся странах, повышение их эффективности и рентабельности

внесли значительные изменения в переориентировку этих технологий от только энергетических к экологическим и агрохимическим (производство удобрений), особенно при переработке разнообразных органических отходов. Очевидно, это является решающей альтернативой для получения биогаза [3].

В последние годы биогазовые технологии были детально оценены в Дании, которая стала первой страной, успешно продемонстрировавшей коммерческие биогазовые заводы по переработке отходов животноводства и других сельскохозяйственных отходов для получения тепловой и электрической энергии. Вклад биогаза в энергетический баланс страны составляет 12 %.

Отлаженно работающая биогазовая установка приносит преимущества ее владельцу, обществу и окружающей среде в целом. Эти перспективы можно обобщить как:

- экономия денег;
- быстрая окупаемость установок;
- экономия времени, места и труда;
- экологические выгоды.

Большое количество биогазового топлива производится при переработке твердых бытовых отходов городов: в США эквивалентно $2,2 \cdot 10^6$ Гкал, Германии – $3,3 \cdot 10^6$ Гкал, Японии – $1,4 \cdot 10^6$ Гкал, Швеции – $1,2 \cdot 10^6$ Гкал. В Китае около 10 млн «семейных» биогазовых реакторов ежегодно производят около 7,3 млрд м^3 биогаза. Кроме этих установок в Китае работают 600 больших и средних биогазовых станций, которые используют органические отходы животноводства и птицеводства, винных заводов (общий ежегодный объем производства биогаза составляет 220 тыс. м^3), 24 тыс. биогазовых очистительных реакторов для обработки отходов городов, а также около 190 биогазовых электростанций с ежегодным производством 3 млн кВт·ч. Биогазовая продукция в Китае оценивается в $7,9 \cdot 10^6$ Гкал/год.

На современном этапе развития биотехнологии важное значение приобретает интенсификация процесса метанового сбраживания и снижение за счёт этого капитальных и эксплуатационных затрат.

Опыт внедрения биоэнергетических установок за рубежом свидетельствует об ускоренном развитии этого направления. Примерами соответствующих технических решений могут служить установки модульного типа, разработанные фирмами Швеции, Германии, Финляндии, выполняемые на основе горизонтальных цилиндрических реакторов с продольными мешалками [3].

Другое направление в реакторостроении представляют крупные вертикальные метантенки, собираемые на месте.

Несмотря на то что биогазовый реактор вносит наибольшую единичную долю в стоимость всей установки, затраты на него, как правило, не превышают 30 % всех затрат на биоэнергетическую установку. Вследствие этого более существенным является увеличение скорости переработки и связанное с этим уменьшение объема реактора, что позволит обеспечить необходимый экономический эффект раньше, чем произойдет существенное уменьшение затрат на комплектующее оборудование, входящее в состав биоэнергетической установки или значительное сокращение его номенклатуры в связи с существенным упрощением установок [2].

Положительный опыт применения биогазовых установок по всему миру показывает, что необязательно строить крупные энергетические объекты на невозобновляемых ресурсах. Достаточно более эффективно и правильно оценить потенциал и строить небольшие децентрализованные источники с использованием возобновляемых источников энергии.

Использование технологии анаэробного сбраживания решает сразу две проблемы: утилизацию органических отходов, которые оказывают вредное влияние на окружающую среду, и экономию использования невозобновляемых источников энергии (природный газ, нефть).

Чтобы получить максимальный эффект от внедрения биогазовой станции, необходимо тщательно произвести расчёты ещё на стадии проектирования. Соблюдение всех нюансов позволит избежать многих трудностей в эксплуатации и получить максимально положительный экономический эффект при получении биогаза. Перспективность данного направления очевидна, но существует ряд тонкостей, которые необходимо знать при проектировании и функционировании биогазового комплекса, так как его строительство достаточно затратный способ получения энергии. Как и любое производство, биогазовый комплекс имеет капитальные затраты на строительство и эксплуатационные затраты на поддержание его работоспособности. Только экономически грамотный подход к затратам и детальное рассмотрение принципов функционирования комплекса позволит вывести культуру получения энергии на новый, близкий к европейскому уровень.

Список литературы

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер. – М.: Колос, 1982. – 148 с.
2. Бойлс, Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки / Д. Бойлс. – М.: Агропромиздат, 1987. – 152 с.
3. Соуфер, С. Биомасса как источник энергии / С. Соуфер, О. Заборски. – М.: Мир, 1985. – 368 с.

Садыков Айнур Рузалевич
направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель
Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЕЛЛЕТ В КРУПНОЙ И МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Проблема экологии – одна из важнейших проблем современности. В последнее время в связи с быстрым изменением внешней среды на Земле под влиянием деятельности человека экология приобрела огромную популярность и стала объектом пристального внимания самых различных слоев населения.

В настоящее время активно внедряется технология сжигания опилок, щепы, старой древесины.

Некоторой альтернативой прямого использования древесных отходов в виде топлива является изготовление и применение брикетов. При этом решаются проблемы повышения теплотворности топливного материала и уменьшения необходимых складских площадей. При хранении топливные брикеты не самовоспламеняются. Увеличивается коэффициент полезного действия котельных. К недостаткам этого вида топлива можно отнести сложность автоматизации процесса загрузки брикетов в топочное устройство.

Топливные брикеты и гранулы из древесных отходов решают эти проблемы.

Вопрос производства и использования биотоплива ныне относится к наиболее важным не только для России, но и для многих других стран планеты. Это связано все с тем же «парниковым эффектом» и прогнозируемым в связи с этим кардинальным изменением климата на планете. Выход из этой ситуации – альтернативная энергетика. Это единственный путь развития энергетики Европы. В Европе давно воплощается план методичного перехода на альтернативные виды топлива, но, к сожалению, продвигается он очень медленно.

Одним из внедряемых видов биотоплива стали пеллеты.

Пеллеты – это топливо из биологического сырья, или биотопливо. Они представляют из себя древесные топливные гранулы, цилиндры диаметром 4–10 мм, длиной 2–5 см.

Само по себе производство гранул не является открытием 20-го века. Эта технология использовалась еще в 19 веке для превращения в компактную форму органических и неорганических материалов. Однако гранулирование древесины для получения древесных гранул с целью их дальнейшего использования в отопительных устройствах начало широко использоваться относительно недавно.

Различают два типа пеллет.

Первый тип – это гранулы для отопления жилых домов, которые из-за особой белизны называют «белыми». Этот качественный вид гранул продается по более высоким ценам, чем гранулы для больших котельных – промышленные пеллеты, которые, как правило, большего диаметра, чем «белые», и содержат высокую долю коры.

Гранулы больших размеров называются брикетами. Это второй тип пеллет. Топливные брикеты выпускаются на специальном оборудовании. Также серийно производятся прессы, которые могут выпускать одновременно и гранулы, и брикеты. Они уже используются в России. Древесностружечные брикеты, как правило, предназначены для бытовых систем отопления и имеют различные размеры и форму.

На сегодняшний день рынок развивается колоссальными темпами. Цены растут постоянно, и если будет подписан Киотский протокол, спрос на гранулы будет огромный. Сегодня основными потребителями биотоплива являются европейские страны. Как правило, в сырьевых странах такой рынок не развивается.

В России этот рынок уже формируется и вскоре начнет активно расширяться. Связано это с тем, что топливные гранулы используются для отопления коттеджей, а в России средний класс начинает обзаводиться загородным жильем. Многие уже знают о том, что коттеджи можно отапливать посредством каминов, котлов на древесных отходах, и готовы это оборудование покупать. Преимущества этого топлива всем очевидны, и спрос на него будет только расти.

Возобновляемые источники энергии – непростая для России тема. Для справки: федеральный закон «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии» был принят Государственной думой РФ и одобрен Советом Федерации еще в 1999 году, но Президент РФ Борис Ельцин отклонил этот закон.

Генерация электроэнергии из биомассы осуществляется в единичных случаях, как правило, на промышленных предприятиях для собственного потребления.

Твердое топливо из древесного сырья (пеллеты, щепа, брикеты) в России используется в основном для теплогенерации.

В северных и дальневосточных районах России, где население составляет около 10 млн чел., постоянно ощущается нехватка энергоресурсов, а электричество вырабатывается децентрализованно в большинстве случаев на дизель-генераторных станциях. Но и в регионах с централизованным энергоснабжением есть многочисленные объекты, в которых применение возобновляемых источников энергии экономически эффективно. В таких регионах биомассу (дрова, щепа, древесные отходы, пеллеты, брикеты) как местный вид топлива можно использовать и для отопления малых населенных пунктов, небольших промышленных объектов и для когенерации, применяя для этих целей те же газификационные станции или микротурбины.

Древесные гранулы – это далеко не все, что может предложить современная альтернативная энергетика. В мире ведутся разработки по получению энергии из чего угодно – от шелухи семян подсолнечника до отходов жизнедеятельности человека и животных. Однако многие предприятия по-прежнему не утилизируют отходы, и они остаются гнить на свалках и короотвалах. По разным оценкам, в энергетических целях в России технически возможно ежегодно использовать до 400 млн т (по сухому веществу) органических отходов. Эта цифра складывается из отходов сельскохозяйственного производства – 250 млн т, лесной и деревообрабатывающей промышленности – 70 млн т, городских бытовых отходов – 60 млн т и осадков коммунальных стоков – 10 млн т.

В России помимо пеллет пока всерьез пытаются освоить только использование водорода и производство оборудования для получения энергии из этого газа. К примеру, в апреле этого года компания «Интеррос» купила 35 % акций американского разработчика и производителя оборудования для водородной энергетики Plug Power. Компания специализируется на выпуске стационарных водородных энергетических установок, используемых для резервного питания. «Интеррос» предполагает вложить в проект около \$120 млн и организовать в России сборочное производство установок Plug Power.

Список литературы

1. Виссарионов, В. И. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии / В. И. Виссарионов, Л. А. Золотов. – М.: МЭИ, 1996. – 156 с.
2. Кирпичникова, И. М. Древесные отходы как возобновляемый источник для получения тепловой и электрической энергии / И. М. Кирпичникова, Н. С. Филь // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. – 2012. – № 16 (275).
3. Севастьянова, С. Н. Биоэнергетика. Древесные (топливные) гранулы / С. Н. Севастьянова // Вестник ОГУ. – 2009. – № 10.

Сафин Ильназ Рифатович

направление Агроинженерия (магистратура), гр. АИм-21

Научный руководитель

Костромин Денис Владимирович, канд. техн. наук, доцент,

кафедра эксплуатации машин и оборудования

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

По воздействию на урожайность культур питательные вещества птичьего помета практически не уступают равному по численности таковых в минеральных удобрениях. Это связано с тем, что питательные вещества в курином помете присутствуют в органической форме, они меньше вымываются из земли, поступая в нее лимитированно, на протяжении длительного периода, не формируя большого сосредоточения солей. Это увеличивает не только урожайность культур, но и его качество (содержание витаминов, сахаров, белков, крахмала возрастает, а нитриты не накапливаются). Фосфор в помете представлен органическими соединениями, вследствие этого он буквально не укрепляется в основе в виде фосфатов железа, алюминия или же кальция, а по мере минерализации усваивается растениями. Подобная ситуация и с азотом. В удобрении есть кальций, что содействует раскислению основ. При контакте с водой гранулы из куриного помета набухают, увеличиваясь в объемах в несколько раз. При воздействии воды в них, они медленно отдают данную воду, обеспечивая при недостатках влаги корням растений и микробам наилучшие условия.

Гранулированный помет считается всеохватывающим органическим удобрением с абсолютным набором макро- и микроэлементов (см. таблицу).

Реализация технологии получения гранулированных удобрений показывает, что изготовление многокомпонентных гранулированных составов представляет собой трудный многостадийный и многоуровневый технологический процесс. Конечной целью процесса считается получение материала, соответствующего следующим требованиям: дисперсность гранул, соответствие компонент в гранулах, сыпучесть материала,

дееспособность к агломерации, влажность, крепкость гранул, реологические качества материала и т.д.

Химический состав гранулированных удобрений из куриного помета

Компоненты	Количество, %	Микроэлементы	Количество, мг/кг
Органические вещества	60,0 ... 62,0	Марганец	300 ... 350
Азот (NH_4+NO_3)	1,5 ... 5,0	Сера	40,0 ... 42,0
Фосфор (P_2O_5)	1,8 ... 5,5	Цинк	20,0 ... 23,0
Калий (K_2O)	1,5 ... 2,0	Медь	2,7 ... 3,3
Железо (Fe_2O_3)	0,1 ... 0,3	Бор	4,2 ... 4,8
Кальций (CaO)	0,5 ... 1,0	Кобальт	3,0 ... 3,5
Магний (MgO)	0,2 ... 0,3	Молибден	0,05 ... 0,07

Эффективность процесса гранулирования находится в зависимости от механизма гранулообразования, который в свою очередь регулируется методикой гранулирования и его аппаратным оформлением:

- окатывание (формирование гранул в процессе их агрегации или же сплошного подъема со следующим уплотнением структуры);
- диспергирование воды в свободный размер или же нейтральную среду (образование и отверждение капель воды при замораживании в газе или же жидкости);
- диспергирование воды на плоскости гранул, оказавшихся во взвешенном состоянии (кристаллизация деликатных пленок в итоге их обезвоживания или же замораживания на плоскости гранул);
- прессование сухих порошков (получение брикетов плиток и т. п. с следующим их дроблением на гранулы требуемого размера);
- формование или же экструзия (продавливание вязкой воды или же пастообразной массы сквозь отверстия).

Аппаратура для всевозможных способов гранулирования выделяется разнообразием конструктивных заключений, и ее выбор ориентируется чертами материала и механизмом его уплотнения.

В основе гранулообразования дисперсных материалов лежат процессы взаимодействия жесткой, водянистой и газообразной фаз, которые ориентируются силами разной природы, различных величин, значения которых находятся в зависимости от влажности, природы фаз, гранулометрического состава и др.

Удобрение универсальное, его можно применять для всех растений и на любых почвах. Из всех видов органических удобрений гранулированный птичий помет является более ценным, компоненты в нем присутствуют в подходящем для растений и почвенной микрофлоры сочетании, активно растворяются в воде и усваиваются. Гранулированный

помет считается концентрированным удобрением, так как в процессе переработки размер сырья миниатюризируется больше чем в 10 раз за счет удаления воды и наращивания плотности при прессовании.

Таким образом, гранулированные удобрения из куриного помета превосходят все известные органические и минеральные удобрения по ряду позиций: содержат целый комплекс важных калорийных веществ; имеют возможность локального машинного внесения; не улеживаются, не подвержены самосогреванию и самовозгоранию и др.

Сдерживающим моментом в использовании органических удобрений считается недоступность необходимого числа технических средств для производства и высококачественного их внесения. Современные технологические способы не отвечают прогрессивным притязаниям в первую очередь по качеству получаемых удобрений. Вследствие этого разработка технологических процессов производства гранулированных органических удобрений, средств механизации для их воплощения считается одной из своевременных задач, стоящих перед отраслью.

Список литературы

1. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов / под ред. А. И. Михайличенко. – М.: Академкнига, 2010. – 371 с.
2. Гребенник, Д. В. Гранулирование сброженного птичьего помета на шнековом прессе со сборной матрицей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Гребенник. – Зерноград, 2001. – 20 с.

УДК 001.8:1

Сафина Людмила Николаевна

направление Теплоэнергетика и теплотехника
(магистратура), гр. ТТм-11

Научный руководитель

Онучин Евгений Михайлович, канд. техн. наук,

заведующий кафедрой энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СПЕЦИФИКА ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

В наше время техника в качестве универсальной силы, равно как и в отдельных своих формах, обрела столь мощное влияние, что часто она решает, что будет с отдельным человеком и человечеством. Так, напри-

мер, только в наше время ясно поняли и ощутили проблемы истощения сырья, опасности повреждения окружающей среды, угрозы целостности отдельной личности. И раньше существовали такие феномены как истощение ресурсов, повреждение окружающей среды и личностный и информационный контроль, однако они оставались локально и регионально ограниченными [4].

Инженерная деятельность как профессия, связанная с регулярным применением научных знаний в технической практике, формируется начиная с эпохи Возрождения. Первые импровизированные инженеры – это одновременно художники-архитекторы, консультанты-инженеры по фортификационным сооружениям, артиллерии и гражданскому строительству, алхимики и врачи, математики, естествоиспытатели и изобретатели. Таковы Леон Батиста Альберти, Леонардо да Винчи, Никколо Тарталья, Джироламо Кардано, Джон Непер [4].

Цель инженерной деятельности – сначала определить материальные условия и искусственные средства, влияющие на природу в нужном направлении, и лишь потом на основе полученных знаний задать требования к этим условиям и средствам, а также указать способы и последовательность их обеспечения и изготовления.

В данной статье рассматривается вопрос принятия инженерных решений, определение границ и оптимальных условий использования научных знаний в инженерной практике.

Инженерная деятельность предполагает регулярное применение научных знаний для создания искусственных, технических систем – сооружений, устройств, механизмов, машин и т.п. В этом заключается ее отличие от технической деятельности, основывающейся преимущественно на опыте, практических навыках, догадке [5].

Современный этап развития инженерной деятельности характеризуется системным подходом к решению научно-технических задач. В развитии инженерной деятельности был этап, который можно назвать классическим, когда инженерная деятельность существовала как изобретательство, затем в ней выделились проектно-конструкторская деятельность и организация производства.

Целесообразно рассмотреть три основных этапа развития инженерной деятельности и проектирования:

- 1) классическая инженерная деятельность;
- 2) системотехническая деятельность;
- 3) социотехническое проектирование.

Для современной инженерной деятельности характерна глубокая дифференциация по различным отраслям и функциям, повлекшая за собой разделение на ряд взаимосвязанных видов деятельности. На пер-

вых этапах инженерная деятельность была ориентирована на применение знаний естественных наук (преимущественно физики), а также математики и включала в себя: 1) изобретательство; 2) конструирование опытного образца и 3) разработку технологии изготовления новой технической системы.

Путем изобретательской деятельности на основании научных знаний и технических изобретений заново создаются новые принципы действия, способы реализации этих принципов, конструкции технических систем или отдельных их компонентов.

Конструирование представляет собой разработку конструкции технической системы, которая затем материализуется в процессе ее изготовления на производстве. Конструкция – это связанные стандартные элементы, выпускаемые промышленностью или изобретенные заново. Она является общей для класса изделий производства [1].

Исходным материалом деятельности изготовления являются материальные ресурсы, из которых создается изделие. Функции инженера заключаются в организации производства класса изделий и разработке технологии изготовления определенной конструкции технической системы. Нередко крупные инженеры сочетают эти функции в своей деятельности, но в целом эти функции в современном производстве разделены [2].

Инженерные исследования непосредственно вплетены в инженерную деятельность, осуществляются в сравнительно короткие сроки и включают в себя предпроектное обследование, научное обоснование разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для конкретных инженерных расчетов, характеристику эффективности разработки, анализ необходимости проведения недостающих научных исследований и т.д. Инженерные исследования проводятся в сфере инженерной практики и направлены на конкретизацию имеющихся научных знаний применительно к определенной инженерной задаче. Результаты этих исследований находят свое применение прежде всего в сфере инженерного проектирования. В процессе функционирования и развития инженерной деятельности в ней происходит накопление конструктивно-технических и технологических знаний. В процессе дальнейшего прогрессивного развития инженерной деятельности эти знания становятся предметом обобщения в науке. Постепенно в естественных науках формируются особые разделы, появляются специалисты в области прикладных исследований и технических наук, задача которых – обслуживание инженерной деятельности. Технические науки и соответствующие им сферы инженерной деятельности не тождественны [1].

Для проектировочной деятельности исходным является социальный заказ. Ее продукт выражается в особой знаковой форме: в виде текстов, чертежей, графиков, расчетов, моделей в памяти ЭВМ. Результат должен быть обязательно материализован в виде опытного образца.

Изменился не только объект инженерной деятельности (им становится человеко-машинная система, вместо машины, устройства), но и сама она превратилась в сложную, требующую организации и управления (то есть нарастал процесс интеграции инженерной деятельности). Для осуществления интеграции потребовались особые специалисты – инженеры-системотехники [3].

Системотехническая деятельность включает в себя различные виды инженерных разработок и научных исследований, осуществляется различными группами специалистов, занимающихся разработкой отдельных подсистем. Кроме того, для ее реализации требуется группа особых специалистов-координаторов. Выход инженерной деятельности в сферу социально-технических и социально-экономических разработок привел к обособлению проектирования в самостоятельную область деятельности и трансформации его в системное проектирование, направленное на проектирование человеческой деятельности, а не только на разработку машинных компонентов. Формируется социотехническое проектирование, задачей которого становится целенаправленное изменение социально-организационных структур, а главное внимание уделяется не машинным компонентам, а социальным и психологическим аспектам человеческой деятельности. Социотехническое проектирование характеризуется гуманитаризацией. Проектирование тесно переплелось с планированием, управлением, программированием, прогнозированием и организационной деятельностью, однако на первом плане остаются конструктивные задачи, подчиняя себе все остальные [5].

Несомненно, человек с издревле обладает техникой, которая с развитием человека сама исторически изменилась. Именно техника дала человеку все новые и расширяющиеся возможности реализации его духовных способностей. Обладать техникой или создавать ее – есть, следовательно, фундаментальная особенность человека, его коренная потребность, без удовлетворения которой он не может жить как человек на этой земле. В человеческих потребностях следует искать также истоки конкретных исторических форм проявления техники. На основе потребностей, желаний, представлений о целях и ценностях совершается техническая деятельность. Но при этом техника порождает новые потребности и представления о целях, которые в данной конкретности на более ранних стадиях не мыслились даже как возможность [1].

В решение глобальных проблем современности должны внести свой вклад инженерно-технические работники, понимая, что гуманистические, эргономические, экологические требования должны всесторонне учитываться и строго выполняться уже на стадии принятия инженерных решений [4]. В настоящее время формируется новый стиль инженерного мышления [3].

Модернизационные процессы коснулись сферы образования напрямую, цель которых повысить престиж профессии инженера. Российские вузы интегрированы в международную систему подготовки инженеров, а также «приглашают лекторов из-за рубежа, тех, кто может переносить передовой зарубежный опыт инжиниринга на российскую почву». Предприниматели и государство заинтересованы в грамотных и квалифицированных специалистах. В ПГТУ эти процессы активно идут [6].

Список литературы

1. Энгельмейер, П. К. Технический итог XIX века / П. К. Энгельмейер. – М., 1898. – С. 41-42.
2. Энгельмейер, П. К. Из доклада на IV Международном конгрессе по философии / П. К. Энгельмейер. – Болонья, 1911.
3. Михайлов, В. Д. Инженерный труд в условиях постиндустриального общества / В. Д. Михайлов, Т. М. Михайлова. – М., 2000.
4. Крик, Э. Введение в инженерное дело Э. Крик. – М.: Энергия, 1970. – 176 с.
5. Горохов, В. Г. Основы философии техники и технических наук / В. Г. Горохов. – М., 2007.

УДК 620.9

Семенов Денис Алексеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра энергообеспечения предприятий,

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Последние два десятилетия в технической и научной периодике продолжается дискуссия об эффективности принятого в России (а ранее

в СССР) для крупных и средних городов централизованного теплоснабжения, основанного на комбинированном способе производства тепла и электроэнергии на ТЭЦ. Становится все очевиднее, что преимущества комбинированного способа производства тепла и электричества обесцениваются значительными потерями тепла в протяженных тепловых сетях, огромными затратами на их сооружение, эксплуатацию и ремонт. Теплоснабжение средних городов и поселков осуществляется в основном от небольших ТЭЦ и котельных, размещенных в черте населенного пункта, вредные выбросы которых наносят большой экологический ущерб городам. Применение тепловых насосов кардинально улучшает условия теплоснабжения: в 2 раза может быть сокращено потребление первичной энергии (органического топлива); система теплоснабжения становится децентрализованной, не требующей новых протяженных тепловых сетей; производство электроэнергии и связанный с ним выброс продуктов сгорания органического топлива могут быть вынесены за пределы населенных пунктов.

Эффективность использования теплового насоса во многом связана с выбором источника низкопотенциальной теплоты. Во многих случаях применение теплового насоса определяется локальными условиями конкретного потребителя: наличием местного источника низкопотенциальной теплоты, особенностями использования произведенного тепла, особенностями местного энергоснабжения и др. Теплоснабжение с помощью тепловых насосов вполне может вписаться в имеющуюся централизованную систему города или поселка. Тепловые насосы не имеют конкуренции при реконструкции и дополнительном строительстве в центре городов, где существующие системы теплоснабжения перегружены, строительство дополнительных котельных недопустимо, а использование только электричества для отопления слишком расточительно.

Тепловые насосы различаются по видам используемых рабочих сред в первичном и вторичном рабочих контурах: воздуху или воде. В пределах настоящего описания рассматриваются только тепловые насосы двух типов с первичным водяным контуром – «вода-воздух» и «вода-вода», которые, с нашей точки зрения, наиболее оптимальны для создания искусственного климата в городских условиях.

Это обстоятельство делает тепловые насосы идеальным средством отопления и охлаждения в городских условиях. При использовании низкопотенциального тепла обратных вод теплоцентралей коэффициент преобразования теплового насоса может достигать 6-7, что делает его применение особенно выгодным. Все современные хладагенты имеют макси-

мальную эффективность (отношение количества переносимого полезного тепла к количеству затраченной электроэнергии) при температуре первичного контура, близкой к комнатной температуре – 20-28 °С.

Одновременно утилизация низкопотенциальной теплоты в промышленности создает хорошие предпосылки для повышения эффективности использования энергии на предприятиях, снижения себестоимости выпускаемой продукции и роста рентабельности. Например, утилизация низкопотенциальной теплоты в системах оборотного водоснабжения предприятий позволяет существенно снизить расход подпиточной воды и объем отведения сточных вод, более экономно расходовать электроэнергию. Утилизация теплоты городских сточных вод повышает эффективность работы городских очистных сооружений и сокращает тепловое загрязнение водоемов.

Теплонасосные установки позволяют рационально использовать электроэнергию в системах теплоснабжения. До сих пор использование электроэнергии с преобразованием ее в теплоту воспринимается энергетической отраслью как нерациональное и ущербное. При этом, как правило, ссылаются на неэффективность двойной трансформации теплоты первичного топлива в электроэнергию и электроэнергии в теплоту, а также на более высокие затраты на производство электроэнергии по сравнению с тепловой энергией. Следует заметить, что такая позиция энергетической отрасли сложилась в условиях, когда электроэнергия использовалась для производства тепла напрямую, в различных электронагревателях и электрических котлах.

При использовании ТН электроэнергия потребляется для переноса теплоты от источника НПТ со сравнительно низкой температурой в теплоту сети теплоснабжения с повышенной температурой, то есть одновременно реализуется как тепловое, так и силовое качество электроэнергии, благодаря чему достигается экономия первичного энергоресурса. По существу, расходуемая в тепловом насосе электроэнергия замещает высококачественное топливо: уголь, природный газ и жидкое топливо.

Таким образом, применение систем на базе тепловых насосов – это во многих случаях экономически оправданное решение, ведущее как к сбережению невозобновляемых энергоресурсов, так и к защите окружающей среды, в том числе и за счет сокращения выбросов CO_2 в атмосферу.

Список литературы

1. Девинс, Д. Энергия: пер. с англ. / Д. Девинс. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.

2. Ильин, Р. А. Новый подход к оценке эффективности тепловых насосов / Р. А. Ильин, А. К. Ильин // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2010. – № 2. – С. 83-87.

3. Лунева, С. К. К вопросу применения тепловых насосов / С. К. Лунева, А. С. Чистович, И. Х. Эмиров // ТТПС. – 2013. – № 4 (26). – С. 45-52.

УДК 634.1-13

Семенов Константин Денисович,
аспирант

Научный руководитель
Сидыганов Юрий Николаевич, д-р техн. наук, доцент,
кафедра эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ПЛОДОВ С ПОМОЩЬЮ ГИБКОГО МАНИПУЛЯТОРА

Тенденции в автоматизации и механизации технологических процессов, осуществляемых в сельском хозяйстве, приводят к тому, что происходит постепенное снижение ручного труда в качестве основного трудового ресурса.

Из всех способов уборки плодов наиболее перспективным и экономически выгодным является механизированный, обеспечивающий увеличение производительности труда в 5-12 раз и снижающий затраты труда на выполнение съема плодов не менее чем в 2 раза.

В настоящее время ни одно из механизированных способов уборки плодов не имеет широкого использования, сбор яблок для хранения и продажи в основном представлен технологией, разработанной ВНИИ садоводства (ВНИИС).

Производственный процесс производится за счет 6-7 человек. Перед началом сборки по участкам развозят поддоны, тару, упаковочные средства, лестницы и другой необходимый инвентарь. Сбор производится вручную.

Для дальнейшего развития плодуборочных необходимо создание эффективных устройств для съема плодов с веток и укладка их на места загрузки с необходимой точностью и аккуратностью.

Гибкие манипуляторы являются перспективным исполнительным средством в различных роботизированных технологических комплексах [1]. Гибкие манипуляционные роботы позволяют выполнять технологические и погрузочно-разгрузочные операции с большей эффективностью и имеют принципиальные преимущества. При автоматизации процесса сбора плодов они могут кроме своей основной задачи по доставке рабочих органов к предмету труда также выполнять функции гибких направляющих.

Гибкий манипулятор – механизм для управления пространственным положением орудий, объектов труда и конструктивных узлов и элементов в соответствии с заданным технологическим процессом.

На рисунке представлена схема разработанного гибкого манипулятора.

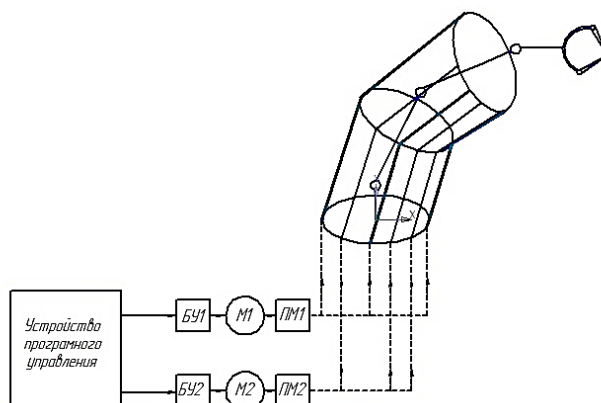


Схема гибкого манипулятора

Исполнительный орган гибкого манипулятора (манипулятора с управляемым изгибом) имеет сложную структуру, состоящую из множества звеньев. Звенья системы выполняются заведомо не жесткими, а упругими, что в свою очередь даёт гибкому манипулятору возможность работать в ограниченных пространствах [2].

На основе гибкого манипулятора разработана технология сбора яблок [3]. Система для сбора плодов имеет элементы видеофиксации, систему управления и сам гибкий манипулятор, которые устанавливаются на подвижную платформу, передвигаемую вдоль ряда с яблонями. Подъезжая к обслуживаемому дереву, система видеофиксации произво-

дит сканирование яблони, определяет положение плодов. Затем система управления производит расчет траектории движения гибкого манипулятора для достижения плода с учетом препятствий, возникающих на его пути. По полученной траектории система управления осуществляет движение гибкого манипулятора и производит последовательный сбор яблок [4]. Процесс съема плодов заключается в отрезании плодоножки яблока исполнительным органом и опускании плода в полость гибкого манипулятора. Где яблоко медленно опускается в сборную емкость и таким образом не повреждается.

Рабочий процесс гибкого манипулятора для сбора яблок является циклическим. Он включает перемещение от яблони к яблони, поиск плодов и непосредственно их сбор [5]. Во время передвижения манипулятора к следующей яблоне работа не производится, поэтому время, затрачиваемое на передвижение, должно быть минимальным.

Гибкие манипуляторы являются перспективной формой развития плодосборочных машин. Они способны обвивать ветки деревьев и собирать плоды, не причиняя вред деревьям. Также гибкие манипуляторы способны выдерживать высокие нагрузки. Всё это позволит выполнять технологические работы по сбору плодов эффективнее и без вреда окружающей среде.

Список литературы

1. Внедрение инновационных технологий по уходу за древесными насаждениями: разработка гибкого манипулятора / Ю. Н. Сидыганов [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. – Казань, 2015. – № 3. – С. 22-25.
2. Рабочая зона гибкого манипулятора для ухода за древесными насаждениями относительно поворота соседних сегментов / Ю. Н. Сидыганов [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. – Казань, 2015. – № 4. – С. 8-10.
3. Шаньгин, Е. С. Управление роботами и робототехническими системами: конспект лекций / Е. С. Шаньгин. – Уфа, 2005. – 179 с.
4. Применение основ мехатроники для разработки эффективного манипулятора на основе гибких сочленений / К. Д. Семёнов [и др.] // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж, 2015. – Т. 2. – С. 850-853.
5. Математическая модель гибкого манипулятора / К. Д. Семёнов [и др.] // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж, 2016. – Т. 3. – С. 443-446.

Семенов Руслан Алексеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ORC-ТУРБИН ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Потребление энергии в мире ежегодно увеличивается, при этом значительную часть ее составляет тепловая энергия, получаемая за счет сжигания углеводородных топлив и в результате контролируемого протекания ядерных реакций. Кроме того, имеются и другие источники низкопотенциальной тепловой энергии. К сожалению, значительная часть тепловой энергии используется крайне неэффективно, зачастую просто рассеивается в окружающей среде. В последние десятилетия большие усилия прилагаются для того, чтобы каким-то образом использовать низкопотенциальную энергию, которая в огромных количествах вместе с продуктами сгорания и охлаждающей жидкостью выбрасывается в окружающую среду. Все более широкое распространение получают альтернативные источники тепловой энергии: биотопливо, солнечная энергия, гидротермальная энергия и т.д.

Для утилизации низкопотенциальной энергии все чаще применяется цикл Ренкина с альтернативными рабочими телами, в качестве которых обычно используются органические вещества (класс соединений, в состав которых входит углерод, за исключением карбидов, карбонатов, оксидов углерода и цианидов), с более низкой, чем у воды, температурой кипения. Благодаря этому обстоятельству появляется возможность реализации цикла Ренкина при более низкой температуре. Соответствующий цикл получил название органический цикл Ренкина (Organic Rankine Cycle), ОЦР. Принято считать, что источник энергии является низкопотенциальным, если его температура не превышает 500-570 К (230-300 °С).

Рабочим телом в ОЦР является вещество, имеющее более низкую, чем у воды, температуру кипения. Благодаря этому, испарение рабочего

тела происходит при относительно низкой температуре, что и позволяет утилизировать низкопотенциальную энергию.

Один из способов предполагает концентрацию солнечных лучей при помощи изогнутых зеркал, нагрев рабочего тела и превращение тепловой энергии в электрическую в ОЦР.

ОЦР можно использовать и для опреснения морской воды. В этом случае турбина приводит в действие установку обратного осмоса, а солнечная энергия обеспечивает нагрев рабочего тела в ОЦР. В работе приведены результаты анализа и оптимизации параметров ОЦР, используемого для опреснения воды методом обратного осмоса. Для испарения рабочего тела в цикле используется солнечная энергия. При проведении анализа рассмотрены двенадцать веществ-кандидатов на роль рабочего тела ОЦР. Представленные результаты могут быть полезны при технико-экономическом анализе, выборе рабочего тела ОЦР, определении размеров установки и конфигурации солнечного энергетического цикла.

Сравнение ОЦР с другими термодинамическими циклами не вполне корректно, поскольку одной из главных задач ОЦР является утилизация остаточного тепла. Тем не менее полезно понять, в чем состоит основная разница между ОЦР и паровым циклом Ренкина. В Т-s-диаграмме линий насыщения воды и некоторых органических рабочих тел, которые используются в ОЦР, линия насыщения водяного пара имеет отрицательный наклон (полого убывает с ростом энтропии). Для многих органических веществ эта кривая практически вертикальна. Благодаря этому обстоятельству, в конце процесса расширения в турбине пар остается в перегретом состоянии, т.е. не возникает проблемы влажного пара, которая имеет место в паротурбинном цикле и для решения которой используется перегрев пара. Однако в качестве рабочих тел применяются и органические вещества с отрицательным наклоном линии насыщенного пара. Для таких рабочих тел цикл Ренкина также осуществляется с перегревом.

Таким образом, при действующих сейчас тарифах на электроэнергию целесообразно обеспечивать теплом, например, автономный поселок за счет мощностей поселковой котельной, причем эффективность работы котельной заметно увеличивается при использовании наиболее дешевого биотоплива – щепы. Себестоимость тепла при использовании щепы в качестве топлива обеспечивает существенное снижение себестоимости этого вида топлива по сравнению с себестоимостью пеллет.

Область применения ОЦР довольно широка. Например, в системе теплоснабжения городов России эксплуатируется большое количество паровых котлов паропроизводительностью более 10 т/ч с такими параметрами пара: давление 1,2-1,4 МПа, температура 200-225 °С.

Для снижения параметров пара до значений, необходимых для подогрева сетевой воды, применяют редукиционные охлаждающие установки (РОУ), что приводит к значительным потерям энергии.

В осенне-весенний, а также летний периоды из-за недостатка или отсутствия тепловых нагрузок оборудование котельных работает не на полную мощность или вовсе простаивает. Рациональным решением может стать установка ОЦР, позволяющая направлять избыток пара в ОЦР для выработки электроэнергии.

Возможна установка ОЦР и на водогрейной котельной. В этом случае источником тепла для НРТ будет являться горячая сетевая вода.

Список литературы

1. Твайделл, Д. Возобновляемые источники энергии / Д. Твайделл, А. Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 390 с.
2. Утилизация сбросной теплоты технологических процессов промышленного предприятия с целью выработки электроэнергии / А. Л. Шубенко, Н. Ю. Бабак, А. В. Сенецкий, В. А. Маляренко // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – № 7 (101).
3. Автономные энергетические установки малой мощности с использованием низкопотенциального тепла / С. И. Тихонов, А. В. Ильин, Ю. Н. Лукьянов, А. Л. Перминов, А. И. Хитров // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Экономика. Право. Управление. – 2013. – № 2.

УДК 630.3

Тарбеев Анатолий Александрович,
аспирант

Научные руководители:

Павлов Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор,

Лощенов Павел Юрьевич, канд. техн. наук, доцент,

кафедра транспортно-технологических машин

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ГИДРОУДАРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Эксперимент является мощным и эффективным научным методом, позволяющим преодолевать сложность многих явлений природы, сложность технических, технологических и других систем.

Различают *однофакторный* и *многофакторный* эксперименты [2].

Для определения технического состояния элементов гидропривода лесных машин были проведены испытания гидропривода стрелы манипулятора марки ОМТЛ-70-02 с наработкой 2500 моточасов. До начала испытаний проводился капитальный ремонт насоса и гидрораспределителя, а рукава высокого давления в напорной гидролинии подъема стрелы были заменены на новые. Сорт и вязкость масла в гидроприводе соответствовали требованиям инструкции.

Эксперименты проводились в период с октября 2010 по сентябрь 2011 годов при средней температуре в зимний период -20°C и в летний период $+25^{\circ}\text{C}$. Использовались три режима работы манипулятора: легкий, средний и тяжелый. Эксперименты при разных режимах работы проводились последовательно.

Машина устанавливалась на горизонтальную грунтовую площадку. Измерительная аппаратура и исследователь находились в 5 метрах от машины.

Использовались следующие управляемые факторы:

- 1) высота подъема груза;
- 2) угол положения гидроманипулятора по отношению к продольной оси трактора ($\alpha = 90^{\circ}$);
- 3) блокировка манипулятора аутригерами.

Влияние перечисленных факторов проверялось на режимах подъема и опускания груза.

После прогрева масла в гидроприводе до рабочей температуры $+80^{\circ}\text{C}$ осуществлялся подъем стрелы манипулятора при фиксированном угле между ней и рукоятью. Вылет манипулятора при данном фиксированном угле устанавливался максимальным (без удлинителя рукояти). При дальнейших исследованиях гидропривода угол и вылет манипулятора устанавливались те же самые.

Гидроударные воздействия в гидроприводе создавались в результате мгновенного закрытия и открытия запорного клапана.

Легкий режим работы. В момент подъема стрелы манипулятора без нагрузки (рис. 1) запорным клапаном, установленным в напорной гидролинии создавались гидроударные воздействия, в результате которых были получены осциллографические записи с помощью стандартной аппаратуры.

Осциллограммы гидроударного воздействия, снятые с датчика, установленного в напорной гидролинии при подъеме стрелы без нагрузки, показаны на рисунке 2.



Рис. 1. Подъем стрелы манипулятора без нагрузки

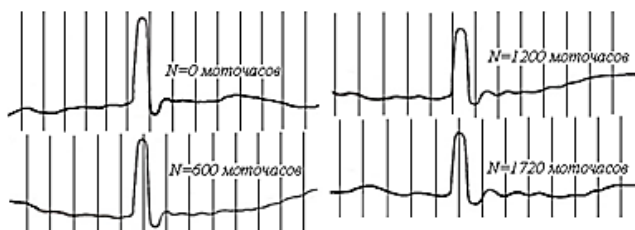


Рис. 2. Осциллограммы гидроударного воздействия, снятые с датчика, установленного в напорной гидролинии при подъеме стрелы без нагрузки

Средний режим работы. Производился подъем стрелы манипулятора с хлыстом (сосна) весом 400 кг и объемом $0,6 \text{ м}^3$ (рис. 3), в момент подъема которого с помощью запорного клапана создавались гидроударные воздействия.



Рис. 3. Подъем стрелы манипулятора с максимальной нагрузкой

Тяжелый режим работы. Подъем стрелы манипулятора производился с максимальной нагрузкой весом 900 кг и объемом 1,3 м³ (рис. 4), в момент подъема которой также создавались гидроударные воздействия с помощью запорного клапана.



Рис. 4. Подъем стрелы манипулятора с максимальной нагрузкой

Анализ полученных осциллограмм показывает, что изменение свойств напорной гидролинии оказывает значительное влияние на колебательные процессы в гидроприводе. При появлении и развитии дефектов (трещин и микроразрывов) в напорной гидролинии происходит уменьшение коэффициента податливости рукавов высокого давления, в результате которого уменьшается начальная амплитуда колебаний и увеличивается длительность колебательного процесса.

Список литературы

1. Тензометрия в машиностроении: справочное пособие / под ред. Р. А. Макарова. – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.
2. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т. В. Алексеева, В. Д. Бабанская, Т. М. Башта и др.; под ред. Т. М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.: ил.
3. Павлов, А. И. теоретические исследования динамических свойств элементов гидропривода лесных машин при диагностировании в функциональном режиме / А. И. Павлов, И. А. Полянин, П. Ю. Лощёнов // Вестник МарГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – № 1. – С. 44-54.

Тарбеев Анатолий Александрович,
аспирант

Научные руководители:
Павлов Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор,
Лощенов Павел Юрьевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра транспортно-технологических машин
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ

В данной работе представлена методика проведения лабораторных экспериментов, а также их результаты, позволяющие оценивать техническое состояние рукавов высокого давления гидроприводов лесных машин на основе выведенных зависимостей логарифмического декремента колебаний от нагрузки.

Для замера давления в гидроприводе использовался тензометрический датчик давления типа ТДД-200. Перед установкой датчика была проведена его тарировка в лабораторных условиях согласно рекомендациям [1, 3].

Структурная схема измерительной аппаратуры представлена на рисунке 1.

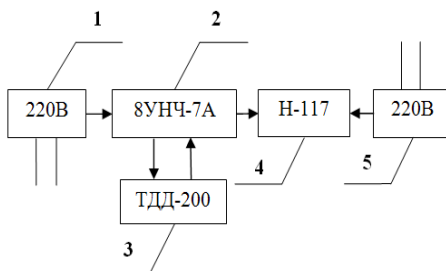


Рис. 1. Структурная схема измерительной аппаратуры:
1 – выпрямитель; 2 – тензоусилитель 8УНЧ-7А; 3 – тензометрический датчик ТДД-200;
4 – осциллограф Н-117; 5 – выпрямитель

Регистрация процессов осуществлялась осциллографом Н-117 с шириной бумаги 120 мм. Усиление электрических сигналов производилось

с помощью тензоусилителя 8УНЧ-7А, а для определения давления использовался образцовый манометр, подключенный к ручному прессу.

По результатам тарировки был построен тарировочный график, показанный на рисунке 2.

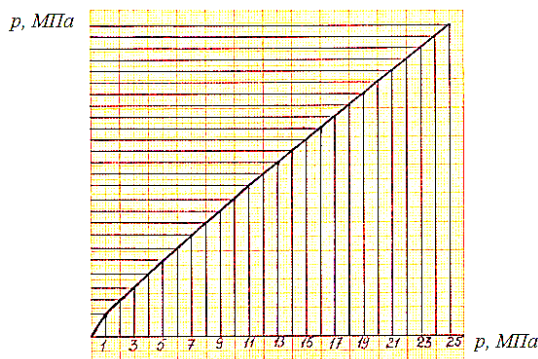


Рис. 2. Тарировочный график датчика

При эксплуатации лесных машин внезапные отказы рукавов высокого давления приводят к большим потерям дорогостоящей рабочей жидкости, параметром технического состояния которых является податливость. Необходимо определить характер изменения данного параметра рукавов высокого давления при их эксплуатации до достижения предельного состояния.

Проведенные исследования рукавов высокого давления позволили определить условия реализации способа их диагностирования, а также выбрать параметр диагностирования.

Экспериментальные испытания в лабораторных условиях позволяют с достаточной степенью точности определить режим, при котором гистерезисные потери материала трубопровода будут наименьшими.

Величины коэффициентов податливости рукавов высокого давления были определены с помощью разработанного стенда для исследования упругих свойств элементов гидропривода.

Модель выполнена в масштабе 1:5 с соблюдением критериев подобия [2, 4, 5].

Так как диаметры гидрролинии модели и натуры одинаковые, то моделирование будет «приближенное». Оно обеспечивает только качественную сторону исследований.

1. Геометрическое подобие

Обозначим геометрические размеры натурального объекта индексом n , а модельного – индексом m .

Линейные величины в соответствующих потоках принимаем L_n (натура), L_m (модель) и находим линейный масштаб k_l :

$$\frac{L_n}{L_m} = k_l. \quad (1)$$

Для площадей и объемов соответственно имеем

$$\frac{F_n}{F_m} = k_l^2; \quad \frac{V_n}{V_m} = k_l^3. \quad (2)$$

2. Кинематическое подобие

Для кинематически подобных потоков отрезки траекторий соответствующих частиц натурального L_n и модельного L_m потоков, а также отрезки времени, в течение которых протекают соответствующие процессы в натуре t_n и в модели t_m , должны быть пропорциональны.

Определим скорость движения жидкости:

$$v_n = \frac{L_n}{t_n}; \quad v_m = \frac{L_m}{t_m};$$
$$\frac{v_n}{v_m} = \frac{L_n}{t_n} \bigg/ \frac{L_m}{t_m} = \frac{L_n \cdot t_m}{L_m \cdot t_n} = \frac{k_l}{k_t},$$

Отсюда

$$k_v = \frac{v_n}{v_m} = \frac{k_l}{k_t}. \quad (3)$$

Таким образом

$$v_m = \frac{v_n}{k_v}. \quad (4)$$

3. Динамическое подобие

Так как диаметры гидролинии модели и натуры одинаковые, то моделирование будет «приближенное», т.е. обеспечит только качественную сторону исследований.

В качестве критерия гидродинамического подобия принимаем число Рейнольдса, которое называется законом подобия Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho_n \cdot v_n}{\nu_n} = \frac{\rho_m \cdot v_m}{\nu_m}. \quad (5)$$

Отношение плотностей ρ и кинематических вязкостей ν жидкостей в натуре и на модели является постоянным:

$$\frac{\rho_n}{\rho_m} = \frac{\nu_n}{\nu_m} = 1.$$

По известным величинам, характеризующим одно явление, можно, в соответствии с теорией подобия, получить соответственные величины для другого путем умножения первой группы величин на определенные переходные коэффициенты.

Установка для испытания РВД показана на рисунке 3.



Рис. 3. Установка для испытания рукавов высокого давления
а – общий вид; б – вид внутри

Технические характеристики установки для испытания рукавов высокого давления приведены в таблице.

Технические характеристики стенда

Внутренний диаметр трубопроводов, м	0,012
Скорость движения жидкости в гидросистеме, м/с	2,4
Номинальное давление, развиваемое насосом, МПа	10
Номинальная подача, л/мин.	18
Время срабатывания запорного клапана, с	0,02
Рабочая жидкость масло АМГ-10, кинемат. вязкость, мм ² /с /плотность, кг/м ³	10/850

Перед началом испытаний на разработанную установку устанавливались рукава высокого давления (РВД) с нулевыми наработками, разными длинами (0,85 м, 1,25 м, 1,45 м, 1,65 м) и внутренними диаметрами (10 мм и 12 мм). Через каждые 300 моточасов исследуемые РВД

снимались с машины и устанавливались на разработанный стенд для диагностирования. Исследования повторялись до выхода их из работоспособного состояния (разрыв, большие утечки масла через ниппельные соединения).

Испытание рукавов высокого давления с помощью разработанной установки осуществлялось следующим образом.

С помощью регулируемого дросселя 9 устанавливается максимальный расход масла. Включается насос 2, который подает рабочую жидкость из гидробака 10, через линию всасывания 1 в рукав высокого давления 5. При подаче сигнала запорный клапан 7 резко перекрывает движение потока жидкости, вследствие этого в рукаве высокого давления 5 происходит гидроудар. Полученные при гидроударе колебания жидкости определяются датчиком давления 6 и через усилитель сигналов 11 записываются на осциллограф 12.

На рисунке 4 показаны осциллограммы проведенных экспериментальных исследований рукавов высокого давления длиной 0,85 метра и внутренним диаметром 10 мм.

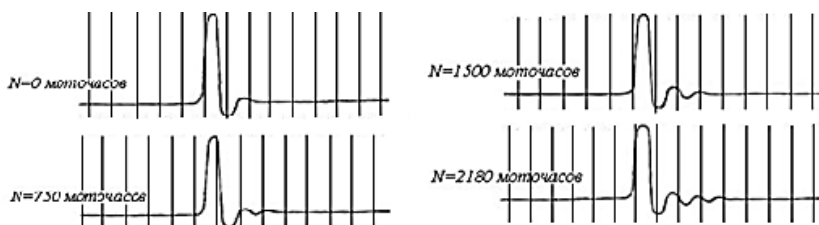


Рис. 4. Осциллограммы экспериментальных исследований РВД длиной 0,85 метра и внутренним диаметром 10 мм

Проведенные эксперименты показали, что в результате динамических нагружений РВД наблюдается уменьшение их коэффициента податливости, то есть потеря упругих свойств материала приводит к уменьшению начальной амплитуды колебаний и увеличению длительности колебательного процесса при появлении и развитии неисправностей.

Список литературы

1. Павлов, А. И. Результаты лабораторных исследований рукавов высокого давления / А. И. Павлов // Лесная промышленность. – 2004. – № 3. – С. 28-29.
2. Павлов, А. И. Надежность гидроприводов лесосечных машин: Научное издание / А. И. Павлов; под ред. Ю. А. Ширнина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 212 с.

Филимонов Сергей Сергеевич
направление Технологии материалов (аспирантура)

Научные руководители:

Алибеков Сергей Якубович, д-р техн. наук, профессор,
Маряшев Алексей Васильевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра машиностроения и материаловедения
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДИСКОВЫХ ПИЛ

В настоящее время можно констатировать, что машиностроение и деревообработка даже в условиях экономического кризиса остались более привлекательными для инвестиций. Несмотря на спад российской станкостроительной отрасли, передовые мировые технологии, оборудование и инструменты оказались востребованными в этих производствах. Сегодня наблюдается интенсивный процесс развития деревообрабатывающих предприятий. Они сталкиваются с проблемами выбора подходящего оборудования и инструментов.

В настоящее время на рынке представлено множество различных типов и видов инструмента. Однако большинство из них сильно отличаются друг от друга ценой, качеством, внешним видом, областью применения и так далее. Для распиловки древесных материалов в основном используются дисковые пилы. Данная работа посвящена дисковым пилам для качественной обработки древесных материалов.

Циркулярная (дисковая) пила – инструмент со множеством (зубьев) для резки (распиловки) твёрдых материалов (древесина, пластик, металл). Изготавливается циркулярная пила в виде металлической пластины, на рабочей кромке которой расположены зубья. Она даёт возможность производить наклонные, продольные и поперечные пропилы.

Основной характеристикой циркулярной пилы является глубина пропила, которая зависит от диаметра диска пилы $D = 2R$ мм и принимается одинаковой для всех зубьев. Ещё одна важная характеристика – частота вращения диска n , мин. Чем она выше, тем выше эффективность работы пилы и аккуратнее (чище) получается рез. Тогда скорость главного движения v , м/с,

$$v = \frac{\pi D n}{60}.$$

Диски циркулярной пилы бывают с твердосплавными напайками и без напаяек. Диски без напаяек применяются для получения чистых и ровных пропилов в мягких сортах древесины. Диски с твердосплавными напайками применяются для работы с твердым деревом, пластиком, тонким металлом, легко распилят попавшийся гвоздь и спокойно продолжат свою работу. Однако, работая с таким диском, пропил получается не очень чистым, даже слегка «лохматым».

Известно, что скорость v при пилении круглыми пилами на станках составляет 40...80 (мах 100... 120) м/с.

Движение подачи придают заготовке. Скорость механической подачи v_s в станках достигает 100 м/мин. и более.

Подачу на один оборот пилы S_0 и на один зуб S_z , мм, определяли по формулам:

$$S_0 = 1000 \frac{v_s}{n},$$

$$S_z = 1000 \frac{v_s}{n_z},$$

где $z = \frac{\pi P}{t_3}$ — число зубьев пилы,

t_3 — шаг зубьев, мм.

Пиление дисковой пилой бывает двух типов: встроенное с верхним расположением пилы и встроенное с нижним расположением пилы, а также поушно, каждое редко используется на практике. Это связано с затягиванием древесины пилой, что приводит к неравномерной скорости подачи.

Отмеченным точкам соответствуют углы входа $\varphi_{вх}$, выхода $\varphi_{вых}$ и средний угол $\varphi_{ср}$, которые отсчитывают в сторону вращения пилы от нормали к направлению подачи. Величины углов $\varphi_{вх}$ и $\varphi_{вых}$ определяются расстоянием n от центра пилы до поверхности стола, радиусом пилы R и высотой пропила t . Угол, соответствующий дуге резания или длине срезанного слоя, называют углом контакта $\varphi_{конт}$:

$$\alpha_{конт} = \alpha_{вых} - \alpha_{вх}.$$

При встречном пилении углы $\alpha_{вх}$ и $\alpha_{вых}$ определяют при верхнем расположении:

$$\alpha_{вх} = \left(\frac{n}{R}\right) \arccos, \quad \alpha_{вых} = \frac{n - t}{R} \arccos.$$

Длина срезанного слоя R вычисляется как длина дуги контакта

$$L = \left(\frac{2\pi R}{360} \right) \alpha_{\text{конт}}.$$

При продольном пилении главная режущая кромка зуба прорезает волокна древесины и формирует дно пропила, а боковые режущие кромки участвуют в формировании пропила.

Такое распределение функций предопределяет требования к геометрии зубьев пилы для продольного распиливания: короткая режущая кромка должна быть выдвинута вперед по ходу вращения относительно передней поверхности за счет положительного угла γ .

На ООО ПКФ «Махагони» этот угол γ для распиловки древесных материалов изготавливают от 10 до 20°. Величина γ зависит от распиливаемого материала и его физико-механических свойств. Например, для продольного распила мягкой древесины $\gamma = 20^\circ$, для твердой $\gamma = 10^\circ$ и для ДСТП, МДФ, фанеры $\gamma = 10^\circ$.

При повышенных требованиях к качеству поверхности пропила у боковых режущих кромок на предприятии создают положительный передний угол за счет косой заточки по передней грани $\gamma_{\text{бок}} = \varphi_1$. Так как зубья формируют две стенки пропила, косую заточку выполняли через зуб: четных зубьев – в одну сторону, нечетных – в другую.

Шероховатость полученного пропила зависит от наличия неровностей, рисок, оставляемых зубьями дисковых пил. Достаточно точно прогноз ожидаемой шероховатости поверхности пропила можно получить на основании экспериментальных данных, в которых высота неровностей связана с важнейшими исходными условиями пиления: толщиной срезаемого слоя, подачей и др.

При продольном пилении условия работы режущих кромок иные, чем при продольном пилении. Боковая кромка должна прорезать волокна прежде, чем в контакт с ними вступит передняя поверхность. Для этого она должна быть выдвинута вперед по ходу пилы относительно короткой кромки за счет отрицательного угла или нулевого переднего угла $\gamma < 0^\circ$ и иметь положительный передний угол $\gamma_{\text{бок}}$ за счет косой заточки.

На ООО ПКФ «Махагони» передний угол выставляют для поперечного пиления от 0 до -5°. Поэтому для размещения стружки во впадинах зубьев не требуется ограничения скорости подачи, вычисленной из условия обеспечения необходимой шероховатости.

Нормальная устойчивая работа круглой пилы возможна только в случае правильного выбора диаметра и толщины диска, а также диаметра шайбы, закрепляющей пилу на шпинделе станка.

Начальный диаметр диска $D = D_{\min} + 2 \Delta$, где Δ – занос по радиусу на износ, мм ($\Delta \sim 25$). Толщина дисковой пилы, мм, выбирается в зависимости от диаметра: $\delta = (0,08...0,15)\sqrt{D}$.

Диск с положительным углом заточки зубьев позволяет хорошо пилить дерево, дерево с гвоздями, пластик и т. п., а диск с отрицательным углом заточки сможет пилить жель и медь. Как уточнение: если зуб загнут по ходу вращения диска – это положительный угол заточки; если против хода – отрицательный. Теоретически диском с отрицательным углом заточки можно пилить и дерево, но срез получается очень «лохматым»: так как зубья не подрезают, а раздирают волокна древесины. Практически же дисковые пилы с отрицательным углом заточки применяются для раскроя МДФ, ламинированной ДСП и цветных металлов.

На ООО ПКФ «Махагони» для изготовления корпусов дисковых пил используют стали следующих марок: 9ХФ, 50ХФА, 9ХФМ, 65Г, 7Н2МФ. Эти стали относятся к низколегированным, с содержанием легирующих элементов до 5 %, не теплостойким и прокаливаемость этих сталей небольшая. Основная цель выбора таких сталей состоит в повышении вязкости, улучшении способности к изотермическому закаливанию. Твердость стали, из которой изготовлены корпуса дисковых пил, должна препятствовать снятию рабочих поверхностей. Вязкость должна предотвратить сколы поверхностей, поломку зубьев и дисков.

Некоторые западные фирмы рекомендуют никелесодержащую сталь как наиболее универсальную и подходящую для разных видов пильного деревообрабатывающего инструмента. Известно, что хромванадиевая сталь из-за меньшей прочности рекомендуется для пил с разведенными зубьями и эксплуатируется в условиях положительных температур и умеренных нагрузок. Марганцевые стали рекомендуют для изготовления дисков пил с пластинками из твердого сплава. Исходя из выше сказанного, на ООО ПКФ «Махагони» для изготовления корпусов пил в основном используют сталь 65Г. Данная сталь относится к группе конструкционных.

На дисковых пилах большого диаметра делают вырезы всевозможных форм. Иногда добавляют зачистные или стабилизирующие в пропиле ножи. Но в отличие от пил меньших диаметров на дисковых пилах очень большого соотношения диаметра к толщине пилы устойчивость работы зависит и от диаметра шайбы, закрепляющей пилу на шпинделе станка. И по этим критериям они относятся к сверхтонкому классу.

А значит, они работают на пределе поперечной устойчивости. В этой ситуации разрывы зубчатой кромки и тела пилы сильно снижают поперечную устойчивость. Для этого приходится увеличивать толщину пилы, а это ведет к увеличению ширины реза и количества опилок.

На сегодняшний день альтернативы пилам большого диаметра со сплошным, хорошо натянутым пильным диском нет. А вот каким способом сделано натяжение подвенечной зоны: вальцеванием, термопроковкой или пилоправным молотком, принципиального значения не имеет.

На пилах среднего диаметра, применяемых на двухвальных бревно-пильных станках, многопильных станках второго ряда и станках для переработки тонкомера, вырезы и зачистные ножи бывают очень полезны. Они разрывают подвенечную зону пилы на 4-6 частей и служат термокомпенсаторами между перегретой подвенечной зоной и холодным телом пилы, позволяя пиле при нагреве дольше оставаться плоской. При этом касание стенок пропила происходит только боковой гранью стабилизирующих ножей, а не телом пилы. Это существенно снижает боковой нагрев, так как сама площадь касания уменьшается, а теплопроводность твердосплавных пластин меньше, чем у стали.

Огромное значение играет при выборе твердосплавного диска правильный тип заточки. Существует огромное разнообразие форм заточки для каждого обрабатываемого материала.

Основными формами заточки выпускаемых дисковых пил ООО ПКФ «Махагони» являются:

- УОЗМ, И01М, И02М для продольного распила мягкой древесины на круглопильных станках (И01М и И02М являются запатентованной продукцией);
- М54М для продольной распиловки мягкой древесины на многопильных станках (как правило, именно такие пилы имеют ножи-очистители). Они в свою очередь подразделяются на пилы с выкидным зубом; с формой зуба, разработанной профессором Ю. М. Стахивевым; «волчьим» зубом и т.д.;
- У11ИМ, У27М для распиловки ДСтП и МДФ, облицованных с двух сторон натуральным шпоном, меламиновой пленкой и др., фанеры, массивной облицованной фанеры на круглопильных и форматно-раскроечных станках без подрезного угла;
- У31М и У33М для резки цветных металлов на круглопильных и специальных станках;

- УЗ2М для резки термопластических материалов большой толщины на круглопильных и специальных станках.

Часто этот выбор не соответствует обрабатываемому материалу, размеру дисковой пилы, основным углам и диаметру шайбы, закрепляющей пилу на шпинделе станка.

Основным углом и определяющим условием резанья являются передний угол, облегчающий образование и сход стружки, и задний угол, обеспечивающий благоприятные условия резания и уменьшающий трение. При увеличении переднего угла уменьшается сопротивление сходу и силе резания. Однако при этом уменьшается прочность режущего клина и ухудшается теплоотдача.

Раньше, в советские времена, существовали определенные схемы и расчеты по снабжению инструментом лесоперерабатывающих и лесозаготовительных предприятий. Были даже выведены специальные формулы и расчеты, следуя которым можно было бы ориентироваться в подборе определенного инструмента, режимов работы и в насыщенности рынка и потребностях предприятий.

Таким образом, чтобы инструмент долго эксплуатировался, изделия получались качественными, затраты на производство уменьшались, необходимо выбрать инструмент с определенными углами заточки из качественных материалов.

Инструмент необходимо выбирать, исходя из имеющегося оборудования: если дисковые пилы, то подходящие шайбы для закрепления на шпинделе с верхним или нижним расположением. Также при работе должны быть выбраны оптимальные режимы работы, скорость вращения дисковой пилы, подача и глубина резания.

Список литературы

1. Амалицкий, В. В. Оборудование отрасли: учебник / В. В. Амалицкий. – М.: МГУЛ, 2006. – 584 с., ил.
2. Грубе, А. Э. Деревообрабатывающие инструменты / А. Э. Грубе. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 344 с.
3. Технология изготовления дисковых пил на ООО ПКФ «МАХАГОНИ» / С. С. Филимонов, А. В. Медведев, С. Л. Алибеков, А. В. Маряшев, Р. С. Сальманов // Вестник КГТУ. – 2014. – № 3. – С. 245-247.
4. Особенности технологии изготовления дисковых пил на ООО «Махаго-ни» / А. В. Медведев, С. С. Филимонов, С. Я. Алибеков, Р. С. Сальманов, А. В. Маряшев // Вестник КГТУ. – 2015. – № 3. – С. 205-207.

Фурзиков Антон Алексеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура),
гр. ТТм-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доцент,
кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ КОМПЛЕКСА РАЗЛИЧНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Возобновляемая энергетика сегодня является наиболее динамично развивающимся направлением электро- и теплоэнергетики. Особое значение возобновляемые ресурсы имеют в децентрализованных системах электроснабжения, характерных для значительных территорий России и других стран. Мировой опыт показывает, что ряд стран и регионов успешно решают сегодня проблемы энергообеспечения на основе развития возобновляемой энергии.

Одной из причин ограниченного использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является дискретность энергетических потоков – периодичность поступления и изменяемость энергетического потенциала, что во многих случаях их использования создает существенные осложнения и не обеспечивает требуемые параметры энергопотребления. Решением этих проблем является использование комплексных энергосистем, которые осуществляют повышение энергоэффективности систем энергоснабжения, надежности функционирования систем электро- и теплоснабжения, а также анализа современного состояния возобновляемой энергетики.

Основными задачами при создании комплексных энергосистем на основе возобновляемых источников энергии являются обеспечение их надежными аккумуляторами энергии и создание эффективного вспомогательного оборудования для снижения флуктуаций параметров энергосистем и поддержания необходимых рабочих параметров, а также создание оборудования для автоматического управления режимами их работы.

Комплексные энергосистемы (КЭС) на основе возобновляемых источников, предназначенные для энергообеспечения потребителей тепловой и электрической энергией, должны быть оборудованы комплекс-

ной системой аккумулярования электрической и тепловой энергии для выравнивания колебаний нагрузок в тепловой и электрической сетях, возникающих в результате периодичности и неравномерности энергообеспечения, и для повышения коэффициента полезного использования энергоустановок. Обязательным является также использование эффективного вспомогательного оборудования для поддержания необходимых рабочих параметров и автоматического управления работой КЭС.

Для стабильного и надежного энергообеспечения потребителей ВИЭ разработан ряд энергетических систем с применением разных комбинаций возобновляемых источников энергии и комплексным использованием разных типов аккумуляторов электрической и тепловой энергии: автономная система энергоснабжения; комплексная энергосистема на основе ветровых, солнечных, биоэнергоустановок и систем аккумулярования тепловой и электрической энергии. Наиболее эффективным внедрением комплексных энергосистем на основе ВИЭ на данное время является применение их в сельскохозяйственных комплексах, индивидуальных фермерских хозяйствах, индивидуальных жилых и садовых домах, в пансионатах, детских лагерях и на удаленных от электросети объектах.

Для создания новых эффективных комплексных энергосистем и определения оптимальных режимов их эксплуатации необходимым является последующее развитие научных основ возобновляемой энергетики с применением современной материально-технической базы, методического и информационно-аналитического обеспечения, которое ускорит выполнение научно-исследовательских, проектно-конструкторских и экспериментальных работ с внедрением комплексных энергосистем на основе возобновляемых источников энергии.

Таким образом, системы энергоснабжения на базе комплекса различных возобновляемых источников энергии являются перспективным направлением в энергетике, которое со временем будет все больше развиваться, благодаря чему станет возможным более масштабное использование ВИЭ.

Список литературы

1. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов и др. – СПб.: Наука, 2002. – 314 с.
2. Интеллектуальная электроэнергетика: необходимость, концепция и путь реализации / Г. А. Саратикян, В. И. Финаев, Ю. И. Иванов, В. А. Черёмушкин // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 2. – С. 165-172.
3. Рац, Г. И. Развитие альтернативных источников энергии в решении глобальных энергетических проблем / Г. И. Рац, М. А. Мординова // Известия ИГЭА. – 2012. – № 2. – С. 132-136.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Абзалин Р.Р. Перспективные технологии фотоэлектрических преобразователей	4
Андрианов Д.Ю. Перспективы создания современной техники для социально-экономического развития северных территорий	6
Андрианов Д.Ю. Условие боковой устойчивости беспилотной транспортной платформы, движущейся по горизонтальной поверхности	8
Батанов Б.С. Технологические особенности изготовления ключей из медных сплавов	13
Баходиров Улугбек Шовкат угли Центробежный конусный измельчитель	17
Васильева Н.В. Использование солнечных систем для энергоснабжения зданий	19
Веселов Е.А. Система распределенного впрыска спиртовых топлив, решающая проблему холодного запуска ДВС	22
Веселов Е.А. Ветрогенератор малых скоростей ветра	26
Веселов Е.А. Теоретическое обоснование улучшения качества смесеобразования при перегреве жидких топлив перед впрыском	29
Горинов Ю.А. Оптимизация температурных режимов открытых теплофикационных систем	33
Горинов Ю.А. Технология конструкции для поквартирного учета тепловой энергии	37
Горинов Ю.А. Технология получения и расчет затрат на производство композитных теплоизоляционно-балластных материалов на основе древесных отходов	40
Граховский А.А. Перспективы использования попутного нефтяного газа	45
Денисов Д.А. Перспективы использования солнечных установок на базе двигателя Стирлинга	49

Ермакова А.В.

Сравнение активной и пассивной систем солнечного теплоснабжения52

Иванов А.А.

Проблемы создания солнечной орбитальной электростанции54

Ильдюков М.В.

Модель процесса загрязнения вод нефтепродуктами в проточных водных объектах.....56

Ильдюков М.В.

Системный подход к анализу процессов загрязнения вод нефтепродуктами в проточных водных объектах.....60

Каримов Т.М.

Использование ветроэлектрических установок для электроснабжения зданий63

Качуев В.В.

Проблемы и перспективы использования азростатных ветроэлектрических установок66

Клюжеев К.А.

Преимущества и недостатки ветроэлектрических установок.....68

Крашенинников М.В.

К вопросу о влиянии химического состава и термической обработки на структуру и свойства медьхромомолибденовых порошковых сталей71

Кутанова Е.В.

Исследование сорбционных свойств углеродных волокнистых материалов.....77

Лапшин Д.Ю.

Шарнирно-сочленённая рама автомобиля УАЗ80

Лебедев Г.В.

Использование тепловых насосов82

Лебедев Е.Б.

Перспективные технологии приливной энергетики85

Марков Н.Н.

Перспективные технологии волновой энергетики87

Мельников Д.А., Смоляков О.А.

Инновационное развитие нефтепереработки в России89

Муртазин Р.Ш., Клепцов Д.В.

Исследование рабочих органов почвообрабатывающей машины.....93

Муртазин Р.Ш., Клепцов Д.В.

Методы проведения энергетической оценки транспортных и технологических машин.....95

Павлов А.В.

Использование геотермальных установок для теплоснабжения
зданий 97

Пугачев С.В.

Комплексное использование древесины..... 100

Сабанцева Е.Н.

Перспективы использования биогазовых установок..... 104

Садыков А.Р.

Перспективы использования древесных пеллет в крупной
и малой энергетике 107

Сафин И.Р.

Обоснование целесообразности использования и реализации
гранулированных органических удобрений
на основе птичьего помета..... 110

Сафина Л.Н.

Специфика инженерных решений..... 112

Семенов Д.А.

Использование теплового насоса для теплоснабжения зданий 116

Семенов К.Д.

Механизированная технология уборки плодов
с помощью гибкого манипулятора..... 119

Семенов Р.А.

Использование ОРС-турбин для электроснабжения зданий 122

Тарбеев А.А.

Методика проведения производственных испытаний
рукавов высокого давления гидроударным воздействием..... 124

Тарбеев А.А.

Методика проведения лабораторных экспериментов
и их результаты..... 128

Филимонов С.С.

Оптимизация технологии изготовления дисковых пил..... 133

Фурзиков А.А.

Системы энергоснабжения на базе комплекса различных
возобновляемых источников энергии..... 139

Научное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы II Всероссийской студенческой конференции

Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ –
ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ СОВРЕМЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Ответственный за выпуск

В. Н. Белогусев

Редакторы

Л. С. Емельянова, П. Г. Павловская

Компьютерная верстка и дизайн обложки

С. Н. Эштыкова

Подписано в печать 25.12.2016. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,37. Тираж 100 экз. Заказ № 5952.

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Редакционно-издательский центр ПГТУ
424006 Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17