

ISSN 2415-7996

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Центр фундаментального образования

*НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ –
ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ*

Материалы
XV международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 17-18 апреля 2020 года

Часть 2

Йошкар-Ола
ПГТУ
2020

УДК 378.147.88

ББК 74.58

Н 34

Редакционная коллегия

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

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

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

В. Е. Шебашев, канд. техн. наук, профессор

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XV
Н 34 международной молодежной научной конференции по естественно-
научным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 17-18 апреля
2020 г.): в 2 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: По-
волжский государственный технологический университет, 2020. –
Ч. 2. – 256 с.

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Энергообеспечение предприятий», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Современные информационные технологии в системах управления», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесоправление и лесоустройство», «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств», «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе».

УДК 378.147.88

ББК 74.58

ISSN 2415-7996

© Поволжский государственный
технологический университет, 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный уровень наукоемкого производства требует, чтобы обучающиеся в высшей школе овладели инновационной культурой, творческим мышлением, были способны легко воспринимать новые идеи, искать и создавать новейшие технологии с последующим их внедрением. Поэтому при организации учебного процесса необходимо переносить акцент на самостоятельную творческую работу студентов, связанную с решением конкретных научных или практических задач, в том числе и по заказам предприятий. В конечном итоге это позволит сформировать у обучающихся определенный набор компетенций для дальнейшей практической деятельности.

XV Международная молодежная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам, которая прошла 17-18 апреля 2020 года на базе центра фундаментального образования Поволжского государственного технологического университета была направлена на привлечение талантливой молодежи к научным исследованиям, использованию их творческого потенциала для решения актуальных проблем современной науки и практики.

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

- стимулировать интерес студентов к научному творчеству, научить методике, способам самостоятельного решения научно-исследовательских и практических задач, навыкам работы в научных коллективах;

- развить творческое и профессиональное мышление молодежи, углубить и закрепить полученные при обучении теоретические и практические знания;

- выявить наиболее одаренных и креативных студентов для подготовки резерва научно-педагогических и научных кадров;

- развить научные межвузовские связи как внутри страны, так и со странами ближнего и дальнего зарубежья.

В конференции участвовало более 250 представителей молодого поколения из вузов Российской Федерации, страны ближнего зарубежья.

Работа конференции была организована в 20 секциях. Наименования секций соответствовали научным направлениям деятельности научных школ ПГТУ. Работу секций курировали ведущие в соответствующих областях науки ученые ПГТУ и других вузов России. По представлению руководителей секций лучшие доклады отмечены дипломами соответствующей степени.

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

По результатам конференции выпускается сборник материалов в 2 частях. В данной части представлены секции: «Энергообеспечение предприятий», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Современные информационные технологии в системах управления», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесоправление и лесостроительство», «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств», «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе».

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

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

Проведение XVI конференции по традиционной тематике аналогично планируется на вторую декаду апреля 2021 года. До новых встреч!

Директор центра
фундаментального образования ПГТУ
С. Г. Кудрявцев

УДК 697.2

Акбуляков А. Т.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

***Аннотация.** Представляется статья по применению различных видов возобновляемых источников энергии для теплоснабжения жилого дома.*

***Ключевые слова:** теплоснабжение, энергия солнца, система теплоснабжения, энергия ветра, тепловой насос.*

Рассматривается проблема теплоснабжения индивидуального жилого дома, поставка газа, топлива или электричества в который не представляется возможной или является экономически нецелесообразной. С данной проблемой могут помочь возобновляемые источники энергии, такие как: солнечная энергетика; ветроэнергетика; геотермальная энергетика.

Энергия солнца может быть преобразована как в электрическую энергию при помощи полупроводниковых фотоэлементов (солнечных панелей), так и в тепловую с применением гелиоустановок (солнечных коллекторов), которые производят нагрев материала-теплоносителя по принципу тепличного эффекта при прямой абсорбции солнечных лучей. С экономической точки зрения, наиболее выгодным и перспективным является второй вариант [1].

На сегодняшний день в системах ГВС, как правило, применяются активные жидкостные гелиосистемы. Теплоносителем в таких системах могут служить вода, раствор этиленгликоля, органические теплоносители и др. Каждый из этих теплоносителей имеет свои плюсы и минусы. Однако как самостоятельная система теплоснабжения гелиосистема имеет ряд существенных недостатков:

- зависимость от времени суток и метеорологических условий;
- возможность замерзания теплоносителя зимой;
- низкий КПД и общая эффективность гелиоустановок;
- необходимость постоянно следить за чистотой поверхности солнечного коллектора [2].

Энергию ветра, как и солнечную, можно преобразовать и в электрическую при помощи ветрогенераторов, и в тепловую, применяя ветронасосную установку, принцип работы которой основан на термодинамическом законе преобразования энергии давления в тепловую [3].

Применение ветроэнергетических установок подразумевает подключение их в систему теплоснабжения с другими установками, так как самостоятельно они не способны обеспечить потребителя достаточным количеством энергии по следующим причинам:

1. зависимость от наличия и скорости ветра;
2. для установки нескольких установок требуются большие площади [4].

Тепловой насос – это устройство, позволяющее использовать низкотемпературную тепловую энергию грунта или воды для получения теплоносителя, пригодного для теплоснабжения. Но для работы теплового насоса требуется небольшое количество электрической энергии (затрачивая 1 кДж электроэнергии на работу насоса можно получить до 3,5 кДж тепловой энергии) [5].

В заключение можно сделать вывод, что для теплоснабжения жилого дома лучше всего разработать систему, в которой комбинируются несколько видов возобновляемых источников энергии, так как недостатки одних компенсируются преимуществами других.

Литература

1. Алмаев, А. Ю. Использование солнечной энергии для теплоснабжения систем горячего водоснабжения в индивидуальном жилищном строительстве / А. Ю. Алмаев, И. А. Лушкин // Вестник НГИЭИ. – 2014. – №12(43). – С. 5-9.
2. Гелиосистемы для отопления дома или нагрева воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energo.house/sol/geliosistemy-dlya-otopleniya.html> (дата обращения 20.03.2020).
3. Энергосберегающая тепловая энергоустановка на основе ВИЭ / В. К. Аверьянов, В. В. Елистратов, А. И. Тютюников и др. // Энергосбережение. – 2015. – №6. – С. 68-88.
4. Бежан, А. В. Теплоснабжение с применением ветроэнергетических установок / А. В. Бежан // Энергосбережение. – 2007. – №6. – С. 79-81.
5. Середина, Е. А. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения / Е. А. Середина, М. В. Корягин // Международный студенческий научный вестник, 2016. – № 3. – С. 143-145.

Анисимов П. Н.

Поволжский государственный технологический университет

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ
ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ,
ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА,
ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

***Аннотация.** В данной статье предложено использовать в качестве общих критериев оптимизации параметров энергетического модуля: энергетический КПД, эксергетический КПД, коэффициент использования первичной энергии, материалоемкость, себестоимость единицы энергии, объем парниковых газов в эквиваленте CO₂. В качестве специфических или технологических критериев оптимизации энергетических модулей, использующих отходы производства, для автономного энергообеспечения технологического оборудования предлагается использовать мощность, надежность в производственных условиях, ремонтпригодность, способность к кратковременным перегрузкам, пожарную и производственную безопасность. Рассмотрена необходимость создания базы данных с параметрами и критериями эффективности мировых промышленно используемых и перспективных технологий производства энергии с использованием органического топлива и отходов производства.*

***Ключевые слова:** электроснабжение лесосечных машин, раскатка кабеля по лесосеке, производство топливной щепы, ролик.*

В настоящее время в России, как и во всем научном мире, уделяется большое внимание тому, чтобы направить развитие систем энергообеспечения и других промышленных производств по интенсивному пути. Энергосбережение, повышение энергетической эффективности и ресурсосбережение являются обязательными составляющими интенсивного развития любой отрасли промышленности. В последние годы в развитых странах, особенно в Европе, принята стратегия снижения выбросов парниковых газов [1]. Во многих странах проводится политика углеродного протекционизма, когда вводятся законы, позволяющие облагать дополнительными пошлинами товары, при производстве которых в атмосферу было выброшено большое количество углекислого газа [2]. В этих условиях решение задачи комплексного анализа параметров устройств и технологий производства энергии на предмет термодина-

мической эффективности и объемов выбросов парниковых газов представляется весьма актуальным.

В данном исследовании предложены критерии оптимизации параметров энергетического модуля [3, 4], использующего отходы производства, для автономного энергообеспечения технологического оборудования, в том числе используемого на лесосеках, складах лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности.

Предлагается использовать следующие критерии оптимизации параметров энергетического модуля: энергетический КПД, эксергетический КПД, коэффициент использования первичной энергии, материалоемкость, себестоимость единицы энергии, объем парниковых газов в эквиваленте CO_2 . Энергетический КПД характеризует термодинамическую эффективность устройства и относительную величину теплового загрязнения окружающей среды. Эксергетический КПД характеризует термодинамическую эффективность цикла при заданных внешних условиях, а также учитывает ценность получаемой энергии. Коэффициент использования первичной энергии позволяет учесть затраты на получение топлива, его транспортировку, термохимические преобразования, а также положительный эффект от использования биомассы отходов производства по сравнению с биологическим разложением. В качестве критерия экологического воздействия предлагается использовать объем парниковых газов в эквиваленте CO_2 , попадающих в окружающую среду при применении данной технологии. Себестоимость единицы энергии выбрана в качестве интегрального экономического критерия.

Помимо вышеперечисленных критериев, которые могут служить в качестве абсолютных критериев, необходимо также учитывать и относительные критерии, например, технологические, имеющие значения для данного вида оборудования и области его применения. К технологическим критериям энергетического модуля для автономного энергообеспечения технологического оборудования можно отнести: мощность, надежность в производственных условиях, ремонтпригодность, параметры качества производимой энергии, способность к кратковременным перегрузкам, пожарную и производственную безопасность. Диапазон допустимых значений технологических критериев при разработке подобного оборудования задается первоначально. Расчет вышеперечисленных критериев должен производиться с помощью математической модели в автоматизированном режиме.

Таким образом, задача оптимизации параметров энергетического модуля для автономного энергообеспечения решается только в результате многокритериального анализа. Существует множество методов

многокритериального анализа. Однако применение этих методов для обоснования оптимального варианта энергообеспечения в большинстве случаев является трудоемким и затратным процессом, требующим высокой квалификации специалистов, принимающих решение, а во многих случаях отдельного научного исследования. Также проблемой является отсутствие разработанного и реализованного метода многокритериального анализа эффективности новых технологий производства энергии с использованием возобновляемых источников энергии и отходов производства.

По мнению автора, необходимо создание базы данных основных параметров и критериев эффективности, в которой будут систематизированы экспериментальные данные и результаты имитационных экспериментов мировых промышленно используемых и перспективных технологий производства энергии с использованием органического топлива, в том числе возобновляемого топлива и отходов производства, отличающейся группировкой технологий по следующим параметрам: виду получаемой энергии, виду первичного топлива, типу сжигаемого топлива, установленной мощности, объему производства энергии, наработке на отказ, энергетическому КПД, эксергетическому КПД, коэффициенту использования первичной энергии, материалоемкости, величине выбросов парниковых газов в окружающую среду, себестоимости единицы энергии.

Литература

1. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:EN:PDF>.
2. Кужелева, К. С. Энергетическая политика ЕС в области ВИЭ, энергоэффективности и внедрения новых ресурсосберегающих технологий / К.С. Кужелева, Б. А. Грачёв // Энергетическая политика. – 2018. – № 1. – С. 8-15.
3. Anisimov, P. N. Development of an autonomous energy supply system for harvesting wood resources based on wood fuel / P. N. Anisimov, A. A. Medyakov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 315. – № 5. – P. 052058. doi:10.1088/1755-1315/315/5/052058.
4. Анисимов, П. Н. Аналитико-имитационная модель функционирования системы автономного энергообеспечения от двигателя внешнего сгорания на древесном топливе измельчающе-транспортной машины для производства щепы / П. Н. Анисимов, Е. М. Онучин, А. А. Медяков // Инженерный вестник Дона. – 2019. – Т. 57. – № 6. – С. 39.

Асадуллин Т. Р.

Научный руководитель: Валиев Р. Н., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С ВЫБОРОМ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ВАРИАНТА

***Аннотация.** В статье предлагаются решения, направленные на обеспечение вентиляции и очистки воздуха в помещениях производственного процесса. Рассмотрены преимущества и недостатки основных типов вентиляционных систем, при помощи которых удастся решить поставленную проблему.*

***Ключевые слова:** вентиляционные системы, воздух, естественная вентиляция, механическая система вентиляции.*

В ходе производственного процесса происходят выделения вредных для здоровья человека газов и паров в воздух рабочих помещений; поступают большие количества теплоты, влаги и пыли, увеличивающие температуру воздуха и влажность, повышающие его запыленность; сотрудники в свою очередь выделяют в воздух помещений теплоту, влагу, углекислый и иные газы. В результате этого происходит изменение химического состава воздуха, что неблагоприятно отражается на самочувствии и состоянии здоровья человека и ухудшает условия труда [1]. Уменьшение концентрации кислорода в помещении значительно снижает уровень работоспособности, губительно воздействует на самочувствие и здоровье в целом. Вследствие этого, вопросы обеспечения вентиляции и очистки воздуха стали наиболее актуальными. Современные системы вентиляции предназначены эффективно удалять застоявшийся, «отработанный» воздух, в достаточном объёме заменять его свежим воздухом извне, при необходимости очищая, нагревая или охлаждая его. В таких ситуациях ставится вопрос более действенного варианта системы вентиляции. Для решения данной проблемы рассмотрим различные системы вентиляции, используемые в производственных зданиях, и выделим наиболее эффективные из них по разным аспектам.

Вентиляционные системы подразделяются на различные типы по принципу устройства, назначению, способу побуждения движения воздуха и ряду других признаков [2].

Более простой и экономичной является естественная вентиляция, однако в современном строительстве её применимость невелика. Фактором являются невысокие показатели воздухообмена, зависимость её мощности от природных факторов, отсутствие стабильности, жёсткие ограничения на длину воздуховодов и сечение вертикальных каналов.

Проанализируем механическую систему вентиляции. Её способ организации воздухообмена в различных помещениях является современным и очень эффективным. Работоспособность механической вентиляции не зависит от изменчивых погодных условий (температура воздуха, давление, сила ветра). Данный вид системы позволяет заменять любое количество воздуха, транспортировать его на существенное расстояние, создавать местную вентиляцию. Воздух, подаваемый в помещение, может быть особым образом подготовлен: подогрет, охлаждён, осушён, увлажнён и очищен. К недостаткам механической вентиляции можно причислить крупные начальные затраты, расходы на электроэнергию и эксплуатационное обслуживание.

Системы вентиляции делятся на приточные, вытяжные и комбинированные [1]. Приточная вентиляция осуществляет подачу в помещение свежего воздуха вместо отработанного, который удаляется через ограждающие конструкции или пассивные вытяжные каналы. Приточная вентиляция конструктивно считается одной из наиболее сложных. В результате устройства только лишь приточной вентиляции давление в помещении станет увеличиваться, а загрязненный воздух может попасть в соседние помещения. По этой причине в основном используют комбинированную приточно-вытяжную вентиляцию с притоком и вытяжкой одинакового количества воздуха. Согласно исследованиям авторов [2], наилучшие характеристики комфорта и производительности демонстрирует общеобменная приточно-вытяжная механическая вентиляция, которая широко применяется в новом строительстве. Сбалансированность приточно-вытяжного воздухообмена даёт возможность избежать сквозняков и забыть про эффект «хлопающих дверей».

В результате рассмотрения вышеупомянутых систем можно сделать вывод о том, что каждая система вентиляции имеет свои особенности. При выборе подходящей для конкретных условий системы нужно учитывать множество факторов: от специфики использования помещения до наличия препятствий для воздушного потока. Применение индивидуального подхода, основанного на сопоставлении различных систем вентиляции, позволит подобрать наиболее подходящий вариант для заказчика. При этом нельзя забывать, что от правильного выбора системы вентиляции зависит не только качество выпускаемой продукции, но и

здоровье работников предприятия. Упускать этот важный момент и экономить на нем ни в коем случае нельзя.

Литература

1. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация: учебное пособие / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. – М.: КНОРУС, 2016. – 368 с.
2. Краснов, В. И. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие / В. И. Краснов. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 224 с.

УДК 66.09

Ахметгалиев И. Ф.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

СЕПАРАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ БИОГАЗА

Аннотация. Рассматривается очистка биогаза от нежелательных примесей инерциальным методом разделения газов с использованием вихревых сепараторов.

Ключевые слова: сепарация, биогаз, разряжение, метан.

Биогазовые технологии широко применяются в европейских странах, а также в Китае и США, и внедряются во все сферы жизни человека. Такое активное применение экономически обосновано – биогаз является дешевым и доступным видом альтернативного топлива.

Биогаз получают как продукт разложения органических отходов в процессе метанового брожения. В зависимости от типа исходного сырья состав полученного газа может меняться. Основными компонентами биогаза являются: метан (CH_4) – около 60%; углекислый газ (CO_2) – 35%; сероводород (H_2S) – 2%; аммиак (NH_3) – 1%; и др. Физические свойства основных компонентов биогаза представлены в таблице. Энергетическая ценность 1 кубометра биогаза составляет порядка 7000 ккал, что несколько ниже, чем показатели природного газа. Однако биогаз применяют в качестве горючего топлива в отоплении, быту, а также и в автотранспорте [1].

Основные компоненты биогаза

Газ	Формула	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Критические условия	
				Температура, °С	Давление, МПа
Метан	CH ₄	16,04	-161,5	-82,5	4,491
Углекислый газ	CO ₂	44,01	-78	-31	7,38
Сероводород	H ₂ S	34,08	-60	100,5	9,007
Аммиак	NH ₃	17,03	-33,34	132	11,5

Учитывая, что в мире накоплено большое количество органических отходов, биогаз является доступным видом топлива и его применение решает достаточно широкий спектр проблем, но в то же время требует достаточно больших затрат на системы очистки, т. к. полученный в метантеках газ содержит различные коррозионно-активные примеси, такие, как сероводород и углекислый газ.

Существует множество различных способов очистки биогаза от примесей с извлечением метана, из которых можно выделить инерциальные способы очистки:

Инерциальные способы очистки основаны на воздействии центробежной силы на частицы с различной массой. Биогаз a'' (рис. 1, а) предварительно сжимается в компрессоре 1 до определенного давления и охлаждается, вода конденсируется в емкости 2, после чего газ завихряют и пропускают через сопло Лавала 3, где примеси, расширяясь, охлаждаются и собираются в капли (эффект Джоуля-Томсона: изменение температуры газа при протекании его под постоянным перепадом давления) [2]. Происходит процесс адиабатического дросселирования $a' - a$ (рис. 1, а), который нужно повторять до достижения необходимого эффекта. Затем полученную газожидкостную смесь направляют в сепаратор 4 для отделения метана от капель углекислого газа и сероводорода. В сепараторе предварительно создается разрежение. Данные конструктивные решения объединены в сверхзвуковом сепараторе [3]. Углекислый газ при температуре 20°С и давлении 60 атм. сгущается в бесцветную жидкость, но для сжижения метана данных условий будет недостаточно, однако эти условия достаточны для сжижения остальных примесей, и при этом появля-

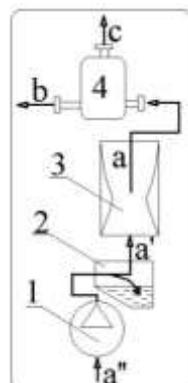


Рис. 1. «Система очистки биогаза»:

- 1 – компрессор;
- 2 – конденсатор воды;
- 3 – сопло Лавала;
- 4 – сепаратор

ется возможность отсепарировать их, что является достаточно эффективным способом выделения метана из биогаза [4].

Из-за наличия явления уноса жидкой фазы газом разделение производят в несколько ступеней (рис. 2, А). Биогаз подается в компрессор и под давлением направляется в базовый сепаратор c_0 , где разделяется на два потока. Поток легкой фракции направляется в секцию обогащения частицами малой молекулярной массы L , где поток тяжелых частиц направляется на смешение с исходным газом, а поток легких частиц c (предположительно метан, водород и аммиак) выводится из системы очистки. Поток тяжелой фракции, соответственно, подается в секцию обогащения компонентами более высокой молекулярной массы T , где поток более легких частиц направляется на смешение с исходным газом, а поток тяжелых частиц b (углекислый газ, сероводород и пр. тяжелые примеси) выводится из системы очистки. Количество ступеней может меняться в зависимости от требований к очистке биогаза. Для модернизации аппаратного метода очистки биогаза предлагается альтернативная схема, где используется два базовых сепаратора $c1$ и $c2$, и которая позволит значительно повысить производительность сепарационной установки (рис. 2, Б). Суммарной производительностью установки будет производительность двух секций этих сепараторов.

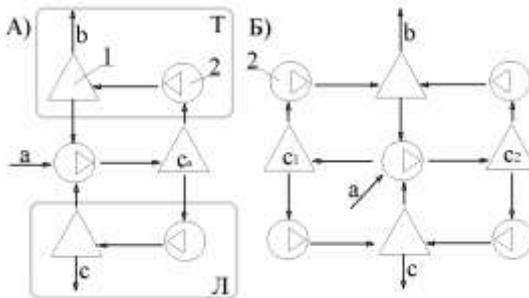


Рис. 2. «Многоступенчатая сепарация»: 1 – сепаратор; 2 – компрессор

Сверхзвуковой сепаратор имеет довольно простую конструкцию, без движущихся частей, удобный в обслуживании, а также может эффективно и достаточно качественно разделять биогаз на компоненты.

Литература

1. Ахметгалиев, И. Ф. Проблемы утилизации органических отходов крупного рогатого скота с получением биогаза / И. Ф. Ахметгалиев, А. Е. Кондратьев

// Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XIV междунар. молодежн. научн. конф. по естественнонауч. и техн. дисц.: в 4 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: ПТГУ, 2019. – С. 78-80.

2. Мияссаров, Р. Ф. Повышение эффективности разделения компонентов природного нефтяного газов / Р. Ф. Мияссаров, А. А. Ишмурзин // Инженер-нефтяник. – 2017. – №2. – С. 64-66.

3. Устройство для сжижения и сепарации газов / В. И. Алферов, Л. А. Багиров, Л. М. Дмитриев, С. З. Имаев, В. И. Фейгин // Патент РФ № 2007131786/06: 2009 г. – Бюл. № 7.

4. Мияссаров, Р. Ф. Оборудование низкотемпературной подготовки природного газа газоконденсатных месторождений / Р. Ф. Мияссаров, А. А. Ишмурзин, Р. А. Махмутов // Технологии нефти и газа. – 2017. – №3. – С. 57-61.

УДК 697.92

Галанина А. Е.

Научный руководитель: Звонарева Ю. Н., доцент

Казанский государственный энергетический университет

ПЕРЕВОД ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ЗАКРЫТЫЕ НА ПРИМЕРЕ Г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

***Аннотация.** Предмет исследования составляет процесс перевода открытых систем теплоснабжения на закрытые системы. С учётом прогнозируемых изменений объёма сетевой воды и качества горячей воды описаны меры, необходимые для перевода и специфичные для г. Набережные Челны. В результате анализа ситуации в юго-западной части города были смоделированы итоги изменения открытой схемы теплоснабжения на закрытую для северо-восточной части Набережных Челнов.*

***Ключевые слова:** открытые системы теплоснабжения, закрытые системы теплоснабжения.*

С 1 января 2013 года вступили в силу поправки в Федеральный Закон от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении» [1]. Одна из наиболее значимых – дополнение статьи 29 частью 8: с 1 января 2013 года подключение объектов капитального строительства потребителей к централизованным открытым системам теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается. Кроме этого, значимо дополнение статьи 29 частью 9: с 1 января

2022 года использование централизованных открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается.

Набережные Челны имеют смешанную схему теплоснабжения – юго-западная часть города имеет закрытую схему, северо-восточная часть – открытую [2]. Учитывая, что п. ЗЯБ запитан теплом от НчТЭЦ, а п. ГЭС и п. Сидоровка в летнее время и часть отопительного сезона запитаны от центрального источника, у потребителей северо-восточной части г. Набережные Челны, получающих воду из открытой части системы, ухудшилось качество воды ввиду уменьшения крайности обмена сетевой воды в системе в целом.

С учётом динамики расходов подпиточной воды в сторону уменьшения в последующие годы прогнозируется дальнейшее уменьшение кратности объёма сетевой воды и соответственно значительное ухудшение качества горячей воды в открытой схеме города.

Выбор закрытой системы обуславливается также тем, что нормативный срок службы трубопроводов для открытых систем составляет 15 лет, для закрытых – 25 лет. Срок службы наружных тепловых сетей для открытых систем – не более 25 лет, для закрытых – до 40 лет.

Для осуществления перевода открытой системы теплоснабжения северо-восточной части г. Набережные Челны на закрытую необходимо провести ряд мероприятий:

1. установить индивидуальные тепловые пункты (ИТП) горячего водоснабжения с подогревателями горячей воды у всех абонентов;
2. произвести реконструкцию городского водопровода с увеличением диаметров трубопроводов – для дополнительного расхода холодной воды для горячего водоснабжения;
3. произвести реконструкцию тепловых сетей и насосных станций с учётом дополнительных расходов в обратных трубопроводах;
4. произвести реконструкцию насосных станций на ОАО НчТЭЦ.

Переход на закрытую схему теплоснабжения приведёт к позитивным сдвигам, а именно:

- к улучшению качества воды у потребителей, установивших теплообменники;
- к снижению тарифов на отопление в северо-восточной части города;
- к снижению уровня коррозии (на что уже указывают соответствующие индикаторы: в 2016 г. уровень коррозии составил $0,08 \div 0,11$ мм/год).

Литература

1. Федеральный закон от 27.07.2010: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-27072010-n-190-fz-o/>.
2. Проект схемы теплоснабжения города Набережные Челны: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1876>.
3. Отдел энергетики г. Набережные Челны: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nabchelny.ru/company/34>.

УДК 620.179

Гапоненко С. О.

Казанский государственный энергетический университет

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

***Аннотация.** Автором представлены результаты научных исследований в области контроля технического состояния инженерных коммуникаций различного назначения. Теоретическая значимость работы заключается в разработке комплексной методики контроля технического состояния коммуникаций, в основе которой лежит усовершенствованный акустико-резонансный метод контроля местоположения трубопроводов, выполненных из различных материалов. Практическая значимость заключается в разработке и создании информационно-измерительного комплекса с оригинальным пакетом прикладных программ, реализующего предлагаемый метод, что позволяет повысить достоверность и избирательность контроля технического состояния инженерных коммуникаций.*

***Ключевые слова:** трубопровод, инженерные коммуникации, информационно-измерительный комплекс, усовершенствованный акустико-резонансный метод, контроль технического состояния, виброакустические характеристики, методика контроля.*

Фотография экспериментальной установки представлена на рисунке.



Экспериментальная установка:

1 – персональный компьютер, 2 – АЦП-ЦАП, 3 – акустический излучатель, 4 – пьезоэлектрический датчик KD-35

Экспериментальные исследования проводились с различными трубопроводами: 2000x125x3,1 (длина 2000 мм, диаметр 125 мм, толщина стенки трубы 3,1 мм), материал полиэтилен; 1000x40x6, материал полипропилен; 1500x110x2,2, материал сталь; 1000x75x2, материал полипропилен. Исследуемые объекты (трубопроводы) укладывались в грунт. Глубина залегания составляла 0,7; 1 и 1,3 м (от стенки трубопровода до края грунта). Исследования проводились по поверхности грунта вдоль оси трубопровода с интервалом 0,1 м. На каждой контрольной точке произведено по пять измерений для получения усредненного значения амплитуды. Производилось сканирование исследуемого объекта частотами в диапазоне от 100 до 1400 Гц, и определялась резонансная частота по максимуму ее амплитуды. Колебания, воспринимаемые пьезоэлектрическим датчиком, регистрировались информационно-измерительным комплексом.

Перед проведением эксперимента для обеспечения достоверности результатов производилась калибровка опорного сигнала по амплитуде.

В таблице приведены результаты сравнения частот, полученных в результате экспериментов и математического моделирования в программном комплексе ANSYS.

Сравнение экспериментальных и расчетных данных

Исследуемый трубопровод	Результаты расчетов в программе ANSYS (частота), Гц	Результаты экспериментальных исследований (частота), Гц	Среднее отклонение, %
1000x40x6 (полипропилен)	1010	1058	4,5
1000x75x2 (полипропилен)	980	939	4,2
1500x110x2,2 (сталь)	804	864	7
2000x125x3,1 (полиэтилен)	768	743	3,3

Анализ результатов расчетов в программном комплексе ANSYS и экспериментальных данных показывает, что основные частоты металлических и неметаллических трубопроводов, выполненных из различных материалов, совпадают со средним отклонением 3,5%. Предлагаемый метод обеспечивает высокую достоверность контроля технического состояния инженерных коммуникаций различных диаметров, длин и материалов.

Экспериментально установлено, что различный тип грунта, материал и длина исследуемых трубопроводов не влияют на резонансные частоты колебаний. Установлено методом моделирования и экспериментальными исследованиями, что область частот 100 – 1100 Гц является наиболее информативной для трубопроводов с диаметром от 40 до 1000 мм. Основная гармоника зависит от диаметра трубопровода.

Литература

1. Гапоненко, С. О. Акустико-резонансный информационно-измерительный комплекс и методика контроля местоположения заглубленных трубопроводов: автореферат дис. кандидата технических наук. – Казань: Казан. гос. энергет. ун-т, 2017. – 22 с.
2. Гапоненко, С. О. Модельная установка для разработки способа определения местоположения скрытых трубопроводов / С. О. Гапоненко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 123-129.
3. Гапоненко, С. О. Измерительно-диагностический комплекс для определения расположения скрытых трубопроводов / С. О. Гапоненко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №3-4. – С. 138-141.
4. Гапоненко, С. О. Методика поиска скрытых полых объектов в грунте / С. О. Гапоненко // Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XII междунар. молодежн. научн. конф. по естественнонауч. и техн. дисц.: в 4 ч. – Ч. 2. – Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – С. 115-118.

5. Шакурова Р. З. Совершенствование методики контроля технического состояния оборудования энергетических систем и комплексов / Р. З. Шакурова, С. О. Гапоненко // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых). – Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. – С. 644-648.

6. Гапоненко, С. О. Перспективные методы и методики поиска скрытых каналов, полостей и трубопроводов виброакустическим методом / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – № 2(47). – С. 9-13.

7. Гапоненко, С. О. Методы контроля местоположения заглубленных трубопроводов / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3 т. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. – С. 157-160.

УДК 532.5

Гарнышова Е. В.

Научный руководитель: Измайлова Е. В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

КОНТРОЛЬ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ТЕПЛООБМЕНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

***Аннотация.** Одной из проблем эксплуатации теплообменного оборудования являются образования слоя накипи на стенках трубок, что снижает коэффициент теплопередачи, эффективность теплообмена и приводит к потерям энергии. В связи с этим является актуальным применение прибора, который можно использовать в помещениях и при уличных условиях в режиме реального времени.*

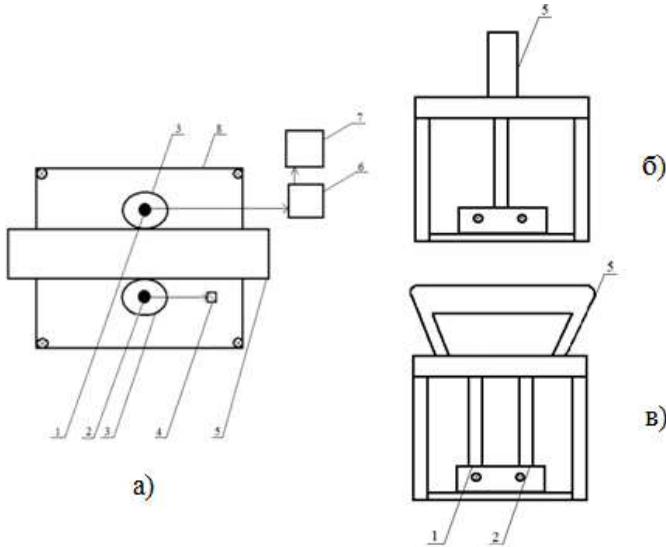
***Ключевые слова:** отложения, поверхности теплообмена, прибор, контроль.*

Вредное влияние накипи проявляется в следующем: слой накипи, покрывающий поверхность нагрева, уменьшает коэффициент теплопередачи между водой и газами, что в итоге вызывает перерасход топлива. Накипь возникает в результате реакции кальция, магния и кремния с металлом труб и образует твердый слой на их внутренней поверхности, препятствуя теплопередаче. Некоторые виды твердых отложений способствуют процессу коррозии. Ущерб от накипи таков, что даже микронные слои водного камня ускоряют точечную коррозию и уменьшают производительность котла [1]. Известно, что 5 мм накипи приводят к перерасходу до 30% тепловой энергии, а 10 мм – повышают её расход в два раза. Чтобы преодолеть тепловое сопротивление накипи, приходит-

ся повышать температуру труб. Это приводит к их перегреву и образованию трещин. Накипь понижает КПД котла на 10-12%.

Снизить энергетические потери можно путем своевременного диагностирования [2] поверхностей теплообмена для контроля толщины отложений. Для этого необходимо иметь оборудование, которое позволит провести контроль в режиме реального времени [3].

Авторами был разработан прибор (рисунок) для контроля толщины отложений на поверхностях теплообмена [4].



Прибор для контроля толщины отложений на поверхностях теплообмена
а) вид сверху; б) вид сбоку; в) вид спереди

Цифрами на рисунке обозначены:

- 1 – пьезоэлектрический датчик (микрофон);
- 2 – ударник;
- 3 – отверстия;
- 4 – тумблер;
- 5 – ручка;
- 6 – аналого-цифровой преобразователь;
- 7 – персональный компьютер;
- 8 – корпус.

Прибор работает следующим образом. На корпусе находятся два отверстия, тумблер и ручка, с помощью которой происходит его перемеще-

ние. В первом отверстии располагается ударник, управление которым осуществляется с помощью тумблера, имеющего два положения – ВКЛ/ВЫКЛ. Во втором отверстии располагается пьезоэлектрический датчик, соединенный с АЦП. Корпус устройства устанавливается на первый диагностируемый участок поверхности теплообмена. Далее при нажатии тумблера в положение ВКЛ ударник возбуждает колебания на поверхности теплообмена, пьезоэлектрический датчик принимает аналоговый сигнал. Далее нажимается тумблер в положение ВЫКЛ. Постоянство силы удара обеспечивается отведением ударника на одно и то же расстояние. После возбуждения колебаний аналоговый сигнал с пьезоэлектрического датчика поступает на АЦП, на выходе которого цифровой сигнал попадает в оперативную память ПК, где в виде файла на жесткий диск записывается посредством специального программного обеспечения [5] и подвергается дальнейшей обработке, после чего делается вывод о наличии отложений. После диагностирования первого участка перемещают прибор на следующий участок поверхности теплообмена.

Контроль отложений на поверхностях теплообмена в режиме реального времени возможно осуществить с помощью мобильного и компактного разработанного прибора, который можно использовать в помещениях и при уличных условиях.

Литература

1. Izmailova E. V., Politova T. O., Garnyshova E. V., Garifullin M. Sh. Control of the condition of heat exchange surfaces by free vibration method IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 288 (2019) 012091. doi: 10.1088/1755-1315/288/1/012091.
2. Зиганшин, Ш. Г. Контроль технического состояния трубопроводов акустическими методами / Ш. Г. Зиганшин, Ю. В. Ваньков, Е. В. Измайлова. – Казань: Издательство Казанского университета, 2015. – 160 с.
3. Izmailova E. V., Garnyshova E. V., Kazakov R. B., Serov V. V. Determination of the sediment thickness on the heat-exchange surfaces by free vibration method E3S Web of Conferences 124, 05069 (2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912405069> SES-2019.
4. Гарнышова, Е. В. Устройство для контроля отложений на поверхностях теплообмена / Е. В. Гарнышова, Е. В. Измайлова, Ю. В. Ваньков // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: сборник трудов V Национальной научно-практической конференции. – Казань. КГЭУ, 2019. – С. 668.
5. Измайлова, Е. В., Ваньков, Ю. В., Гарнышова, Е. В., Зиганшин, Ш. Г., Загреддинов, А. Р. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019615470 «2RSoundSA». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 апреля 2019.

Гатауллина И. М.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА СНЕГОПЛАВИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

***Аннотация.** В статье рассматривается решение проблем, связанных с уборкой и вывозом снега в больших городах, и устранение негативных последствий после снегопадов. Рассмотрен способ утилизации снега с применением теплового насоса, преимущества такого способа. Источником тепла предлагается использование теплоты сточных вод.*

***Ключевые слова:** тепловой насос, снежная масса, утилизация, снегоплавильная установка.*

Тепловой насос – это установка для переноса тепловой энергии от низкотемпературного теплоотдатчика к теплоприемнику с высокой температурой [2]. Назначение тепловых насосов – это сбор тепловой энергии и её транспортировка к потребителю. Источником такой энергии может стать любое тело или среда, обладающая температурой от +1° и более градусов. Количество получаемой полезной тепловой энергии среднего потенциала, за исключением потерь, равно сумме тепловых энергий низкого и высокого потенциалов, что обуславливает эффективность тепловых насосов [1].

Большое количество осадков в виде снега – одна из главных проблем городов в зимнее время. Уборка снега доставляет много неприятностей не только в больших городах, но и в городах средних и малых.

Для борьбы со снегом применяют снегоплавильные установки – это установки для утилизации снега и льда в городских условиях.

Снегоплавильные установки бывают 3 видов:

1. транспортабельные (перевозимые),
2. мобильные,
3. стационарные [3].

Известны конструкции снегоплавильных станций, которым для плавления снега достаточно теплой воды в больших количествах. Для работы снегоплавильной станции в качестве источника можно рассмотреть применение теплового потенциала сточных вод, так как в любом городе есть система отвода сточных вод, а их температура даже в самое

холодное время не опускается ниже 10 °С [4]. Именно эту теплоту можно использовать для работы теплового насоса, другими словами можно отнять тепло сточных вод и с помощью этой теплоты растопить снег. Комбинация мобильной снегоплавильной станции с тепловым насосом на сточных водах дает возможность утилизировать снег на месте, где возможен оперативный доступ к сточным водам [5].

Преимущества применения сточных вод в качестве источника тепла в снегоплавильных станциях:

1. применение такой энергии в качестве поставщика тепла бережёт окружающую среду;

2. вода из нижнего отсека нагрева представляет собой альтернативу теплоты при сгорании дизельного или газового топлива, что существенно сокращает финансовые затраты на эксплуатацию плавильных систем;

3. защитная решётка способствует исключению вложения в дополнительные очистки льда от мусора. Фильтр заменяет энергоёмкие измельчители льда.

4. наличие насоса со сливными трубками исключает переполнение талой жидкостью. Вытекает только холодная, горячая же продолжает функцию топки, сокращая бюджет.

5. грязесборник и фильтрационная сетка предполагают дальнейшее использование очищенного песка и воды в производстве;

6. во время отсутствия осадков машины можно использовать для нагрева и очистки технической воды [2].

Комбинирование снегоплавильной станции с тепловым насосом экономит финансы и время утилизации, а также улучшает экологическую обстановку в городских условиях. Применение таких станций значительно повышает эффективность работы коммунальных служб.

Литература

1. Гатауллина, И. М. Применение тепловых насосов для борьбы со снегом / И. М. Гатауллина // V Национальная научно-практическая конференция «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве». – 2019. – Т. 1. – С. 671-674.

2. Гатауллина, И. М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепловых насосов / И. М. Гатауллина // V Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». – 2019. – Ч. 1. – С. 38-41.

3. Храменков, С. В. Система удаления снега с использованием городской канализации / С. В. Храменков, А. Н. Пахомов, М. В. Богомолони // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – № 10. – С. 50.

4. Борисюк, Н. В. Снег, снежная масса, утилизация / Н. В. Борисюк // Строительная техника и технологии. – 2017. – С. 56-60.

5. Гатауллина, И. М. Особенности утилизации снежной массы в городских условиях с применением теплового насоса / И. М. Гатауллина // Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XIV Международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – 2019. – Ч. 2. – С. 101-104.

УДК 621.311.243

Гилязова Г. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

***Аннотация.** В статье рассмотрена возможность модернизации системы теплоснабжения посредством использования гелиосистем, проанализированы преимущества и недостатки использования солнечных коллекторов в разных климатических условиях.*

***Ключевые слова:** гелиосистема, солнечный коллектор, солнечная энергетика, вакуумный коллектор, плоский коллектор, концентратор, система на солнечном ресурсе.*

С каждым годом интерес к системам теплоснабжения на солнечном ресурсе только возрастает. Возможности энергетики, базирующейся на использовании излучения Солнца чрезвычайно велики, ведь всего лишь 0,0125% получаемого Землёй солнечного излучения может обеспечить энергией весь мир, а для того, чтобы покрыть потребности мировой энергетики на перспективу, достаточно 0,5%. [5]

Гелиоэнергетика представляет собой процесс нагрева рабочего тела, находящегося у поверхности или в объёме, с помощью солнечного излучения, а затем распределение её в сеть. Применение солнечных систем эффективно даже при нашем суровом климате. Оно позволяет сокращать расходы на отопление, а летом и совсем получать бесплатную горячую воду. Солнечные коллекторы могут применяться для подогрева воды, отопления бытовых и промышленных объектов, снабжения энергией теплиц и подогрева бассейнов. Однако интенсивность излучения,

которое мы получаем от Солнца, невелика, поэтому возникает необходимость устанавливать коллекторы на больших территориях [1].

Простейший солнечный коллектор состоит из черных металлических пластин, заключенных в стеклянный либо пластиковый корпус, который обычно устанавливается на крыше дома. Солнечный коллектор можно сравнить с маленькой теплицей, накапливающей солнечную энергию. В накопительной ёмкости вода всегда сохраняется горячей, температура её может достигать 70 градусов. Данная энергия нагревает воду, проходящую по скрытым под пластиной трубам. Эффективность теплоносителя тем выше, чем больше энергии ему передается. Несмотря на то, что все коллекторы работают по одному принципу, их конструкция может отличаться в зависимости от того, какого типа коллектор и в какой сфере он будет использоваться [4].

По конструкции гелиоустановки бывают вакуумные и плоские.

Вакуумные коллекторы отличаются высокой эффективностью, простотой монтажа, но при этом характеризуются сложной конструкцией, способной обеспечивать теплом весь дом и нагревать воду в любое время года. Гелиоустановки вакуумного типа состоят из стеклянных трубок, внутри которых находится поглощающее солнечный свет устройство. В основе работы лежит принцип термоса. Вакуум является хорошим теплоизолятором, что способствует сокращению теплопотерь данных коллекторов. По способу нагрева различают два вида вакуумных гелиоустановок – прямоточные и с косвенной передачей. Первый вид направлен на использование в теплое время года, с апреля по сентябрь, а второй – для всесезонного применения. Недосток таких установок – это высокая стоимость. Поскольку все элементы установки соединены последовательно, замена и ремонт хотя бы одной вышедшей из строя трубки становится проблематичной.

Плоские солнечные коллекторы являются одними из наиболее востребованных и распространенных типов. Плоский солнечный коллектор рекомендуют к установке в южных регионах, так как такой вид коллекторов эффективен с целью обеспечения дома горячим водоснабжением лишь в теплое время года. В холодный период года КПД установки низкий. Их главное преимущество в доступной цене, однако в отличие от других моделей у них большие потери тепла [2].

Существуют солнечные коллекторы с концентраторами и без. Первые предназначены для преобразования энергии благодаря гелиоконцентраторам, которые повышают ее плотность. В таких гелиосистемах вся энергия Солнца концентрируется в луч света, с помощью зеркал и линз, затем сфокусировавшаяся в луч света энергия используется для

подогрева рабочей жидкости. Для этих установок в основном используют параболические и другие виды отражателей. Коллекторы, не оборудованные концентраторами, поглощают солнечную энергию с обычной интенсивностью [3].

Литература

1. Калинина М.В. Оценка эффективности применения солнечных коллекторов разных модернизаций // Научному прогрессу-творчество молодых: материалы XIII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам: в 4 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – С. 93-94.
2. Сайфутдинова, Г. Б. Российская энергетика в зеркале политических и экономических трансформаций / Г. Б. Сайфутдинова, С. С. Усачев, Л. Р. Ахметшина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М.: НИИЦ, 2015. – С. 82-84.
3. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. Раздел № 3. – С. 33-34. [Электронный ресурс]. Свободный (дата обращения 29.10.2019).
4. http://mert.tatarstan.ru/rus/administrativ/Soglasovanie_tehnologicheskikh_kart/io_gv/minenergo.htm [Электронный ресурс]. Свободный (дата обращения 29.10.2019).

УДК 620.164.3

Захарова В. Е. Гапоненко С. О.

Казанский государственный энергетический университет

МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

***Аннотация.** Предложен модальный анализ собственных колебаний стальных трубопроводов, представляющий собой расчет вертикального и бокового давления, оказываемого грунтом на трубопроводы, на основе которого было проведено исследование колебаний в программном комплексе Ansys. Представлены результаты модального анализа для стальных труб при схеме укладки с наклонными стенками и различном грунте.*

***Ключевые слова:** трубопровод, модальный анализ, собственные колебания.*

До проведения выработки и до возведения подземного сооружения грунт в неограниченном массиве находится в состоянии естественного или геостатического равновесия при действии собственного веса [1].

Давление грунта на подземные сооружения оказывается иным, чем давление в нетронутом массиве на той же глубине: оно не остается постоянным, а меняется вследствие изменения температурно-влажностных условий и ползучести грунта. В большинстве случаев давление на сооружение постепенно нарастает с течением времени, достигая наибольшей величины через некоторый промежуток времени, с последующим иногда уменьшением [2].

Для проведения анализа собственных колебаний трубопровода нами было смоделировано 5 стальных труб с характеристиками: 127x2,8; 180x4; 244,5x5,5; 355,6x8 и 630x14. Все размеры были взяты из ГОСТ 10704-91 [3].

В рамках смоделированных условий трубопровод закреплен с двух сторон на расстоянии $0,22L$, схема укладки подземного трубопровода – с наклонными стенками.

Были рассчитаны вертикальное и боковое давление грунта на стальной трубопровод, кН/м [4]:

$$Q_{ГР}^B = n\gamma H D_H K_H, \quad (1)$$

где n – коэффициент перегрузок для внешних, постоянных и временных нагрузок;

γ – удельный вес грунта, кН/м³;

D_H – наружный диаметр трубы, м;

K_H – коэффициент концентрации давления грунта засыпки при укладке труб на ненарушенный грунт в насыпи.

$$Q_{ГР}^Г = n\gamma \left(H + \frac{D_H}{2} \right) D_H \lambda_H, \quad (2)$$

где H – глубина погружения трубопровода, м;

λ_H – коэффициент при нормальной степени уплотнения засыпки.

На основании полученных данных было определено давление, кН/м², оказываемое грунтом на трубопровод [5]:

$$q = \frac{Q_{эkv}}{D_H}, \quad (3)$$

где $Q_{эkv}$ – расчетная линейная приведенная эквивалентная нагрузка, кН/м.

После проведения модального анализа в программном комплексе Ansys, были получены результаты для 100 форм колебаний (табл. 1, табл. 2). Расчеты приведены для различных категорий грунта (табл. 3).

Таблица 1

Мода	Трубопровод метровый								
	127x2,8			180x4			244,5x5,5		
	-	Г-I	Г-VI	-	Г-I	Г-VI	-	Г-I	Г-VI
1	190,09	190,02	190	145,88	145,85	145,85	106,14	106,11	106,11
...
100	8846,5	8846	8845,9	8793,6	8793,6	8793,6	7232,9	7232,7	7232,7

Таблица 2

Мода	Трубопровод метровый					
	355,6x8			630x14		
	-	Г-I	Г-VI	-	Г-I	Г-VI
1	42,674	42,652	42,647	17,373	17,35	17,345
...
100	5195,6	5195,5	5195,5	3061,5	3061,4	3061,3

Таблица 3

Категория грунта	Наименование грунта
Г-I	Пески гравелистые, крупные и средней крупности
Г-II	Пески мелкие
Г-III	Пески пылеватые
Г-IV	Глины
Г-V	Суглинки
Г-VI	Глины тяжелые

Литература

1. Гапоненко, С. О. Акустико-резонансный информационно-измерительный комплекс и методика контроля местоположения заглубленных трубопроводов: автореферат дисс. канд. техн. наук. – Казань: Казан. гос. энергет. ун-т, 2017. – 22 с.
2. Диагностические модели изменения технического состояния механических систем / В. В. Гриб и др.; под общ. ред. В. В. Гриба. – М.: МАДИ(ГТУ), 2007.
3. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент (с Изменением № 1) ГОСТ 18599-2001: взамен ГОСТ 10704-76: введен 1993-01-01/ Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М.: Стандартинформ, 2008.
4. Гапоненко, С. О. Перспективные методы и методики поиска скрытых каналов, полостей и трубопроводов виброакустическим методом / С. О. Гапо-

ненко, А. Е. Кондратьев // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – №2(47). – С. 9-13.

5. Гапоненко, С. О. Модельная установка для разработки способа определения местоположения скрытых трубопроводов / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 123-129.

УДК 62-112.9

Калашников Д. А., Гарбузов Д. Д.
Научный руководитель: Саввин Н. Ю., ассистент
*Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова*

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

***Аннотация.** Рассмотрена конструкция и дан анализ работы первого электродвигателя, нашедшего практическое применение в промышленности.*

***Ключевые слова:** электродвигатель, ротор, электромагнитная катушка.*

Непрерывное развитие техники, медицины и науки кардинально изменили жизнь человечества в лучшую сторону. Научно-технический прогресс позволил рационально использовать человеческий труд. Огромную роль в этом процессе играют двигатели. Благодаря им можно выполнять механическую работу, преобразуя разнообразные виды энергии. Электрический двигатель является на данный момент одним из самых востребованных устройств в современном мире.

Одним из первых электрических двигателей, который нашел практическое применение, был электродвигатель Фромана, его использовали в типографиях и телеграфных станциях. Этот электродвигатель изобрёл Поль Гюстав Фроман, который был французским инженером-электриком, выпускником политехнической школы, разработавшим ряд научных приборов, таких как маятник для эксперимента Фуко, улучшенную версию часов Шепарда [1].

Электродвигатель Фромана (рис. 1) состоит из вращающегося ротора 1, на котором расположены постоянные магниты 2, электромагнитной катушки 3 с ферромагнитным сердечником 4.

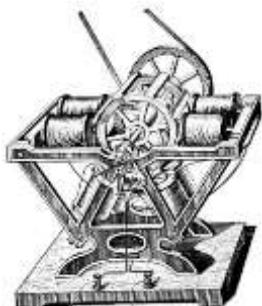


Рис. 1. Электродвигатель Фромана

Электродвигатель работает следующим образом. При замыкании электрического контакта под действием магнитного поля постоянного магнита на электромагнитную катушку подается напряжение. Сердечник электромагнитной катушки намагничивается, и создается сила притяжения. Под действием этой силы ротор совершает вращение. Если электродвигатель имеет несколько катушек, то катушки располагаются ассиметрично вокруг ротора для более равномерного крутящего момента, так что каждый из них тянет по очереди, а не все сразу [2].

На изображенной схеме (рис. 2) катушка 1 только что выключилась, когда через нее проходит магнит стержень, 2 включился и притягивает к себе противоположный стержень. За этим последуют 3 и 4 по очереди. Более простая схема с одной катушкой, требует первоначального постороннего усилия, чтобы система начала работать [3].

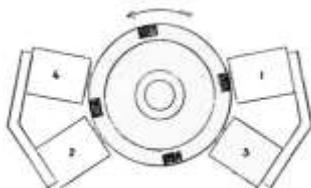


Рис. 2. Схема электродвигателя с 4 катушками

Рассмотренный электродвигатель Фромана является первым этапом в развитии конструкции двигателей постоянного тока.

Литература

1. Froment Motors // Instruments for Natural Philosophy. http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Electric_Motors/Froment_Motor/Froment_Motor.html (дата обращения 03.11.2019).
2. Froment's «mouse-mill» motor // Scran. <https://www.scran.ac.uk/database/record.php?usi=000-000-529-517-C>. (дата обращения 04.11.2019)
3. Кенио, Т. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами / Т. Кенио, С. Нагамори. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 184 с.

Макуева Д. А.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация. В статье предложено использование водных растворов пропиленгликоля с различными концентрациями основного компонента в системе теплоснабжения частного дома. Приведена зависимость температуры кристаллизации водного раствора пропиленгликоля от его концентрации. Подобрана оптимальная концентрация гликоля в воде для применения в системах теплоснабжения.

Ключевые слова: теплоемкость, гликоль, системы теплоснабжения, кристаллизация, водные растворы пропиленгликоля, температура замерзания, водный раствор.

Теплоноситель представляет собой вещество, служащее для переноса тепла в теплообменном оборудовании от источника к точкам теплообмена. Одним из распространенных и доступных для потребителя вариантов является вода. Несмотря на все необходимые для теплоносителя свойства, вода имеет высокую температуру кристаллизации. Именно поэтому воду следует заменить (если позволяет конструкция теплообменного аппарата) альтернативными вариантами теплоносителей [1]. Если существует опасность попадания антифриза в хозяйственную воду (например, через бойлер косвенного нагрева, двухконтурный котел), следует приобрести безвредный пропиленгликоль. В то время, как теплоносители технического назначения на основе этиленгликоля считаются ядовитыми и токсичными (ГОСТ 19710-83), и поэтому его применение в жилых помещениях крайне затруднительно [2].

Пропиленгликоль – двухатомный спирт, представляющий из себя при нормальных условиях бесцветную вязкую гигроскопичную жидкость с температурой кипения +187 °С, кристаллизации -60 °С [3].

Жидкое состояние теплоноситель на основе пропиленгликоля сохраняет при температуре от -40 до -100 °С. Важнейшим теплофизическим параметром водного раствора пропиленгликоля (ВРП) является зависимость температуры кристаллизации от его концентрации. Зави-

симось температуры от концентрации имеет нелинейный характер, приведенный в таблице.

Технические показатели водных растворов пропиленгликоля

Показатели	Норма					
	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Температура начала кристаллизации, °С	-6 °С	-11 °С	-23 °С	-35 °С	-50 °С	-65 °С
Плотность при заданной температуре, г/см ³	1,014 – 1,016	1,022 – 1,024	1,031 – 1,033	1,036 – 1,038	1,040 – 1,042	1,041 – 1,043

Плотность теплоносителя зависит от концентрации основного компонента (от 5 % до 99,8 % от веса антифриза). Чем выше процентное количество антифриза, тем выше температура его кристаллизации, а также выше показатель плотности ВРП [4].

В системах теплоснабжения жилых помещений целесообразно запускать 40-45 % раствора гликоля, поскольку неразбавленные составы антифризов оказывают агрессивное воздействие и склонны стимулировать развитие коррозии [3]. В приведенной таблице рассматриваются 20-70 % составы и температуры, при которых начинается процесс кристаллизации.

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что для эффективной работы систем теплоснабжения (например, для систем отопления и хладоснабжения в жилых зданиях, на пищевых, парфюмерных предприятиях и др.) необходимо выбрать 50% пропиленгликоль на водной основе. Однако перед тем, как запустить водный раствор пропиленгликоля в систему отопления, во избежание внепланового ремонта, следует учесть следующие свойства антифриза: высокую стоимость и вязкость.

Литература

1. Пропиленгликоль для отопления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abuildic.ru/propilenglikol-dlja-otoplenija.html> (дата обращения 17.01.20).
2. Сравнение теплоносителей: вода, пропиленгликоль и этиленгликоль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teploobmenka.ru/oborud/art-compare/> (дата обращения 25.01.20).
3. Сфера применения пропиленгликоля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eglikol.ru/sfera-primeneniya-propilenglikolya> (дата обращения 02.03.20).

Мукатдаров А. А.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

***Аннотация.** Пьезоэлектрические датчики широко применяются при динамических испытаниях оборудования в энергетической отрасли. Датчики имеют широкий диапазон измерений как по частоте, так и по значениям измеряемых параметров. Перед применением пьезоэлектрические датчики необходимо калибровать.*

***Ключевые слова:** пьезоэлектрические датчики, калибровка, методы калибровки, измеряемые параметры.*

Калибровка пьезоэлектрических датчиков является важнейшей частью процедуры подготовки средств измерений к проводимым исследованиям. Основной целью калибровки датчика является определение его чувствительности в рабочем диапазоне частот и амплитуд в направлении оси чувствительности датчика, т. е. определение коэффициента передачи, амплитудной характеристики, АЧХ и ФЧХ. Калибровку датчиков вибрации выполняют абсолютными методами и методом сличения. В абсолютных методах используют вибрацию или удар с известными параметрами. Абсолютный метод можно назвать также калибровкой по заданному внешнему воздействию. К абсолютным методам относятся калибровка методом измерения амплитуды перемещения и частоты, калибровка на центрифуге, гравитационная калибровка, калибровка методом удара. В методе сличения калибровку выполняют сравнением сигналов, снимаемых с эталонного и калибруемого датчиков при одинаковой вибрации. Из равенства параметров измеряемой вибрации для обоих датчиков получают соотношение пересчета для определения чувствительности калибруемого датчика.

Калибровку методом измерения амплитуды перемещения и частоты выполняют на специальной калибровочной установке с вибратором. Калибруемый датчик закрепляют на столе вибратора. Задают гармонические колебания стола вибратора с некоторой частотой и амплитудой. Амплитуду измеряют, например, специальным измерительным (отсчетным) микроскопом, частоту – частотомером. Зная амплитуду смещения A_0 и частоту k гармонических колебаний стола вибратора, измеряют отклик калибруемого датчика (электрический сигнал на вы-

ходе). Чувствительность датчика к вибросмещению определяют как частное

$$S_A(k) = \frac{B_0}{A_0},$$

где B_0 – амплитуда электрического сигнала на выходе датчика; A_0 – амплитуда смещения стола вибратора

Калибровка на центрифуге. Центрифуга представляет собой платформу, которая вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью. Датчик, установленный на центрифуге, подвергается воздействию постоянного центробежного ускорения. На центрифуге калибруются датчики ускорения с рабочим частотным диапазоном, начинающимся от нуля герц. Чувствительность датчиков ускорения на нулевой частоте этим способом определяется с погрешностью не более 1 %

Гравитационная калибровка. При калибровке используется вес инертного элемента измерительного осциллятора. Калибровочная установка представляет собой платформу с поворотной опорой, имеющей возможность изменять свое положение в пространстве относительно вертикальной оси. Датчик располагается на платформе так, чтобы измерительная ось была вертикальна, а затем переворачивается, чтобы направление оси чувствительности изменилось на обратное. Разность постоянных сил, приложенных в обоих случаях к инертному элементу с массой M , составляет $2Mg$. Если в прямом положении с выхода прибора снимается некоторый отклик B_{a1} , а в перевернутом положении отклик B_{a2} , то чувствительность прибора к ускорению a определяется отношением

$$S_A(0) = \frac{\Delta B_a}{2g},$$

где разность $\Delta B_a = B_{a1} - B_{a2}$ обусловлена разностью ускорений $2g$.

Метод приложения дополнительной силы является вариантом гравитационной калибровки. Для применения этого метода датчик должен работать при вертикальной ориентации измерительной оси, обладать амплитудной характеристикой, линейной в широких пределах и допускать нагружение инертного элемента измерительного осциллятора дополнительными грузами. Нагружая инертный элемент датчика грузами, получим ряд откликов B_a прибора на эти нагрузки. Зависимость откликов B_a на ряд нагрузок является амплитудной характеристикой датчика.

Калибровка ударом. Абсолютные методы калибровки ударом основаны на измерении скорости датчика после удара. Датчик закрепляют на

платформе маятникового устройства, ударяют молотком по платформе и измеряют скорость платформы. Ударный импульс может также создаваться в результате торможения сборки с закрепленным на ней датчиком. Сборка либо принудительно разгоняется, либо свободно падает под действием силы тяжести до достижения препятствия. Калибровочные значения получают расчетом по известным из курса теоретической механики формулам. Абсолютные методы ударной калибровки дают погрешность менее 5 %, если датчик имеет линейную АЧХ в рабочем диапазоне частот.

Литература

1. Вибростенд для калибровки пьезодатчиков: пат. 178307 Рос. Федерация № 2017127383; заявл. 31.07.2017; опубл. 29.03.2018, Бюл. № 10.
2. Установка для калибровки пьезоэлектрических датчиков / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Е. Е. Костылева и др. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 7-8. – С. 79-86.
3. Виброизмерительная аппаратура: структура, работа датчиков, калибровка каналов: учеб. пособие / В. А. Грибков, Д. Н. Шиян. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 109 с.

УДК 338.43:636.5

Мустафина Г. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИКИ

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос организации оптимального процесса утилизации отходов на птицефабрике, выгода от построения биогазовой установки и причины ее необходимости с экономической и экологической точки зрения.*

***Ключевые слова:** биогазовая установка, биогаз, птицефабрика.*

К биологическим отходам птицефабрик предъявляются жесткие требования ввиду их органического состава, который может привести к возникновению инфекционных, инвазионных заболеваний и экологической катастрофе. Выделяемые химические соединения из помета попадают в открытые водоемы, грунтовые воды и поля, что приводит к пагубным последствиям: «сжигаются» корни растений, вымирают некото-

рые виды рыб, вблизи фабрик наблюдается серьезная антисанитария. Кроме этого, жители населенных пунктов, располагающихся вблизи птицефабрик, страдают от неприятного запаха и насекомых. Навоз и помет отнесены к 3-4 категории опасности, поэтому с некоторых птицефабрик взимается штраф Ростехнадзором за нарушение экологической среды, что приводит к экономическим проблемам птицеводства. Однако птичий помет оказывает не только пагубное действие, но и приносит прибыль при рациональном использовании и качественном способе переработки. К примеру, для переработки отходов птицефабрики без вреда экологии можно применять биогазовую установку, которая не только решит проблему утилизации птичьего помета, но и обеспечивает получение энергии для производства газа и электричества. [1].

Биогаз может заменить ископаемое топливо и уменьшить выбросы CO₂. Энергия играет важную роль на птицефабриках, при поглощении энергии с централизованных сетей могут произойти сбои, что приведет к приостановлению технологических процессов и материальному убытку, но с установкой данного устройства таких сбоев не будет. [2].

Рассмотрим экономические положительные аспекты с использования биогазовой установки:

- 1) отходы без переработки выделяют выбросы метана в атмосферу;
- 2) отсутствие антисанитарии вблизи птицефабрики;
- 3) отсутствие пагубного воздействия на почву и водоемы;
- 4) получение чистого органического удобрения и кормовых добавок;
- 5) обеззараживание отходов от инфекционных болезней;
- 6) получения биогаза;
- 7) не будет необходимости покупать традиционные источники энергии, так как обеспечивается получение биогаза.

Рассмотрим положительные качества с экономической стороны:

- 1) данная установка принесет только выгоду, так как на птицефабрики не будут наложены штрафы Ростехнадзора за нарушение экологической среды;
- 2) производство бесплатной электроэнергии и теплоснабжения;
- 3) не будет необходимости платить за утилизацию органических отходов;
- 4) производство экологических удобрений для применения и продажи. [3].

Но несмотря на положительные аспекты, в России биогазовые установки не востребованы, так как в стране имеется достаточное количество газа, нефти и угля, а также нет достаточного опыта использования альтернативных источников газа.

Литература

1. Загретдинова, А. Р. Установка для анаэробного сбраживания органических отходов с получением биогаза / А. Р. Загретдинова, А. Е. Кондратьев // Научному прогрессу – творчеству молодых: материалы международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. – С. 176-177.
2. Ахметгалиев, И. Ф. Вопросы утилизации органических отходов крупного рогатого скота с получением биогаза / И. Ф. Ахметгалиев // Научному прогрессу – творчеству молодых: материалы международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – С. 176-177.

УДК 620.953:636.5

Мустафина Г. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ НА ПТИЦЕФАБРИКЕ

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос организации утилизации отходов на птицефабрике наиболее рациональным способом, при котором возможно получить экономическую прибыль и улучшить экологическую ситуацию.*

***Ключевые слова:** биогазовая установка, биогаз, птицефабрика, альтернативные источники энергии.*

При использовании в качестве органических удобрений необработанного птичьего помета наносится серьезный урон почве, приводящий к накоплению нитратов, меди и цинка в агрокультуре и водных источниках, иными словами мочева кислота, содержащаяся в последе «сжигает» корни растений, а в водоемах происходит вымирание рыб. Вблизи птицефабрик наблюдают серьезную антисанитарию и опасность возникновения инфекционных болезней. На данный момент в Российской Федерации не наблюдается общепринятой утилизации отходов, чаще всего органические отходы вывозят на поля или близлежащую территорию. Поэтому переработка отходов – серьезная проблема птицефабрик. За сутки в России производится около 300 тонн птичьего помета, только в Республике Татарстан насчитывают 17,4 миллиона голов птиц, на которых приходит-

ся 116 тысяч тонн помета. Несмотря на пагубное действие, помет является ценным сырьем, который может приносить неплохую прибыль при его рациональном использовании при качественном способе переработки. Переработка птичьего помета является актуальной проблемой, решение которой достигается применением биогазовой установки. Основные положительные стороны использования данной конструкции: утилизация отходов происходит без вреда экологии и окружающей среды; на выходе обеспечивается удобрение высокого качества, не содержащее в себе неприятного запаха и инфекционных возбудителей; при утилизации этих отходов получают биогаз, снабжающий всю птицефабрику. [1].

Биоустановка должна соблюдать некоторые обязательные критерии, обеспечивающие предельно комфортные условия для деятельности метаногенов:

- отсутствие доступности проникновения кислорода (обеспечение герметичности);
- обеспечение неизменной температуры при процессе, происходящем в реакторе;
- контролируемое поступление органических отходов;
- контролируемое отведение газа, отходов твердой и жидкой фракции;
- систематическое перемешивание для предотвращения разделения на твердую и жидкую фракцию;
- обеспечение предотвращения попадания в субстрат веществ, негативно влияющих на микроорганизмы или ингибирующих процесс синтеза метана;
- недопущение возникновения механических препятствий для свободного выхода газа;
- исключение попадания света, так как при свете замедляется образование метана;
- обеспечение pH на уровне 4,5-6,3, так как в такой среде достигается максимум жизненной активности. [2].

Рассмотрим общую схему разработки биогазовой установки для птицефабрики:

1) резервуары, состоящие из рабочей, то есть приемной части для поступления биомассы. Биомассой в данном случае считается принимать куриный помет, желателен жидкий, влажностью 65-70%, или другие виды с добавкой к ним жидкого помета, растительной массой или отходов пищи птиц. [3].

2) система обогрева внутри стенок резервуара или на ее поверхности, которая работает с помощью когенерационной установки (теплообменник, котел или насосы);

- 3) механические мешалки для перемешивания биомассы и повышения скорости анаэробных процессов;
- 4) шнековый загрузчик с системой плавного пуска;
- 5) ферментатор, предназначенный для сбраживания массы;
- 6) газгольдер, предназначенный для хранения газа;
- 7) купол из растяжимого материала для предотвращения выхода неприятного запаха и газа;
- 8) система для отвода газа, конденсата и газовой подачи;
- 9) сепаратор, необходимый для разделения фракций;
- 10) резервуар (лагуна) в земле для хранения жидких фракций;
- 11) система автоматики:
 - контроль загрузки и выгрузки в резервуар;
 - перемешивание субстрата с помощью контролера;
 - контроль температуры и системы обогрева;
 - расходомер;
 - датчики давления.
- 12) когенератор, представляющий собой оборудование для выработки тепла и электроэнергии.

Таким образом, с помощью биогазовой установки можно решить не только экологическую проблему, но и экономическую, так как не будет необходимости платить штрафы за неправильное хранение отходов, появится экономия электроэнергии и теплоснабжения, а полученные в результате переработки отходов удобрения также являются источником дохода.

Литература

1. Ибадов, А. А. Применение биогазовой установки для утилизации органических отходов молочного производства / А. А. Ибадов // Научному прогрессу – творчеству молодых: материалы XII международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. – С. 147-148.
2. Кашапова А. Р. Особенности условий хранения биометана / А. Р. Кашапова // Научному прогрессу – творчеству молодых: материалы XI международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. – С. 198-200.
3. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/statya-biogaz-alternativniy-istochnik-energii-1229451.html> (дата обращения 01.03.2020).

Очаева К. В., Медяков А. А., Осташенков А. П.
Поволжский государственный технологический университет

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

Аннотация. Представлен анализ особенностей магнитогидродинамического генератора, описаны возможности и принцип работы МГД-генератора.

Ключевые слова: МГД-генератор, плазма, энергия, электрический ток.

На земле огромное количество альтернативных источников энергии. Человечество малыми шагами идет к созданию источников энергии, получаемых дешевым способом, хотя некоторые из них уже используются. Практически многие виды альтернативной энергии разработаны в теории, смоделированы и получили лабораторные испытания. Одним из таких видов является энергия, получаемая от электролита, расположенного в магнитном поле. Такой эффект называется магнитогидродинамическим, а установка, в которой эту энергию получают, магнитогидродинамический генератор (МГД-генератор).

Реализующий данную идею МГД-генератор непосредственно преобразует тепловую энергию (кинетическую энергию заряженных частиц движущегося рабочего тела) в электрическую и тем самым позволяет существенно повысить эффективность использования топливных ресурсов [1].

Рабочим телом в МГД-генераторе могут быть ионизированные газы (плазма), жидкие металлы, электролиты. Для создания генераторов энергетического назначения наиболее подходящим рабочим телом оказалась плазма. Струя плазмы пролетает между полюсами магнита, пересекает магнитные силовые линии, и в ней возникает электрический ток. Его снимают электроды, расположенные с обеих сторон огненного потока. Здесь нет ни длинной цепи превращения энергии, ни передачи ее от одного носителя к другому, ни вращающихся деталей. Все просто и экономично. Между электродами, расположенными в сильном магнитном поле, пропускается струя рабочего тела, обладающего кинетической энергией направленного движения частиц. При этом, в соответствии с законом электромагнитной индукции, появляется ЭДС, вызывающая протекание электрического тока между электродами внутри канала генератора и во внешней цепи. Поток ионизированного газа –

плазмы – тормозится под действием электродинамических сил, возникающих при взаимодействии протекающего в плазме тока и магнитного потока. Преобразование энергии происходит путем совершения работы по преодолению сил торможения. Принципиальная схема работы МГД-генератора показана на рис. 1.

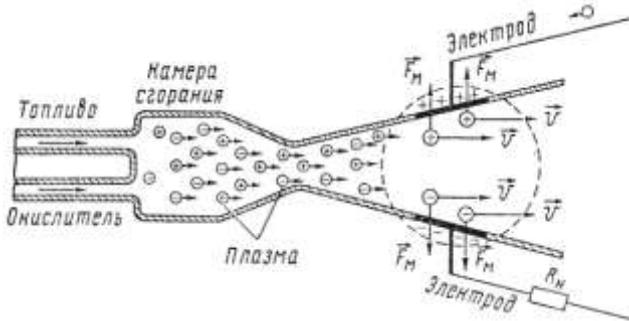


Рис. 1. Принцип работы МГД-генератора

В МГД-генераторе цепочка преобразований энергии значительно короче, чем в паросиловой установке. Но не только в этом состоит преимущество МГД-преобразования энергии. Если в обычном электрическом генераторе проводником, в котором индуцируется ток, является обмотка якоря, то в МГД-генераторе им служит низкотемпературная плазма (рис. 2). [2].

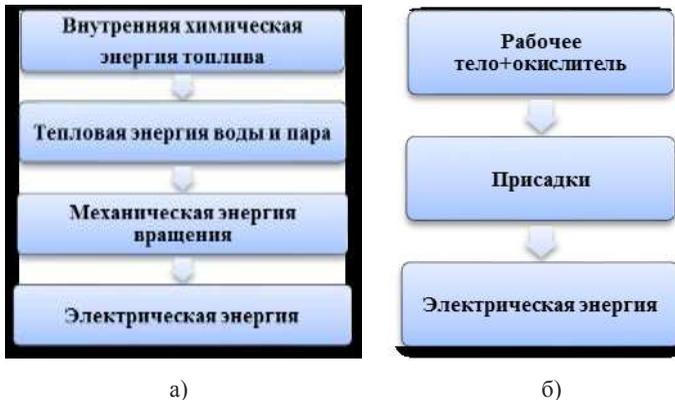


Рис. 2. Принципиальная схема преобразования энергии:
а – паросиловые; б – магнитогидродинамические

В реальных условиях из-за несовершенства паросилового цикла КПД не удастся повысить более чем до 40 %. В МГД-генераторах статические условия работы позволяют использовать материалы, на поверхности которых температура может достигать 2700-3000 °С. Это открывает широкие перспективы повышения КПД преобразования энергии.

Мощность МГД-генераторов напрямую зависит от проводимости проходящего через его канал вещества, квадрата его скорости и квадрата напряженности магнитного поля. Из этих соотношений понятно, что чем больше проводимость, температура и напряженность поля, тем выше отбираемая мощность.

Интерес к МГД-генераторам обусловлен рядом их существующих преимуществ перед другими способами получения электрической энергии:

- полное отсутствие движущихся частей, что позволяет увеличить температуру рабочего тела и, соответственно, КПД;
- большая мощность единичного агрегата – до 1000 МВт;
- возможность эксплуатации в комбинации с традиционными турбогенераторами тепловых и атомных электростанций, что обеспечивает повышение КПД таких электростанций до 60 %;
- МГД-генераторы небольшой мощности могут быть источниками резервного и аварийного электроснабжения, основными элементами бортовых систем питания космической техники.

Для того чтобы использовать МГД-генераторы в большой энергетике, необходимо найти способ получения хорошей электропроводности газа при значительно более низких температурах (желательно не выше 1000°), которые могут быть достигнуты в современных высокотемпературных атомных реакторах.

Литература

1. Роза, Р. Магнитогидродинамическое преобразование энергии / Р. Роза / Пер. с англ. И. Я. Шипука; Под ред. А. В. Губарева. – М.: Мир, 1970. – 288 с.
2. Ушаков, В. Я. Возобновляемая и альтернативная энергетика: ресурсосбережение и защита окружающей среды: монография / В. Я. Ушаков. – Томск: Изд-во «СибГрафик», 2011. – 138 с.

Петрова Д. Г., Орлов А. И.
Марийский государственный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ПРИ РАСЧЕТАХ ПО 5 И 6 ЦЕНОВЫМ КАТЕГОРИЯМ

***Аннотация.** В работе предлагается способ снижения стоимости электроэнергии для предприятий и организаций, приобретающих электроэнергию по 5 и 6 ценовым категориям. Проведено сравнение вариантов затрат на электроэнергию на примере промышленного предприятия г. Йошкар-Олы. При выборе 5 и 6 ценовых категорий необходимо оценить возможность точного почасового планирования. Экономия при расчетах по 5–6 категории может быть достигнута за счет минимизации отклонений фактического объема отклонений от планового.*

***Ключевые слова:** ценовая категория, пиковая нагрузка, контрольные часы.*

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2011 г. № 1179 и п.86 «Основных положений функционирования розничных рынков электрической энергии», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации № 442 от 4 мая 2012 г., предельные уровни нерегулируемых цен на электрическую энергию (мощность) за соответствующий расчетный период рассчитываются гарантирующим поставщиком по 6 ценовым категориям [1].

Пятая ценовая категория характерна для объемов покупки электрической энергии (мощности), в отношении которых за расчетный период осуществляются почасовое планирование и учет, а стоимость услуг по передаче электрической энергии определяется по тарифу на услуги по передаче электрической энергии в одноставочном выражении.

Шестая ценовая категория предназначена для объемов покупки электрической энергии (мощности), в отношении которых за расчетный период осуществляются почасовое планирование и учет, а стоимость услуг по передаче электрической энергии определяется по тарифу на услуги по передаче электрической энергии в двухставочном выражении [1].

Для обеих категорий ведется почасовой учет.

Для потребителей *пятой ценовой категории* стоимость электроэнергии складывается из следующих составляющих:

1) ставка за электрическую энергию предельного уровня нерегулируемых цен, рублей/МВт·ч без НДС ($C_{1(5)}$):

– ставка для фактических почасовых объемов покупки электрической энергии, отпущенных на уровне напряжения ВН, СН I, СН II или НН для потребителей с максимальной мощностью энергопринимающих устройств менее 670 кВт:

$$C_{1.1} = \sum_t (P_t \cdot \Delta t \cdot c_{1.1t(5)});$$

– ставка для суммы плановых почасовых объемов покупки электрической энергии за расчетный период, рублей/МВт·ч без НДС:

$$C_{1.2} = c_{1.2(5)} \sum_{t.n.l} (P_{t.n.l} \cdot \Delta t);$$

– ставка для суммы абсолютных значений разностей фактических и плановых почасовых объемов покупки электрической энергии за расчетный период, рублей/МВт·ч без НДС:

$$C_{1.3} = c_{1.3(5)} \sum_t (\Delta P_t \cdot \Delta t);$$

2) ставка за мощность, приобретаемую потребителем (покупателем), предельного уровня нерегулируемых цен, рублей/МВт в месяц без НДС:

$$C_2 = \frac{c_{2(5)}}{n_{tk}} \sum_{tk} P_{tk}.$$

В представленных формулах P_t – усредненное значение мощности за интервал времени Δt номер t ; P_{tk} – усредненное значение мощности за интервал времени Δt в час максимального совокупного потребления электроэнергии в субъекте Российской Федерации (контрольные часы) номер tk ; P_{tn} – усредненное значение мощности за интервал времени Δt в час пиковой нагрузки номер tn ; tk – номер контрольного часа; n_{tk} – количество рабочих дней, за которое производится усреднение, равное количеству контрольных часов в расчетном периоде; tn – номер часа пиковой нагрузки; $\max\{P_{tn}\}$ – максимальное из усредненных значений мощностей в часы пиковых нагрузок.

Значения почасовых ставок за электроэнергию и ставки за мощность приведены в [1]. Ставка применяется к средней мощности в часы максимального совокупного потребления электроэнергии в субъекте Российской Федерации (контрольные часы), которые публикуются АО «Администратор торговой системы» по истечении каждого расчетного периода [3].

Стоимость электроэнергии для потребителей пятой ценовой категории равна

$$C_{\Sigma(5)} = C_{1.1(5)} + C_{1.2(5)} + C_{1.3(5)} + C_{2(5)}.$$

Для потребителей *шестой ценовой категории* стоимость электроэнергии определяется суммой 3 составляющих. Первые 2 составляющие такие же, как для потребителей пятой ценовой категории. Третья составляющая – ставка тарифа на услуги по передаче электрической энергии за содержание электрических сетей. Данная составляющая определяется по максимальной мощности в часы пиковых нагрузок. Плановые часы пиковой нагрузки публикуются АО «Системный оператор Единой энергетической системы» на год вперед [2].

$$C_{3(6)} = C_{3(6)} \cdot \max\{P_m\}.$$

Стоимость электроэнергии для потребителей шестой ценовой категории равна

$$C_{\Sigma(6)} = C_{1.1(6)} + C_{1.2(6)} + C_{1.3(6)} + C_{2(6)} + C_{3(6)}.$$

Вывод. Предприятиям с максимальной мощностью более 670 кВт можно выбирать только между 3-6 ценовыми категориями. Соответственно, при выборе 5-6 ценовой категории необходимо оценить возможность точного почасового планирования. Если точный прогноз потребления электроэнергии возможен, то за счет минимизации отклонений фактического объема отклонений от планового расчет по 5 или 6 категории может привести к значительной экономии.

Литература

1. Расчет предельных уровней нерегулируемых цен / ПАО «ТНС энерго Марий Эл» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mari-el.tns-e.ru/disclosure/retail-market/raschet-predelnykh/> (дата обращения 15.03.2020).
2. Плановые часы пиковой нагрузки на 2019 год для территорий, отнесенных к ценовым зонам оптового рынка электрической энергии и мощности, и территорий, отнесенных к неценовым зонам оптового рынка электрической энергии и мощности / АО «СО ЕЭС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/2019/pik_chas2019.pdf (дата обращения 15.03.2020).
3. Фактические данные для расчета предельных уровней нерегулируемых цен в ценовых зонах. Часы пиковой нагрузки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.atsenergo.ru/results/market/calcfacthour> (дата обращения 15.03.2020).

Потапов К. В., Медяков А. А., Свечников В. Н.
Поволжский государственный технологический университет

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ: ЗНАЧИМОСТЬ, РОЛЬ В НАШЕЙ ЖИЗНИ

***Аннотация.** В статье проведен анализ значимости электрических двигателей, используемых в повседневной жизни и в промышленности. Выделены наиболее важные особенности электрического двигателя.*

***Ключевые слова:** электрический двигатель, ток напряжение, частота, мощность.*

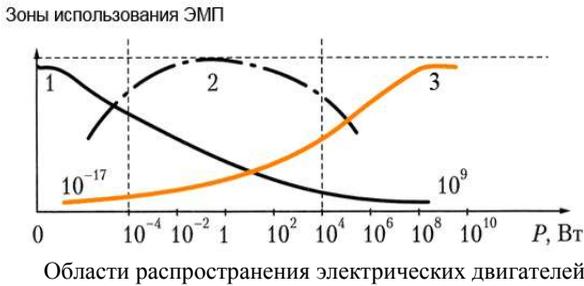
Электроэнергетика проникла во все области деятельности населения планеты. Конечно же, в сельское хозяйство, промышленность, науку, космос. Во многих областях труд человека заменён работой электрическими машинами, которые заставляют работать электродвигатели. Электродвигатели имеют масштабное распространение во всех сферах нашей жизни.

В настоящее время жизнь человечества без электродвигателя трудно представляется. Электродвигатели удобны в обращении и создают относительно мало шума, поэтому они приходят на смену многим другим видам двигателей. Электродвигатели могут работать от переменного или постоянного тока, а размеры их могут быть самыми различными – от миниатюрных, которые используют в игрушках, до средних и больших. Они есть практически везде, хотя и отличаются между собой типом, строением и рабочими характеристиками [1].

Преобладающее большинство электрических двигателей являются двигателями вращательного движения. Они состоят из неподвижной части (статора) и подвижной (ротора). Ротор начинает вращаться после подачи питания к обмоткам двигателя. Однако для ряда механизмов, выполняющих поступательное или возвратно-поступательное движение (суппорты и столы металлорежущих станков, некоторые транспортные средства), с целью упрощения конструкции механической части электропривода иногда используют линейные двигатели. Подвижная часть таких двигателей (вторичный элемент или бегун) осуществляет линейное перемещение [2].

Современные электрические машины имеют самое разнообразное конструктивное исполнение и могут реализовывать различные роды напряже-

ния и тока, а также различные виды движения: вращательное, колебательное, линейное и т. д. Диапазон мощностей современных электрических машин составляет $10^{-17} - 10^9$ Вт. На рисунке показаны области распространения и зоны использования емкостных (график 1), индуктивно-емкостных (график 2) и индуктивных (график 3) электрических машин. Каждый электродвигатель обладает некоторыми отличительными свойствами, которые обуславливают его область применения, в которой он наиболее выгоден. Но суть электродвигателя в превращении электрической энергии в механическую, с выделением тепла осталась прежней [3].



Для управления современными электрическими машинами используются сложные электронные системы, которые конструктивно объединяются с электромеханическим преобразователем и образуют так называемую электромеханотронную систему, выступающую как единый технический комплекс. Все это существенно расширяет функциональные возможности электрических машин и обеспечивает их широкое внедрение во все сферы производственной и бытовой деятельности человечества.

Сегодня электродвигатели используются повсеместно. Их можно найти в автомобилях и многих бытовых электроприборах. Технология производства двигателей прошла большой путь на протяжении долгого времени от своего изобретения. Поэтому открываются большие возможности инженерам для развития отрасли, направленные на разработку новых моделей электродвигателей.

Литература

1. Ахметшин, Э. Р. Исследование состояния российского рынка многофазных электродвигателей и перспективы их развития до 2025 года / Э. Р. Ахметшин // Молодой ученый. – 2017. – №48. – С. 55-60.
2. Инженерные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor/> (дата обращения 02.04.2020).

3. Инженерные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/electricmachine/> (дата обращения 02.04.2020).

УДК 621.316

Рокина Е. Г.

Научный руководитель: Осташенков А. П., канд. техн. наук
Марийский государственный университет

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПИКОВЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. На основе почасовых графиков нагрузок проанализирована эффективность снижения пиковых мощностей предприятия в часы контроля.

Ключевые слова: промышленные предприятия, графики нагрузок, планирование энергопотребления, расчетный час, энергопотребление.

Графики нагрузок энергопотребления не только наиболее полно отражают режим работы предприятия, но и позволяют оценить влияние нагрузки на энергосистему в целом.

Для анализа рассмотрено одно из предприятий г. Нижний Новгород, которое занимается производством электрического и электронного оборудования для автотранспортных средств. Почасовой профиль нагрузок представлен на рисунке. Питание осуществляется с РП 10 кВ, профили нагрузок сняты с приборов учета, установленных в ячейках №20 и №21.

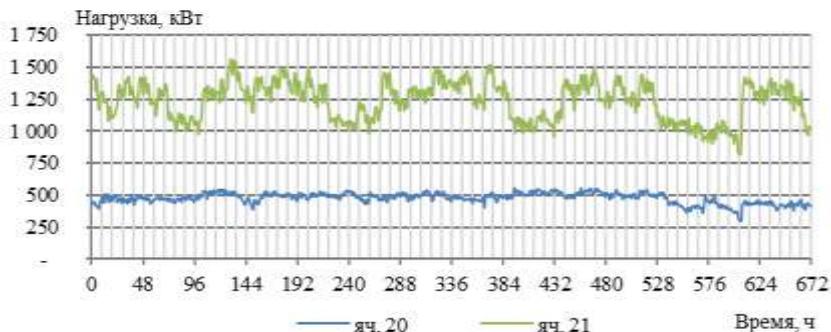


График активной нагрузки

Исходя из графиков, можно сделать вывод, что нагрузка, питающаяся от ячейки №20, имеет равномерный характер. Нагрузка с ячейки №21 имеет пики потребления электрической энергии в будние дни. Из статистических суточных данных энергопотребления за 2018/19 гг., максимальная нагрузка предприятия находится в диапазоне 9:00-11:00 и 13:00-15:00, в то время как в выходные и праздничные дни работа оборудования сведена к минимуму.

Согласно постановлению Правительства РФ № 442 от 04.05.2012 г. выделяют плановые часы пиковой нагрузки, которые утверждаются ОАО «СО ЕЭС» на календарный год, и часы пиковой нагрузки, публикуемые организацией коммерческой инфраструктуры оптового рынка (ОАО «АТС») до 12 числа месяца, следующего за расчетным. [1].

Для оптимизации работы и снижения затрат необходимо регулировать суточное потребление электрической энергии и выравнять графики нагрузок предприятий путем заполнения ночного провала и переноса нагрузок во внепиковые часы суток с помощью регулирования режимов электропотребления. [2].

Основываясь на данных, представленных выше, в работе рассмотрено регулирование режимов электропотребления с помощью газопоршневой генераторной установки мощностью 1,2 МВт. Эффективность ввода в работу генератора на основе ГПУ в часы пиковой нагрузки предприятия способствует снижению тарифа за электрическую энергию более 5%.

Таким образом, эффективное регулирование пиковых мощностей промышленного предприятия способствует снижению величины тарифа за электрическую энергию и, соответственно, издержек, связанных с производством продукции.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 г. в ред. от 22.06.2019 г. № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии».
2. Гущина, Е. В. Повышение энергоэффективности путем регулирования режимов энергопотребления / Е. В. Гущина // Молодёжь и наука: сборник материалов VI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011. – Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/4585>.

Ружбеляева Е. В., Смолин А. В., Медяков А. А.
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛО-ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ТЕПЛОЙ СЕТИ ПОСЕЛКА ФИЛИППСОЛА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** В статье представлено краткое описание процесса построения модели тепловой сети и оптимизации режима работы на примере поселка Филиппсола.*

***Ключевые слова:** геоинформационные системы, моделирование, тепловая сеть, энергоэффективность.*

В связи с ростом количества селений, контролировать работу системы отопления становится намного проблематичнее. Поэтому создание и контроль компьютерной модели сети – одна из приоритетных задач работы теплоэнергетика.

В качестве объекта моделирования и оптимизации выбраны тепловые сети в поселке Филиппсола Звениговского района. Для разработки модели поселка была выбрана платформа Zuluthermo. На этапе описания объектов системы теплоснабжения сельского поселения было проведено информационно-графическое описание существующих объектов системы. В качестве исходного материала для позиционирования объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые сети, потребители) на карте сельского поселения (рис. 1) были использованы схемы тепловых сетей теплоисточников (рис. 2).

После того как соединили источник с потребителями трубопроводом, мы начинаем вбивать данные в информационную панель для проведения оптимизации и гидравлического расчета. Программное обеспечение ПРК ZuluThermo позволяет проводить моделирование всех видов переключений в «гидравлической модели» сети. Суть заключается в автоматическом отслеживании программой состояния запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов в базе данных описания тепловой сети. Любое переключение на схеме тепловой сети влечет за собой автоматическое выполнение гидравлического расчета, и, таким образом, в любой момент времени пользователь видит тот гидравлический режим, который соответствует текущему состоянию всей совокуп-

ности запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов на схеме тепловой сети.

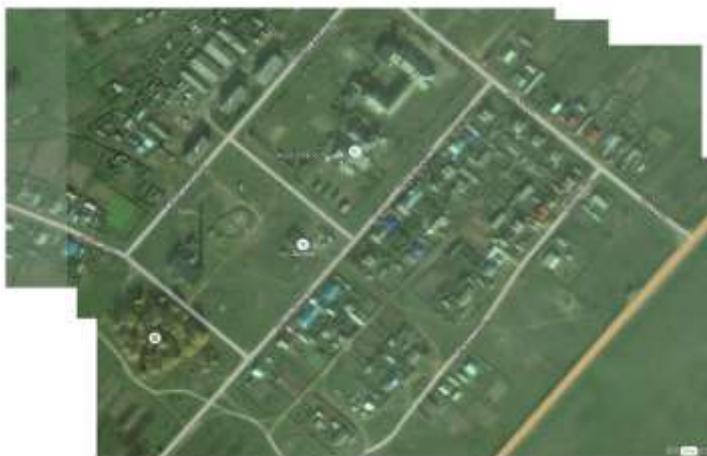


Рис. 1. Карта п. Филлипсола

Комплексный анализ и оценка электронной модели. На данном этапе в зависимости от цели оптимизации тепловой сети выполняется конструкторский, наладочный или поверочный расчёт тепловой сети. Для уже построенных тепловых сетей с существующими источниками теплоснабжения, как для п. Филиппсола, как правило, требуется поверочный расчёт. В результате поверочного расчёта определяются фактические расходы теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей; напоры в узловых точках сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей; температуры теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь); температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры теплоносителя на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения.

Таким образом, для сохранения оптимального режима работы тепловой сети на данной магистрали при подключении нового потребителя следует увеличить пропускную способность. В случае проектирования новой тепловой сети, её реконструкции или подключения новых потребителей к существующей тепловой сети с прокладкой новых теплопроводов возникает задача определить оптимальный диаметр трубопровода для пропуска расчётного расхода при заданном (или неизвестном) рас-

полагаемом напоре на источнике теплоты. Данная задача решается с помощью конструкторского расчёта.

В результате конструкторского расчёта определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети. Результаты расчёта записываются в базу данных по объектам и в окне сообщений выводится информация о необходимом располагаемом напоре.

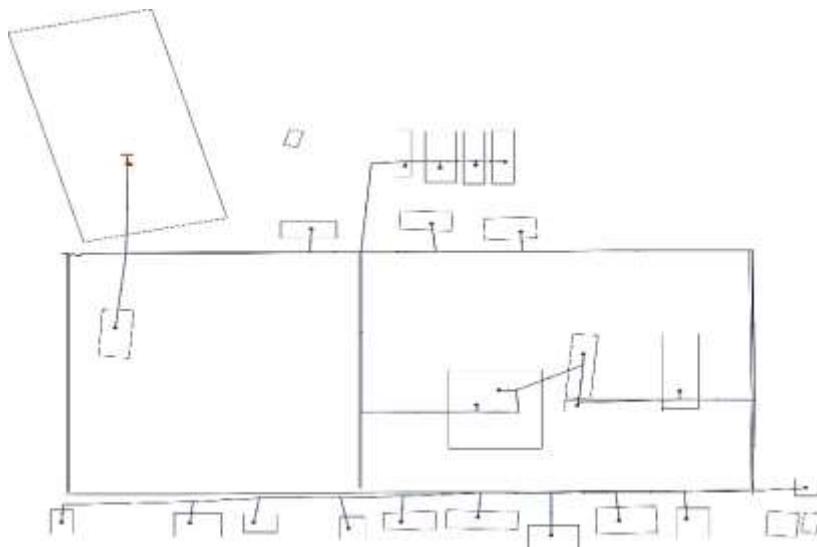


Рис. 2. Схема тепловой сети, разработанная в ZuluTherm

После проведения двух поверочного и конструкторского расчетов сети были выявлены слишком большие потери тепла именно в трубопроводе. Результат на данном этапе – это разработка перечня мероприятий по энерго- и ресурсосбережению и плана их внедрения: внедрения и реализации мероприятий по реконструкции, модернизации или совершенствованию систем теплоснабжения и её элементов.

Литература

1. Руководство пользователя ППК ZuluThermo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://politerm.com.ru/docs.htm>.

Семешина Н. И., Прохорова Е. И., Висягина С. А.
Орловский государственный аграрный университет
имени Н. В. Парахина
Государственный университет по землеустройству

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ В РАМКАХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные требования к энергоэффективности зданий и сооружений. Рассмотрены задачи эксплуатации зданий в рамках рационального использования земельных ресурсов. Представлены определяющие концепции использования земельных ресурсов.*

***Ключевые слова:** энергоэффективность, земельные ресурсы, эксплуатация, здание, техническая обслуживание, мониторинг.*

Сегодня проектный потенциал энергосбережения в зданиях и сооружениях в существенной мере зависит от опыта и квалификации авторов проекта, фактический потенциал – от качества строительных работ и точности выполнения проектных решений на этапе строительства. В то же время выбор мероприятий энергосбережения должен основываться, главным образом, на знании проектировщиками энергосберегающих технологий строительства и характеристик строительных материалов и конструкций – теплотехнических, конструктивных, стоимостных. При этом рынок энергоэффективных строительных материалов в России сегодня достаточно широк, но их отбор должен основываться на теплотехнических расчетах и исходя из проектных конструктивных и объемно планировочных решений энергосбережения в зданиях.

Использование современных энергоэффективных конструкций, материалов и технологий позволяет создавать здания не только с низким потреблением энергии, но и с различными показателями ценового диапазона, комфортабельности, экологичности и т. п.

Эксплуатационный этап включает в себя «потребление» объекта недвижимости, т. е. использование его инженерных систем, оборудования, прилегающей территории и пр. в определенных целях. Основным в данном случае является обеспечение безотказной работы всех конструктивных элементов здания и их систем, со строгим соблюдением норм санитарно-гигиенических условий, правильном использовании инженерного оборудования, выполнении условий поддержания оптимально-

го температурно-влажностного режима, соблюдение сроков проведения ремонтов, поддержание и повышение степени благоустройства прилегающих территорий.

Решение этих задач может быть обеспечено правильной технической эксплуатацией, своевременно проводимыми текущими и капитальными ремонтами при одновременном снижении стоимости и трудоемкости содержания объекта. Осуществление в необходимых объемах текущего и капитального планово-предупредительного ремонтов позволит достигнуть такого положения, при котором ремонт объекта будет не следствием наличия в нем неисправностей, а средством предупреждения износа конструкций и оборудования. Система планово-предупредительных ремонтов должна составлять комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий по техническому обслуживанию и проведению всех видов ремонтов с регламентированной последовательностью и периодичностью.

В современной застройке все больший удельный вес составляют здания повышенной этажности, отличающиеся улучшенной планировкой и увеличением вспомогательных площадей, наличием лифтов, более сложным инженерным оборудованием, системой подкачки воды и т. п. [2] Все это приводит к существенному – почти в два раза – увеличению затрат на эксплуатацию таких зданий по сравнению с малоэтажными. Проблема экономики эксплуатации и повышения эффективности осуществляемых при этом мер в условиях резкого увеличения строительного фонда и возрастания затрат на его эксплуатацию решается путем организационных и технических мер: применения более эффективных механизмов, оборудования, средств механизации и автоматизации, повышения производительности труда и сокращения численности эксплуатационного персонала.

Таким образом, в процессе эксплуатации зданий их техническое состояние изменяется, что выражается в ухудшении количественных характеристик работоспособности, в частности и надежности. В процессе эксплуатации неизбежно появляются время от времени разрушения, требующие внимания и незамедлительного исправления. Степень разрушения зданий и сооружений является прямой характеристикой определения категории технического состояния. Контроль за техническим состоянием зданий и сооружений должен производиться квалифицированными кадрами систематически с установленной в нормативной документации периодичностью (плановые весенние и осенние осмотры).

Литература

1. Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении

изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 20.02.2020).

2. Семешина, Н. И. Современные методы мониторинга и оценки технического состояния зданий и сооружений // Научные исследования в аграрном секторе экономики: вопросы и достижения [сборник]. По материалам всероссийской молодежной научной конференции 30 мая 2019 года / Н. И. Семешина, Е. В. Александрова. – Орел: Изд-во Орловский ГАУ, 2019. – 485 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: elibrary.ru/item.asp?id=38533786 (дата обращения 18.02.2020).

3. Кандов, У. С. Основные принципы определения эффективности использования земельных ресурсов / У. С. Кандов, А. А. Наврузов // Молодой ученый. – 2017. – №15.1. – С. 8-10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/149/42130/> (дата обращения: 18.02.2020).

УДК 697:[621.311.243:523.34]

Сергеева Д. В.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОД ЛУННЫМ ГРУНТОМ

***Аннотация.** Китай планирует запустить небольшие солнечные электростанции в стратосферу к 2025 году; Япония нацелена на аналогичную одногигаваттную солнечную электростанцию, производящую столько же энергии, сколько типичная атомная электростанция на Земле к 2030-м годам. Активное развитие космической техники и борьба за освоение Луны актуализирует её колонизацию с целью использования лунных природных ресурсов, однако создать комфортные условия для функционирования исследовательской работы и жизнеобеспечения человека достаточно сложно. В итоге проблема организации обитаемой станции на Луне является актуальной.*

***Ключевые слова:** базальтовый утеплитель, теплопотери, источник тепловой энергии, солнечный коллектор, тепловой коллектор, развитие космических технологий.*

Целью исследования является разработка конструкции жилой станции, поддерживающей комфортные условия для жизнеобеспечения экипажа, под лунным грунтом, уменьшая теплопотери.

Создание нормальных климатических условий для экипажа является главной задачей. Для успешного выполнения данной цели необходимо учесть перепады температуры, которые колеблются от +127 до -173 °С, а также то, что атмосфера на Луне отсутствует. Помимо этого, следует не забывать, что есть радиационные и метеоритные проблемы [1]. Предлагается конструкция из жилого и научно-исследовательского комплекса, которая будет находиться под реголитом на глубине 1 метр, обеспечивающая благоприятные условия, так как температура на такой глубине постоянная и составляет -31°С [2].

Слой базальта защищает от космической радиации и метеорных частиц [3]. Также базальт обеспечивает достаточную теплоизоляцию жилых и рабочих помещений [4]. В качестве источника тепловой энергии применяется тепловая энергия Солнца, а солнечный коллектор обеспечит нам нужную температуру. Проблема обеспечения тепловой энергией в ночное время также решается. Для этого предлагается использовать тепловой коллектор [5], расположенный под лунным грунтом, а в качестве теплоносителя обычную воду. Помимо этого, вода будет использоваться для нужд экипажа.

Для нагрева 1 литра воды на 1°С нужно приблизительно 1,16 Вт/ч энергии. Вода как теплоноситель нагревается до 90 °С. Для нагрева 1000 л воды за один час тратится 104,4 кВт солнечной энергии.

Теплопотери в помещении определяются:

$$Q = \frac{S \times T}{R},$$

где Q – теплопотери в Вт; S – площадь, м²; R – теплосопротивление, м²×°С/Вт; T – разница температур между внутренним и наружным воздухом.

Тогда для помещения в 100 м² тепловые потери $Q=2428,571$ Вт.

Таким образом, без учета тепловыделений указанное помещение приведенным запасом тепловой энергии может обогреваться около 42 часов.

Для того чтобы не только нагреть воду, но и сохранить ее для использования, необходимо уменьшить теплопотери. Для этого начинаем утеплять резервуар с водой, чтобы уменьшить расход энергии на обогрев жилого модуля. В качестве утеплителей сейчас применяют различ-

ные виды негорючих материалов, таких как: минеральная вата, керамзит, перлит, пеностекло и т. п. Самым оптимальным вариантом будет базальтовый утеплитель. Во-первых, базальтовый материал является одним из самых чистых в плане экологии. Во-вторых, данный материал имеет маленький коэффициент теплопроводности – от 0,032 до 0,048 Вт/м×К. В-третьих, альтернативой 10 см данного материала будет служить керамическая кирпичная стена толщиной 117 см или слой дерева не менее 25,5 см. И, так как вода и влажность отсутствуют, то данная проблема не рассматривается. Помимо всего этого, вата из базальтовых волокон считается негорючим веществом. Максимальная температура, которую выдерживает этот материал, составляет 1114 °С, и стоимость базальтового утеплителя составляет примерно 1140 руб/м³.

Запасы воды из-за сильных перепад температур не могут находиться на поверхности Луны. Применяя воду в качестве теплоносителя под лунным грунтом, решается вопрос хранения ее запасов на Луне. Для создания резервуаров хранения воды под лунным грунтом предлагается использовать естественные лунные пещеры. При необходимости форма и объем корректируются искусственной обработкой ее стен.

В итоге предлагаемая система теплоснабжения позволяет обеспечить комфортные и безопасные условия для людей, а также решить проблему хранению значительных запасов питьевой и технологической воды, что способствует успешному освоению лунной поверхности.

Литература

1. Сурдин, В. Г. Путешествия к Луне / В. Г. Сурдин. – М.: Физматлит, 2009. – 55-62 с.
2. Заболоцкий, М. Температура на Луне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spacegid.com/> (дата обращения 22.06.2018).
3. Черкасов, И. И. Грунт Луны / И. И. Черкасов, В. В. Шварев. – М.: Наука, 1975. – С. 14-19.
4. Сергеева, Д. В. Возможность жизнедеятельности на Луне / Д. В. Сергеева, А. Е. Кондратьев // Тинчуринские чтения: матер. XIV международной молодежной научной конференции. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2019. – С. 27.
5. Сергеева, Д. В. Тепловая конструкция для обеспечения базы под реголитом / Д. В. Сергеева, А. Е. Кондратьев // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Двадцать шестая международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (12-13 марта 2020 г., Москва): Тез. докл. – М.: ООО Центр полиграфических услуг «Радуга», 2020. – С.1131.

Сидорова А. В., Медяков А. А., Свечников В. Н.
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ СЖИГАНИЯ

***Аннотация.** В статье представлено краткое описание проекта по повышению энергетической эффективности животноводческого комплекса за счет использования перспективных технологий нетрадиционной энергетики, информационных технологий и энергоэффективных устройств сжигания.*

***Ключевые слова:** энергетическая эффективность, ресурсосбережение, возобновляемые источники энергии, интеллектуальные системы, животноводческий комплекс.*

В настоящее время в Российской Федерации реализуется Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы (планируется продление до 2025 года). Одной из целей программы является Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках на основе инновационного развития АПК. В связи с этим проблема повышения эффективности технологического процесса в животноводческих комплексах является актуальной и имеет важное практическое значение.

Использование интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания в рамках животноводческих комплексов позволяет замкнуть частично и полностью цикл производства и потребления энергетических ресурсов на сельскохозяйственном предприятии. Эффективное использование возобновляемых источников энергии, в том числе биогаза (продукта анаэробной переработки органических отходов), в совокупности с перспективными устройствами сжигания позволяют частично или полностью отказаться от использования внешних энергетических ресурсов для выполнения технологических процессов в рамках комплекса. Развитие подходов к локальной микрогенерации для удовлетворения потребностей животноводческого комплекса в электрической энергии на базе предлагаемых технических систем на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических

устройств сжигания соответствует современным подходом о развитии микрогенерации «План мероприятий по стимулированию развития генерирующих объектов на основе возобновляемых источников энергии».

В рамках проекта планируется создать совокупность масштабируемых возобновляемых источников энергии для животноводческих комплексов, которые будут отличаться автоматическим режимом работы, возможностью самостоятельного анализа имеющихся ресурсов, прогнозированием потребления и производства энергетических ресурсов. Внедрение интеллектуальных систем позволит повысить эффективность их совместной работы. Использование унифицированных в рамках систем информационных и технических элементов позволит обеспечить быстроту масштабирования и резервирования источников энергии.

Таким образом, создание в перспективе энергетически независимых сельскохозяйственных предприятий (не использующих ископаемое топливо) способствует переходу к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике. Разработка новых технических системах на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания в рамках животноводческих комплексов (в том числе микрогенерационных установок для производства электроэнергии) способствует формированию новых локальных источников энергии для сельскохозяйственной отрасли.

Основной проблемой, решаемой в рамках проекта, будет повышение энергетической эффективности животноводческих комплексов путем использования интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания.

Новизна исследования заключается в новых технических системах для обеспечения энергией технологические процессы в рамках животноводческих комплексов на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания, которые будут обеспечивать эффективное производство и потребление энергии в рамках комплекса.

Общий план работ по проекту состоит из двух основных этапов:

Первый этап (первый год) реализации проекта включает в себя работы по теоретическому исследованию технических систем на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания для животноводческих комплексов, в т. ч. разработку конструктивных особенностей, математическое моделирование, обоснование конструктивных решений.

Второй этап (второй и третий год) реализации проекта включает в себя работы по экспериментальному исследованию технических систем на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и ката-

литических устройств сжигания для животноводческих комплексов, в т. ч. разработку экспериментальных образцов технических систем на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания для животноводческих комплексов, проведение экспериментов на образце, анализ результатов.

Таким образом, применение технических систем на базе интеллектуальных возобновляемых источников энергии и каталитических устройств сжигания, позволяющих повысить эффективность животноводческих комплексов является важной научной проблемой, решение которой позволит повысить конкурентоспособность российской сельскохозяйственной продукции.

Литература

1. Стребков, Д. С. Переработка органических отходов в биогазовых установках / Д. С. Стребков, А. А. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2006. – № 11. – С. 28-30.
2. Ковалев, А. А. Биогазовая установка нового поколения / А. А. Ковалев, А. А. Чернышов // Техника и оборудование для села. – 2007. – № 2. – С. 22-23.
3. Ковалев, А. А. Утилизация навоза и навозных стоков свиноферм с получением биогаза / А. А. Ковалев, А. А. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2007. – № 7. – С. 22-23.
4. Чумаков, В. Л. Способы очистки биогаза / В. Л. Чумаков, И. С. Белаль // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 10. – С. 5-6.
5. Панцхава, Е. С. Возможности биоэнергетики в решении энергетических проблем / Е. С. Панцхава, М. М. Шипилов // Техника и оборудование для села. – 2007. – № 6. – С. 27-28.

УДК 658.261

Симонов А. Л., Медяков А. А., Свечников В. Н.

Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ АВТОНОМНОГО ЗАКРЫТОГО МОДУЛЬНОГО ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И КОМПЛЕКСНОЙ РЕКУПЕРАЦИИ РЕСУРСОВ

Аннотация. В статье представлено краткое описание проекта по разработке и обоснованию автономного закрытого модульного тепличного комплекса, в рамках которого планируется использовать перспективные технологии нетрадиционной энергетики и аккумулялирование энергетических ресурсов.

***Ключевые слова:** тепличные комплексы, модульность, ресурсосбережение, экологичность, возобновляемые источники энергии, выживаемость, биоэнергетика, гибридные солнечные системы, каталитические устройства сжигания, оптимизационные модели.*

Анализ зарубежного опыта показывает, что увеличение доли нетрадиционной энергетики в энергобалансе позволяет решить проблему децентрализованного энергоснабжения, а также снизить зависимость от углеродных энергоносителей, что положительно сказывается на экологическом состоянии окружающей среды. Возобновляемые источники энергии являются «мягкими» источниками энергии, то есть практически не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду при децентрализованной генерации энергии, исключением может быть получение биотоплива при несбалансированном получении биологической массы. Развитие энергетики на основе возобновляемых источников энергии созвучно не только целям устойчивого развития, но и реформе электроэнергетики, созданию конкурентной среды в отрасли.

В настоящее время широко обсуждается вопрос об определении «ниши» нетрадиционной энергетики, ее места в реформируемом ТЭКе России, так как технологические объекты новых и возобновляемых источников энергии уже вплотную подошли к точке самоокупаемости.

К настоящему времени выполнен ряд НИР, ставящих своей целью определить «точки приложения» нетрадиционной энергетики, раскрыть направления, по которым развитие и государственная поддержка нетрадиционной энергетики может быть экономически оправданной на настоящем этапе реформирования топливно-энергетического комплекса, а также выявить барьеры, стоящие на пути коммерциализации новых и возобновляемых источников энергии для автономного энергообеспечения на основе местных возобновляемых источников энергии.

В настоящее время отрасль автономного энергоснабжения характеризуется отдельными производителями, специализирующимися на производстве систем тепло- и электроснабжения, использующих энергию различных источников возобновляемой энергии. Задачи комплексного использования местных возобновляемых ресурсов не решаются. Системы, использующие весь потенциал возобновляемой энергии, будут способствовать развитию отрасли автономного энергоснабжения ввиду более обширных возможностей применения разрабатываемых систем по сравнению с существующими.

Проект направлен на решение проблем, указанных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, в частности:

– Н2 Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

– Н4 переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

В рамках указанных направлений проект направлен на ресурсосбережение и повышение экологичности тепличных комплексов за счет использования систем на базе возобновляемых источников энергии и систем комплексной рекуперации ресурсов, адаптированных под прикладные особенности функционирования тепличного комплекса. Результатом исследований будет проект автономного закрытого модульного тепличного комплекса, который может быть масштабирован с учетом различных климатических зон (внеурбанистическое расположение), этажности застройки (городское расположение). Системы на базе возобновляемых источников энергии будут иметь цифровые системы, основанные на оптимизационных моделях работы технических систем, что позволит повысить интегрированность различных типов источников в общую энерго- и ресурсосистему. Системы на базе возобновляемых источников и системы комплексной рекуперации ресурсов будут обладать модульностью для оперативного масштабирования, замены деградирующих элементов и вывода в резерв. При этом комплекс будет обладать полной автономностью и выживаемостью в условиях частичной потери источников за счет аккумуляирования, резервирования и оптимизированного сокращения потребления (по критерию: выживаемость растений* продолжительность работы комплекса).

Новизна исследования заключается в новых перспективных системах жизнеобеспечения растений (в том числе ускоренного роста) на базе возобновляемых источников энергии и комплексной рекуперации ресурсов, которые будут обеспечивать оптимальное энергопотребление тепличного комплекса в рамках модульной конструкции.

Общий план работ по проекту состоит из двух основных этапов (по годам реализации проекта).

Первый год реализации проекта включает в себя работы по теоретическому исследованию автономного закрытого модульного тепличного комплекса на базе возобновляемых источников энергии и комплексной

рекуперации ресурсов, в т. ч. разработку конструктивных особенностей, математическое моделирование, обоснование конструктивных решений.

Второй год реализации проекта включает в себя работы по экспериментальному исследованию автономного закрытого модульного тепличного комплекса на базе возобновляемых источников энергии и комплексной рекуперации ресурсов, в т. ч. разработку экспериментального образца автономного закрытого модульного тепличного комплекса, проведение экспериментов на образце, анализ результатов.

Литература

1. AEnergy.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aenergy.ru/1343>.

2. Попель, О. С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике / О. С. Попель // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2008. – Т.52, №6. – С. 95-106.

УДК 629.4.023.18:681.5

Смоленцев Ю. Н., Бояршинова Т. И.

Поволжский государственный технологический университет

О МЕТОДАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье представлена краткая характеристика методов решения применения автоматических стеклоочистителей.

Ключевые слова: автомобиль, двигатели, стеклоочиститель, эффект Холла.

Стеклоочиститель (также «дворники») – это устройство, используемое для удаления капель дождя (влаги) и грязи с ветрового стекла автомобиля. Все транспортные средства, включая поезда, самолеты и корабли, оснащены стеклоочистителями – это нормативное требование.

Некоторые крупные автомобили оснащены «скрытыми» стеклоочистителями. Когда стеклоочистители отключены, механизм или схема «парковки» передвигает стеклоочистители вниз, недалеко от нижней части ветрового стекла, но все же на виду. Чтобы скрыть стеклоочистители, ветровое стекло располагается ниже кромки капота, и стеклоочи-

стители сами «паркуются» ниже диапазона очистки на нижней части ветрового стекла и исчезают из поля зрения.

Стеклоочистители могут приводиться в движение различными способами, хотя в большинстве существующих сегодня случаев усилие от электродвигателя идёт через серию механических компонентов последовательно или параллельно. Транспортные средства с пневматическими тормозами иногда пользуются пневматическими стеклоочистителями, находящимися в контуре небольшого объёма воздуха тормозной системы. Такие небольшие пневматические системы устанавливаются чуть выше ветрового стекла и приводятся в действие путём открытия клапана.

Решение задач по применению автоматических стеклоочистителей основывается на их выборе. Для этого необходимо знать виды, достоинства и недостатки стеклоочистителей.

Виды стеклоочистителей:

Каркасные. Традиционная конструкция, которая состоит из металлического каркаса, резиновой поверхности и крючка крепления. Преимущества: большой выбор на рынке; в сравнении с другими видами – невысокая стоимость; его можно быстро разобрать и собрать; за счет системы коромысел и шарниров плотно прилегают к выпуклой поверхности; подходят практически ко всем моделям автомобилей.

Уже налажен выпуск каркасных очистителей с пластиковыми втулками и осями. Они более подвижны и не так подвергаются обледенению.

Недостатки: подвержены к расшатыванию; быстро изнашиваются; в шарнирах замерзает влага при морозной погоде; в шарнирах скапливается снег, что ухудшает работу дворников.

Бескаркасные. Укомплектованы крышкой-спойлером, резинка крепится не к каркасу, а к длинной пластине специальными креплениями по бокам и центру. Концы дворников закрыты пластиковыми заглушками.

Преимущества: в некоторых моделях резина заменена на высококачественный каучук; используются крепления разных видов; спойлер оптимизирует аэродинамику и лучшее прижимание к стеклу; бесшумны, не перекашиваются; не подвергаются обледенению и обмерзанию; в морозную погоду не теряют прижимных свойств.

Недостатки: подходят для очень выпуклого лобового стекла; отличаются сравнительно высокой ценой; под планку забивается снег.

Гибридные. Самый современный тип конструкции. В ней сочетаются все достоинства каркасных и бескаркасных дворников и устранены их недостатки, но в небольшие поперечные щели тоже забивается снег.

Преимущества: небольшая высота каркаса; вставки из прочной натуральной резины, которая выдерживает большие нагрузки; благодаря пластиковому шарнирному каркасу плотно прилегают к стеклянному профилю любой формы; рабочая кромка в течение года сохраняет геометрию; имеют красивый и стильный внешний вид.

Недостатки: относительно высокая стоимость; китайские производители часто подделывают гибридные очистители, поэтому при покупке надо быть внимательными.

Зимние щетки. Это обычные каркасные стеклоочистители, помещенные в специальный чехол, который защищает конструкцию от замерзания, рабочая кромка изготовлена из мягкого материала. Если повредить защитный чехол, дворник быстро выйдет из строя.

Щетки с подогревом. Чтобы каркас сохранял гибкость при низкой температуре, в каркасную щетку вмонтирован нагревательный прибор. Отзывы о таком дворнике противоречивые, так как наблюдаются такие факторы, как высокая стоимость; повышенная нагрузка на бортовую сеть; необходимость установки дополнительных проводов и реле.

Из всех представленных вариантов можно выбрать подходящий дворник, но практика показывает, что лучше иметь два комплекта щеток – зимних и летних.

Оснастить «дворники» зачатками интеллекта можно и самостоятельно, причем ни бортовой компьютер, ни чувствительные датчики на стекло не понадобятся. Чтобы не отвлекаться от управления, водитель, шелкнув клавишей, включает автоматический режим: на остановках щетки замирают, но стоит только прибавить газу, трогаясь с места, вновь начинают работать. А командует ими штатный электронный блок ЭПХХ.

Транспортные средства современного типа отошли от механического метода измерения скорости. На его смену пришли специально разработанные устройства, работающие, базируясь на эффекте Холла.

Здесь датчик скорости получает от контролера специальный частотно-импульсный сигнал. При этом частота передачи такого сигнала напрямую зависит от скорости движения автомобиля. Одним словом, датчик скорости – это деталь, которая определяет точную скорость движения автомобиля.

Принцип работы датчика движения основывается на вычислении временного интервала между переданными сигналами за каждый пройденный километр. Каждый километр датчик передает контролеру 6 тысяч импульсов.

Литература

1. Автомобильные автоматические стеклоочистители [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://techautoport.ru/elektrooborudovanie-i-elektronika/kuzovnaya-elektrika/stekloochistiteli.html> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 01.03.2020).
2. Автомобильные стеклоочистители [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 14.02.2020).
3. Виды стеклоочистителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zapchasti.expert/shhetki-stekloochistitelya/vidy-i-vybor-dvornikov.html> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 19.02.2020).

УДК 621.548

Федотова А. О.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

***Аннотация.** Рассматривается вопрос эффективности использования ветроэнергетических установок в связи с переходом от применения углеводородного топлива к нетрадиционным источникам энергии.*

***Ключевые слова:** ветроэнергетическая установка (ВЭУ), ротор Савониуса, ротор Дарье, H-образный ротор Дарье, ветропотенциал.*

Поскольку сжигание ископаемых природных ресурсов негативно сказывается на экологической ситуации, а также требуется слишком длительное время для восстановления их запасов, все большее внимание уделяется возобновляемым источникам, одним из которых является энергия ветра.

Неравномерный нагрев земной поверхности создает условия для возникновения ветров, обладающих огромными запасами кинетической энергии. Эту энергию можно преобразовывать в электрическую, если использовать ветроэнергетические установки (ВЭУ), обладающие довольно высокими показателями эффективности [1].

Конструктивно ветроэнергетические установки бывают двух видов: горизонтального и вертикального исполнения.

Практически все ВЭУ с вертикальной осью вращения используют для создания вращающего момента силу сопротивления. К основным достоинствам таких ветроустановок относятся: возможность работы при любом направлении ветра, низкие начальные значения скорости, необходимой для начала движения ротора, низкий уровень шума. Однако у таких конструкций присутствуют следующие недостатки: малый КПД, малый период вращения, большая подверженность усталостным разрушениям, большая материалоемкость. Вертикальные ВЭУ оказываются эффективными при скоростях ветра около 6 м/с. Их применение осуществляется только для отдельного потребителя, так как единичная мощность не превышает 250 кВт.

Существуют следующие основные конструкции ветроколес таких ВЭУ: 1) ротор Савониуса, 2) ротор Дарье, 3) Н-образный ротор Дарье.

Ротор Савониуса представляет собой 2 полуцилиндрические поверхности, установленные диаметрально. Поток ветра, попадающий на заднюю поверхность лопасти, омывая ее, делится на 2 части: одна уходит в сторону, а другая – на рабочую сторону второй лопасти, способствуя усилению ее вращения. Несмотря на все достоинства, данная модель обладает довольно низкими показателями эффективности, связанными с недостаточной массой ветра, а значит его низкой объемной силой. Коэффициент использования энергии ветра составляет всего 0,18 – 0,24 и КПД 17-18%. Основные исследования для улучшения этих показателей: использование горячего воздуха или энергии воды, изменение конструкции, исследование математических моделей [2].

Ротор Дарье – конструкция, состоящая из 1 и более аэродинамических крыльев, прикрепленных к радиальным балкам. На практике используют, как правило, три лопасти, так как при меньшем количестве возникают проблемы с самозапуском и балансировкой, а при большем – снижается быстроходность. Данный вид ВЭУ работает за счет подъемной силы, максимальное значение которой достигается в момент пересечения набегающей лопастью воздушного потока. Данная установка имеет относительно большую удельную мощность, отнесенную к массе, и высокий коэффициент использования энергии потока за счет большой ометаемой лопастями площади [3].

Н-образный ротор Дарье является наиболее технологичной быстроходной (коэффициент быстроходности ≥ 3) установкой с КПД 0,38.

В настоящее время наибольшее распространение получили ВЭУ с горизонтальной осью вращения, основными конструкциями ветроколес которых являются: 1) однолопастное колесо, 2) двухлопастное, 3) трех-

лопастное, 4) многолопастное. Лопасти имеют аэродинамический профиль, это способствует при взаимодействии с ветром возникновению подъемной силы, создающей полезный крутящий момент, передающийся через систему передач валу генератора, вырабатывающему электроэнергию.

Число лопастей определяется назначением установки. Для крупных ВЭУ, согласно расчетам, самым эффективным является ветроколесо с 3 лопастями (в силу надежности конструкции и параметров ее работы).

ВЭУ с горизонтальной осью имеют более высокий КПД за счет полного улавливания энергии потока, приходящегося на площадь лопастей, однако они устанавливаются ориентированно на преобладающее направление ветра и вынуждены отключаться при скоростях ветра больше 25 м/с. Горизонтальные ВЭУ эффективны при скоростях ветра 10-14 м/с.

В мире ВЭУ используются в США, Китае, странах Европы, прежде всего, в Германии, Голландии, Испании и Дании.

Россия, несмотря на огромный ветропотенциал, только начинает осваивать данный вид энергии. Наиболее подходящими для расположения ветряков являются побережье Северного Ледовитого океана, остров Сахалин, полуостров Камчатка и побережья морей [4].

Литература

1. Курицына, К. С. Ветер как альтернативный источник энергии / К. С. Курицына // «Научному прогрессу – творчество молодых»: материалы X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – С. 256-257.
2. Исследование аэродинамики и энергетических характеристик ротора Савониуса / А. А. Бубенчиков, А. Е. Белодедов, И. С. Булычев и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Вып. 12 (54). – Ч. 3. – Декабрь. – С. 28-34.
3. Исследование аэродинамики и энергетических характеристик ротора Дарье / В. В. Мирошник, Д. А. Подберезкин, Д. А. Копейкин и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Вып. 12 (54). – Ч. 3. – Декабрь. – С. 134-141.
4. Захарова, В. Е. Перспективы использования ветроэнергетических установок в России и за рубежом / В. Е. Захарова // «Научному прогрессу – творчество молодых»: материалы XII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – С. 129-130.

Хайруллина А. И.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Аннотация. В статье представлены варианты применения ветрогенераторов для систем отопления в жилых домах и способы экономии за счёт них.

Ключевые слова: электроэнергия, тепловые насосы, ветряки.

Теплоснабжение – сложная и очень ответственная задача. Расходы на отопление составляют большую часть от всех выплат, поэтому возможность в какой-либо степени снизить их является весьма ценной для владельца дома. Тем более привлекательна возможность организовать отопление в автономном режиме, опираясь только на собственные ресурсы. [1].

Если создать систему, которая позволяет вырабатывать собственное электричество, то ситуация в корне меняется. Любое топливо, как уголь, газ, необходимо покупать, а электроэнергия – особый вид, её можно производить самому. Если существует проблема подвода к жилью традиционного отопления, то при наличии подходящих условий такой вид альтернативной энергетики, как ветрогенератор, может стать хорошим решением проблемы теплоснабжения. Ветрогенератор – это установка, которая вырабатывает электроэнергию за счёт движения воздушных масс. Ветрогенераторы устанавливают в областях, где существует активность ветра. Отопление с использованием ветра особенно актуально зимой, потому что холодный воздух имеет большую плотность, чем тёплый. Это положительно влияет на ветрогенераторы, так как их производительность растёт и обеспечивается бесперебойная работа отопления. [2].

Первый вариант системы отопления – использование электрокотла. Современная система автономного отопления состоит из трех основных элементов: теплогенератор (отопительный электрический котел), в котором вырабатывается тепло; трубы, по которым циркулирует теплоноситель, переносящий тепло от котла к обогревающей системе; непосредственно система отопления помещений, чаще всего состоящая из радиаторов. Существуют 3 типа электрокотлов: индук-

ционные, ТЭНовые, электродные. Чтобы выбрать самый экономичный электродкотел для дома, необходимо рассмотреть условия проживания. Считается, что наиболее лучшим вариантом является электродный котел, который предусматривает подключение к электроэнергии и использует в качестве теплоносителя воду или незамерзающую жидкость, однако большинство потребителей останавливаются на ТЭНовых котлах, потому что они намного дешевле, чем электродные, и их легко обслуживать.

Второй вариант отопления – использование теплового насоса (ТН). Основной принцип работы ТН состоит в сборе тепла, преобразовании его и дальнейшей передаче в отопительный контур. Эффективность работы теплового насоса выражается в соотношении перекачанной тепловой энергии к потреблённой из электрической сети: потребляя 1 кВт электроэнергии, выдает от 2-х до 6-ти кВт тепла. Здесь электроэнергию можно получить от ветрогенераторной установки, и при малом ее потреблении обеспечить выработку тепловой энергии. [3].

Таким образом, тепловой насос становится все более популярным способом отопления загородного дома. По отзывам специалистов, он лучше всего работает в домах с низкими теплотерями, эту особенность необходимо учитывать еще на этапе проектирования жилого дома. [4].

Литература

1. Захарова, В. Е. Перспективы использования ветроэнергетических установок в России и за рубежом / В. Е. Захарова // «Научному прогрессу – творчество молодых»: материалы XII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – С. 129-130.
2. Захарова, В. Е. Энергообеспечение частного дома с помощью ВЭУ малой мощности / В. Е. Захарова, А. Е. Кондратьев // «Научные исследования и разработки в эпоху глобализации»: сборник статей международной научно-практической конференции. – Ч. 3. – Уфа: ООО Аэтерна, 2016. – С. 60-62.
3. Гатауллина, И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // «Гинчуринские чтения»: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах. – Т. 2. – Казань: КГЭУ, 2018. – С. 160-162.
4. Шарафисламова, Э. А. Совместная работа теплового насоса с ветрогенератором малой мощности / Э. А. Шарафисламова, А. Е. Кондратьев // «Научному прогрессу – творчество молодых»: материалы XI международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – С. 256-258.

Шакурова Р. З., Гапоненко С. О.

Научный руководитель: Гапоненко С. О., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***Аннотация.** В данной работе произведен анализ существующих методов контроля технического состояния оборудования, выявлены их недостатки. Для устранения данных недостатков представлена новая методика, применимая ко всем материалам и позволяющая оперативно и с высокой точностью проводить контроль оборудования любого конструктивного исполнения.*

***Ключевые слова:** вибрация, механические колебания, диагностика, пьезо-электрический датчик, эксцентрик.*

В настоящее время для оценки технического состояния оборудования применяют следующие виды неразрушающего контроля:

- магнитный;
- вихретоковый;
- радиоволновой;
- оптический;
- акустический;
- радиационный;
- тепловой;
- электрический;
- проникающими веществами.

Однако перечисленные методы имеют ограничения в области применения, т. е. выбор метода контроля зависит от материала, из которого сделан объект контроля, его конструктивное исполнение, особенности и сроки его эксплуатации. Кроме того, если в непосредственной близости с контролируемым объектом проходит множество металлических инженерных коммуникаций и различных трасс (кабели связи, силовые кабели, трубы тепло-, водо- и газоснабжения), точность и информативность процесса диагностики сильно снижается [1].

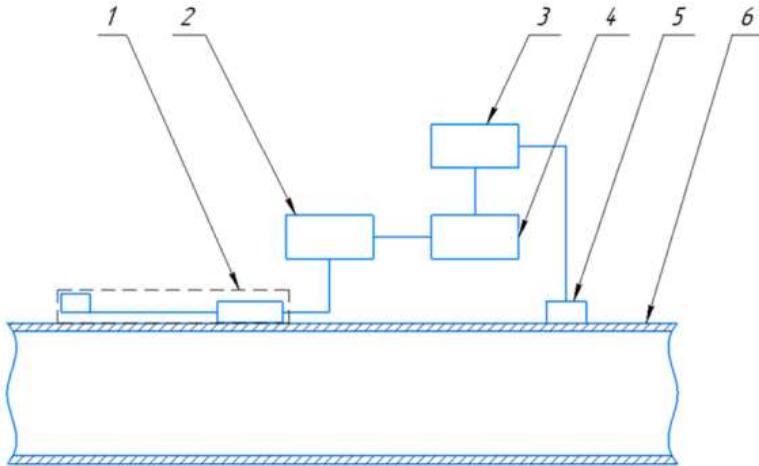
Для решения перечисленных проблем была разработана методика контроля технического состояния оборудования, применимая ко всем материалам и позволяющая оперативно и высокой точностью проводить контроль оборудования любого конструктивного исполнения. Предла-

гаемая методика основана на методе колебаний, согласно которому параметры колебаний, возбуждаемых в объекте контроля, изменяются при наличии дефекта в его структуре [2, 3].

Методика контроля технического состояния оборудования включает в себя следующие этапы:

1. возбуждение колебаний в стенке объекта контроля с помощью инерциального резонатора;
2. съём колебаний с помощью чувствительного элемента, который может быть выполнен в виде пьезоэлектрического датчика, микрофона или лазерного пьезодатчика;
3. запись колебаний, снятых чувствительным элементом в программном обеспечении, разработанном в среде программирования LabVIEW;
4. преобразование записанных колебаний в спектр и его дальнейший анализ с целью выявления наличия дефекта;
5. повтор измерений на других частотах.

Для возбуждения колебаний в стенке объекта контроля предлагается использовать инерциальный резонатор [4], схема которого представлена на рисунке.



Инерционный резонатор: 1 – инерциальный резонатор, 2 – цифро-аналоговый преобразователь; 3 – аналого-цифровой преобразователь; 4 – персональный компьютер; 5 – чувствительный элемент; 6 – трубопровод

Предлагаемая методика контроля технического состояния оборудования осуществляется следующим образом: на объект контроля (на рисунке для упрощения показан трубопровод) устанавливается инерциальный резонатор и чувствительный элемент. На инерциальный резонатор из ПК подается сигнал определенной частоты в диапазоне от 100 до 5 кГц. Преобразование цифрового сигнала ПК в аналоговую форму происходит в цифро-аналоговом преобразователе. Регистрация колебания осуществляется с помощью чувствительного элемента, сигнал от которого подается в ПК через цифро-аналоговый преобразователь. В ПК происходит запись полученного сигнала и его преобразование в спектр колебаний для дальнейшего анализа. В среде LabVIEW было разработано программное обеспечение [5], позволяющее производить съем колебаний контактным (с помощью пьезодатчика) и бесконтактным способом (с помощью микрофона или лазерного пьезодатчика).

Разработанная методика обеспечивает высокую достоверность оценки технического состояния энергетического оборудования и применима в комбинации с другими методами неразрушающего контроля, для повышения оперативности и достоверности оценки технического состояния оборудования.

Литература

1. Гапоненко, С. О. Акустико-резонансный информационно-измерительный комплекс и методика контроля местоположения заглубленных трубопроводов: автореферат дис. кандидата технических наук / С. О. Гапоненко. – Казань: Казан. гос. энергет. ун-т, 2017. – 22 с.
2. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series // Acoustic-resonance method for control of the location of hidden hollow objects // А. Е. Kondratiev, S. O. Gaponenko, R. Z. Shakurova, S. A. Nazarychev – 2019.
3. Шакурова, Р. З. Повышение надёжности работы энергетических систем путем определения технического состояния трубопроводов / Р. З. Шакурова, С. О. Гапоненко // «Гинчуриинские чтения»: материалы XIV Международной молодежной научной конференции: в 3 т. – Т. 2. – Ч. 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. – С. 184-187.
4. Способ инерциального возбуждения механических колебаний в упругой оболочке // Патент России № 2705515 от 07.11.2019 / Гапоненко С. О., Кондратьев А. Е., Шакурова Р. З.
5. Contactless monitoring system // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019617616 от 18.06.2019. / Гапоненко С. О., Шакурова Р. З., Кондратьев А. Е., Тазитдинов Р. П.

Шакурова Р. З., Гапоненко С. О.

Научный руководитель: Гапоненко С. О., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АПРОБАЦИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СПОСОБА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***Аннотация.** В данной работе представлены научные исследования в области неразрушающих методов контроля, в частности в области вибродиагностики. Представлен экспериментальный стенд для контроля технического состояния теплоэнергетического оборудования, приведены результаты исследований.*

***Ключевые слова:** вибрация, механические колебания, диагностика, пьезо-электрический датчик, эксцентрик.*

В данной работе для диагностики технического состояния теплоэнергетического оборудования предлагается использовать метод колебаний, основанный на изменении частоты колебаний объекта при возникновении дефекта в его структуре. Для осуществления этого метода был разработан экспериментальный стенд, представленный на рис. 1.

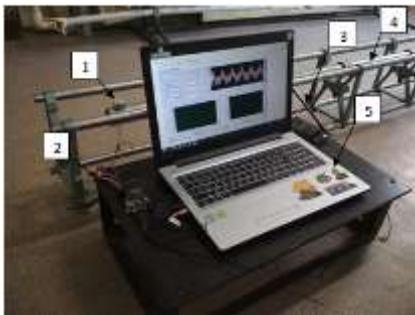


Рис. 1. Экспериментальный стенд:

- 1 – инерциальный резонатор; 2 – плата Arduino Uno; 3 – микрофон;
4 – исследуемый трубопровод; 5 – персональный компьютер

На плате Arduino Uno реализована работа аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя. В качестве объекта контроля представлен трубопровод, закрепленный на системе опор с фиксаторами.

Измерения проводились в шести контрольных точках на расстояниях $0,1 \pm 0,7$ м от начала трубопровода с шагом 0,1 м. На каждой контрольной точке произведено по пять измерений для получения усредненного значения амплитуды.

Для выбора основной частоты в полости исследуемого объекта с шагом в 10 Гц генерировались вынужденные колебания, и производилось измерение амплитуды на наружной стенке трубопровода, которые представлены в таблице.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований

Частота, Гц	Амплитуда, В	Частота, Гц	Амплитуда, В	Частота, Гц	Амплитуда, В
200	0,01	500	0,02	800	0,04
243	0,01	543	0,03	843	0,04
300	0,01	600	0,03	900	0,01
343	0,05	643	0,03	943	0,01
400	0,05	700	0,1	1000	0,02
443	0,04	743	0,3	1043	0,02

Из данной таблицы видно, что основной частотой является 743 Гц. Все дальнейшие исследования следует проводить на данной частоте. На рис. 2-4 представлены результаты измерений в некоторых контрольных точках.

На рис. 2 представлены результаты измерений для контрольной точки №1 (0,1 м от инерциального резонатора до микрофона при перемещении вдоль оси трубопровода) с частотой 743 Гц и амплитудой 0,294 В.

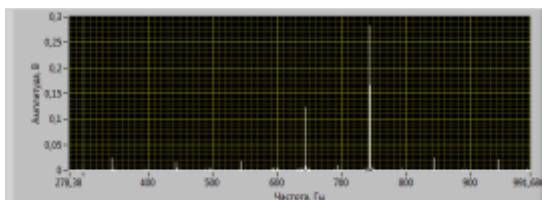


Рис. 2

На рис. 3 представлены результаты измерений для контрольной точки №2 (0,2 м от начала исследуемого объекта) с частотой 743 Гц и амплитудой 0,292 В.

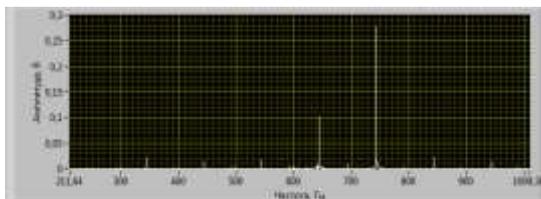


Рис. 3

На рис. 4 представлены результаты измерений для контрольной точки №3 (0,3 м от начала исследуемого объекта) с частотой 743 Гц и амплитудой 0,298 В.

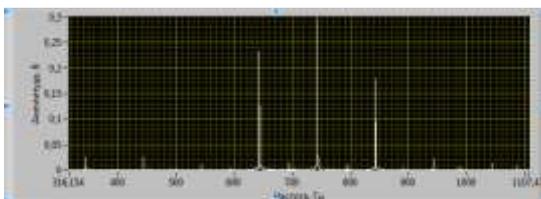


Рис. 4

Результаты экспериментальных исследований показывают, что основные частоты колебаний совпадают со средним отклонением в 3%. Основная гармоника не зависит от длины трубопровода, но зависит от его диаметра. Предлагаемая методика достоверна и позволяет с высокой точностью определять техническое состояние объекта контроля.

Литература

1. Гапоненко, С. О. Акустико-резонансный информационно-измерительный комплекс и методика контроля местоположения заглубленных трубопроводов: автореферат дисс. кандидата технических наук / С. О. Гапоненко. – Казань: Казан. гос. энергет. ун-т, 2017. – 22 с.
2. Гапоненко, С. О. Модельная установка для разработки способа определения местоположения скрытых трубопроводов / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – Казань: КГЭУ. – 2014. – №7-8. – С. 123-129.
3. Гапоненко, С. О. Варианты регистрации и анализа полезного виброакустического сигнала в программном продукте LabVIEW / С. О. Гапоненко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь: СКФУ. – 2014. – №5(44). – С. 8-15.

Щерба А. Д.

Научный руководитель: Валиев Р. Н., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ

***Аннотация.** В статье рассматриваются решения, направленные на энергоэффективное использование приточно-вытяжных систем.*

***Ключевые слова:** рекуперация, приточно-вытяжная система, вентиляция, теплоутилизация, эффективность.*

Приточно-вытяжная вентиляция – это система, с помощью которой создаются благоприятные климатические условия в помещении. Использование таких систем актуально от 100 кв. м., где необходимо учитывать микроклимат. Такая система выполняет два условия: приток свежего воздуха и удаление отработанного.

В состав стандартной системы входит: воздушный клапан, решетка воздухозабора, фильтр, калорифер, вентилятор, шумоглушитель, система автоматики.

В различных ситуациях учитываются дополнительное оборудование, которое позволяет получить большее КПД с одной установки, к примеру, рекуператоры. Рекуператоры бывают пластинчатые, роторные, трубчатые. У всех задача одинаковая – повышение энергоэффективности установки. Принцип действия состоит в том, что вытяжной воздух из помещения попадает в рекуператор, в котором происходит нагрев приточного воздуха за счет того, что вытяжной воздух имеет достаточно высокую температуру примерно +22°C, а если это промышленное здание, где происходит большое тепловыделение, то может быть еще больше, в зависимости от назначения предприятия. Наружный воздух, попадая в рекуператор, нагревается за счет того, что рекуператор изготовлен из материалов с высокой теплопроводностью таких, как медь, латунь и различные сплавы из алюминия. Также после рекуператора может быть установлен калорифер, который позволяет в холодное время года дополнительно нагреть приточный воздух до необходимых параметров. КПД у таких установок может составлять до 90% в зависимости от различных факторов: регион, в котором будет установлена система, температура вытяжного воздуха,

дополнительные опции, с помощью которых можно повышать энергоэффективность.

Минусы у этих систем есть, с которыми приходится работать. Стоимость оборудования значительно выше в сравнении с обычно приточно-вытяжными установками. Обслуживание рекуператора является ключевым фактором. При удалении вытяжного воздуха нужно учитывать фильтр, который будет удерживать в себе пыль, различные агрессивные составляющие, которые будут негативно сказываться на работе рекуператора. Обмерзание рекуператора может привести к его поломке, в случае охлаждения выходящего потока воздуха до отрицательных температур внутри рекуператора происходит переход конденсата в наледь, что вызывает сокращение живого сечения потока и, как следствие, уменьшение объема или полное прекращение вентиляции. Для периодического или разового размораживания рекуператора устанавливают байпас – обходной канал для движения приточного воздуха. При пропуске потока в обход устройства происходит прекращение теплоотдачи, нагрев теплообменника и переход наледи в жидкое состояние. Вода стекает в емкость сбора конденсата или происходит ее испарение наружу.

Мощность вентилятора необходимо выбирать с учетом пропускной способности устанавливаемых рекуператоров любых типов, которая в технической документации указана, как рекомендуемая скорость потока или объем пропускаемого устройством воздуха за единицу времени. Как правило, допустимая скорость воздуха внутри устройства не превышает значения 2 м/с.

В противном случае на высоких скоростях в узких элементах рекуператора происходит резкий рост аэродинамического сопротивления. Это приводит к лишним затратам электроэнергии, неэффективному прогреву наружного воздуха и сокращению срока службы вентиляторов.

Литература

1. Калнинь, И. М. Энергосберегающие теплонасосные технологии / И. М. Калнинь // Экологические системы. – 2003. – № 6.
2. Фокин, С. В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация: учебное пособие / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. – М.: КНОРУС, 2016. – 368 с.
3. Краснов, В. И. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие / В. И. Краснов. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 224 с.

Юнкова М. А., Медяков А. А., Свечников В. Н.
Поволжский государственный технологический университет

ТЕПЛИЦА НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

***Аннотация.** Представлен анализ основных спектров возобновляемых источников энергии, которые возможно использовать для функционирования системы энергоснабжения тепличного комплекса.*

***Ключевые слова:** тепличный комплекс, возобновляемые источники энергии, энергоресурсы, система.*

Тепличное растениеводство – это энергоемкая отрасль сельского хозяйства. В средних широтах из-за короткого теплого периода года и небольшой продолжительности дня тепличное хозяйство сильно осложнено. Для обеспечения потребностей теплицы в освещении и отоплении требуется большое количество энергоресурсов. Поэтому для эффективного функционирования таких тепличных комплексов предлагается использование возобновляемых источников энергии в совокупности с эффективными системами управления, позволяющими экономить энергоресурсы. Очень важно усвоить, что в окружающем нас пространстве всегда существует потоки возобновляемой энергии и энергетика на возобновляемых источниках энергии должна ориентироваться только на эти уже существующие ресурсы [1].

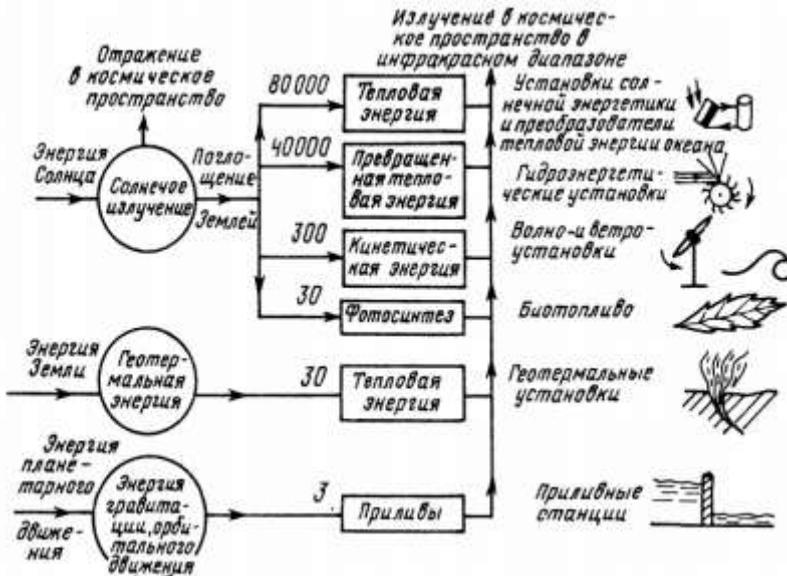
Потребность в освоении и развитии энергетики на возобновляемых ресурсах становится все более очевидной при возрастающем спросе на топливо, особенно на нефть, росте населения и требований к уровню жизни, особенно в развивающихся странах.

Обеспечить тепличный комплекс электрической и тепловой энергией, используя возобновляемые источники энергии, – сложная задача. Поэтому выбор альтернативного вида энергообеспечения является мощным толчком в эффективности сельхозпроизводства в условиях рыночной экономики.

Конструктивные характеристики тепличного комплекса включают в себя параметры тепловой защиты, размеры ограждающих конструкций, площади светопропускающих поверхностей, размеры и количество дверных и оконных проемов, количество осветительных приборов. Эти

характеристики определяют основные потребности тепличного комплекса в энергетических ресурсах.

Пространство вокруг нас постоянно пронизывается потоками энергии от различных возобновляемых источников энергии. К ним относятся энергия солнца, ветра, биомассы, естественного движения водных потоков, тепла земли и других источников (рисунок).



Возобновляемые источники энергии и их использование

Все энергетические системы можно представить в виде электрической цепи, по которой энергия различных источников передается потребителю, в которой она преобразуется в удобную для него форму [2].

В настоящее время на рынке широко представлены различные виды первичных преобразователей возобновляемой энергии отечественного и зарубежного производства, в частности солнечные фотоэлектрические панели, солнечные коллекторные установки, тепловые насосы, ветроэлектрические установки, биогазовые установки, мини-ГЭС.

Следует отметить, что с учетом использования преобразователей возобновляемой энергии, а также периодических изменений внешних

факторов, например, снижения температуры окружающей среды, приводящего к увеличению потребностей тепличного комплекса в тепле и потерь, связанных с транспортировкой теплоносителя, а также изменений в течение суток инсоляции, влияющей на мощность солнечного коллектора и фотоэлектрических модулей, возникает необходимость в применении тепловых и электрических аккумуляторов [3].

Преимущества технологий использования нетрадиционных источников энергии, по сравнению с их традиционными аналогами, связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения, но и с их экологической чистотой, а также с новыми возможностями в области повышения степени автономности систем жизнеобеспечения тепличного комплекса.

Поэтому внедрение комплексных систем энергоснабжения на базе возобновляемых источников энергии требует проведения научных исследований и разработок, учитывающих природно-климатические характеристики региона, его ресурсные возможности, а также соотношения мощностей устанавливаемого оборудования ВИЭ. Все это в целом определяет актуальность разработки методики оптимизации состава энергетических систем, учитывающего расширенный состав комплекса ВИЭ на объекте [4].

По всей видимости, в недалеком будущем именно эти качества будут иметь важное значение в создании гибкой системы регулирования, накопления, преобразования и потребления возобновляемой энергии.

Литература

1. Безруких, П. П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов. – М.: Наука, 2002. – 314 с.
2. Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ / Дж. Твайделл, А. Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.
3. Моделирование работы системы энергоснабжения тепличного комплекса / В. Н. Свечников, А. А. Медяков, Т. А. Кудинова и др. // ИВД. – 2018. – №4 (51). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-raboty-sistemy-energосnabzheniya-teplichnogo-kompleksa> (дата обращения 04.04.2020).
4. Велькин, В. И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография / В. И. Велькин. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 226 с.

Якупова И. Д.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ В БЛИЖНЕМ КОСМОСЕ

***Аннотация.** В статье описывается проблема терморегулирования, с которой сталкивается космический аппарат при нахождении в ближнем космосе и представлены возможные теплозащитные покрытия, способные обеспечить оптимальный тепловой режим спутника.*

***Ключевые слова:** теплообмен, теплоизоляция, ближний космос, космические аппараты, теплозащитные покрытия.*

При попадании в космос космический аппарат (КА) сталкивается с проблемой терморегулирования, состоящей в том, что полет может проходить достаточно длительное время по орбите, имеющий как участок тени, так и освещенной Солнцем. При этом в тени Земли внешние потоки и тепловыделение приборов находятся в дежурном режиме и могут быть минимальными, в то время как на солнечной орбите будут интенсивно работать приборы, выделяя максимальное количество тепла.

Для космического аппарата многоразового использования эта проблема особенно сложна, так как его использование ставит задачу о разработке материалов, выдерживающих тепловые нагрузки без разрушения, что приводит к значительной массе абляционного теплозащитного покрытия.

Вся поверхность космического аппарата по уровню температур разделена на четыре зоны, из которых в каждой используется свое покрытие. В местах, где температура не превышает 371° С, применяется теплозащитное гибкое покрытие многократного использования, которое представляет собой войлок из специальных волокон – покрытие в виде листов размером 0,9 × 1,2 м, приклеиваемое клеем-герметиком к корпусу. Перед установкой на его поверхность наносят пленку кремнийорганического эластомера для придания необходимых оптических свойств и влагостойкости. Внешний слой покрытия изготавливается из специального керамического волокна для защиты гибких соединений, при этом защищаемые узлы могут просто обматываться этим покрытием.

В местах с температурой поверхности от 371 до 649 °С используется повторно применяющееся покрытие, которое состоит из аморфного квар-

цевого волокна 99,7%-ной чистоты с добавлением связующей коллоидной двуокиси кремния и представляет собой плитки толщиной 5-24,4 мм и размером 203 × 203 мм. На их внешнюю поверхность наносится боросиликатное стекло для получения высокого коэффициента излучения (ϵ) и малого коэффициента поглощения солнечной радиации (A_s).

В частях корпуса, где температура составляет 649-1260 °С, теплозащита осуществляется при помощи повторно применяющейся изоляции, наподобие вышеописанной, но с отличием в размерах плитки (152 × 152 мм и толщиной 19 – 64 мм) и больших значениях ϵ и A_s .

В носках крыла космического аппарата на носовом обтекателе с температурами, превышающими 1260°С, используется материал из углерода, который армирован углеродным волокном. Этот материал разрушается при возвращении космического аппарата на Землю, вследствие чего требуется его заменять перед каждым следующим полетом.

Также необходимо подчеркнуть, что к теплозащитным покрытиям многоразового космического аппарата требования очень сложны и разнообразны. Так, при входе аппарата в плотные слои атмосферы, они должны переносить большие динамические нагрузки и обладать определенными оптическими свойствами для поддержания на участке спуска и орбитальном полете оптимального температурного режима. В данном случае для решения этой проблемы материал делается пористым, то есть пустоты занимают 90% объема плитки. Результатом служит равенство давлений в плитках и окружающей среды, что позволяет переносить все нагрузки на обшивку основной конструкции космического аппарата.

На первый взгляд, космическое материаловедение кажется далеким от решения земных задач, однако его результаты в достаточной мере используются на Земле. Например, металл с памятью формы – нитинол, способный восстанавливать деформации при нагреве, был спроектирован для нужд ракетной техники. В настоящее же время он нашел применение в ортодонтии, так как из него изготавливают проволочные дуги для брекетов. Также радиационная защита применяется в оборудовании атомных электростанций и представляет собой необходимый элемент в военной технике. Несмотря на высокую стоимость космических солнечных батарей их стараются адаптировать к наземным применениям. В том числе и керамические теплоизоляции применяются в качестве пассивной задачи от расплавления ядерных реакторов.

На данный момент человеческое существование зависит от космической промышленности. Из-за систем глобального позиционирования у нас есть навигаторы, спутники транслируют телевизионные сигналы и обеспечивают связь с самыми удаленными областями мира.

Литература

1. Макуева, Д. А. Применение энергосберегающих технологий в тепловой изоляции теплообменного оборудования / Д. А. Макуева, А. А. Ибадов // «Научному прогрессу – творчеству молодых»: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам: в 4 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – С. 139-141.
2. Курицына, К. С. Способы и особенности построения теплоэнергетических комплексов на Луне / К. С. Курицына // «Научному прогрессу – творчеству молодых»: материалы XII международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам: в 4 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. – С. 147-149.
3. Внешний теплообмен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://12apr.su/book/item/f00/s00/z0000023/st032.shtml> (дата обращения 16.03.2020).

УДК 621.1.016:523

Якупова И. Д.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В БЛИЖНЕМ КОСМОСЕ

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос внешнего теплообмена в космосе, представлены возможные пути решения теплоотвода от космических аппаратов и способы терморегулирования его поверхностей.*

***Ключевые слова:** теплообмен, теплоотвод, ближний космос, космические аппараты, радиационные поверхности.*

Теплопередачей называют физический процесс переноса энергии тепла от более горячего к более холодному телу либо непосредственным путем (контакт), либо через делящую перегородку (тела или среды) из какого-либо материала. В космосе при малой плотности веществ передача тепла от тел происходит через излучение. В настоящее время немалое внимание уделяется воздействию солнечных потоков, внешнему лучистому теплообмену и теплообмену, происходящему между наружными поверхностями.

При упоминании температуры космоса можно подразумевать две разные температуры: температуру находящегося в космосе тела или температуру рассеянного в пространстве газа. Вопреки всеобщему заблуждению о том, что в космосе вакуум, все пространство внутри галактик наполнено

сильно разряженным газом, что не оказывает почти никакого теплового воздействия на помещенное в него тело. Этот газ может быть разогрет до экстремальных температур, но ввиду большого расстояния между молекулами, спутники или космонавты его не почувствуют. Главным же источником теплового излучения является Солнце, близко расположенное к Земле, вследствие чего нужно уметь грамотно рассчитывать температурные режимы перед отправкой космического аппарата (КА) в ближний космос.

Предназначенные для организации внешнего теплообмена радиационные поверхности имеют заданные радиационные характеристики, придание которых возможно различными способами: гальванической обработкой, напылением на нее различных металлов или их оксидов, нанесением терморегулирующих покрытий и т. д. (Изменение температур не меняет спектральных характеристик поверхностей).

При отсутствии падающих на поверхность космического аппарата тепловых потоков, ее температура определяется количеством тепла, подведенным от смежных элементов космического аппарата и степенью черноты поверхности.

Во избежание потерь тепла спутника в космос и его перегрева лучами Солнца, космические аппараты стараются «укутать в многослойное одеяло», носящее название ЭВТИ — экранно-вакуумная теплоизоляция (полимерная пленка, покрытая специальным сплавом). В редких случаях поверхности орбитального аппарата специально оставляют открытыми с целью поглощения солнечного излучения или отвода в космос тепла изнутри. В первом случае площадь покрывают черной эмалью, поглощающей солнечное излучение, а во втором — белой эмалью, отражающей лучи.

Во всех случаях проблематично в полной мере решить проблему теплоотвода нанесением покрытий с определенными радиационными характеристиками. При невозможности сохранения заданного диапазона температур используют другие методы регулирования внешнего теплообмена.

К таким альтернативным способам относят, в первую очередь, жалюзи — подвижные экраны, способные при перемещении закрывать или открывать участки поверхностей с радиационными характеристиками. Их перемещают с помощью специальных приводов, работающих по командам циркулирующего вдоль поверхности и реагирующего на изменение температур жидкости или газа чувствительного элемента или же при помощи реагирующего непосредственно на температуру поверхности исполнительного механизма. При данном поле внешних тепловых потоков возможности жалюзи ограничены радиационными характеристиками.

Также к инструментам регулирования внешнего теплообмена причисляют использующие теплоту фазовых превращений веществ для поглощения энергии, получаемой в результате внешнего теплообмена или выделяющейся в космический аппарат, испарительные системы. В

большинстве случаев в качестве рабочего тела, как имеющего максимальную скрытую теплоту испарения, используют воду, а ее пары сбрасывают в вакуум, окружающий космический аппарат. Подобные системы применяются в тех случаях, когда масса испарительной системы вместе с запасами воды меньше массы необходимых для этого радиационных поверхностей ввиду кратковременности сброса энергии.

Наиболее эффективным способом терморегулирования поверхности космического аппарата служит изменение его ориентации в пространстве относительно падающего теплового потока. Но использование этого метода практически исключается, так как при данном раскладе ориентация космического аппарата будет подчинена обеспечению теплового режима, что может создать трудности при выполнении его основных задач полета.

Существуют космические аппараты, приборы на борту которых должны работать при достаточно низких температурах. Для этого их укрывают радиационным экраном – многослойным солнечным зонтиком, похожим на ЭВТИ, или располагают более сложную систему с радиаторами и многоступенчатыми холодильниками.

Перегрев является одним из сдерживающих факторов в создании космического аппарата с мощным ядерным источником энергии. Излишки тепла приходится сбрасывать в космос, так как электричество на борту получается из теплоты с КПД гораздо меньшим 100%.

При создании космического аппарата требуется учитывать температурное влияние не только космоса и спутника, но и устройств и приборов внутри, а также ориентацию аппаратов относительно источников излучения. Для качественного температурного контроля разрабатывается отдельная служебная система, называемая «Системой обеспечения теплового режима» (СОТР). В нее входят холодильники и нагреватели, теплопроводы и радиаторы, датчики температуры и специальные компьютеры; используются активные или пассивные системы, когда роль обогревателей выполняют работающие приборы, а радиатора – корпус аппарата.

Литература

1. Юсупов, И. Ф. Обеспечение теплового режима функционирования лунной станции / И. Ф. Юсупов // «Научному прогрессу – творчеству молодых»: материалы XIII международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам: в 4 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – С. 180-182.

2. Внешний теплообмен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://12apr.su/book/item/f00/s00/z0000023/st032.shtml> (дата обращения 09.03.2020).

Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.056.53

Васильев Н. С.

Научный руководитель: Васильева Л. Н., канд. пед. наук
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ

***Аннотация.** Статья посвящена проблеме информационной безопасности сетей IP-телефонии, проанализированы типичные угрозы, рассмотрены основные пути обеспечения защиты сетей.*

***Ключевые слова:** телефония, IP-сеть, информационная безопасность, Cisco Packet Tracer.*

Современный мир имеет свойство быстро меняться, развиваться, стремиться к совершенству. Еще 200 лет назад мы и представить не могли, что в XXI веке информация будет передаваться за считанные секунды. В современных реалиях такие возможности дает IP-телефония, и актуальность безопасной передачи данных растет прямо пропорционально ее развитию [1].

IP-телефония – это комплекс технологий коммуникационного характера, дающих возможность использовать IP-сети для передачи всех типов информации в режиме реального времени.

Рассмотрим сеть, построенную в симуляторе Cisco Packet Tracer (рис. 1). При проектировании данной сети были задействованы 2 коммутатора, к которым были подсоединены 5 IP-телефонов, 2 аналоговых телефона, PC, Wi-Fi-роутер, ноутбук, смартфон и планшет. Все узлы были настроены вручную. Далее были подключены и настроены два роутера, которые имели связь между собой. После чего к одному из коммутаторов был подключен и настроен сервер. Первый коммутатор контактирует с четырьмя IP-телефонами и с одним аналоговым. Каждый телефон имеет свой номер, адрес, а также все необходимые настройки, позволяющие связать их между собой и передавать информацию. Ко второму коммутатору были подключены: IP-телефон, аналоговый телефон, PC, WIFI-роутер, который имел доступ к планшету, ноутбуку и смартфону. Интересный факт, что Cisco Packet Tracer дает

возможность установления контакта и передачи данных между устройствами разных типов. Работая с телефоном, данную операцию провести крайне легко – следует только набрать номер другого телефона и снять трубку.

Если же мы имеем дело с PC, ноутбуком или другим подобным устройством, то нам следует зайти в меню Desktop, перейти во вкладку Cisco IP Communicator, набрать номер и осуществить операцию контакта. Стоит убедиться, что все устройства настроены, включены, имеют свой адрес и номер.

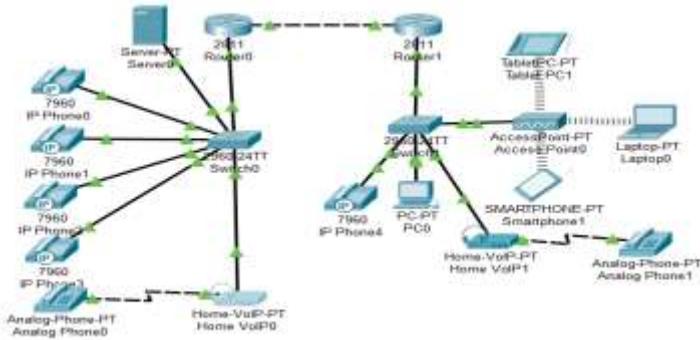


Рис. 1. IP-сеть, построенная в CiscoPacketTracer

В ходе развития телефонии в IP-среде активно начали появляться угрозы и опасности, которые несет в себе эта самая IP-среда:

- фишинг-атаки – разновидность мошенничества, задачей которой является получение конфиденциальных данных пользователя (логин, пароль). Выполняется эта атака через массовую рассылку электронных писем, отправителем которых якобы заявляется популярный бренд.

- Denial of Service – DoS. Вид атаки, в ходе которой основные важные для пользователя системы становятся недоступными. Для воплощения атаки данного типа злоумышленники засоряют систему лишним трафиком, для обработки которой тратятся все ресурсы процессора и системной памяти.

- подслушивание. При передаче пользовательских или конфиденциальных данных по каналам связи, не имеющих какую-либо защиту, эти данные легко прослушиваются, после чего появляется возможность злоупотребления ими.

– подмена данных. Вид хакерской атаки, при которой один пользователь сети выдает себя за другого пользователя сети при помощи подмены своих данных на данные пользователя.

– перехват звонка, представление нелегитимным пользователем как легитимный пользователь, атака «человек посередине».

В настоящее время вопрос об информационной безопасности в IP-телефонии довольно актуально [2,3]. Данным направлением уже давно занимаются такие широко известные компании, как Cisco, D-Link, AddPac, LinkSys и т. д. В пользу открытого доступа к каналам передачи голосовой информации в IP-сетях говорит большая потребность в конфиденциальности VOIP-сервисов. Существует несколько способов удовлетворения этой потребности. Преимущество имеет именно тот способ, который заключает в себе применение протоколов безопасности [3].

В мире современных технологий такой вид связи, как IP-телефония получает огромную популярность. Все крупные телекоммуникационные компании и предприятия, осознавая все преимущества и новшества, дающие качество и функциональность, используют данные типы телефонной связи [5, 6]. За рядом этих фактов выявляется широкая потребность в защите данных. Мы должны осознавать, что в противном случае, оставшись без защиты, фирмы и компании могут быть подвергнуты взлому или утечке данных.

Литература

1. Коптев, Д. С. Основные виды строения сетей IP-телефонии / Д. С. Коптев, А. Н. Шевцов, А. Н. Щитов // Новая наука: от идеи к результату. – 2016. – № 9-1. – С. 27-29.
2. Чумаров, С. Г. Моделирование угроз для сетей IP-телефонии / С. Г. Чумаров, Г. В. Сидоров // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: материалы XI Всерос. науч.-техн. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. – С. 491-494.
3. Чумаров, С. Г. Проблемы информационной безопасности IP-телефонии / С. Г. Чумаров, Г. В. Сидоров // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. – Стерлитамак: АМИ, 2017. – С. 177-179.
4. Ковцур, М. М. Протоколы обеспечения безопасности VoIP телефонии / М. М. Ковцур, В. Н. Никитин, Д. В. Юркин // Защита информации. – Инсайд. – 2012. – №3. – С. 74-81.
5. Чумаров, С. Г. Информационная безопасность сетей IP-телефонии в образовательной среде / С. Г. Чумаров // Современный университет в цифровой

образовательной среде: ориентир на опережающее развитие: материалы X Международн. учеб. - метод. конф. – Чебоксары, 2018. – С. 41-45.

6. Исаков, Т. Г. Детектирование зловредной активности в DNS-трафике / Т. Г. Исаков, В. В. Андреев // Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Технологии информационного общества». Москва, Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), 14-15 марта 2018 г. В 2-х томах. – Т. 1. – М.: «ИД Медиа Паблишер», 2018. – С. 287-288.

УДК 621.317.7.087.6

Иванова Л. С.

Научный руководитель: Филимонов В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УХОДА ЗА РАСТЕНИЯМИ

***Аннотация.** Представлена конструкция тонкопленочного датчика влажности почвы, с помощью которого можно измерять градиент влажности почвы по глубине. Проведены исследования для определения параметров конструкции датчика.*

***Ключевые слова:** датчик влажности почвы, тонкие пленки, градиент влажности почвы.*

Введение. В известных системах ухода за растениями используются датчики влажности почвы, с помощью которых измеряется средняя величина влажности почвы на некоторой глубине. Наиболее распространенная конструкция датчиков влажности почвы состоит из двух электродов [1]. Такие датчики не учитывают пространственной неоднородности почвы и не дают полной информации о состоянии влажности почвы по глубине. Это становится недостатком устройств с подобными датчиками.

Материалы и методы. Предлагается усовершенствовать конструкцию датчика влажности почвы, используемого в автоматизированной климатической системе ухода за растениями [2]. Его особенностью является то, что на одной подложке располагается несколько чувствительных элементов, что позволит определять как градиент влажности почвы одного состава по глубине, так и следить за величиной влажности по

слоям почвы разных составов. Схематичное изображение разрабатываемого датчика влажности почвы представлено на рис. 1а. Электроды каждого чувствительного элемента имеют прямоугольную форму с размерами 4×7 мм. В качестве материала подложки предлагается использовать поликор Al₂O₃, а материалом электродов (проводящего слоя) выбрать нитрид титана (TiN). Конструкция датчика предполагает использование тонкопленочной технологии. Тип разрабатываемого датчика влажности почвы – резистивный, основан на изменении сопротивления почвы.

Проведено исследование кинетики изменения влажности почвы по глубине после полива. Было использовано комнатное растение *Aglaonema* в пластмассовом горшке объемом 3 литра. В эксперименте для измерений было взято три точки по глубине: на глубине ~2 см, ~7 см и ~13 см от поверхности грунта. В эти точки были помещены датчики влажности почвы для Arduino YL-69, с которых через плату Arduino Mega были получены данные и отображены на персональном компьютере. Условия окружающей среды были следующими: температура воздуха в помещении составляла 23°C, влажность воздуха – 25%. По полученным данным были построены графики.

Для определения параметров конструкции датчика было проведено исследование зависимости величины сопротивления датчика от ширины зазора между электродами в сухой и влажной почве. Был изготовлен экспериментальный образец, на котором располагалось несколько чувствительных элементов с различной шириной зазора между электродами (1 мм, 2 мм, 5 мм и 10 мм). Он помещался вначале в сухой грунт, сопротивление каждого элемента при этом измерялось мультиметром DT9208A, затем грунт увлажнялся и производились последующие измерения сопротивления, которые сравнивались с первоначальными значениями.

Результаты. График зависимости величины влажности почвы по глубине от времени после полива представлен на рис. 1б. По полученным данным можно сказать о том, что влажность почвы после полива изменяется по глубине неравномерно. У поверхности максимальное значение влажности достигается быстрее, но затем снижается до порогового значения 40 % также быстрее (через ~22 ч), что обуславливается большим вкладом в кинетику изменения влажности процесса испарения влаги с поверхности почвы. Чем глубже, тем процесс изменения влажности почвы проходит менее интенсивно. На глубине 7 см влажность снижается до порогового значения 40 % через 26,5 ч, а на глубине 13 см – через 38,5 ч. Наибольшая разница показаний влажности почвы на по-

верхности и на глубине 13 см составляет 16,2% в момент времени $t = 0,4$ сут. Причиной различных значений влажности почвы по глубине также может быть различная плотность и состав почвы.

Результаты исследования зависимости величины сопротивления датчика от ширины зазора между электродами в сухой ($R_{\text{сух}}$) и влажной почве ($R_{\text{вл}}$) следующие. При ширине зазора 1 мм $R_{\text{сух}} = 28,7$ кОм / $R_{\text{вл}} = 0,42$ кОм; 2 мм – 39,8 кОм / 0,18 кОм; 5 мм – 47,3 кОм / 0,81 кОм; 10 мм – 46,21 кОм / 0,7..1,1 кОм. По ним можно сделать вывод, что наиболее подходящей величиной является ширина зазора 5 мм, поскольку разница показаний в данном случае наибольшая, а величина сопротивления стабильная.

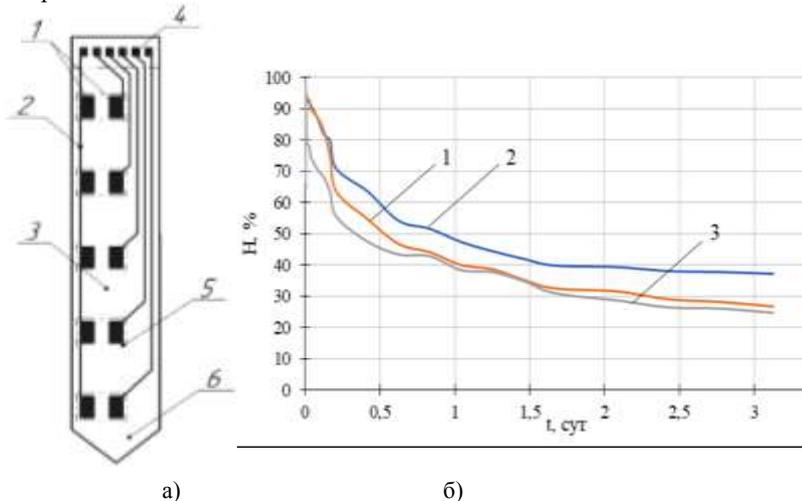


Рис. 1. а) Схематичное изображение датчика: 1 – электроды, 2 – общий электрод, 3 – защитная пленка Al_2O_3 , 4 – контактные площадки, 5 – окно в пленке Al_2O_3 , 6 – подложка; б) график зависимости влажности почвы по глубине от времени после полива (1 – на глубине 7 см, 2 – 13 см, 3 – 2 см)

Закключение. Представлена конструкция тонкопленочного датчика влажности почвы. Было установлено, что наиболее подходящей является ширина зазора между электродами 5 мм. Результаты исследований подтверждают наличие градиента влажности почвы по глубине в определенный момент времени, при этом для шага расположения пяти чувствительных элементов разрабатываемого датчика достаточна величина 2,5 см в случае горшка данного объема.

Литература

1. Васильев, С. Н. Анализ датчиков влажности с целью разработки автономной автоматизированной системы полива дачного участка / С. Н. Васильев, Л. И. Медведева // Научные исследования. – 2017. – Т. 1. – №6 (17). – С. 23-26.
2. Иванова, Л. С. Совершенствование автоматизированных систем ухода за комнатными растениями / Л. С. Иванова, В. Е. Филимонов // «Наука и инновации-2018»: материалы XIII международной научной школы. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – С. 158-161.

УДК 621.327.9

Игумнов Д. В.

Научный руководитель: Филимонов В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСКРОВОГО РАЗРЯДА ПРИ ПОДГОНКЕ РЕЗИСТОРОВ

***Аннотация.** В работе определены оптические спектральные параметры искрового разряда при подгонке толстопленочных рутениевых резисторов. Определены зависимости изменения спектральных характеристик от изменения амплитуды разрядного напряжения. Описаны продукты распада при искровой подгонке указанных резисторов.*

***Ключевые слова:** толстопленочные резисторы, спектральные исследования.*

Введение. Сегодня в специализированных гибридных интегральных схемах часто используют толстопленочные резисторы [1], основными достоинствами которых являются: высокая мощность рассеяния; повышенная стойкость к внешним климатическим воздействиям; низкая стоимость производства. Вместе с тем, данным резисторам присущи и серьезные недостатки, важную роль среди которых играет необходимость подгонки под заданный номинал [2]. Подгонка номинальных значений резисторов может производиться воздушно-абразивной обработкой, выжиганием части резистивного слоя с помощью лазера и другими методами, например, с помощью искрового

разряда [3]. При этом в литературе до сих пор не описаны продукты распада, возникающие в процессе искровой подгонки толсто пленочных резисторов, что и определяет актуальность проведения соответствующих исследований.

Исследование оптических спектральных параметров разряда.

Определение оптических спектральных параметров искрового разряда толсто пленочных рутениевых резисторов проводилось с помощью оптоволоконного спектрофотометра AvaSpec-2048, который имеет высокую фотометрическую чувствительность в спектральном диапазоне 200-1100 нм и оптическое разрешение 0,04 нм.

Основной проблемой при проведении исследований было влияние естественного освещения, поскольку измерения проводились в диапазоне длин волн видимого излучения. Поэтому для получения чистого спектра электроискрового разряда исследования проводили в помещении, изолированном от естественного излучения, и со специальным искусственным освещением.

Было выявлено, что с увеличением значения амплитуды напряжения, подаваемого на разрядный электрод при подгонке резисторов, увеличивается интенсивность свечения искрового разряда.

Также было установлено, что при изменении расстояния между разрядным электродом и поверхностью резистора меняются условия распределения искрового разряда, а именно: диаметр поверхности, охватываемый разрядом; мощность разряда. При этом было определено, что самым эффективным расстоянием для фиксирования искры при подгонке является расстояние между разрядным электродом и поверхностью резистора 1-1,5 мм. Изменение этого расстояния в большую или меньшую сторону приводит к пропаданию искры. При выполнении данных исследований расстояние между искрой и световодом спектрометра составляло 3 мм. Эта величина являлась оптимальной, так как уменьшение данного расстояния может привести к «перемещению» разряда на световод, и нарушить работу спектрофотометра, а уменьшение этого расстояния сделает интенсивность измеряемых спектров недостаточной.

Исследования по измерению зависимости интенсивности спектральных линий от разрядного напряжения представлены на рисунке.

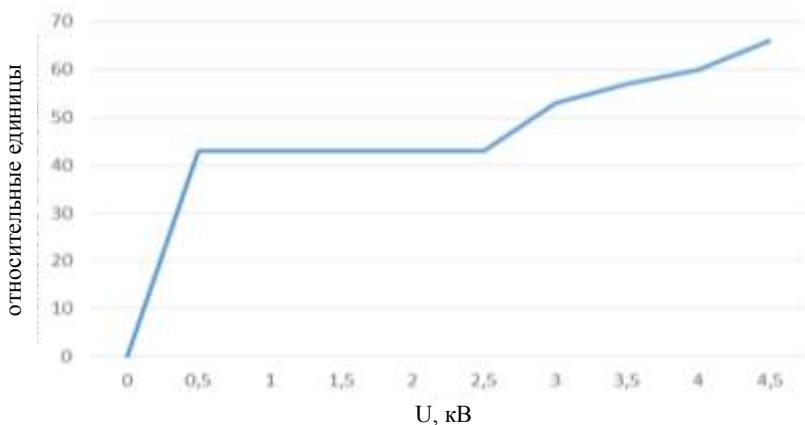


График зависимости интенсивности спектральных линий искрового разряда при подгонке толстопленочных рутениевых резисторов от разрядного напряжения

Исследования также показали, что спектр искрового разряда и продуктов распада при электроискровой подгонке не зависит от частоты следования разрядных импульсов и длительности воздействия электроискрового разряда на резистивный слой.

Заключение. На основе проведенных спектральных исследований было установлено, что продуктами выбросов при воздействии искрового разряда на рутениевые толстопленочные резисторы являются оксиды рутения, а именно: RuO_2 (двуокись рутения) и RuO_4 (четыреокись рутения). Однако при этом в составе резистивного материала могут находиться частицы молибдена и осмия, поскольку спектральные линии этих элементов находятся примерно в одном диапазоне длин волн с рутением [4]. Из вышесказанного следует, что при искровой подгонке элемент рутений в чистом виде не выделяется, и в составе резистивного материала всегда будут присутствовать частицы других химических элементов, с которыми из-за своей активности рутений может вступить в химическую реакцию. По числу пиков длин волн в спектре можно определить количество возможных химических соединений рутения с другими присутствующими элементами, которые имеются в составе резистивного материала.

Литература

1. Краснов, В. Г. Толстопленочная технология в СВЧ микроэлектронике / В. Г. Краснов, Г. Б. Петраускас, Ю. С. Чернозубов. – М.: Радио и связь, 1985. – 168 с.
2. Мельниченко, А. Т. Основы технологии тонких и толстых пленок / А. Т. Мельниченко. – Л.: ЛЭИС, 1990. – 72 с.
3. Лазаренко, Б. Р. Электрическая эрозия металлов / Б. Р. Лазаренко, Н. И. Лазаренко. – М.-Л.: Геотехиздат, 1944. – 260 с.
4. Румянцева, Н. А. Способ получения оксида рутения для резистивных паст / Н. А. Румянцева, В. Н. Филатов, В. П. Ванчиков // Приборы и системы управления. – 1982. – №1. – С. 35-36.

УДК 539.376

Колесникова А. С.

Научный руководитель: Зуев А. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ (ПЭС) В ГОРОДАХ ПОВОЛЖЬЯ ПО ДАННЫМ 2019 ГОДА

Аннотация. Проанализированы магнитные бури над территориями городов Поволжья.

Ключевые слова: вариации ПЭС, магнитные бури.

Земля имеет магнитное поле, которое защищает ее от радиации Солнца и дальнего космоса. Это магнитное поле называют магнитным щитом. Щит обеспечивает существование биосферы и жизни на Земле. Те планеты, где нет магнитного поля, считаются мертвыми по сравнению с Землей, несмотря на то что там могут присутствовать признаки жизни. Время от времени на Солнце происходят активные явления: выбросы массы, вспышки, ударные волны. Эти явления приводят к возникновению энергетических частиц, которые разлетаются от Солнца во все стороны, в том числе в направлении Земли, и попадают в магнитосферу. Когда ударная волна, которая возникает перед выбросом массы, сталкивается с магнитосферой, магнитное поле Земли

начинает возмущаться, колебаться, дрожать. Этот процесс и называется магнитной бурей.

Сильные магнитные бури приводят к существенным изменениям практически во всех основных структурах магнитосферы и ионосферы. Поведение ионосферы во время магнитных бурь зависит от большого числа параметров, таких как: место, сезон, уровень активности, величина возмущения.

Полное электронное содержание (ПЭС) – количество свободных электронов, содержащихся в цилиндре с площадью поперечного сечения 1 м^2 , ориентированном вдоль луча зрения. Для дистанционной диагностики ионосферы используется GPS приемники. Один из них GPS приемник Leica – геодезический инструмент, благодаря высокой точности успешно применяются для решения различных геодезических и картографических задач в кадастре, нефтегазовой отрасли, топографии, мониторинге. GPS приемники Leica выпускаются как в виде моноблока, в котором антенна и приемник объединены в один прибор, так и в отдельном виде, что позволяет максимально подстроиться под запросы потребителя и обеспечить универсальность оборудования. GNSS Leica имеют высокую степень защиты от атмосферных воздействий, от ударов, падений с высоты 1-2 метров и даже от кратковременного погружения на глубину до 1 метра.

В ходе данной работы были проанализированы магнитные бури на территории городов Поволжья с помощью сайта TESIS за период 2019 года.

Выводы

1. В ходе данной работы были проанализированы магнитные бури на территории городов Поволжья с помощью сайта TESIS за период 2019 года.

2. Наибольшие магнитные возмущения над городами Поволжья были в осенний период, а в весенний период – наименьшие.

Литература

1. Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович, Н. П. Перевалов. – Иркутск : ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.

Кошаева Е. П.

Научный руководитель: Бастракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Аннотация. Рассчитаны энергетические потери для атмосферных оптических линий связи (АОЛС) для заданной дальности связи.

Ключевые слова: энергетические потери, длина волны, помехи, затухание.

На сегодняшний момент создано достаточно большое количество источников излучения, рабочая длина волны которых находится в указанном диапазоне.

Примем для расчета максимальное затухание – 60 дБ/км, что соответствует густому туману концентрации меньше среднего.

Для определения уровня оптических помех примем, что для длин волн в диапазоне от 700 до 850 нм фоновая помеха днем не более 10^{-2} Вт/см² ср. мкм, фоновая помеха ночью не более 10^{-6} Вт/см² ср. мкм. В данном случае основной шум будет вноситься фоновым излучением, всеми остальными шумами можно пренебречь.

$$P_n = 10^{-2} \cdot S_{\text{прием}} \cdot \angle\alpha \cdot \Delta\lambda, \quad (1)$$

где $S_{\text{прием}}$ – площадь приемника, см²;

$\angle\alpha$ – угол зрения приемника, ср;

$\Delta\lambda$ – диапазон длин волн, принимаемый фотоприемником, мкм.

Минимальная мощность оптического сигнала представлена в виде:

$$P_{\text{min}} = N_{\text{min}} \cdot P_n, \quad (2)$$

где N_{min} – минимально возможное отношение сигнал /шум (в разях) для выбранного вида модуляции оптического сигнала.

Длина волны – 785 нм.

Диапазон длин волн, принимаемый фотоприемником $\Delta\lambda = 750\text{-}800$ нм.

Дальность действия $L_{AK}(l) = 0..1500$ м.

Площадь приемного элемента $S_{\text{прием}} = 64$ см².

Угол зрения приемника $\angle\alpha = 0,3$ мрад.

Работа гарантирована при $P_{зат}$ – густой туман, затухание не более 60 дБ/км.

Минимальное отношение сигнал/шум $N_{\min} = 3$ дБ.

Мощность оптических шумов будет составлять:

$$P_n = 10^{-2} \cdot S_{прим} \cdot \angle \alpha \cdot \Delta \lambda = 10^{-2} \cdot 64 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 = 9,6 \cdot 10^{-6} \text{ Вт} .$$

Рассчитаем энергетические потери из-за погодных условий для заданной дальности:

$$P_l(l) = P_{зат} \cdot L_{AK}(l) , \quad (3)$$

где $P_{зат}$ – затухание сигнала, дБ;

$L_{AK}(l)$ – дальность, м;

$$P_l(l) = P_{зат} \cdot L_{AK}(l) = 60 \cdot (0..1500 \text{ м}).$$

Энергетические потери при густом тумане на трассе от 0 м до 1500 м

Дальность l , м	Минимальная излучающая оптическая мощность $P_l(l)$, дБ
0	0
100	6
200	12
300	18
400	24
500	30
600	36
700	42
800	48
900	54
1000	60
1100	66
1200	72
1300	78
1400	84
1500	90

По данным таблицы возможно построить график зависимости энергетических потерь из-за погодных условий от длины трассы атмосферного канала связи.

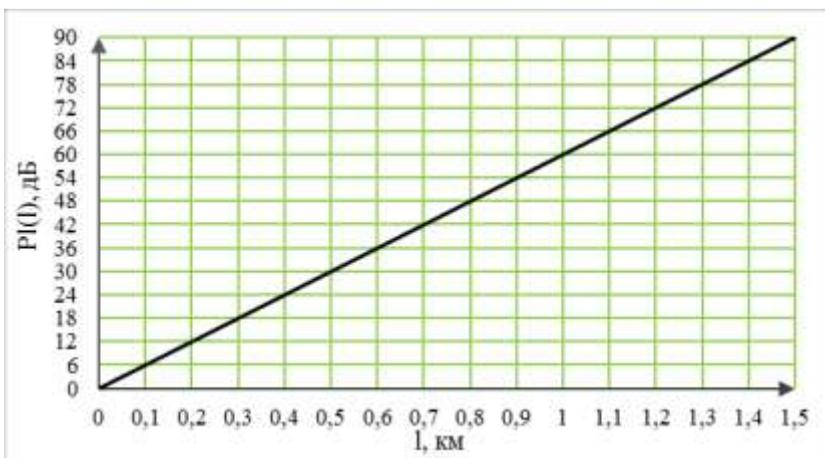


График зависимости энергетических потерь из-за погодных условий (при густом тумане) на трассе от 0 до 1500 м

Выводы

Доступность линии АОЛС зависит от допустимого ослабления мощности сигнала между передатчиком и приемником на заданном расстоянии между терминалами и от статистики распределения МДВ в месте установки линии. Чем больше запас мощности системы, тем меньше погодные условия влияют на работоспособность линии. Надежность оптических линий связи напрямую зависит от энергетических характеристик оборудования и устойчивости линии к погодным условиям.

Литература

1. Гидрометцентр России. О погоде – из первых рук. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteoinfo.ru> (дата обращения 10.03.2020).
2. Милотин, Е. Р. Расчет параметров атмосферного канала оптических линий связи / Е. Р. Милотин // Вестник связи. – 2004. – № 2. – С. 20-23.
3. Павлов, Н. М. Влияние фонового излучения на надежность работы атмосферных оптических линий связи / Н. М. Павлов, Л. А. Шутова // Многоканальные системы связи: сб. научных трудов ЦНИИС. – 1978. – №1.
4. Павлов, Н. М. Коэффициент готовности атмосферного канала АОЛП и методы его определения / Н. М. Павлов // Фотон-Экспресс. – 2006. – №6. – С. 78-90.

Кошаева Е. П.

Научный руководитель: Бастракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ
НА УЧАСТКЕ ПАО «РОСТЕЛЕКОМ» – ПАО «БАНК ВТБ»
г. ВОЛЖСК РМЭ**

Аннотация. Представлена структурная схема АОЛС на проектируемой трассе.

Ключевые слова: оптический блок, блок интерфейсов, интерфейсный кабель, длина волны.

Рассматривается структурная схема работы оборудования атмосферной оптической линии связи на проектируемой трассе ПАО «Ростелеком» – ПАО «Банк ВТБ» г. Волжск РМЭ. Исходя из необходимых параметров и интерфейсов, для организации канала на участке была выбрана модель Artolink M1-10G.

Оборудование представляет собой самостоятельный комплект аппаратуры, работоспособность и контроль состояния которого не зависят от наличия или состояния аппаратуры формирования цифровых потоков. Изделие состоит из двух идентичных терминалов 1 и 2, каждый из которых включает в себя оптический блок (ОБ, ППМ), блок интерфейсов (БИ) и интерфейсный кабель (ИК). ОБ обеспечивает передачу и прием сигналов через атмосферу с помощью пространственно разнесенных оптических антенн. В эксплуатации два ОБ устанавливаются на открытом воздухе с обеспечением прямой видимости. БИ размещается в помещении, обеспечивая питание изделия, обмен сигналами телеконтроля и телеуправления с внешним компьютером через сервисный стык БИ и подключение пользовательского оборудования. Между собой эти составные части терминала (ОБ и БИ) соединяются с помощью ИК.

Оборудование M1-10GE реализовано с использованием принципа Passive optics – Active tracking, означающим передачу информационного сигнала через ОБ без каких-либо преобразований и, в то же время, использование активной системы наведения. Информационный сигнал от оконечного оборудования поступает на БИ, которое преобразует его в оптический сигнал на длине волны 1550 нм и передает в ОБ через стык

с ИК. Кроме того, через ИК БИ обеспечивает питание ОБ и обмен служебной информацией с ним. Пользовательское оборудование подключается к стыку SFP+ (Small Form factor Pluggable модуль), расположенному на БИ с помощью любых SFP+ модулей, поддерживающих стандарт 10GBASE.

Каждый ОБ включает в себя оптическую систему (ОС) и систему пространственной стабилизации (СПС) оси диаграммы направленности (ОДН) оптической системы, обеспечивающую точное наведение приемопередающих апертур ОБ друг на друга. СПС работает с использованием служебного оптического беспроводного канала на длине волны 785 нм, по которому, кроме того, осуществляется обмен служебной информацией между ОБ. Два ОБ с помощью оптической системы дифракционного качества осуществляют волновое мультиплексирование информационного и служебного каналов, образуя дуплексный двухволновый беспроводный оптический (FSO) канал связи на длинах волн 1550 и 785 нм. Функциональная схема работы оборудования приведена на следующем рисунке:

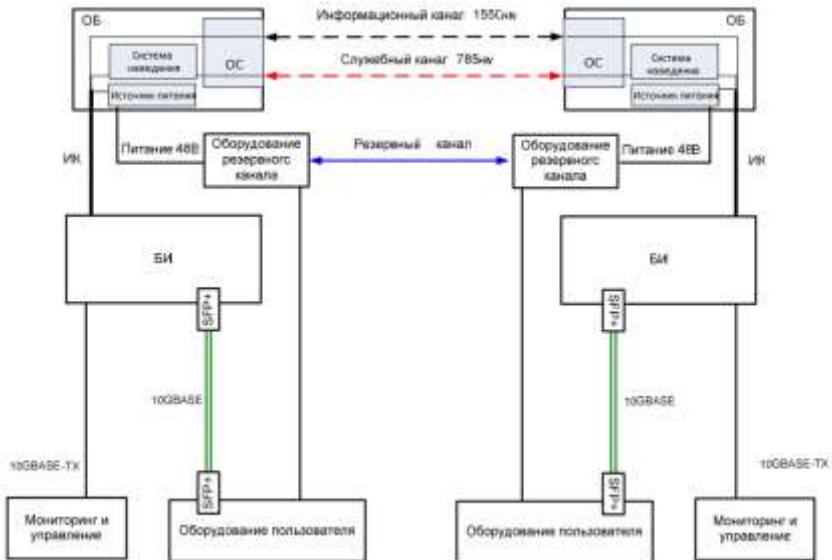


Схема работы оборудования

Кроме того, ОБ может иметь встроенную систему термозащиты оптического стыка (СТОС) от снега и льда. СТОС подогревает переднее стекло ОБ, включаясь и выключаясь автоматически в соответствии с

показаниями датчика температуры. Питание изделия может осуществляться от сети переменного тока напряжением от 100 до 242 В и частотой 50-60 Гц. Изделие может также питаться от сети постоянного тока напряжением (48 ± 12) В.

Выводы

Рассмотрена структурная схема работы атмосферной оптической линии связи на проектируемой трассе. Длина волны излучения рабочего канала 1550 нм. Максимальная дальность связи 1500 м, также рассмотрены некоторые характеристики оборудования.

Литература

1. Милинкис, Б. Атмосферная лазерная связь / Б. Милинкис, В. Петров // Радиоэлектроника и телекоммуникации. – 2001. – №5(18). – С. 154-157.
2. Влияние погодных условий на надежность атмосферной оптической связи / Ю. И. Зеленюк, И. В. Огнев, С. Ю. Поляков и др. // Вестник связи. – 2002. – № 4. – С. 85-97.
3. Повышение доступности оптической телекоммуникационной системы с атмосферными сегментами / Б. А. Кузяков, М. А. Карпов, Е. В. Егорова и др. // Электромагнитные волны и Электронные системы. – 2013. – Т. 18. – №12. – С. 38-43.
4. Павлов, Н. М. Коэффициент готовности атмосферного канала АОЛП и методы его определения / Н. М. Павлов // Фотон-Экспресс. – 2006. – №6. – С. 78-90.
5. Гидрометцентр России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteoinfo.ru>.

УДК 621.391.1:377.09

Куликов Д. В.

Научный руководитель: Курасов П. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АКТИВНОЕ КРЕСЛО-ПЛАТФОРМА ДЛЯ ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТОРОВ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

***Аннотация.** Рассмотрены достоинства обучения оператора с использованием тренажера подвижных объектов. Получены новые данные о соматосенсорном (вибрационном) канале связи тренажерной платформы и оператора. Приведена схема подключения персонального компьютера к тренажерной платформе.*

Ключевые слова: вибрация, кресло-платформа, канал связи, лесозаготовительная техника.

Актуальность исследования. Современный мир предъявляет все более высокие требования к производительности труда. Это обуславливается развитием технологической базы оборудования и повышением стоимости ремонта оборудования в случае его поломки.

Зачастую производительность человеко-машинных систем ограничивается возможностями человека как звена контура управления технологическим процессом. Повышение требований к эффективности деятельности человека-оператора привело к возникновению и развитию принципиально новых форм и технологий тренировки персонала, в частности технологии виртуальной и привнесенной реальности [1].

Целью работы является применение новых подходов к организации тренажеров подготовки операторов подвижных объектов.

Процесс подготовки операторов подвижных объектов рассмотрим на примере лесных машин, где активно используются симуляторы и тренажеры. В работе [2] показано, что процесс обучения на симуляторе соответствует процессу работы на реальной лесозаготовительной машине.

Достоинством использования симуляторов является возможность многократной отработки одних и тех же действий в заданных условиях, что позволяет обучаемому проанализировать различные подходы к решению поставленной задачи и выработать подходящий алгоритм действий. В результате каждый оператор получает возможность оценить последствия неправильных действий без ущерба для реальной техники. По этой причине обучение с использованием различного вида тренажеров в настоящее время является важной частью обучения операторов лесозаготовительной техники.

Несмотря на развитие техники и технологий в лесозаготовке, труд оператора механизированной заготовки леса остается очень тяжелым. Среди основных факторов, вызывающих напряжение оператора, исследователи выделяют вибрацию всего тела и статическую мышечную нагрузку, что вызывает боль в области шеи, плеч и нижней части спины [3].

В работе [4] Герасимов Ю. Ю. выделяет группы эргономических характеристик рабочего места оператора:

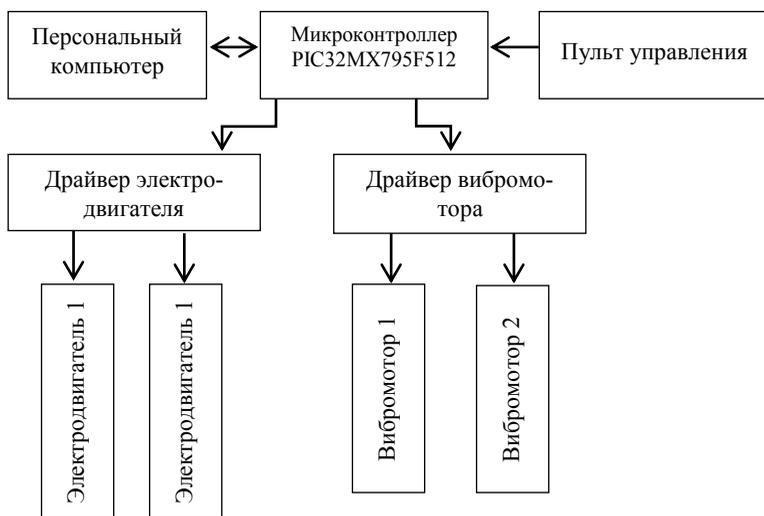
- расположение и ход органов управления;
- усилия, необходимые для использования органов управления;
- рабочая поза оператора;
- сидение оператора;
- кабина и положение сидения в кабине;
- повторяемость и логическая сложность работы;

- обзор в рабочем направлении и в направлении движения и степень очистки остекления кабины;
- шум;
- вибрация.

Анализ представленных на рынке тренажеров лесозаготовительной техники показал, что в них отсутствует реализация вибрации, создаваемой двигателем и гидросистемой машины в процессе работы.

Таким образом, актуальной становится задача модернизация подхода к организации кресла-платформы для тренажера операторов подвижных объектов путем добавления туда источников вибрации в двух осях: продольной и поперечной к положению кресла.

Для реализации данного подхода предполагается создания следующего устройства, структурная схема которого предоставлена на рисунке.



Структурная схема системы управления кресло-платформы для тренажера операторов подвижных объектов

Персональный компьютер передает микроконтроллеру параметры положения кресла оператора: наклон и необходимую амплитуду вибраций по осям X и Y. Микроконтроллер, получая эти данные, формирует соответствующие сигналы управления на драйверы моторов. Используя пульт управления, оператор может задавать режимы работы устройства.

Вывод. В ходе данной работы изучен подход к организации тренажеров лесозаготовительной техники. Выявлено отсутствие симуляции вибраций кресла оператора, что является одним из каналов получения информации человеком о ходе производственного процесса. Предложена схема организации активного кресла-платформы тренажера, позволяющего реализовать вибрационный канал обратной связи от технологического оборудования.

Литература

1. Santos, E. Towards an adaptive man-machine interface for virtual environments / E. Santos // Proceedings of the 1997 IASTED International Conference on Intelligent Information Systems (IIS '97). – USA: IEEE Computer Society Washington, DC, 1997. – 90 p.
2. Ovaskainen, H. Comparison of harvester work in forest and simulator environments / H. Ovaskainen // Silva fennica. – 2005. – Т. 39. – №. 1. – P. 89-101.
3. Sherwin, L.M., Owende, P.M.O., Kanali, C.L., Lyons, J., & Ward, S.M. 2004. Influence of forest machine function on operator exposure to whole-body vibration in a cut-to-length timber harvester. Ergonomics 47(11): pp. 1145-1159.
4. Герасимов, Ю. Ю. Эргономика лесосечных машин / Ю. Ю. Герасимов, А. П. Соколов, А. А. Селивёрстов // Resources and Technology. – 2012. – Т. 9. – С. 106-116.

УДК 621.3

Минеев Д. В.

Научный руководитель: Попов И. И., д-р физ.-мат. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕМРИСТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Аннотация. Рассматривается и испытывается технология изготовления мемристора.

Ключевые слова: мемристор, технология, испытание, слой, формирование, память.

Введение. Предположение существования мемристора было выдвинуто более 40 лет назад американским ученым Чуа в 1971 году. Экспе-

риментальное же подтверждение появилось только в 2008 году в лаборатории компании Hewlett Packard. Это положило начало одному из актуальных направлений в современной твердотельной электронике, которое заключается в формировании и исследовании механизмов функционирования мемристоров – пассивных элементов, сопротивление которых зависит от прошедшего через них заряда.

Работа мемристора заключается в том, что при протекании тока в одном направлении его сопротивление меняется пропорционально прошедшему заряду. При изменении направления тока сопротивление также линейно восстанавливает свое значение. После отключения напряжения в цепи мемристор не изменяет свое состояние, то есть «запоминает» последнее значение сопротивления. Отсюда и его название – Memristor – memory resistor, резистор с памятью.

Цель работы:

- разработка и испытание технологий формирования мемристора на основе метода магнетронного распыления;
- получение рабочих образцов;
- исследования образцов.

Решаемые задачи: предложение технологии получения мемристора путем магнетронного распыления с использованием различных материалов.

Техника решения

Тонкопленочная технология в микроэлектронике основана на последовательном наращивании пленок различных материалов на общем основании (подложке) с одновременным формированием из этих пленок элементов (конденсаторов, резисторов, контактных площадок и др.) и внутрисхемных соединений.

При производстве тонкопленочных резисторов применяют несколько способов:

- химическим осаждением пленок в результате протекания химических реакций в газовой фазе над поверхностью подложки с образованием пленкообразующего вещества с последующим его осаждением на подложку;
- термическим испарением материалов в вакууме с конденсацией паров этих материалов на поверхность подложки;
- ионным распылением мишеней из наносимых материалов с переносом атомов мишени на поверхность подложки;

Магнетронное распыление

Данный метод является дальнейшим развитием ионно-плазменного распыления.

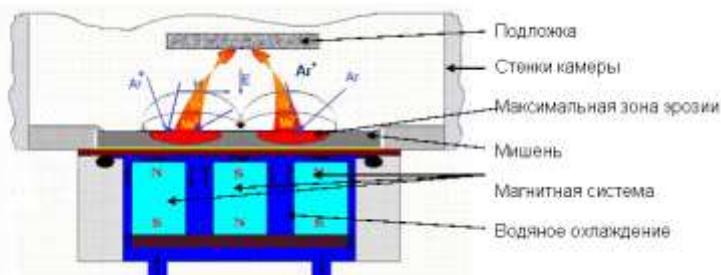


Рис. 1. Технология магнетронного распыления

Работа магнетронного распылительного устройства (рис. 1) основана на свойствах катодной области аномального тлеющего газового разряда, в которой катод (мишень) распыляется под действием ионной бомбардировки. Приложенное в области катода перпендикулярно электрическому магнитное поле позволяет снизить рабочее давление плазмообразующего газа без уменьшения интенсивности ионной бомбардировки и улучшить условия транспортировки распыляемого вещества к подложке. Это происходит благодаря уменьшению рассеяния, вызванного соударениями с молекулами газа. Между катодом и подложкой возникает зона низкотемпературной плазмы. Распыляемые частицы осаждаются в виде тонкого слоя, а также частично рассеиваются и осаждаются на стенках рабочей камеры.

При столкновении ионов с поверхностью мишени происходит передача момента импульса материалу. Падающий ион вызывает каскад столкновений в материале. После многократных столкновений импульс доходит до атома, расположенного на поверхности материала и отрывающегося от мишени, который высаживается на поверхности подложки. Среднее число выбитых атомов на один падающий ион аргона называют эффективностью процесса, которая зависит от угла падения, энергии и массы иона, массы испаряемого материала и энергии связи атома в материале. В случае испарения кристаллического материала эффективность также зависит от расположения кристаллической решетки.

В ходе экспериментов, проведенных на базе университета, был получен мемристор на основе структуры: металл – диэлектрик – металл. А именно:

1. подслоем была выбрана Cu, затем 1 слоем был напылен Ti;
2. диэлектриком был выбран TiO_2 ;
3. верхним проводником был выбран TiN.

В результате был получен рабочий мемристор.

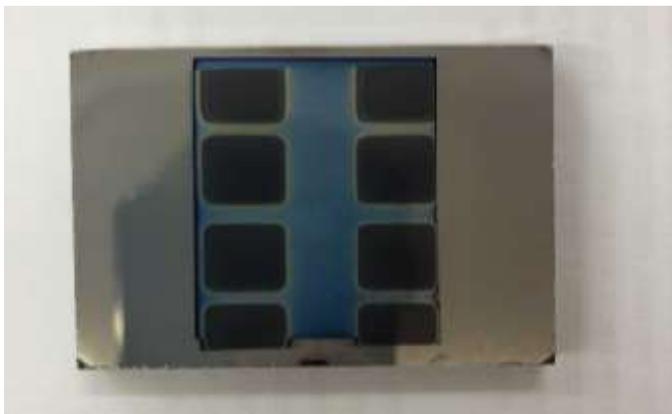


Рис. 2. Мемристор

Выводы. Разработана и опробована технология формирования мемристора на основе метода магнетронного распыления. Получены рабочие образцы мемристоров. Исследована зависимость мемристора от изменения магнитного поля.

Литература

1. Данилин, Б. С. Магнетронные распылительные системы / Б. С. Данилин, В. К. Сырчин. – М.: Радио и связь, 1982. – 72 с.
2. Берлин, Е. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок / Е. Берлин, С. Двинин, Л. Сейдман. – М.: Техносфера, 2007. – 176 с.
3. Сушенцов, Н. И. Основы технологии микроэлектроники: лабораторный практикум. – 3-е изд. / Н. И. Сушенцов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 184 с.
4. Сушенцов, Н. И. Автоматизированная установка магнетронного распыления / Н. И. Сушенцов, В. Е. Филимонов, А. В. Мороз // Сборник тезисов докладов научно-технологических секций Международного форума по нанотехнологиям. – М.: Роснано, 2008. – С. 51-52.
5. Автоматизированная установка магнетронного распыления / Н. И. Сушенцов, Д. А. Двоглазов, С. А. Степанов и др. // Материалы XIV Международной научно-технической конференции «Высокие технологии в промышленности России» и XXI Международного симпозиума «Тонкие пленки в электронике». – М.: ОАО ЦНИТИ «Техномаш», 2009. – С. 462-465.

Подаваев А. С.

Научный руководитель: Филимонов В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБОЯ В ВАКУУМЕ

Аннотация. *Разработаны стенд и методика для исследования пробоя в вакууме на базе вакуумной установки УРМ 3.279.014. Проведены экспериментальные исследования пробоя в вакууме при разном расстоянии между электродами и при разном давлении остаточных газов.*

Ключевые слова: *пробой, вакуум, давление, проводники, стенд.*

Введение. Многие высоковольтные электрические приборы и аппараты, такие как электронно-оптические преобразователи, фотоэлектронные умножители [1], вакуумные конденсаторы и разрядники, рентгеновские трубки и электронные микроскопы, ускорители и сепараторы заряженных частиц [2] используют в качестве изолятора вакуум как среду с высокой электрической прочностью. Однако при определенных напряженностях электрического поля в вакуумном промежутке возможно нарушение изоляции, приводящее к возникновению пробоя.

Наиболее важной прикладной задачей в области создания и использования электровакуумных приборов является повышение электрической прочности. Решение этой задачи приводит к необходимости контроля состояния и процессов на поверхности электродов. При этом для эффективного контроля необходимо знание механизмов, приводящих к пробоям при воздействии высокого напряжения, а также количественных критериев этих процессов. Поэтому разработка стенда для исследования пробоя в вакууме является актуальной проблемой.

Разработка стенда и методики эксперимента. Работа направлена на создание лабораторного стенда и методики для исследования электрического пробоя в вакууме между проводниками с различными расстояниями между ними согласно ГОСТ Р 53429-2009 [3].

Указанный лабораторный стенд был создан на основе вакуумной установки УРМ.3.279.014. Схема его приведена на рис. 1. Стенд позволял получать предельный вакуум в вакуумной камере 10^{-4} Па.

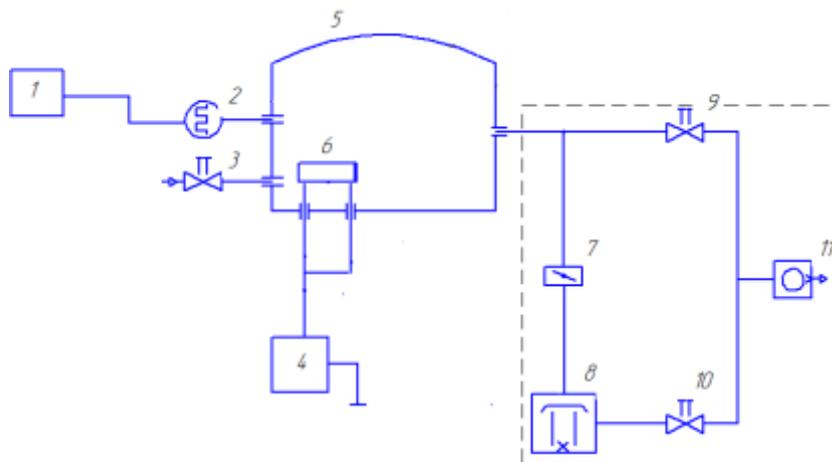


Рис. 1. Схема лабораторного стенда для исследования пробы в вакууме: 1 – цифровой вакуумметр; 2 – термопарный манометрический преобразователь ПМТ-51; 3 – игольчатый натекагель; 4 – универсальный источник питания (УИП-1); 5 – вакуумная камера; 6 – тестовая печатная плата; 7 – вакуумный затвор; 8 – паромасляный насос; 9, 10 – вакуумные клапаны; 11 – механический насос

Испытания проводились на наборе тестовых печатных плат с различным расстоянием между проводниками, согласно ГОСТ Р53429-2009 [3], и при использовании техники безопасности. Рисунок тестовой печатной платы выполнен в среде Sprint Layout 6 Эксперимент проводился в следующих условиях. Каждую тестовую печатную плату помещали внутрь вакуумной камеры, предварительно подключив ее к источнику питания УИП-1. Внутри вакуумной камеры создавали следующий ряд величин вакуума: 10 Па; 20 Па; 30 Па; 40 Па; 50 Па. При помощи источника питания УИП-1 на плату, постепенно увеличивая, подавали напряжение, величину которого фиксировали при пробое между проводниками.

Результаты исследования. Разработанная методика позволила получить экспериментальные графики зависимости пробивного напряжения от давления остаточного газа в вакуумной камере при разных рас-

стояниях между электродами, и сопоставить их с теоретическими данными. Указанные зависимости представлены на рис. 2.

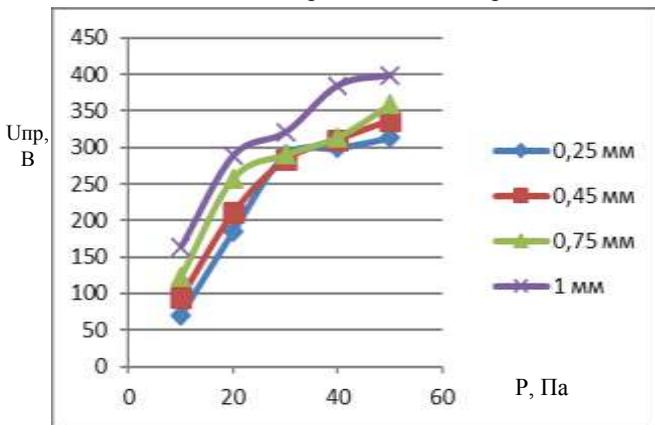


Рис. 2. Графики зависимостей $U_{пр}$ от P при разных расстояниях между электродами. Экспериментальные данные

Заключение. Из полученных экспериментальных графиков видно, что увеличение давления остаточных газов в вакуумной камере и увеличение расстояния между электродами приводят к увеличению пробивного напряжения на электродах при прочих равных условиях. Также установлено, что пробой проходит по поверхности электродов, что объясняется тем, что на поверхности электродов могут быть загрязнения, которые влияют на пробой.

Литература

1. Сушенцов, Н. И. Основы технологии микроэлектроники: Лабораторный практикум / Н. И. Сушенцов, В. Е. Филимонов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 184 с.
2. Новикова, С. Ю. Физика диэлектриков / С. Ю. Новикова. – М., 2007. – 81 с.
3. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции. – М.: Стандартинформ, 2018. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53429-2009> (дата обращения 10.04.2020).

Яранцева Е. А.

Научный руководитель: Зуев А. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПЭС В ГОРОДАХ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА ПО ДАННЫМ 2019 ГОДА

Аннотация. Данная работа включает в себе исследование и сравнительный анализ вариаций ПЭС над референчными станциями Южного федерального округа. Были исследованы 3 станции, местоположения которых принадлежат городам Симферополь, Краснодар и Ростов-на-Дону. Задача исследования состоит в рассмотрении состояния ионосферы с помощью изучения динамики изменения вариаций ПЭС при спокойной внешней среде и в случаях появления магнитных бурь.

Ключевые слова: вариации ПЭС, магнитные бури, ионосфера, референчные станции, GPS.

GPS представляет собой спутниковую радионавигационную систему второго поколения, основная операция которой – определение точных координат приемника, регистрирующего сигналы [1]. Для исследования неоднородностей ионизации различных масштабов в ионосфере использовались данные GPS. Регистрация сигналов спутников на разнесенных приемниках GPS дает возможность определять пространственные параметры неоднородностей и характеристики их движения [2]. Результаты GPS-измерений ПЭС, полного электронного содержания, позволяют нам сделать анализ активности ионосферы, что и представлено в данной работе.

Описание эксперимента. Для выполнения работы были взяты данные с сайта компании Гексагон, где размещается информация, получаемая с референчных станций. Наличие или отсутствие магнитных бурь проверялось по данным сайта «Лаборатория рентгеновской астрономии солнца, ФИАН». Ввиду различного местоположения населенных пунктов по долготам и широтам был проведен анализ для определения одного дня с наименее приемлемыми значениями «скачков» для проведения дальнейшего анализа. Текущий анализ был проведен для спокойных дней и магнитных бурь четырех сезонов года.

В таблице представлены станции и их местоположения, исходя из которых велись измерения солнечной активности с помощью GPS в течение 2019 года.

Местоположения референчных станций

Станция	Город	X(м)	Y(м)	Z(м)
SIMF	Симферополь	3740929.7182	2536823.5761	4485458.2768
KRAS	Краснодар	3511920.8225	2840600.0839	4488087.1582
ROST	Ростов-на-Дону	3342914.9892	2764866.7674	4660047.2152

В результате работы для четырех сезонов года были построены 8 графиков зависимости вариаций ПЭС от времени для определенных станций, обозначенных индивидуальным цветом (красный – SIMF (Симферополь), зеленый – KRAS (Краснодар), желтый – ROST (Ростов-на-Дону)).

Для сравнения вариаций ПЭС над референчными станциями, чтобы провести четкий анализ результатов, возьмем графики наиболее выраженных сезонных значений: спокойных дней и магнитных бурь летнего и осеннего сезонов.

На рис. 1 представлены графики спокойного дня и магнитной бури летнего сезона соответственно.

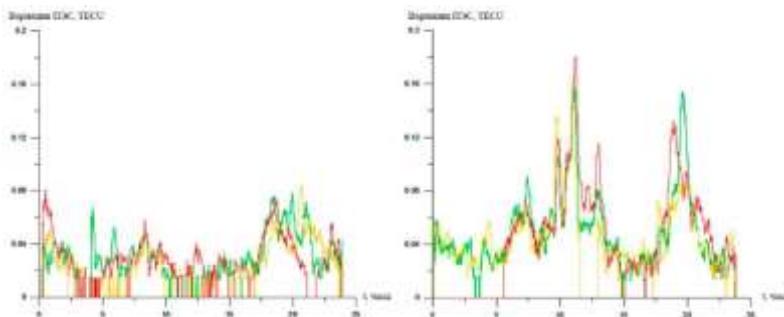


Рис. 1. Спокойный день (19 июня 2019 г.) и магнитная буря (5 августа 2019 г.) летнего сезона

На рис. 2 представлены графики спокойного дня и магнитной бури осеннего сезона соответственно.

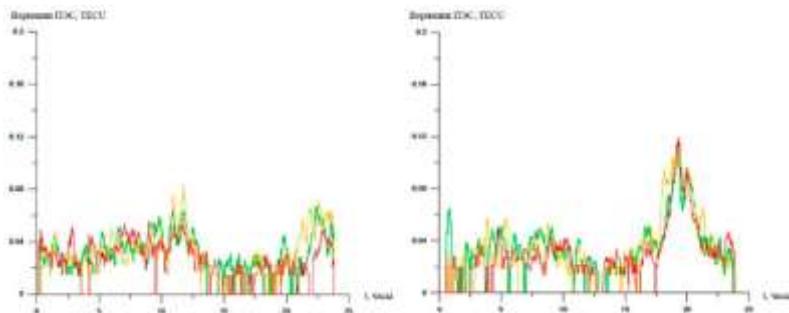


Рис. 2. Спокойный день (15 ноября 2019 г.) и магнитная буря (2 сентября 2019 г.) осеннего сезона

Исходя из полученных графиков, можно сделать сравнение между спокойными днями и днями, сопровождающимися магнитными бурями, двух периодов: летнего и осеннего.

Из графиков видно, что ионосфера более восприимчива к внешним воздействиям в период летнего сезона. В период осеннего сезона также наблюдаются солнечные вспышки, которые, в свою очередь, имеют меньшие значения по отношению ко вспышкам летнего сезона.

Внешняя среда оказывает влияние на полученные результаты спутниковых измерений.

Основные результаты работы. Проанализировав графики вариаций ПЭС в возбужденных условиях, а именно в дни магнитных бурь, видно, что:

1. наименьшую активность ионосфера проявляет в осенний период, а наибольшую – в летний;
2. ионосфера над станцией SIMF наиболее восприимчива к внешним изменениям, а ионосфера над станцией ROST наименее восприимчива.

Таким образом посезонный анализ вариаций ПЭС, проделанный на основе 8 графиков, содержащих спокойные дни и дни магнитных бурь, показал, что наименее активной ионосфера была в осенний период, а наиболее – в летний.

Литература

1. Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович, Н. П. Перевалов. – Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАН, 2006. – 480 с.

УДК 004.056

Васильева Е. С.

Научный руководитель: Смирнов В. И., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

УМНЫЕ ЛАМПЫ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ УТЕЧКИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается новый потенциальный технический канал утечки информации, его структура и особенности, а также влияние физических эффектов на дальность прослушивания.*

***Ключевые слова:** речевая информация, технический канал утечки информации, физический эффект.*

Искусственное освещение редко рассматривается как возможный источник утечки, поскольку оно не имеет прямого доступа к конфиденциальной информации пользователя. Соболев А. Н. и Кириллов В. М. в работе [1] на основе физического анализа показали, что включённая настольная лампа (лампа накаливания) позволяет создавать разнообразные каналы утечки информации. Другие виды ламп (например, люминесцентные и светодиодные) тоже могут создавать потенциальные технические каналы утечки информации (ТКУИ) [2]. Современные умные лампы становятся гораздо более привлекательным источником утечки конфиденциальной информации, поскольку они обычно подключаются к домашней или офисной сети (напрямую или через узел коммуникации) и ими можно управлять с помощью мобильных устройств пользователей.

Умная лампа потенциально может образовывать новый ТКУИ, используемый злоумышленниками для получения конфиденциальных данных. Исследователи из Техасского университета в Сан-Антонио изучили возможность использования умных ламп в качестве источника утечки информации о музыкальных (аудио и видео) предпочтениях пользователя [3]. Они учитывали различные экспериментальные параметры, такие как продолжительность времени наблюдения, расстояние между наблюдателем и умной лампой, светопропускание окна и марки умных ламп (LIFX A19 Color Gen3 и Phillips Hue Color Gen3).

На рис. 1 представлены две разные точки наблюдения: одна находится в самом помещении на расстоянии 5 метров от лампы, другая – на улице

на расстоянии 50 метров. Установка вне помещения представляет более реалистичный сценарий ТКУИ, поскольку точка наблюдения внутри помещения предполагает, что у злоумышленника должен быть доступ в помещение. В помещении для фокусировки света на датчиках использовался телеобъектив 20 мм с 12-кратным увеличением. Для установки вне помещений использовался телескоп 80 мм с увеличением в 45-225 раз.

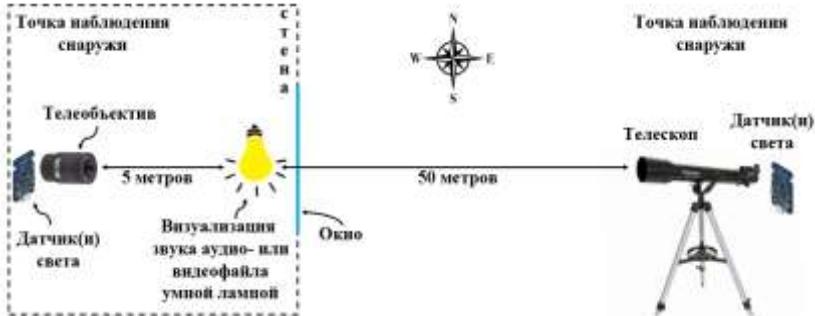


Рис. 1. Экспериментальная установка для скрытого съема аудиовидеоинформации

Для экспериментов исследователи создали библиотеку из нескольких сотен аудиофайлов разных жанров. Они выявили, что, сопоставив характер изменения свечения с библиотекой, можно узнать музыкальный жанр и с определённой вероятностью определить воспроизводимое аудио в помещении (при проведении теста из 100 аудиофайлов удалось точно определить 51, а в 82 случаях определить жанр). Во время экспериментов с наблюдением через тонированное окно на расстоянии 50 метров результаты заметно ухудшились. Результаты заметно ухудшаются с уменьшением видимой пропускной способности окна. Кроме того, учёные провели аналогичный съём видеoinформации и показали, что потенциально метод можно использовать для определения видеоролика из заранее составленной библиотеки. Результаты данных исследований имеют практический интерес, хотя во многом зависят от известных баз аудио- и видеофайлов, поскольку потенциально такой ТКУИ можно использовать и для прослушивания разговора пользователя. Однако данный вопрос требует дальнейших исследований.

Важно учитывать физические основы образования такого ТКУИ. Поскольку в начале на лампу воздействует звуковое поле, а на выходе мы получаем ЭМИ в видимом диапазоне, используя подход, опирающийся на физические эффекты, данный вид утечки информации можно отнести к разновидности акустооптического ТКУИ. Умная лампа выступает в роли

акустооптического преобразователя. Структура данного канала утечки представлена на рис. 2.

На эффективность работы системы существенное влияние оказывает воздушная среда, через которую проходит оптический сигнал. В воздушной среде появляется эффект светопроводимости. Увеличение дальности прослушивания может быть осуществлено повышением чувствительности приёмника или использованием оптики с большим фокусным расстоянием, либо тем и другим вместе.



Рис. 2. Структура нового технического канала утечки информации

Эффекты поглощения света и светопроводимости уменьшают мощность отраженного ЭМИ в видимом диапазоне. Для повышения коэффициента отражения поверхность стекла должна быть чистой.

Использование телескопа и датчика яркости для анализа мерцаний умных ламп даёт возможность для создания нового технического канала утечки речевой информации. Следует изучить возможный канал утечки и предложить необходимые меры для его предотвращения.

Литература

1. Соболев, А. Н. Физические основы технических средств обеспечения информационной безопасности: учебное пособие / А. Н. Соболев, В. М. Кириллов. – Йошкар-Ола, МарГТУ, 2004. – 232 с.
2. Васильева, Е. С. Возможность использования искусственных источников света для формирования каналов утечки речевой информации / Е. С. Васильева, В. И. Смирнов // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы V Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2019 г.): в 8 ч. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – Ч. 4. Информационные технологии – основа стратегического прорыва в современной промышленности. – С. 23-26.

3. Anindya Maiti, Murtuza Jadliwala. Light Ears: Information Leakage via Smart Lights. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, 2019; 3 (3): 1 DOI: 10.1145/3351256.

УДК 004.772

Григорьев А. Т.

Научный руководитель: Васильева Л. Н., канд. пед. наук

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

РЕАЛИЗАЦИЯ LI-FI ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ ARDUINO

***Аннотация.** Цель исследования состоит в том, чтобы реализовать на платформе Arduino модель нового вида беспроводной связи, которая, возможно, станет отличным дополнением к уже имеющимся видам беспроводной передачи данных. В ходе исследования были применены теории программирования микроконтроллеров Arduino, а также теории анализа и сравнения данных.*

Ключевые слова: связь, беспроводная передача данных.

Li-Fi (Light Fidelity) – это двунаправленная, высокоскоростная технология беспроводной передачи данных. Термин был придуман профессором Харальдом Хаасом [1]. Данный вид передачи данных использует видимый свет в открытом пространстве без волновода [2], в отличие от радиоволн в Wi-Fi или Bluetooth. Без преувеличения можно сказать, что данная технология сможет стать хорошим дополнением к существующим видам беспроводной передачи данных.

Перечень основных преимуществ данной технологии перед радиоволнами представлены далее:

- выгода электропотребления [3, 4], так как КПД радиомодемов не превышает 5 %;
- передача информации светом позволяет достигать большие скорости, по сравнению с передачей радиоволн;
- световые источники можно размещать в любом месте и не будет проблем с перегрузками сети, как у технологии Wi-Fi.

Разработанный прототип, реализующий принцип Li-Fi связи, выполнен на двух отладочных платах Arduino UNO, одна из которых работает в качестве передающего устройства, а вторая плата играет роль приёмного устройства. Передающее устройство (рис. 1) собрано из отладочной пла-

ты с микроконтроллером, которая запрограммирована передавать информацию, и светодиодного модуля – источника передачи информации.

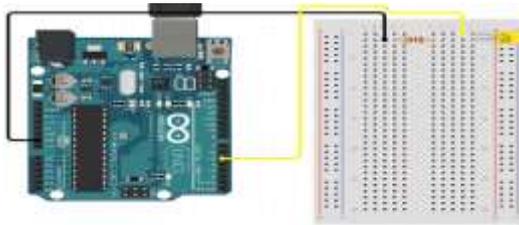


Рис. 1. Структурная схема передающей части

Приёмное устройство (рис. 2) реализовано также с помощью платы Arduino UNO, которая была запрограммирована так, чтобы преобразовывать полученный сигнал из фоторезистора с потенциометром, чтобы в дальнейшем принимать излучение из светодиодного модуля, а также подключён Bluetooth модуль для передачи полученной информации на телефон.

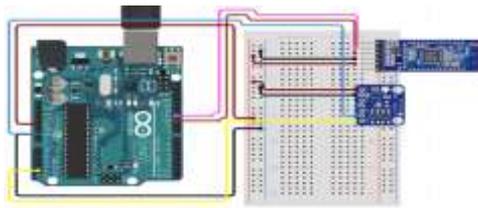


Рис. 2. Структурная схема принимающей части

В ходе тестирования прототипа предстояло решить следующие задачи:

- исследование скорости передачи информации;
- исследование достоверности принимаемого сигнала во время воздействия внешнего искусственного освещения;
- исследование энергопотребления плат.

В процессе решения вышеуказанных задач были получены следующие результаты:

- максимальная скорость передачи – 1200 бод/с;
- для исследования достоверности сигналов прямоугольной формы «0» и «1», в среде программирования LabVIEW был спроектирован осциллограф (рис. 3).

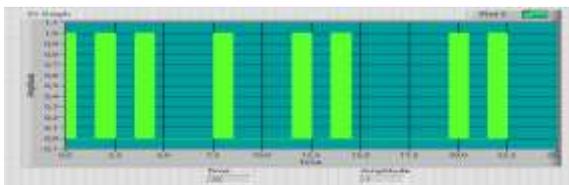


Рис. 3. Сигнал на входе приёмного устройства

– чувствительность приёмной платы была настроена на максимальное значение, чтобы фоторезистор безошибочно мог отделить «0» от «1». После были проведены опыты с воздействием внешнего светового «шума». На практике выяснилось, что световые «шумы» не создают помех.

– после исследования энергопотребления выяснилось, что оно значительно меньше по сравнению с радиомодемами.

При совместном использовании технологии Li-Fi и приборов искусственного освещения можно значительно увеличить показатели технико-экономических систем беспроводной передачи данных [5, 6].

Литература

1. Svilen Dimitrov and Harald Haas. Principles of LED Light Communications. – Cambridge University, 2015. – PP. 228.
2. L. Hanzo, H. Haas, S. Imre, D. O'Brien, M. Rupp, and L. Gyongyosi, “Wireless Myths, Realities and Futures: From 3G/4G to Optical and Quantum Wireless,” Proceedings of the IEEE, May 2012. – Vol. 100. – PP. 1853–1888.
3. Чумаров, С. Г. Исследование энергопотребления в пассивных оптических сетях / С. Г. Чумаров // Оптические технологии в телекоммуникациях ОТТ-2014: материалы XII Международной научно-технической конференции. – Т. 3. – Казань, 18-21 ноября 2014 года. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2014. – С. 310-312.
4. Чумаров, С. Г. Анализ энергоэффективности в пассивных оптических сетях / С. Г. Чумаров // Радиотехника в промышленности и энергетике: сб. научн. тр. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2014. – С. 80-83.
5. Andreev, V. V. Wireless Technologies of Information Transmission Based on the Using of Modulated Optical Radiation (Li-Fi Communication System): State and Prospects // 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Minsk, 2018, pp. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/SYNCHROINFO.2018.8457019>.
6. Андреев, В. В. Технологии беспроводной передачи информации с помощью модулированного оптического излучения (LI-FI связь): состояние и перспективы / В. В. Андреев // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. – 2018. – Т. 9. – №2. – С. 5-8.

Ефимов И. Ю.

Научный руководитель: Ильина И. И., канд. физ.-мат. наук, доцент
 Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ LABVIEW ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТРИЧНЫХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация. В работе изучается использование графической среды LabView для решения матричных уравнений, возникающих при расчёте сложных электрических цепей. Рассмотрены основные функции программы LabView, позволяющие работать с системами уравнений и решать их матричным методом.

Ключевые слова: LabView, матричные уравнения, электрическая цепь, система уравнений.

При рассмотрении математических моделей простейших электрических цепей инженерных задач построение решения сводится к изучению систем линейных алгебраических уравнений [1]. Использование специализированных программных продуктов значительно упрощает этот процесс [2, 3].

Рассмотрим создание нового виртуального прибора (ВП) для расчета силы тока в электрических цепях с помощью матричных уравнений [4] в среде LabView.

При работе используется следующий алгоритм:

- 1) выделить в электрической цепи независимые контуры;
- 2) построить систему уравнений. В левой части уравнения записывается произведение контурного тока на сумму сопротивлений всех звеньев, входящих в контур, а в правой – сумма источников ЭДС, при этом, если ток в звене совпадает с направлением обхода контура, слагаемое записывается со знаком «+», в противном случае – со знаком «-».

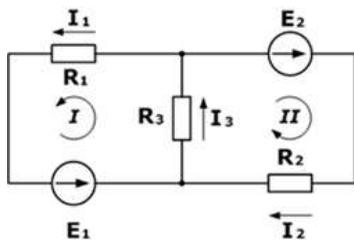


Рис. 1. Схема электрической цепи

- 3) решить полученную систему уравнений путем сведения ее к матричной форме.

Рассмотрим следующую задачу: дана схема (рис. 1), в которой известны сопротивления резисторов и внутренние ЭДС источников ($R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 150 \text{ Ом}$, $R_3 = 150 \text{ Ом}$, $E_1 = 75 \text{ В}$, $E_2 = 100 \text{ В}$). Требуется найти токи в ветвях.

По первому закону Кирхгофа:

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

По второму закону Кирхгофа:

$$\begin{cases} R_1 I_1 + R_3 I_3 = E_1, \\ R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_2. \end{cases}$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} I_3 + I_2 + I_1 = 0, \\ R_1 I_1 + R_3 I_3 = E_1, \\ R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_2. \end{cases}$$

Подставляем известные значения:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0, \\ 100I_1 + 150I_3 = 75, \\ 150I_2 + 150I_3 = 100. \end{cases} \quad (1)$$

Получаем следующую матрицу:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 100 & 0 & 150 \\ 0 & 150 & 150 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 75 \\ 100 \end{pmatrix}.$$

Систему (1) можно представить в виде матричного уравнения $AX=Y$, где A – матрица коэффициентов системы уравнений, Y – вектор входных воздействий, X – вектор неизвестных.

Среда LabView поддерживает все основные матричные операции, а их использование упрощает внешний вид и структуру программы. Функция Solve Linear Equations позволяет найти решение системы (1) с помощью обратной матрицы (рис. 2).

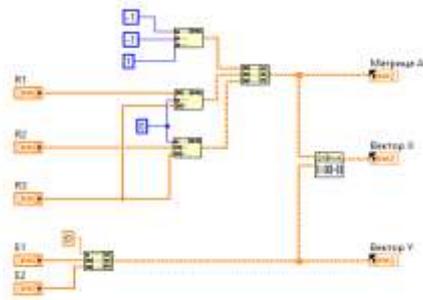


Рис. 2. Блок-схема

Лицевая панель ВП (рис. 3) содержит элементы управления для ввода исходных данных и индикаторы, отображающие матрицы A , X , Y .

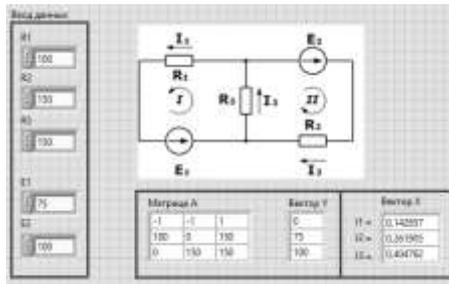


Рис. 3. Лицевая панель

Таким образом, был составлен алгоритм работы при расчете тока в электрической цепи с помощью матричных уравнений и построен ВП для решения такой задачи. К сожалению, этот ВП понадобится каждый раз перестраивать в соответствии с новой схемой цепи. Чтобы этого избежать, программа должна быть способна анализировать схему электрической цепи, что не представляется возможным в LabView.

Литература

1. Васильева, Л. Н. Исследование решения задачи по расчету электрической цепи в среде MATLAB / Л. Н. Васильева, И. И. Ильина // Информатика и вычислительная техника: сборник научных трудов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, 2019. – С. 48-55.
2. Викторов, А. А. Практическое применение специализированных программных пакетов при обучении студентов вузов математическим дисциплинам / А. А. Викторов, И. И. Ильина // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, 2018. – С. 124-130.
3. Ильина, И. И. Направления использования современных икт при подготовке бакалавров технических направлений / И. И. Ильина, Л. Н. Васильева // Актуальные вопросы методики преподавания математики: сборник докладов и научных статей по материалам региональной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, 2019. – С. 98-101.
4. Доброва, А. А. Матричный метод в задачах по расчету электрических цепей / А. А. Доброва, И. Н. Иванов, И. И. Ильина // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, 2019. – С. 28-32.

УДК 581.112

Краснощекова К. В.

Научный руководитель: Мухаметова С. В., канд. с.-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОАУКСИНА НА РОСТ КОРНЕЙ ПШЕНИЦЫ

***Аннотация.** Изучено действие гетероауксина в виде растворов различной концентрации на образование корней семян пшеницы в лабораторных условиях. Максимальная концентрация (0,1 %) угнетающе воздействовала на рост корней. Наибольшее среднее количество корней у проростков (7 шт.) образовалось в варианте с концентрацией 0,01 %. С дальнейшим уменьшением концентрации гормона количество корней уменьшалось, а длина корней увеличивалась и достигла максимума в варианте с наименьшей концентрацией изучаемого гормона (0,00001 %).*

***Ключевые слова:** гетероауксин, пшеница, *Triticum*, образование корней, проращивание семян, чашки Петри.*

Фитогормоны регулируют рост и развитие растений, поэтому в практике растениеводства широко применяются синтетические ростовые вещества. При обработке стимуляторами роста ускоряется процесс корнеобразования, увеличивается количество корней первого порядка и суммарная длина образовавшихся корней. Для улучшения образования корней у черенков и отводков чаще всего применяют гетероауксин (β-индолилуксусная кислота). Также он может использоваться при пересадке растений и при уходе за корнями, а также для усиления цветения. На объектах озеленения им можно проливать приствольный круг, опудривать или смазывать пастой корневые срезы [1].

Цель данной работы – изучение действия гетероауксина на рост корней семян пшеницы в зависимости от его концентрации.

Исследование было проведено в марте 2019 года в рамках лабораторных занятий по дисциплине «Физиология растений» студентами 1 курса направления бакалавриата «Лесное дело» и «Ландшафтная архитектура» [2]. Объектом изучения стали образцы семян пшеницы, которые проращивали по 10 шт. в чашках Петри в четырех повторностях на фильтровальной бумаге при комнатной температуре в темном месте в течение недели. Варианты опыта: растворы гетероауксина концентраци-

ей 0,1 %, 0,01 %, 0,001 %, 0,0001 %, 0,00001 %, а также контроль – дистиллированная вода. Данные обработаны методами описательной статистики с использованием прикладной программы Microsoft Excel на 95-процентном уровне значимости [3].

Полученные результаты приведены в таблице.

Показатели корней семян пшеницы в вариантах опыта

Концентрация гетероауксина	Среднее количество корней у 1 проростка, шт.	Средняя длина корней у 1 проростка, см
0,1 %	$1 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,05$
0,01 %	$7 \pm 0,5$	$9,4 \pm 0,85$
0,001 %	$6 \pm 0,3$	$15,1 \pm 1,17$
0,0001 %	$5 \pm 0,4$	$14,5 \pm 0,98$
0,00001 %	$4 \pm 0,2$	$17,5 \pm 1,54$
Контроль	$4 \pm 0,2$	$14,7 \pm 1,21$

Наименьшие значения всех трех показателей получены в варианте с концентрацией гетероауксина 0,1 %, различие статистически достоверно. Из 40 семян в данном опыте проросло лишь 13 шт., в среднем у них был 1 корень длиной 0,2 см. Как известно, в больших концентрациях гормоны оказывают ингибирующее действие на рост клеток [2], что и подтверждается проведенным экспериментом.

Наибольшее количество корней (в среднем $7 \pm 0,5$ шт.) образовалось в варианте с концентрацией гетероауксина 0,01 %, но их суммарная длина у 1 проростка была меньше, чем в более слабых концентрациях. По количеству корней большинство вариантов опыта достоверно различались между собой при $\alpha=0,05$, лишь контрольный вариант и наименьшая концентрация препарата не имели существенного различия между собой, а вариант 0,001 % различался от концентраций 0,01 и 0,0001 % при $\alpha=0,10$.

Наибольшая суммарная длина корней проростков ($17,5 \pm 1,53$ см) отмечена в опыте с минимальной концентрацией гетероауксина, данное различие статистически достоверно. Варианты с концентрацией 0,001 и 0,0001 % и контроль по данному показателю не имели существенного различия между собой.

Корреляционный анализ вариантов без самой сильной концентрации выявил наличие отрицательной тесной связи между количеством и длиной корней (коэффициент корреляции составил – 0,83), то есть с уменьшением концентрации количество корней уменьшалось, а длина корней увеличивалась.

Таким образом, положительный эффект от использования гетероауксина зависит от концентрации раствора. Максимальная концентрация

(0,1 %) угнетающе воздействовала на рост корней. Наибольшее среднее количество корней у проростков (7 шт.) образовалось в варианте с концентрацией 0,01 %. С уменьшением концентрации гормона количество корней уменьшалось, а длина корней увеличивалась. Корневая система с наибольшей суммарной длиной у 1 проростка пшеницы образовалась в варианте с наименьшей концентрацией гетероауксина (0,00001 %).

Литература

1. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Древодводство: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Т. А. Соколова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
2. Физиология растений: экспериментальные исследования: учебное пособие / В. Н. Карасев, М. А. Карасева. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 312 с.
3. Математические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: лабораторный практикум / В. Л. Черных, Н. А. Власова, Н. Г. Киселева и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – 80 с.

УДК 574.34

Кузьмина Т. В.

Научный руководитель: Торопова Е. Ю., д-р биол. наук, профессор
Новосибирский государственный аграрный университет

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НАСЕКОМЫХ В КРОНЕ *PYRUS USSURIENSIS* MAXIM. В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

Аннотация. Представлены результаты исследования биологического разнообразия энтомофауны кроны груши уссурийской *Pyrus ussuriensis* (Maxim.) в северной лесостепи Приобья. В состав энтомофауны входили представители более 17 семейств из 6 отрядов. Численность и биологическое разнообразие насекомых зависели от сроков и продолжительности цветения груши, которые определялись погодными условиями мая.

Ключевые слова: груша уссурийская, энтомофаг, фитофаг, таксономическая группа, биологическое разнообразие.

Одним из способов снижения пестицидной нагрузки на агроэкосистемы плодовых и ягодных культур является привлечение полезных насекомых-энтомофагов с помощью интродуцированных древесных растений

медоносов [1, 2]. Груша уссурийская – древесное растение из семейства Rosaceae. Естественный ареал произрастания – российский Дальний Восток, Китай, Корея. В Новосибирске она представляет собой дерево, высотой 5-6,5 м. Vegetация груши продолжается с 10-12 мая по 1-10 октября, цветет 8-11 дней с 18-24 мая по 26 мая или 5 июня [3, 4]. В культуре данный вид ценится как медоносное и декоративное растение, рекомендован для широкого применения в озеленении и лесозащитном разведении [5, 6].

Цель исследования состояла в изучении таксономического состава и разнообразия энтомофауны кроны в период цветения *Pyrus ussuriensis* Maxim.

Объекты и методы исследований

Учеты проводили на 4 растениях (во время цветения) из коллекции дендрария ФГБУН Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск) с 12 по 24 мая 2017 г. и с 28 мая по 12 июня 2018 г. В работе применялись общепринятые энтомологические методы [7].

Для оценки степени биоценотического сходства и биологического разнообразия энтомокомплексов рассчитывали коэффициенты Жаккара, Минниха и Маргалефа [8]. Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа с использованием пакетов программ SNEDECOR и STATISTICA 6.0 для Windows [9].

Результаты исследований

В годы исследований сроки цветения растений сдвигались под влиянием погодных условий. Так, в 2018 году, в связи с пониженными температурами и обильными осадками мая цветение груши уссурийской началось на 16 дней позже, чем в 2017 году, и продолжалось на 3 дня дольше. Более позднее цветение отразилось на таксономическом соотношении, обилии и биологическом разнообразии насекомых.

Выявлено, что состав энтомофауны исследуемого вида включал более 17 семейств из 6 отрядов. Наибольшее количество насекомых принадлежало отряду Hemiptera (50 экземпляров), за ним в порядке убывания располагаются отряды Diptera (32), Thysanoptera (21), Coleoptera (21), Hymenoptera (14), Neuroptera (6).

Фитофаги были представлены отрядами Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera. Энтомофаги представлены паразитами – семейства Ichneumonoidea отряда Hymenoptera, и хищниками семейства Coccinellidae отряда Coleoptera, семейством Syrphidae отряда Diptera и семейством Chrysopidae отрядом Neuroptera.

В 2017 г. было собрано 64 экземпляра насекомых из 7 отрядов. В сборе присутствовали насекомые опылители из семейства Syrphidae отряда Diptera, а также паразиты из семейства Ichneumonoidea отряда Hymenoptera и хищники семейства Hemerobiidae отряда Neuroptera. Ко-

эффицент биологического разнообразия насекомых по индексу Маргалефа составил 2,26, по индексу Минниха был равен 0,84.

В 2018 г. общая численность насекомых увеличилась на 20%. Количество насекомых из семейства Aphididae уменьшилось в 2,2 раза, тогда как численность представителей отряда Thysanoptera увеличилась почти в 2 раза. В сборе появились фитофаги семейства Psyllidae и Tingidae отряда Hemiptera и хищники семейства Coccinellidae отряда Coleoptera, семейства Chrysopidae отряда Neuroptera. Биологическое разнообразие энтомокомплекса по индексу Маргалефа почти не изменилось и составило 2,22, по индексу Минниха увеличилось на 25% и составило 1,05.

Биологическое разнообразие и количество насекомых отличались по фазам цветения. В 2017 г. в начале и в середине цветения численность насекомых была одинаковой, к концу цветения увеличилось в 1,4 раза. В 2018 г. количество насекомых в конце цветения также увеличилось в 1,3 раза по сравнению с массовым цветением и в 3,5 раза по сравнению с началом цветения.

Количественная оценка общности таксономического состава насекомых (коэффициент Жаккара) показала низкую степень сходства по годам – 0,3, что свидетельствует о недостаточно сильной приуроченности насекомых к относительно новому для региона древесному виду и существенном влиянии погодных условий года на их численность и биологическое разнообразие.

Выводы

Таким образом, древесное растение *Pyrus ussuriensis* (Maxim.) обеспечивает значительное таксономическое разнообразие насекомых в ярусе кроны. В период цветения крону растения посещали представители более 17 семейств, из которых 5 относятся к энтомофагам. На численность и биологическое разнообразие насекомых существенно влияли погодные условия вегетации.

Литература

1. Экологическая защита яблоневых садов в условиях Юга России / Е. С. Сугоняев, Л. А. Васильева, О. Д. Ниязов и др. // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 29(5). – С. 48-70.
2. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем плодовых и ягодных культур: учебное пособие / В. А. Чулкина, Л. Д. Шаманская, Е. Ю. Торопова и др. – М.: Колос, 2006. – 240 с.
3. Встовская, Т. Н. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада / Т. Н. Встовская, И. Ю. Коропачинский. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2005. – 235 с.

4. Древесные растения для озеленения Новосибирска / В. Т. Бакулин, Е. В. Банаев, Т. Н. Встовская и др. – Новосибирск: Академическое издательство Гео, 2008. – 303 с.
5. Разумников, Н. А. Груша уссурийская в среднем Поволжье / Н. А. Разумников, О. М. Конехова, М. И. Рябинин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2007. – № 2. – С. 28-33.
6. Рекомендации ассортимента древесных растений для рекреационного и зеленого строительства в районах Новосибирской области. Новосибирск, 1985.
7. Палий, В. Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых / В. Ф. Палий. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1970. – 191 с.
8. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184с.
9. Сорокин, О. Д. Прикладная статистика на компьютере / О. Д. Сорокин. – Краснообск: Изд-во ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

УДК 598.2

Сергеева М. А., Лебедева С. Э., Мальков Ю. Г.

Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОРНИТОФАУНЫ, НЕ ОТНЕСЕННОЙ К ОБЪЕКТАМ ОХОТЫ, В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** На основании орнитологических исследований в условиях северо-востока Республики Марий Эл изучено видовое разнообразие орнитофауны, не отнесенной к объектам охоты. Установлена неоднородность видового разнообразия в зависимости от среды обитания. Различия отмечены в видовом составе, численности птиц и концентрации (плотности) отдельных видов на определенных участках основных биотопов.*

***Ключевые слова:** орнитологические исследования, вид, биотоп, видовой состав, учет птиц.*

Устойчивость экологических систем определяется многими факторами, одним из которых является биологическое разнообразие фаунистических видов, среди которых существенная и многогранная роль принадлежит орнитофауне.

Практическая значимость работы заключается в получении информации о видовом разнообразии, составе и численности орнитофауны, не отнесенных к объектам охоты в условиях Республики Марий Эл.

Территории Сернурского, Мари-Турекского и Параньгинского муниципальных районов, которые большей площадью отнесены к северо-восточной части республики, по физико-географическому положению представляют собой волнистую равнину с незначительными колебаниями высот – от 90,8 м до 264,6 м над уровнем моря и входят в Мари-Турекское возвышенное плато высотой 150 – 175 м над уровнем моря с плоскими водоразделами и развитыми речными долинами, которое является восточной частью Марийско-Вятского увала [1].

Орнитологические исследования проводились в течение 2017-2019 годов в основных биотопах, характерных для территории данных муниципальных районов, к которым отнесены лесные (смешанные елово-лиственные насаждения, сосново-березовые молодняки), полевые и водные биотопы и прилегающие к ним прибрежные зоны рек, прудов и озер.

Учет видового состава и численности птиц проводился в весенне-летний период на орнитологических маршрутах по общепринятым методикам [2-4], при этом учитывались все визуальные встречи с птицами. При возникновении трудностей в определении видового состава использовались фотофиксация с последующим определением по определителям и прослушивание аналогов голосов птиц с записывающих устройств.

Условия местообитания птиц в основных биотопах изучаемого района определяются совокупностью целого ряда факторов, образующих сложный экологический комплекс, среди которых основными являются климатические и погодные условия, характер древесно-кустарниковой растительности, наличие опушек по границе с безлесным пространством, водных объектов, определяющих кормовые, защитные и гнездопригодные условия для пернатых.

Учёт встречаемости птиц в основных биотопах на территории муниципального района показал неоднородность видового разнообразия в зависимости от среды обитания.

Всего на северо-восточной территории РМЭ выявлено 49 видов орнитофауны, 22 семейства. Относительно наибольшее количество видов учтено по семейству славковые (*Sylvidae*) – 6 видов, которые встречались в 5 из 6 исследуемых биотопов. Относительно часто встречались представители семейства вьюрковые (*Fringillidae*) – 3 вида – в 5 биотопах, режедятловые (*Picidae*) – 3 вида – в 2 биотопах, трясогузковые (*Motacillidae*) – 2 вида в 3-х биотопах, вороновые (*Corvidae*) – 2 вида в 2-х биотопах.

Редки встречи представителей некоторых других семейств (кукушки (*Cuculidae*), соколиные (*Falconidae*), ржанковые (*Charadriidae*), совы (*Strigidae*), сорокопуть (*Laniidae*) – в одном или двух биотопах, что обусловлено специфичностью условий местообитания, характерных для данных видов и их низкой численностью. Среди этих представителей

орнитофауны – виды, занесенные в Красную Книгу Российской Федерации (большой кроншнеп (*Numenius arquatus* L.), обыкновенная пустельга (*Cerchneis tinnunculus* L.), филин (*Bubo bubo* L.).

Учет встречаемости видов в основных биотопах на территории муниципальных районов показал относительно невысокую численность и неоднородность видового разнообразия в зависимости от среды обитания. На оценку численности повлияли изменчивые погодные условия (прохладная пасмурная погода с дождями, чередующаяся с жаркими солнечными днями), которые значительно снижали активность пения птиц, по которому определялись их видовой состав и численность.

Сравнение данных учёта птиц в лесных биотопах исследуемых муниципальных районов с данными учета более «лесных» районов, изученных ранее, показало относительно меньший видовой состав и численность птиц в наших районах, что объясняется менее разнообразной структурой биотопов и меньшей площадью, покрытой лесом.

Различия отмечены в видовом составе, численности птиц и концентрации (плотности) отдельных видов на определенных участках основных биотопов, что объясняется их составом и структурой, имеющих более лучшие условия гнездования и защитности и кормопригодности. Это особенно характерно для лесных биотопов Параньгинского муниципального района, расположенных в бассейне реки Иеть.

Наибольшее число видов характерно для спелых и перестойных (старых) смешанных елово-лиственных лесов с густым подростом и подлеском. Доминирующими видами птиц в лесных биогеоценозах являются такие, как зяблик (*Fringilla coelebs* L.), славковые (*Sylviidae*). Сравнительно большая плотность заселения птицами и видовое разнообразие в таких насаждениях, по сравнению с сосново-лиственными молодняками, объясняется более лучшими лесорастительными условиями.

Литература

1. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / под редакцией А. В. Ступишина. – Казань: Издательство Казанского университета, 1964. – 196 с.
2. Равкин, Ю. С. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время / Ю. С. Равкин, Б. П. Доброхотов // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Наука, 1963. – С. 130-136.
3. Равкин, Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах / Ю. С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66-75.
4. Равкин, Ю. С. Сезонная динамика показателей видового разнообразия населения птиц смешанных лесов Подмосковья / Ю. С. Равкин // Актуальные проблемы орнитологии. – М.: Наука, 1986. – С. 235-239.

Секция «ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ»

УДК 630*2:582.475(470.341)

Ракадов Е. С.

Научный руководитель: Мухортов Д. И., д-р с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОСТОЯНИЕ И РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В УСЛОВИЯХ СВЕЖЕЙ И ВЛАЖНОЙ СУРАМЕНИ В ШАРАНГСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о состоянии лесных культур ели в Нижегородской области.

Ключевые слова: ель европейская, лесные культуры, сурамень, технология.

Актуальность. Проблемой роста и развития искусственных насаждений ели европейской занимались многие исследователи, так, Макулов Ф. Т., Габдрахимов К. М. установили закономерности роста основных пород лесообразователей Республики Башкортостан, в том числе и ели европейской [1]. Юрьева А. Л. в своих трудах рассмотрела влияние условий местопроизрастания на рост лесных культур ели европейской и установила, что требуется более тщательно подходить к обследованию лесокультурных площадей, на основании которого должен происходить выбор породы и метод лесовосстановления [2]. Багаев С. С. занимался исследованиями роста культур ели европейской на сельскохозяйственных и лесных землях в Костромской области. Установил, что на таких участках перспективно создание лесных плантаций ели целевого назначения [3]. В условиях Нижегородской области эти вопросы остались нераскрытыми.

Цель: определение влияния свежих и влажных условий на рост и состояние лесных культур ели европейской.

Задачи исследования:

- оценить и сравнить состояние насаждений в разных типах лесорастительных условий (ТЛУ);
- оценить и сравнить сохранность ели европейской в культурах в различных ТЛУ;

– определить и сравнить основные таксационные показатели лесных культур ели европейской в различных ТЛУ.

Объекты исследования. Для решения поставленных задач на участках 40-летних лесных культур ели европейской были заложены две пробные площади (п/п) в Шарангском районном лесничестве Нижегородской области. Первая п/п расположена в 43 квартале 16 выделе ТЛУ С₂, вторая – в 73 квартале 41 выделе в ТЛУ С₃. Технология создания лесных культур на первой и второй п/п была одинакова и включала обработку почвы плугом ПКЛ-70, посадку под меч Колесова по дну плужных борозд, четырехкратное проведение ручных агротехнических уходов в течение трех лет. Культуры создавались на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования.

Методика исследований. Пробные площади закладывались в типичных для данных выделов местах, включали 4 ряда основной породы и имели размеры в ТЛУ С₂ – 66×16 метров (0,1056 га) с наличием на ней 203 деревьев; в ТЛУ С₃ – 41×16 метров (0,0656 га) и наличием на ней 193 деревьев. На пробных площадях определялись диаметры стволов деревьев на высоте 1,3 м, высота каждого пятого дерева.

Результаты исследования. Проведенные исследования показали, что доля здоровых деревьев ели европейской в условиях С₂ в 1,62 раза выше, чем в условиях С₃, а количество поврежденных, усыхающих, усохших деревьев в условиях С₂ в 1,3 раза меньше, чем в С₃ (рис. 1а).

Общее количество посадочных мест в условиях С₂ составляло 3760 шт./га, а в С₃ – 4009 шт./га. К настоящему времени количество деревьев ели европейской существенно снизилось. Доля пустых мест в условиях С₂ в 1,8 раза больше, чем в условиях С₃. При этом живых деревьев в ТЛУ С₂ 1,03 раза, а усохших в 3,2 раза меньше, чем в условиях С₃ (рис. 1б).

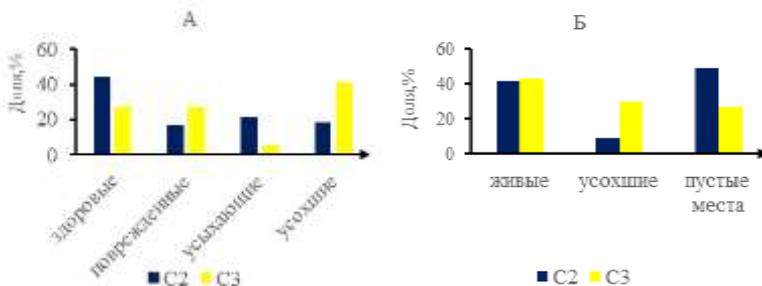


Рис. 1. Распределение деревьев ели европейской по состоянию (А) и по сохранности (Б)

В условиях С₂ средняя высота древостоя составляет 15,5 метра, что на 6,3 метра больше, чем у лесных культур в ТЛУ С₃. Средний диаметр древостоя в условиях С₂, составляет 13,3 сантиметра, что на 4 сантиметра больше, чем в условиях С₃ (таблица). Существенность различия доказана на 5% уровне значимости ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$). В условиях С₂ культуры растут по 1 классу бонитета, а в условиях С₃ – по 3 классу бонитета.

Сравнение высоты и диаметра на высоте 1,3 м ели европейской, произрастающей в ТЛУ С₂ и С₃

Показатели	ТЛУ	$X_{\text{ср}}$	m_x	$t_{\text{факт.}}$
Высота, м	С ₂	15,5	0,82	5,068
	С ₃	9,2	0,92	
Диаметр на высоте 1,3 м, см	С ₂	13,3	0,46	6,462
	С ₃	9,3	0,41	

Примечание: $t_{\text{табл.}}=1,972$

Выводы

1. В условиях свежей сурамени лесные культуры ели европейской имеют лучшее санитарное состояние. На это указывает количество здоровых деревьев, которое в 1,62 раза больше, чем в ТЛУ С₃, а поврежденных, усыхающих, усохших деревьев соответственно меньше, чем в условиях С₃.

2. Сохранность деревьев ели европейской в условиях С₂ в 1,2 меньше, чем в условиях С₃. Это связано с тем, что внутривидовая конкуренция и межвидовая выше в условиях С₂.

3. Для улучшения роста лесных культур в ТЛУ С₃ необходимо исключить такой негативный фактор, снижающий рост и ухудшающий состояние растений, как переувлажнение почвы. Для этого в условиях С₃ посадочные места должны располагаться по микроповышениям, а не по дну плужных борозд, как в условиях С₂.

Литература

- Макулов, Ф. Т. Рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной и ели европейской в ГБУ РБ «Уфимское лесничество» / Ф. Т. Макулов, К. М. Габдрахимов // Вестник Башкирского госуд. аграрного универ. – 2014. – № 3 (31). – С. 99-102.
- Юрьева, А. Л. Оценка влияния условий местопроизрастания на рост лесных культур ели обыкновенной / А. Л. Юрьева // Актуальные направ. научных исслед. XXI века: теор. и практика. – 2015. – Т. 3. – № 2-2 (13-2). – С. 101-104.
- Багаев, С. С. Рост культур ели на сельскохозяйственных и лесных землях в Костромской области / С. С. Багаев // Эколог. проблемы развит. агроландшафтов и способы повыш. их продуктив: сборник статей по материалам Международной науч. экологич. конференции. – 2018. – С. 435-436.

Рыбаков К. В., Краснов В. Г.

Научный руководитель: Романов Е. М., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО И ДУБА КРАСНОГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье приведены результаты инвентаризации опытных лесных культур дуба черешчатого и дуба красного, созданных сеянцами с открытой корневой системой на территории питомника лесных и декоративных древесных растений «Азяково» Ботанического Сада-Института ФГБОУ ВО «ПГТУ».

Ключевые слова: дуб черешчатый, дуб красный, сеянцы с открытой корневой системой.

Дуб красный в России является интродуцированной древесной породой, которая естественно произрастает в восточной части Северной Америки. Деревья данного вида имеют высокие эстетические свойства: могут достигать до 25 м в высоту, обладают густой кроной, ствол тонкий, покрыт гладкой серой корой, у молодых особей осенью листья красные, у старых – коричневые [1]. По литературным данным, дуб красный может успешно произрастать на территории Среднего Поволжья и является ценной древесной породой для озеленения и лесопаркового хозяйства [2]. Также дуб красный имеет большой потенциал для плантационного лесовыращивания, так как имеет достаточно интенсивный рост в сравнении с дубом черешчатым. В связи с этим важно разработать технологию создания лесных культур дуба красного.

Цель: определить приживаемость, биометрические показатели роста однолетних опытных культур дуба черешчатого и дуба красного, сравнить их биометрические показатели.

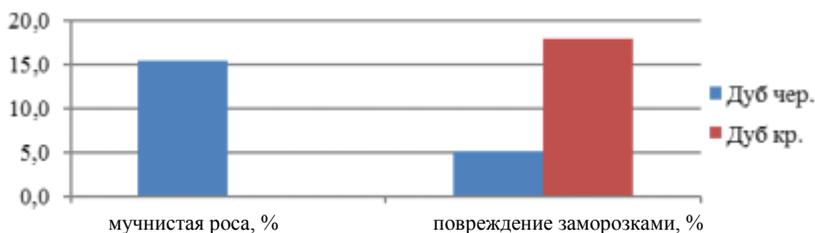
Объектом исследования являются четырехлетние опытные лесные культуры дуба черешчатого и дуба красного, созданные на территории питомника лесных и декоративных древесных растений «Азяково» Ботанического Сада-Института ФГБОУ ВО «ПГТУ». Была произведена сплошная обработка почвы земли бывшего сельхозназначения. Опытные культуры созданы в мае 2016 года на дерново-среднеподзолистых суглинистых почвах на покровных суглинках. Тип лесорастительных

условий – С₂. Посадка опытных культур была произведена в дно борозды с использованием штыковой лопаты. Сеянцы выращивались в открытом грунте в БСИ «ПГТУ» в течение одного вегетационного периода [3, 4]. Во время вегетационного периода был произведен один ручной агротехнический и один механизированный уход (МТЗ-82 в агрегате с КЛБ-1,7). В конце вегетационного периода была проведена инвентаризация. Полученные данные обработаны с использованием методов математической статистики.

Средние показатели опытных лесных культур
дуба черешчатого и дуба красного

№ вар.	Приживаемость, %	Средняя высота, см	Прирост высоты, см	Диаметр корневой шейки, мм	t _{расч.} Н	t _{расч.} Pr	t _{расч.} D
Дуб чер.	76,9	43,2	5,6	15,7	0,54	0,25	5,65*
Дуб кр.	43,6	41,0	5,8	8,7			

Примечание: * – существенность различий не доказана, при t_{табл.}=2,0



Повреждение лесных культур мучнистой росой и заморозками

Анализ результатов. Исследования показали, что на четвертый год после посадки культур максимальная приживаемость наблюдается у растений дуба черешчатого.

По средней высоте растений максимальные показатели наблюдаются в варианте с использованием дуба черешчатого.

По показателям прироста растений в высоту лучшими оказались растения в варианте – дуб красный.

По показателям прироста растений по диаметру корневой шейки лучшие показатели имеют растения в варианте и использованием дуба черешчатого.

По результатам обработки данных, стоит отметить, что достоверность различий между показателями по средней высоте, приросту по высоте не доказана. По диаметру корневой шейки была доказана достоверность различий по исследуемому признаку.

По итогам исследования опытных культур нужно отметить, что культуры дуба черешчатого более подвержены мучнистой росе, а культуры дуба красного осенним заморозкам.

Выводы. По результатам исследования четырехлетних опытных культур следует отметить, что культуры дуба черешчатого имеют лучшие показатели по приживаемости и диаметру корневой шейки.

По показателям средняя высота и прирост высоты больших различий не наблюдается. По показателям диаметра корневой шейки данные достоверно доказаны.

В целом, стоит отметить, что культуры имеют неплохой рост, идет стадия индивидуального развития растений и делать достоверные выводы преждевременно. Для получения достоверных данных необходимо продолжить исследования.

Литература

1. Пчелин, В. И. Дендрология: учебник / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – 520 с.
2. Особенности интродукции дуба красного (*Quercus rubra*) в условиях республики Марий Эл / В. Г. Краснов, А. А. Мамаев, М. И. Смышляева и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 1368-1378.
3. Краснов, В. Г. Влияние минеральных удобрений на рост однолетних сеянцев дуба красного в условиях закрытого грунта / В. Г. Краснов, К. В. Рыбаков, А. А. Мамаев // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию высшего лесного образования в г. Воронеж и ЦЧР России: в 2 т. – Т. 1. – 2018. – С. 136-141.
4. Рыбаков, К. В. Приживаемость и рост однолетних опытных лесных культур дуба красного, созданных сеянцами с закрытой корневой системой / К. В. Рыбаков, М. И. Смышляева // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.): в 8 ч. – Часть 2: Идеи и решения для инновационного развития лесных и лесоперерабатывающих технологий. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 172 с.

УДК 630*9

Лапухина А. Э.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ КУЖЕНЕРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Рассматриваются вопросы санитарного состояния хвойных насаждений Куженерского лесничества Республики Марий Эл на территориях с различной степенью усыхания древесных пород.

Ключевые слова: санитарное состояние насаждений, отпад, поврежденные насаждения, категория состояния, сильно ослабленные, усыхающие, свежий сухостой, старый сухостой.

Ежегодно леса подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов абиотического и биотического характера. В результате этих процессов происходит ослабление деревьев и их повышенный (патологический) отпад в насаждении. Основной причиной ухудшения санитарного состояния насаждений в лесах являются неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы, повреждение насекомыми.

Цель исследования: оценка санитарного состояния хвойных насаждений Куженерского лесничества Республики Марий Эл в зависимости от их условий произрастания, состава, возраста, а также воздействия различных неблагоприятных факторов среды.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. провести исследование пробных площадей.
2. изучить болезни и повреждения.
3. проанализировать санитарное состояние.

Объект и методология исследования. Объектом исследования послужили в разной степени поврежденные средневозрастные и приспевающие насаждения зоны хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Шойского участкового лесничества Республики Марий Эл, в которой в последние годы наблюдается массовое усыхание деревьев ели и сосны.

Исследования проводились в период с июля по август.

Методология исследования заключается в следующем. При проведении исследований использовался метод пробных площадей. Пробные площади закладывались в соответствии с общепринятыми методиками.

На подготовительном этапе были изучены материалы лесоустройства, а также лесохозяйственный регламент и были выбраны участки насаждений сосны и ели разного состава, возраста, запаса и состояния, представляющих собой совокупность, по которой можно было бы судить о состоянии насаждений в конкретно данном участковом лесничестве.

Всего было заложено пять пробных площадей в квартале 181 выделе 6, 45 выделах 20, 21, 22 и 23. Общее число исследуемых деревьев составило 500 штук. Из них еловые насаждения составляют 69,4 %, сосновые – 21,6 %, пихтовые – 9 %. На каждой пробной площади определялись диаметр, окружность, высота и категория санитарного состояния каждого дерева. Для этого использовалась шкала категорий состояния хвойных пород. Далее по полученным данным рассчитывали сумму площадей сечения и объем. Границы исследуемых участков располагались не ближе 20 м от просек, дорог, прогалин и других открытых участков во избежание влияния светового прироста.

В дальнейшем через индексы категорий состояния и соответствующие им проценты деревьев определялась средневзвешенная величина состояния породы на выделе. Если эта величина не превышала 1,5, то такой древостой считался здоровым, 2,5 – ослабленным, 3,5 – сильно ослабленным, 4,5 – усыхающим, 5 – усохшим.

Объемы лесопатологической таксации позволили обеспечить для изучаемой древесной породы достоверную оценку средних значений относительного количества и запаса деревьев всех категорий состояния, включая «сильно ослабленные», «усыхающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой».

Анализ полученных результатов

Санитарное состояние хвойных насаждений на исследуемом участке вызывает значительную тревогу, ввиду значительного ослабления из-за неблагоприятных погодных условий и поражения их стволовыми вредителями.

Изучение древостоя по классам санитарного состояния деревьев показало, что сосновые насаждения являются наиболее здоровыми, с наименьшим процентом признаков ослабления.

У еловых насаждений преобладают I категория состояния – 23,6 %, II категория – 17,8 %, VI категория – 23,6 %.

У сосновых насаждений преобладают I категория состояния – 79,6 %, II категория – 9,2 % и III категория – 5,5 %.

У пихтовых насаждений преобладающими являются IV и VI категории состояния. Они составляют 27,9 %.

Выводы. Изменение санитарного состояния хвойных насаждений из-за неблагоприятных погодных условий и поражения стволовыми вредителями зависит от их биологической устойчивости и сопротивляемости к возбудителю.

На основании проанализированных данных о состоянии хвойных насаждений, можно сказать, что еловые насаждения обладают меньшей устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям и в большей степени подвержены заселению стволовыми вредителями.

В качестве действенной меры для сохранения окружающего древо-стоя рекомендовано проведение выборочных санитарных рубок в данных выделах.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 20 мая 2017 года № 607 «О правилах санитарной безопасности в лесах».
2. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Республики Марий Эл за 2018 год и прогноз на 2019 год. – Йошкар-Ола: «ЦЗЛ Республики Марий Эл», 2019. – 175 с.
3. Лесохозяйственный регламент Куженерского лесничества, 2018.

УДК 630.9

Лукашевич А. Д.

Научный руководитель: Домрачев А. А., канд. с.-х. наук, доцент
Воложский государственный технологический университет

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВИАТАНКЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ КРУПНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Представлен проект применения самолета амфибии Бе-200, для тушения крупных лесных пожаров в Вологодской области.

Ключевые слова: авиационная охрана лесов, лесные пожары, гидросамолеты, авиатанкеры.

Так как за последние 10-15 лет применение самолетов-танкеров для тушения лесных пожаров увеличилось в разы во всем мире, необходим

проработанный и готовый вариант применения данных самолетов в случае крупных лесных пожаров в Вологодской области. Опыта применения средних и крупных самолетов-танкеров в Вологодской области нет, так как самый горимый год с наибольшим количеством лесных пожаров и пройденной площадью был 2002, где можно было бы применить тушение с помощью самолетов-танкеров, но на тот момент только нарабатывалась технология применения авиатанкерной техники и притом в Сибири и Дальнем Востоке. Для самолета Ан-2П не имеет смысла составлять план аэродромной инфраструктуры и гидросети, так как самолет не требует стационарных аэродромов и развитой аэродромной инфраструктуры и без проблем может использоваться на территории Вологодской области.

Аэродромная инфраструктура Вологодской области. На территории Вологодской области имеются следующие аэропорты (табл. 1). Из них действующих – только четыре: это Кипеловский, Череповецкий, Великоустюгский, Вологодский. То есть в этих аэропортах оборудованы служебные помещения, ремонтные мастерские, пункты ГСМ, работает диспетчерский пункт и обслуживающий персонал. В аэропортах Кичгородецкий и Белозерский оборудованы только пункты ГСМ на летний период для заправки самолетов Ан-2. В аэропортах Тотемский, Вытегорский, Тарногский имеются только ВПП (взлетно-посадочная полоса) с асфальтным покрытием.

Таблица 1. Аэропорты Вологодской области

Аэродром	Длина (м)	Ширина (м)	Класс	Тип принимаемого ВС
Кипеловский	3500	60	А	Ил-76, Бе-200
Череповецкий	2523	42	В	Бе-200
Великоустюгский	1800	42	В	Бе-200
Вологодский	1500	32	Г	Ан-2
Вытегорский	1300	35	Г	Ан-2
Кичгородецкий	1280	40	Д	Ан-2
Тарногский	1300	30	Д	Ан-2
Белозерский	600	21	Е	Ан-2
Тотемский	600	21	Е	Ан-2

Вывод. Вологодская область имеет развитую аэродромную инфраструктуру, что делает возможным эффективное применение самолетов-танкеров для тушения лесных пожаров. Благодаря расположению в центральной части Вологодской области аэродрома с подходящими характеристиками для использования Ил-76 с ВАП. Данный самолет может

быть использован в тушении лесных пожаров на всей территории Вологодской области.

Гидросистема Вологодской области для применения забора воды в режиме глиссирования самолетом Бе-200

В Вологодской области более четырех тысяч озер и несколько сотен рек. Но по своим характеристикам для забора воды в режиме глиссирования самолетом Бе-200 подходят лишь несколько, наиболее крупных водоемов (табл. 2), (рис. 1).

Таблица 2. Водоемы Вологодской области, подходящие для забора воды самолетом Бе-200

Водоем	Длина, км	Ширина, км	Средняя глубина, м
Озеро Онежское	248	83	30,0
Озеро Воже	64	16	2,6
Озеро Кубенское	60	15	2,6
Озеро Белое	46	33	4,1
Шекснинское водохранилище	167	20	4,0
Рыбинское водохранилище	172	56	5,6

Для забора воды Бе-200 необходим водоем с глубиной не менее 2,6 метра, длиной 3,2 км шириной 0,2 км. Все из перечисленных водоемов находятся в центральной и западной части Вологодской области. В восточной части водоемов, пригодных для данного вида работ, нет. В список не были включены озера западной части Вологодской области, находящиеся в болотах, хотя некоторые из этих озер довольно крупные по площади, но их глубина крайне мала, местами менее метра. Также не была рекомендована крупная река Сухона из-за своей извилистой формы.

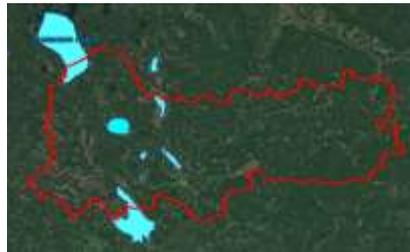


Рис. 1. Водоемы Вологодской области для применения Бе-200

Эффективность тушения лесных пожаров с помощью самолета-танкера Бе-200 зависит от близости к пожару водоемов для забора воды. Среднее расстояние подлета между точками забора воды и лесными пожарами должно находиться в пределах 60 км для максимальной эффективности применения Бе-200.

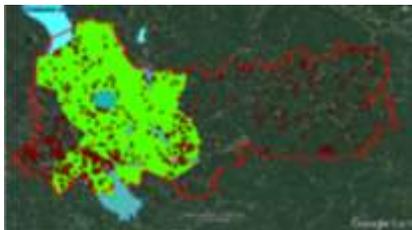


Рис. 2. Область эффективного использования самолета Бе-200

В ГИС на основе Google Earth (рис. 2) от каждого водоема с подходящими характеристиками для забора воды самолетом Бе-200 была отмечена область расстоянием 60 км от кромки водоема. При дальнейшем подсчете в эту область вошли 61% всех пожаров на территории Вологодской области.

Вывод. Благодаря уникальной гидросети, наличия крупных озер и водохранилищ, Вологодская область очень выгодно отличается от других субъектов РФ в плане использования самолетов-амфибий с забором воды в режиме глиссирования. Самолет Бе-200 будет очень эффективен для использования в западной и центральной части Вологодской области, также стоит отметить, что и большинство пожаров приходится на юго-западную и центральную часть Вологодской области. Благодаря большому количеству рек и озер использовать вертолет с ВСУ будет эффективно, кроме одного участка территории в западной части, где нет водоемов.

Литература

1. Скрупинова, Е. А. География Вологодской области: учебное пособие / Е. А. Скрупинова. – Вологда: Учебная литература, 2005. – С. 61-78.
2. Методические рекомендации по обеспечению применения самолета Бе-200ЧС для пожаротушения с акваторий на территории РФ. – М., 2006.

УДК 630*245

Русинов Д. Э.

Научный руководитель: Домрачев А. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА НАЗНАЧЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УХОДАМ ЗА ЛЕСАМИ

***Аннотация.** В данной статье проанализированы нормативные документы по теме лесного хозяйства. Исследованы взаимосвязи между влияющими факторами на назначение лесохозяйственных мероприятий. Приведены этапы для*

создания алгоритма автоматизированного назначения лесохозяйственных мероприятий по уходу за лесами.

Ключевые слова: лесохозяйственные мероприятия, алгоритм назначения рубок ухода, нормативные документы, выдел, полнота насаждения.

Актуальность проблемы. Автоматизация документально обоснованного выбора лесохозяйственных мероприятий значительно повысит эффективность назначений рубок ухода за счет увеличения скорости обработки и исключения ошибок, свойственных человеку. В настоящее время существует множество программ, способствующих облегчению труда в сфере лесного хозяйства. Но не имеется программного обеспечения по назначению лесохозяйственных мероприятий по уходу за лесами. Исходя из этого, мы считаем, что тема разработки алгоритма назначения лесохозяйственных мероприятий является актуальной.

Цель работы: создание алгоритма назначения лесохозяйственных мероприятий по уходу за лесами в конкретных природно-климатических условиях.

Основной задачей работы является анализ нормативных документов по рубкам ухода; определение взаимосвязи между влияющими факторами на назначение лесохозяйственных мероприятий; структурирование полученных данных в виде алгоритма выполняемых задач.

Научная новизна: впервые проведена последовательная систематизация этапов, влияющих на назначение лесохозяйственных мероприятий в соответствии с существующими нормативами, определены несоответствия в типологии предложенной нормативными документами и используемой типологией в лесохозяйственных предприятиях рассматриваемого региона, и в результате предложено свое решение данного вопроса.

Современное состояние вопроса. В настоящее время любой производственный сектор старается как можно больше внедрить новых технологий для качества и скорости выполнения необходимой продукции. Возможность облегчить человеческий труд всегда приветствовалась на производстве. В сфере лесного хозяйства имеется великое множество различного программного обеспечения, но, как и много лет назад, рубки ухода назначаются вручную. Нами будет составлен примерный алгоритм, который, возможно, станет родоначальником модулей, способных назначать лесохозяйственные мероприятия по уходу за лесом.

Для назначения любого лесохозяйственного мероприятия нужно пройти следующие этапы:

1. выбор лесорастительных зоны и лесного района для подбора нормативной документации при назначении мероприятий на рассматриваемый объект. *Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (ред. от 19.02.2019) «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2014 N 34186);*

2. установление категории защитности лесов на рассматриваемый выдел (эксплуатационные, защитные, резервные);

3. определение, к какой группе пород относится рассматриваемый выдел (хвойные, твердолиственные, мягколиственные);

4. определение группы возраста рассматриваемого выдела (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые, перестойные);

5. проверка наличия ОЗУ на рассматриваемом выделе (Особо защитные участки лесов):

– если ОЗУ имеется, назначаются только санитарные рубки и рубки ухода в молодняках,

– если ОЗУ отсутствует, то мероприятия назначаются в полном объеме.

6. назначение мероприятия по уходу за лесами согласно выше изложенным пунктам и *Приказу Минприроды России от 22.11.2017 № 626 (ред. от 01.11.2018) «Об утверждении Правил ухода за лесами» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2017 № 49381, с учетом состава, типа лесорастительных условий и относительной полноты насаждения;*

7. определение интенсивности рубок ухода согласно существующей и минимально допустимой конечной полноты после мероприятия.

От интенсивности проводимых мероприятий зависит конечная полнота насаждения, при этом интенсивность зависит от наличия и количества нежелательных древесных пород в составе древостоя.

Выводы и рекомендации. На базе составленных взаимосвязей в дальнейшем планируется разработка алгоритма автоматизированного назначения лесохозяйственных мероприятий и облегчение проверки мероприятий, назначенных таксатором в полевых условиях.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ (ред. От 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).

2. Сухих, В. И. Лесоустройство: учебник / В. И. Сухих, В. Л. Черных. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 400 с.

3. Черных, В. Л. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учебное пособие / В. Л. Черных, В. В. Сысеев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 378 с.

4. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (ред. от 19.02.2019) «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2014 № 34186).

5. Приказ Минприроды России от 22.11.2017 № 626 (ред. от 01.11.2018) «Об утверждении Правил ухода за лесами» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2017 № 49381).

6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

УДК 338.482

Симонов А. П.

Научный руководитель: Власова Н. А., канд. с.-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МАРИЙ ЧОДРА» ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

***Аннотация.** В статье представлен анализ использования ресурсов Национального парка «Марий Чодра» для рекреационной деятельности.*

***Ключевые слова:** рекреационная деятельность, национальный парк, рентабельность, услуги.*

Цель работы – выявление и анализ основных направлений повышения эффективности использования ресурсов Национального парка «Марий Чодра» для рекреационной деятельности.

По мнению Е. Н. Ильиной [1], одной из основных функций ликвидного использования ресурсов является правильно и рационально поставленное предложение услуг. В частности, управление сбытом отдельных туристских услуг или их целостных ансамблей (туров, турпакетов) через изучение, формирование и расширение рынка.

При решении данной функции выделяют следующий ряд задач:

- 1) определение собственного (или распространяемого) продукта;
- 2) сегментация рынка;
- 3) выявление и оценка конкурентов;
- 4) управление качеством продукта;
- 5) продвижение и сбыт продукта, в том числе:
 - a) информационное обеспечение (реклама),
 - b) адресное предложение продукта,

с) организация продаж, а также их стимулирование (скидки, аукционы и т. п.);

6) создание системы связей с общественностью (public relations);

7) участие в специальных мероприятиях (торговых выставках, конференциях и т. п.);

8) прогноз и планирование.

В Национальном парке «Марий Чодра» (НП «Марий Чодра») активно ведется продвижение собственных услуг: проведение всевозможных акций; предоставление товаров, не входящих в основной вид деятельности; проведение мероприятий с подрастающим поколением.

Для оценки конкурентоспособности и рентабельности управления НП «Марий Чодра» проведено сравнение стоимости идентичных по виду услуг с услугами конкурентов (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение идентичных услуг по ценовой категории

Основные предоставляемые услуги	НП «Марий Чодра»	НП «Чаваш Вармане»	НП «Нижняя Кама»
Экскурсия по оборудованной экотропе	150 руб./чел., включая услугу экскурсовода	50 руб./чел. без услуги экскурсовода	группа/ 4800 руб. от 2-х до 4-х часов
Услуги проживания в комнате для гостей при центральном офисе	500 руб./сутки за 1 место	250 руб./сутки за 1 место	–
Предоставление оборудованных пикниковых беседок с мангальной площадкой	250 руб./1 час	800 руб. / группа (до 5 чел.) за 4 часа 100 руб./ за каждый дополнительный час. 100 руб./ с каждого последующего чел. свыше 5-го	500 р. беседка/час
Услуга по доставке посетителей на автомашине	600 руб./час	650 руб./час	–
Конный маршрут	От 300 до 9000 с чел.	–	–
Экскурсия со сказочными героями	–	900 руб. до 9 чел.; свыше 9 чел. – 100 руб. с каждого чел.	согласно договору

По данным таблицы, можно сделать вывод, что в НП «Марий Чодра» цены по некоторым видам услуг превышают цены конкурентов. Это обусловлено тем, что в НП «Марий Чодра» в каждой услуге включен более широкий спектр услуг.

Для более глубокой оценки конкурентоспособности был проведен SWOT-анализ. Это позволило выявить сильные и слабые стороны Национального парка (табл. 2).

По данным таблицы, мы можем сделать вывод, что НП «Марий Чодра» хорошо развит и занимает устойчивое положение на рынке.

Таблица 2. SWOT-анализ рекреационных ресурсов НП «Марий Чодра»

Strengths (сильные стороны)	Weaknesses (слабые стороны)
<p>Большое количество предоставляемых услуг.</p> <p>Большой опыт работы и хорошее положение на рынке.</p> <p>Опытный персонал.</p> <p>Хорошее географическое положение.</p> <p>Заповедные территории в границах НП.</p> <p>Большое количество заповедных растений и животных.</p>	<p>Малое количество детских троп, сказочных городков.</p> <p>Непривлекательная заработная плата для молодых специалистов.</p> <p>Не реализована реализация рекламно-издательской, сувенирной и полиграфической продукции.</p>
Opportunities (возможности)	Threats (угрозы)
<p>Повышение уровня рекламы.</p> <p>Предоставление туристическому агентству видов деятельности, связанных с привлечением клиентов.</p>	<p>Потеря большей части прибыли при передаче организации турагентствам.</p> <p>Потеря устойчивого положения на рынке.</p> <p>Нехватка кадровых специалистов.</p> <p>Стремительное развитие рекреационной деятельности в России. В связи с этим, может повыситься конкуренция.</p>

Для достижения более конкурентоспособного положения на рынке необходимо осваивать новые направления по привлечению клиентов. Одним из таких, по нашему мнению, является создание собственного YouTube канала, в котором можно вести блог о жизни животных и растений НП «Марий Чодра», рассказывать о красоте местных достопримечательностей, об акциях, проводимых в парке. Эта деятельность будет выполнять функцию скрытой рекламы Национального парка.

В дальнейшем, по мере увеличения популярности канала, появится возможность рекламировать сторонние организации, тем самым получать пассивный доход.

Литература

1. Ильина, Е. Н. Туроперейтинг: организация деятельности: учебник / Е. Н. Ильина. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 480 с.
2. Прайс-лист Национального парка «Чаваш Вармане» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npark21.ru/turizm/platnye-uslugi/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Прайс-лист Национального парка «Нижняя Кама» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nkama-park.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Сайт национального парка «Марий Чодра» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.марий-чодра.рф/>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 630.521

Черных Л. В., Котов П. А., Тихонов К. С., Языкова А. А.
Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА НА ВЫСОТЕ ГРУДИ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ДИАМЕТРА И ВЫСОТЫ ПНЯ ДЛЯ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В результате исследований предложена многофакторная модель соотношения диаметра на высоте груди с диаметром и высотой пня для ельников Мурманской области.

Ключевые слова: запас, диаметр, сбег, высота, модели связи, высота пня, диаметр пня.

Введение. Решение задачи рационального использования лесных ресурсов является актуальной и зависит от качества и полноты справочно-нормативных лесотаксационных материалов, которые базируются на закономерностях роста и развития живых организмов.

В настоящее время на производстве стали востребованы лесотаксационные таблицы, отражающие взаимосвязи «Диаметры стволов разных древесных пород на высоте груди в зависимости от их диаметров на высоте пня». Такие нормативы используются для восстановления рядов

распределения числа стволов элемента леса по измерениям значений диаметров пней [1, 3].

Отметим, что существующие лесотаксационные таблицы для восстановления значений диаметров стволов на высоте 1,3 метра по измерениям диаметров пней не учитывают высоту пня, поэтому при проведении таких работ возникает погрешность определения диаметра на высоте 1,3 м. Для повышения оценки запаса вырубленной древесины на лесосеках необходимо учитывать региональные особенности роста и развития древесных растений. Таким образом, все вышесказанное подтверждает актуальность рассматриваемого вопроса.

Цель работы направлена на разработку математических моделей взаимосвязи диаметров древесных стволов на высоте 1,3 м с диаметрами и высотами пней древостоев ели Мурманской области.

Решаемые задачи: выполнить первичную статистическую обработку информации по модельным деревьям; разработать двухфакторную модель связи для прогнозирования диаметра на высоте 1,3 метра.

Экспериментальными материалами для расчетов послужили архивные данные кафедры лесной таксации и лесоустройства ПГТУ. Были использованы результаты измерений 350 шт. модельных деревьев на пробных площадях, заложенных на территории Мурманской области [2].

Интерпретация результатов. Камеральная обработка результатов измерений на пробной площади проводилась по элементам леса.

На первом этапе проведены расчеты статистических показателей. Средние значения параметров пней древостоев ели для условий Мурманской области достоверны по t-критерию Стьюдента ($t_{st} > 3$). Числовые значения изменчивости диаметров пней на высотах 10, 20, 30, 40, 50 и 130 см в ельниках большие, это связано с тем, что в более сырых местах сбег в нижней части древесных стволов увеличен в сравнении с сухими лесорастительными условиями. Полученные результаты не противоречат общим закономерностям таксации древесного ствола.

Зависимость диаметров стволов деревьев на высоте 1,3 м от их диаметров на пне с учетом их высоты определяется по линейной функции

$$d_{1.3} = f(d_p, h_p),$$

где $d_{1.3}$ – диаметр пня на высоте 1,3 м, см;

d_p – диаметр ствола на пне, см;

h_p – высота пня, см.

Для условий Мурманской области зависимость между исследуемыми показателями имеет вид: $d_{1.3} = 0,394 \cdot (d_p + h_p)$. Значение множественного коэффициента равно 0,969, что свидетельствует о высокой

адекватности модели для прогнозирования диаметра ствола на высоте 1,3 метра. Математическая модель адекватна экспериментальным данным при следующих условиях:

$$d_p > 16 \text{ см и } h_p > 20 \text{ см;}$$

$$d_p > 20 \text{ см и } h_p > 30 \text{ см;}$$

$$d_p > 24 \text{ см и } h_p > 40 \text{ см;}$$

$$d_p > 28 \text{ см и } h_p > 50 \text{ см.}$$

Проверка модели показала, что изменение высоты пня на 10 см влечет изменение значения диаметра на высоте 1,3 метра на 6,0...32,5%.

Выводы. Модель зависимости диаметров стволов деревьев ели на высоте 1,3 м от их диаметров на пне с учетом их высоты для условий Мурманской области повысит точность оценки запасов вырубленной древесины.

Литература

1. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В. В. Загреев, В. И. Сухих, А. З. Швиденко и др. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
2. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. – 60 с.
3. Hann David W. Relationship of Stump Diameter to Diameter at Breast Height for Seven Tree Species in Arizona and New Mexico // USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Research Note 212. 1976. – 16 p.

УДК 630.652

Черных В. В., Черных Л. В., Шутов В. А.

Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РЕНТНЫЙ ПОДХОД ПО ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ЛЕСА НА КОРНЮ

Аннотация. В результате исследований предложен рентный подход по определению стоимости древесины на корню.

Ключевые слова: рента, охрана, защита, воспроизводство, использование лесов, цена, сортименты, древесина.

Введение. В 2007 году вступил в действие новый Лесной кодекс, и ведение лесного хозяйства перешло на арендную модель, использование которой привело к снижению эффективности использования лесных ресурсов [1]. Аналитики отмечают, что такое положение связано с недооценкой лесных ресурсов, и простое повышение лесных такс, по которым рассчитывается минимальная арендная плата, не отвечает рыночным отношениям. Известно, что доля арендной платы в готовой продукции из древесины в виде круглых лесоматериалов ниже 10%, а по отношению, например, к фанере ниже 1%.

В настоящее время для оценки лесных ресурсов экономисты предлагают рентный подход, который направлен на получение экономического эффекта при использовании лесов с учетом повышения их продуктивности в будущем [2, 3].

Лесные ресурсы и их продуктивность зависят от многих факторов: от лесорастительного района, древесной породы, средней высоты и среднего диаметра элемента леса, густоты, запаса, класса товарности, санитарного состояния древостоев, класса бонитета, возрастной структуры, происхождения и др. Следовательно, высокопродуктивные древостои при заготовке древесины имеют наибольшую природную ренту, а низкобонитетные древостои с худшими условиями роста дадут минимальную или нулевую природную ренту (экономически недоступные ресурсы). Все вышесказанное подтверждает актуальность рассматриваемого вопроса.

Цель работы направлена на совершенствование системы оценки леса на корню.

Решаемые задачи: обосновать рентный подход для определения стоимости леса на корню.

Интерпретация результатов. Понятие «рента» произошло от латинского слова *rendere*, означающее – приносить доход или «регулярно получаемый годовой доход с капитала, земли, лесных ресурсов, имущества, не требующий от получателя предпринимательской деятельности» [4].

В настоящее время Министерство природных ресурсов и экологии РФ осуществляет управление лесами через арендную модель использования и ведения лесного хозяйства по 16 видам использования лесов, естественно, основной вид использования лесов – это заготовка древесины.

Предлагаемый рентный подход по определению стоимости леса на корню учитывает факторы, отражающие: размерно-качественные характеристики элементов леса, сортиментную структуру рынка, местоположение лесного участка, условия и объемы мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, нормативную прибыль.

Расчет величины ренты $R_{\text{л}}$ конкретного лесного выдела имеет вид:

$$R_{iv} = PCS - (C_{tr} + C_z + C_{ozi}) - (C_{tr} + C_z + C_{ozi}) \cdot PN,$$

где PCS – рыночная стоимость сортиментов, руб/м³;

C_z – затраты на заготовку древесины, руб/м³;

C_{tr} – затраты на транспортировку древесины, руб/м³;

C_{ozi} – затраты на охрану защиту и лесовосстановление, руб/га;

PN – нормативная прибыль от совокупных затрат, ед.

Отметим, что рентный подход оценки леса на корню позволит повысить эффективность современной системы лесоуправления.

Выводы. Предложенный подход расчета стоимости леса на корню, в целом, позволит учесть основные рентообразующие факторы и повысить эффективность ведения лесного хозяйства и также установит равные экономические возможности лесопользователей.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации. Новая редакция. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 68 с. (ред. от 27.12.2018).
2. Богатова, Е. Ю. Экономическая оценка древесных и недревесных лесных ресурсов в современных условиях / Е. Ю. Богатова, В. В. Беспалова // Проблемы современной экономики. – 2019. – № 3 (71). – С. 287-293.
3. Третьяков, А. Г. Лесная рента и экономическая доступность лесных ресурсов: методологические аспекты / А. Г. Третьяков // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2015. – Т. 19. – № 2. – С. 153-160.
4. Энциклопедический словарь экономики и права [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_economic_law/13468/РЕНТА.

**Секция «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ
И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

УДК 539.376

Капитонова Ю. А.,
Кренев А. В., начальник УПУ УОЛ
Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;
Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор;
Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО УХОДА ЗА ЛЕСОМ**

***Аннотация.** Рассматривается анализ производственных экспериментов сравнения культур ели европейской после химического ухода в молодняках с использованием устройства Кобра и химического ухода с использованием принципа работы предложенных технических решений.*

***Ключевые слова:** рубки ухода, химический раствор, эксперимент.*

Рубки ухода за лесом – это форма ухода за лесом путём удаления из насаждения на разных этапах развития древостоев нежелательных деревьев (не отвечающих хозяйственным целям и отрицательно влияющих на рост и состояние лучших и вспомогательных деревьев) и создания благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород. Высокая трудоемкость рубок ухода за лесом не позволяет охватить все нуждающиеся в нем объекты. В связи с этим возникла потребность в применении химических средств – арборицидов – для подавления нежелательной древесной растительности.

В результате проведения литературного и патентного поисков были найдены устройства [1] для химического ухода за лесом путём инъекции в ствол или нанесения в зарубки на древесных стволах арборицидов. Одним из них, представляющее интерес, является устройство для химического ухода за лесом под названием «Кобра» и предложенная нами конструкция устройства с электрическим аккумуляторным и ручным приводами в виде дрели [2].

При помощи данных устройств для химического ухода за лесом с целью проведения рубок ухода в молодняках были проведены экспери-

ментальные исследования для выявления объективной оценки отмирания лиственных деревьев по времени.

Цель работы: проведение экспериментальных исследований в молодняках с использованием устройства Кобра и электрического аккумуляторного (ручного) привода режущего инструмента (в виде дрели) за лесом с применением химического раствора, влияющего на отмирание нежелательной растительности.

Решаемые задачи: изучение влияния химических растворов на сроки усыхания обработанных деревьев при проведении рубок ухода, а именно на прореживания.

Описание проекта. На лесном участке была заложена пробная площадка размером 10x10 м. Количество обработанных стволов составило 5 шт. для устройств химического ухода с электрическим аккумуляторным (ручным) приводом режущего инструмента и 5 шт. – для устройства «Кобра».

Характеристика заглушающих пород культур ели на данной площади представлена в табл. 1.

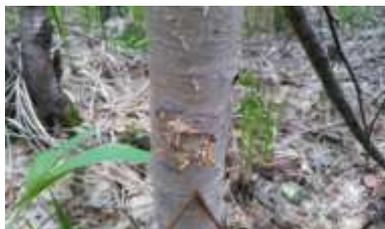
Таблица 1. Характеристика заглушающих пород в условиях арендного участка «Кокшайский Лес» до ухода

Заглушающая порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
Береза	5,5	16

В табл. 2 и на рис. 1 (а, б) представлены параметры проведения опыта. Общим для всех устройств являлся способ обработки – инъекция в стволы деревьев.

Таблица 2. Параметры проведения эксперимента

Устройства	Глубина впрыска, мм	Средняя высота впрыска, см	Препарат (доля препарата и доля воды в растворе)
Кобра	3..5	10 ..12	Раундап (1:3)
Устройства для химического ухода с электрическим и ручным приводом	½ среднего диаметра	15...20	Раундап (1:3)



а



б

Рис. 1. Ствол дерева после впрыска химикатов устройствами:
а – «Кобра», б – с электрическим аккумуляторным или ручным приводом

Через 15 дней (2 недели) после проведения опыта наблюдали, что кроны обработанных деревьев предложенными конструкциями полностью усохли, в то время как кроны деревьев после обработки «Коброй» стали усыхать постепенно, начиная с вершины.

Результаты проведенных работ представлены на рис. 2 (а, б).



а



б

Рис. 2. Результаты эксперимента после обработки устройствами:
а – «Кобра»; б – с электрическим аккумуляторным или ручным приводами

Выводы. Сравнительная оценка показала, что в результате использования предложенных конструкций устройств снижается трудоемкость процесса, уменьшается физическая нагрузка на оператора при работе и переносе устройства, за счет чего увеличивается производительность труда, ускоряется процесс угнетения и гибели растения (отсутствие листвы на кронах), что ведет к созданию благоприятных условий для увеличения прироста лучших деревьев за счет увеличения солнечной освещенности и проникновения дождевого потока.

Литература

1. Пат. 2633795 Российская Федерация, заявитель и патентообладатель ПГТУ, МПК F16G11/04, Устройство для химического ухода за лесом заявл.19.01.2017 опублик. 18.10. 2017, Бюл. №29 Авторы: Анисимов С. Е., Царев Е. М., Кренев А. В., Коновалова Ю. А.
2. Пат. № 2690471 Российская Федерация, заявитель и патентообладатель ПГТУ, МПК A01G23/00, Устройство для химического ухода за лесом заявл. 22.05.2018 опублик. 03.06.2019 Бюл. №16. Авторы: Царев Е. М., Анисимов С. Е., Заболотский В. М., Конохова Т. А., Кренев А. В., Коновалова Ю. А., Анисимов Н. С., Анисимов И. С.
3. Пат. №2236780 Российская Федерация, МПК A01G23/00, A01M21/02 Устройство для химического ухода [Текст] / Алексеев Г. А., Алексеев Ю. Г.; заявитель и патентообладатель Алексеев Г. А., Алексеев Ю. Г. (RU) – 2001127055/12, заявл. 04.10.2001 опублик.: 27.09.2004: Бюл. № 27.

УДК 630.36

Лопухов М. Н.

Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;

Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

РАБОЧИЙ ОРГАН МАШИНЫ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ КУСТАРНИКА И ПОРОСЛИ

Аннотация. Представлена конструкция рабочего органа машины для срезаания кустарника и поросли.

Ключевые слова: кустарник, поросль, рабочий орган, кусторез.

Одной из нерешенных задач является повышение эффективности выполнения операций по удалению древесно-кустарниковой растительности (ДКР) при непрерывном движении лесной (специализированной) машины. Решение этой проблемы обусловлено необходимостью обеспечивать расчистку охранной зоны линейных сооружений, подготовку строительных площадок к возведению строений, создание противопожарных полос, расчистку лесосек, проведении рубок ухода за лесом и в ложах водохранилищ и др.

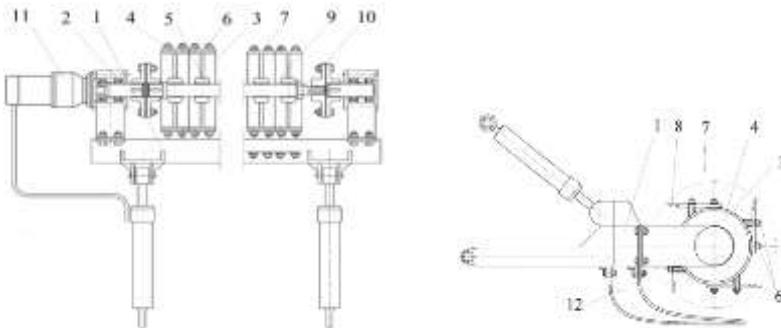
Проблемой удаления ДКР при непрерывном движении машины занимаются как отечественные специалисты, в частности, в Воронежской государственной лесотехнической академии, в Сибирском государственном технологическом университете, в Саратовском государственном аграрном университете имени Н. И. Вавилова, так и иностранные исследователи [1].

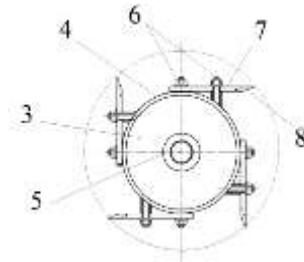
В результате проведения литературного и патентного поисков были найдены устройства [2, 3, 4] для проведения такого рода работ. Существует большое множество различных технических устройств для срезки кустарника и поросли под линиями электропередач, в ложах водохранилищ, при проведении рубок ухода за лесом. Основными недостатками данных устройств является сложность изготовления конструкции и высокая материалоемкость.

Цель работы: упрощение изготовления и снижение металлоемкости конструкции.

Решаемые задачи: анализ существующих рабочих органов машин для срезки кустарника и поросли и выбор перспективного рабочего органа кустореза.

Описание проекта. Устройство (рис. 1) для срезания кустарника и поросли содержит корпус 1 устройства, выполненный П-образной формы, на котором сверху на подшипниках 2 смонтирован режущий орган, выполненный в виде набора блоков 3, каждый из которых состоит из корпуса 4 в виде полого цилиндра, внутри которого жестко закреплена ступица 5, а на наружной поверхности посредством резьбовых соединений 6 установлены прямоугольные пластины 7, на свободных концах которых жестко смонтированы режущие твердосплавные пластины 8, при этом блоки установлены на валу 9 и зафиксированы между собой с помощью резьбового соединения 10, а сам вал связан с силовым агрегатом 11.





Рабочий орган машины для срезания кустарника и поросли:

1 – корпус, 2 – подшипники, 3 – набор блоков, 4 – корпус, 5 – ступица, 6, 10 – резьбовые соединения, 7 – прямоугольные пластины, 8 – режущие твердосплавные пластины, 9 – вал, 11 – силовой агрегат

Устройство работает следующим образом.

Пильные блоки 3 устанавливают на вал 9, затем они стягивают с помощью резьбового соединения 10, а сам вал 9 соединяют с силовым агрегатом 11. Снизу к корпусу крепятся упоры 12. Устройство готово к работе.

При вращении пильных блоков и движении машины происходит срезание кустарника. В процессе работы устройство может изменять свое положение по высоте, а при затуплении режущих кромок, прямоугольные пластины можно снимать с блоков и производить их заточку на станках. Это упрощает обслуживание устройства без полной его разборки.

Вывод. В процессе работы устройство может изменять положение по высоте, а при затуплении режущих кромок, прямоугольные пластины можно снимать с блоков и производить их заточку на станках. Это упрощает обслуживание устройства без полной его разборки. Кроме того, при этом упрощается конструкция и снижается металлоемкость устройства.

Литература

1. Шегельман, И. Г. Повышение эффективности удаления древесно-кустарниковой растительности при непрерывном движении лесной машины / И. Р. Шегельман, М. В. Ивашев, П. В. Будник // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/issue/113?page=4>.

2. Пат. 1291074 Российская Федерация, МПК А01G23/06 Рабочий орган машины для заготовки пневой древесины [Текст] / Мазуркин П. М.; заявитель и

патентообладатель Марийский политехнический институт им. А. М. Горького (RU) – 3970575, заявл. 29.10.1985 опублик.: 23.02.1987 Бюл. №7.

3. Пат. 1764572 Российская Федерация, МПК А01G23/06 Рабочий орган машины для срезания кустарника и поросли [Текст] / Мазуркин П. М., Царев Е. М.; заявитель и патентообладатель Марийский политехнический институт им. А. М. Горького (RU) – 4803552, заявл. 20.03.1990 опублик.: 30.09.1992 Бюл. № 36.

4. Пат. 1554825 Российская Федерация, МПК А01G23/06 Рабочий орган машины для срезания кустарника и поросли [Текст] / Мазуркин П. М., Царев Е. М.; заявитель и патентообладатель Марийский политехнический институт им. А. М. Горького (RU) – 4436713, заявл. 06.06.1988 опублик.: 07.04.1990 Бюл. № 13.

УДК 630*36

Микрюков В. В.

Научные руководители: Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;

Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОРТИРОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Аннотация. Определена производительность предложенной конструкции сортировочного устройства при заданных условиях.

Ключевые слова: сортировка, сортимент, сортировочное устройство, роликовый транспортер, карман-накопитель.

Цель работы: определить производительность предложенной конструкции сортировочного устройства.

Предложена конструкция сортировочного устройства [1]. Определим ее производительность. Отличительной особенностью данного устройства является то, что оно является устройством периодического действия, в отличие от большинства сортировочных устройств, являющиеся устройствами непрерывного действия [3, 4, 5].

Блок-схема работы сортировочного устройства периодического действия представлен на рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема работы сортировочного транспортера

Производительность данного сортировочного устройства определяется по формуле [2]:

$$P_u = \frac{3600 \cdot V_c}{T_u}, \quad (1)$$

где V_c – объем сортимента, м³; T_u – время цикла, с.

Время цикла складывается из двух составляющих:

$$T_u = T_1 + T_2, \quad (2)$$

T_1 – время перемещения сортимента до нужного кармана накопителя, с;

T_2 – время сброски сортимента в карман накопителя, с.

Данное сортировочное устройство представляет собой секционный транспортер. Длина одной секции соответствует длине самого длинного сортимента. Количество секций зависит от сортиментного плана предприятия.

Время перемещения сортимента до нужного кармана-накопителя определяется по формуле:

$$T_1 = \frac{S}{v} = \frac{20}{0.37} = 54,05 \text{ с}, \quad (3)$$

где S – путь пройденный сортиментом, м; v – скорость движения сортимента, м/с.

Путь пройденный сортиментом определяется по формуле:

$$S = n \cdot l_c + 0,5 = 3 \cdot 6,5 + 0,5 = 20 \text{ м}, \quad (4)$$

где l_c – длина сортифта, м; n – номер секции (соответствует номеру кармана-накопителя) (рис. 2); 0,5 – межторцовый разрыв между секциями, м.

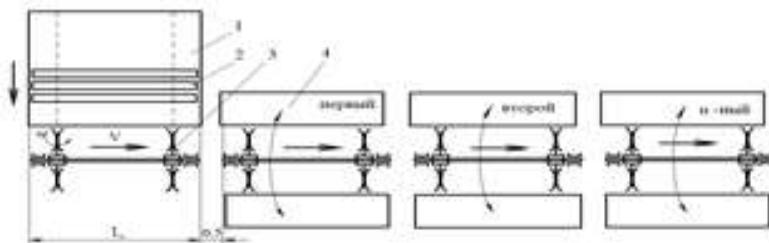


Рис. 2. Схема работы транспортера: 1 – приемная площадка; 2 – сортифты; 3 – секция транспортера; 4 – карман-накопитель

Поскольку предложенное сортировочное устройство представляет собой конструкцию роликового транспортера, то скорость движения сортифта определяется по формуле:

$$v = 0,5 \cdot \omega \cdot d = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,3 = 0,37 \text{ м/с},$$

где ω – угловая скорость вращения роликов, с^{-1} ; d – диаметр роликов, м.

Таким образом, время перемещения сортифта до нужного кармана-накопителя определяется по формуле:

$$T_1 = \frac{n \cdot l_c + 0,5}{0,5 \cdot \omega \cdot d} = \frac{3 \cdot 6,5 + 0,5}{0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,3} = 54,05 \text{ с}. \quad (5)$$

Время сброски сортифта в карман-накопитель определяется по формуле:

$$T_2 = \frac{\pi \cdot \alpha}{180 \cdot \omega_1} = \frac{3,14 \cdot 90}{180 \cdot 3} = 0,52 \text{ с}. \quad (6)$$

где α – угол поворота секции, град. (90 или 180 град.); ω_1 – угловая скорость поворота при сброске секции сортировочного устройства.

Таким образом часовая производительность предложенной конструкции сортировочного устройства примет вид:

$$P_u = \frac{3600 \cdot V_c}{\frac{n \cdot l_c + 0,5}{0,5 \cdot \omega \cdot d} + \frac{\pi \cdot \alpha}{180 \cdot \omega_1}} = \frac{3600 \cdot 0,25}{\frac{3 \cdot 6,5 + 0,5}{0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,3} + \frac{3,14 \cdot 90}{180 \cdot 3}} = 16,49 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим производительность сортировочного устройства для следующих условий:

$n = 3$; $V_c = 0,25 \text{ м}^3$; $l_c = 0,65$; $\omega = 2,5 \text{ с}^{-1}$; $\alpha = 90$; $d = 0,3 \text{ м}$; $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$;

Тогда при сортировке одного сортимента $T_1 = 52 \text{ с}$, $T_2 = 5,2 \text{ с}$, то часовая производительность составит $P_u = 16,49 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Заключение

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что при использовании данного сортировочного устройства, часовая производительность при сортировке одного сортимента составляет $P_u = 16,49 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Литература

1. Микрюков, В. В. Техническое решение для сортировки лесоматериалов / В. В. Микрюков // «Научному прогрессу – творчество молодых»: матер. XIII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. – Ч. 3. – С. 235-237.
2. Анисимов, Н. С. Определение производительности ленточнопильного станка для продольной распиловки в условиях малого лесопиления / Н. С. Анисимов, И. С. Анисимов // «Научному прогрессу – творчество молодых»: матер. XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. – Ч. 3. – С. 224-226.
3. Редькин, А. К. Технология и оборудование лесных складов и лесообрабатывающих цехов: методические указания к курсовому проекту / А. К. Редькин, А. А. Шадрин, А. А. Суханов. – М.: МГУЛ, 2001.
4. Технологические расчеты лесопромышленных производств: учеб. пособие / Ю. А. Ширнин, А. Н. Чемоданов, К. П. Рукомойников и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 208 с.
5. Технология и машины лесосечных и лесоскладских работ: задания и метод. указания к выполнению практ. работ для студентов специальностей 260100, 260400 / сост. Ю. А. Ширнин. – изд. 3-е, перераб. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 304 с.

Миронов В. А.

Научные руководители: Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;

Волдаев М. Н., канд. техн. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА, ТРЕПЕЛА И ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК, ЛЕСОПИЛЕНИЯ И ДЕРЕВООБРАБОТКИ

***Аннотация.** Рассматривается строительный материал на основе портландцемента, отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки с добавлением в композит цеолитсодержащую добавку в виде трепела для совершенствования технологии производства.*

***Ключевые слова:** трепел, древесно-цементный композит, отходы, строительный материал.*

На многих лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятиях в процессе лесозаготовок, лесопиления и деревообработки образуются отходы, которые представляют собой вторичные древесные ресурсы и не годятся для производства деловой продукции. Такая проблема является одной из наиболее распространенной в сфере лесной промышленности. Использование сырья в большей степени никак не задействуется, если на предприятиях нет специального оборудования для производства какой-либо продукции (например, пневый осмол, уголь и т. д.) из полученных отходов.

Некоторые предприятия решают такую проблему, выставляя на продажу часть получаемых отходов местному населению. Если на территории предприятия есть собственная котельная, отходы могут использоваться в виде топлива для обогрева производственных помещений. Остальная же часть древесных отходов, получаемая с технологических процессов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки, в основном, никак не используется и складировается на территории предприятий, занимая при этом нужную площадь.

Одним из наиболее доступных способов задействования полученных отходов от лесозаготовок, лесопиления, деревообработки является производство древесно-цементных композитов. Данное направление представляет собой достаточно простую и выгодную технологию и обеспе-

чивает комплексное использование древесного сырья и получение прибыли от реализации такой продукции.

Однако технология производства древесно-цементных композитов существует давно и имеет в составе дорогостоящие материалы (портландцемент). Поэтому для совершенствования технологии производства арболита и снижения расхода дорогостоящих компонентов применяются более дешевые местные материалы.

В качестве нужного материала был выбран трепел, так как практикой доказано, что применение трепела в качестве активной минеральной добавки при производстве цементов позволяет улучшать их свойства. Планируемый к исследованию трепел относится к цеолитсодержащим породам, обладающим способностью отдавать и вновь поглощать воду. Также данный материал содержит в своем составе оксид кальция, оксид кремния, большое количество карбонатов, натрия и алюминия, что говорит о его работе и в качестве вяжущего, и в качестве добавки, образующей минеральный слой на поверхности древесного заполнителя.

Цель работы: разработка строительного материала на основе портландцемента, трепела и отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки.

Решаемые задачи: комплексное использование древесных отходов, получаемых в результате лесозаготовки, лесопиления и деревообработки; совершенствование технологии производства древесно-цементных композитов.

Описание проекта. Одним из вариантов изготовления строительного материала на основе отходов лесозаготовки, лесопиления, деревообработки, портландцемента (относится к легким бетонам) является добавление в такой композиционный материал цеолитсодержащую добавку для упрочнения и снижения затрат на сырье.

Наличие активного кремнезема в трепеле приводит к образованию веществ, нейтрализующих образующиеся при взаимодействии с водой как портландцемента, так и трепела гидраты окиси кальция, и тем самым способствует снижению выделения «цементных ядов». Кроме того, активная добавка, связывая гидрат окиси кальция в нерастворимые соединения, снижает его концентрацию в водном растворе твердеющей цементной массы и тем ускоряет гидролиз силикатов кальция.

Приготовление композиционного вяжущего осуществляют следующим образом: тщательно перемешивают размолотый трепел и портландцемент. Далее вяжущее смешивают со щепой, полученной при измельчении кусковых отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки. Применяемая щепа должна соответствовать ГОСТ 15815-83

«Щепа технологическая. Технические условия». Затем в эту смесь добавляется вода, смешанная с хлоридом кальция. Композит тщательно перемешивается и размещается по формам на специально отведенной территории, где происходит процесс твердения и приготовления строительного материала.

Выводы

Проведенные лабораторные исследования позволяют утверждать о подтверждении выдвинутой гипотезы возможности использования трепела в качестве добавки, снижающей выделение «цементных» ядов, и обеспечивающей тем самым использование измельченной лиственной дровесины при производстве легких бетонов с древесным наполнителем.

Таким образом, производство древесно-цементных композитов является простым и выгодным способом задействия полученных отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки.

Литература

1. ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия».
2. Влияние вида минеральной добавки микронаполнителя на свойства мелкозернистого бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_132_Shlyahova_Shlyahov2.pdf_d4d97a511e.pdf.
3. Наназашвили, И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции [Текст] / И. Х. Наназашвили. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 414 с.
4. Особенности формирования структуры и свойств портландцемента с добавкой цеолитсодержащих пород [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/osobennosti-formirovaniya-struktury-i-svoystv-portlandsementa-s-dobavkoy-tseolitsoderzhaschih-porod>.

УДК 630.43+630.432

Николаева В. Л.

Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;

Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

ЛЕСОПОЖАРНЫЙ ГРУНТОМЕТ

Аннотация. Представлена конструкция лесопожарного грунтомета при тушении лесных пожаров.

Ключевые слова: лесопожарный грунтомет, пожар, лес, тушение, охрана.

Лес – возобновляемый природный ресурс, и одна из главных задач лесоводства сводится к использованию на научной основе важнейшего свойства леса – способности его к возобновлению. В целях неистощительного, рационального пользования лесом, повышению его продуктивности и решению других актуальных задач, среди которых главная: леса на нашей планете должны быть не только сегодня, но и завтра [1].

Поэтому требуется их охрана. Отчего необходимо охранять леса? Одними из главных причин уничтожения леса являются лесные пожары.

Пожар – это неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных.

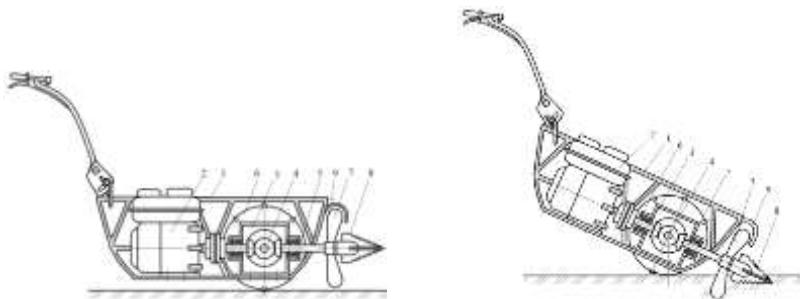
В России борьбой с лесными пожарами в первую очередь занимается государственная служба, у которой есть собственные авиабазы, пожарно-химические станции, дозорно-сторожевая служба и т. д. [2].

Главные методы тушения пожаров: устройство на пути огня заградительных полос и канав (техникой или взрывами), пуск встречного огня (отжиг), тушение горящей кромки водой или химическими веществами (в том числе и с самолётов), искусственно вызываемый дождь (обработка кучевого облака пиропатронами с самолёта или ракетами с земли) [3]. Создание устройств, способствующих повышению эффективности работы и увеличения их производительности, а также автономность является актуальной и приоритетной задачей, поставленной перед лесной отраслью.

Цель работы: разработать конструкцию устройства для прокладки противопожарных минерализованных полос и тушения низовых лесных пожаров грунтом, особенно в безводных массивах.

Решение задачи. Нами была предложена конструкция пожарного грунтомета, представленного на рис. 1.

Лесопожарный грунтомет (рисунок) включает в себя раму 1 устройства, на которой установлен двигатель 2, соединенный с коническим редуктором 3 на выходных валах 4 и 5, которого смонтированы с одной стороны приводные колеса 6, а с другой фреза метатель 7 и зубчатый крестообразный рыхлитель 8, при этом двигатель, фреза метатель и рыхлитель установлены с возможностью изменения положения в вертикальной плоскости.



Лесопожарный грунтотёт:

1 – рама, 2 – двигатель, 3 – редуктор, 4, 5 – выходные валы, 6 – приводные колеса, 7 – фреза-метатель, 8 – крестообразный рыхлитель, 9 – направляющий кожух

Лесопожарный грунтотет работает следующим образом.

Запускается двигатель 2, от которого вращение передается на конический редуктор 3, где происходит передача крутящего момента с одной стороны на приводные колеса 6, а с другой – на вал 5, где смонтированы фреза метатель 7 и зубчатый крестообразный рыхлитель 8. Устройство готово к работе.

При этом лесопожарный грунтотет заглубляется в обработанную почву на определенную глубину за счет поворота рамы 1 относительно вала 4 приводных колес 6. При движении лесопожарного грунтотета вперед происходит отделение стружки почвы от массива, а также метание и равномерное распределение по ширине минерализованной полосы.

При этом толщина стружки грунта больше с увеличением угла наклона рамы 1 относительно вала приводных колес 6.

Равномерное распределение грунта по ширине минерализованной полосы осуществляется за счет фрезы-метателя 7, для этого используется направляющий кожух 9.

Для разрыхления грунта, а также для преодоления препятствий, например, для перерезания корней используется зубчатый крестообразный рыхлитель 8.

Выводы. Данная конструкция лесопожарного грунтотета позволяет снизить энергоемкость и усилия на отделение стружки почвы от массива за счет регулируемого поворота рамы относительно осей приводных колес.

Использование предлагаемой конструкции лесопожарного грунтотета также позволит повысить эксплуатационные показатели при прокладывании защитных минерализованных полос и тушении низовых пожаров грунтотетом, особенно в безводных массивах.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru-ecology.info/term/25908/> (дата обращения 06.04.2020).
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vseneprostotak.ru/2010/07/ostorozhno-lesnoy-pozhar-statya> (дата обращения 06.04.2020).
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://protivpozgara.com/tipologija/prirodnye/tushenie-lesnyx-pozharov>. (дата обращения 06.04.2020).

УДК 674.093.26

Палкин А. А.

Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;
Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;
Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

УСТАНОВКА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ БЕРЕСТЫ ОТ ЛУБА

***Аннотация.** Представлена конструкция устройства для отделения бересты от луба.*

***Ключевые слова:** береста, луб, дёготь, установка, дегтекурение.*

Береста – верхний слой березовой коры, состоящий из многих тоненьких листчатых слоев, плотно соединенных между собой. Она служит материалом для приготовления весьма разнообразных предметов домашнего обихода крестьянской семьи, а также для добывания посредством сухой перегонки особого продукта – *дегтя* [1].

Берёзовый дёготь применяется в медицине и ветеринарии, преимущественно как противовоспалительное и антисептическое средство, входит в состав дегтярного мыла и разнообразных мазей и кремов, применяемых для лечения кожных заболеваний. В кожевенном производстве применяется при выделке юфти. В старину им смазывали ступицы тележных колёс для уменьшения трения [2].

Сырьем для получения дегтя служит кора различных древесных лиственных пород, а чистого дегтя – только березовая кора (береста).

Различают четыре сорта бересты: I сорт – чистая береста, II сорт – 40% бересты и 60% луба, III сорт – 20% бересты и 80% луба, IV сорт – 10% бересты и 90% луба [3].

Лучшим сырьем для производства дёгтя (дегтекурение) является чистая (соковая) береста, ее снимают, как правило, в период весеннего

сокодвижения со средней, гладкой части ствола березовых насаждений, в возрасте 50-70 лет, на высоте 3-4 м от шейки ствола.

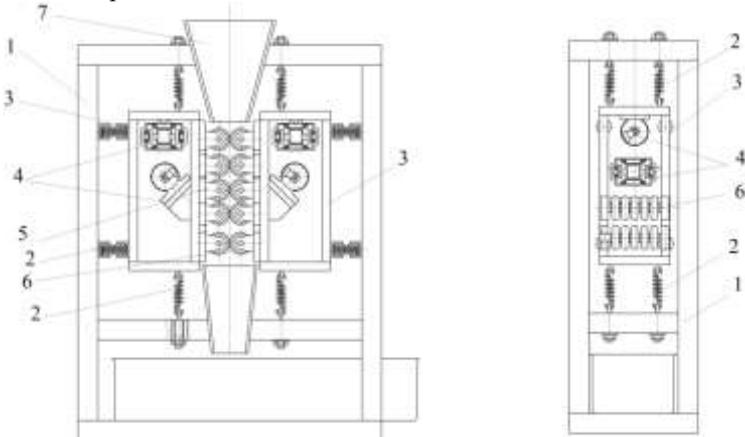
Заготовка соковой бересты – очень трудоемкий процесс и полностью основан на ручном труде. В результате себестоимость ее высокая. Менее трудоемким процессом получение бересты является окорка березовых кряжей, дров и валежника.

Береста, полученная при окорке фанерных березовых кряжей, дров и лежалых стволов (ошкурочная береста II сорта), а также комлевая березовая кора (опробковевшая часть) содержат значительное количество луба (береста III и IV сортов) и являются низкосортным сырьем. При переработке такой бересты по существующему способу дегтекурения уменьшается выход дегтя и резко понижается его качество [4].

Поэтому возникла необходимость в создании установок, позволяющих отделять бересту от луба и в результате получать бересту I сорта при наименьших затратах снятия коры со ствола дерева.

Цель работы: разработать установку, позволяющую отделять бересту от луба.

Был проведен патентный и литературный поиск таких установок. Недостатком найденных установок является сложность конструкции, высокая материалоемкость и высокая энергоемкость. Поэтому для разработки установки для отделения бересты от луба ставится задача, техническим результатом которой является повышение качества отделения бересты от луба, упрощение и повышение надежности установки, снижение её энергоемкости.



Установка для отделения бересты от луба:

- 1 – станина, 2 – пружины, 3 – корпуса, 4 – вибратор, 5 – роликовые опоры, 6 – свободно вращающиеся ролики, 7 – приемный бункер

Нами было предложена установка (рисунок), состоящая из станины 1 замкнутого коробчатого сечения, внутри которой на пружинах 2 смонтированы два корпуса 3 в виде полых параллелепипедов.

В каждом из корпусов 3 размещены внутри по два промышленных вибратора 4, смонтированных на взаимно перпендикулярных сторонах, а между корпусами шарнирно установлены напротив друг друга цилиндрические роликовые опоры 5 со свободным вращением роликов 6.

Работа установки для отделения бересты от луба осуществляется следующим образом.

Разделяемая березовая кора подается в приемный бункер 7, затем она перемещается к роликам 6 первой роликовой опоры 5. Под воздействием вибраторов 4 совершается взаимное смещение корпусов 3 относительно друг друга кора под действием собственного веса смещается вниз и подвергается деформации, а при дальнейшем продвижении при воздействии вибрационной нагрузки, которая возникает при работе дебалансов происходит качественное разрушение луба и отделения его от бересты.

Вывод. Использование предлагаемого устройства позволяет улучшить качество бересты, упростить конструкцию, снизить энергоемкость и материалоемкость установки.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/12069/Береста (дата обращения 06.04.2020).
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.treeland.ru/article/garden/degot/getdegot.htm> (дата обращения 06.04.2020).
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/oborudovanie-dlya-polucheniya-degtya> (дата обращения 06.04.2020).
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.booksite.ru/fulltext/rusles/degot/text.pdf (дата обращения 06.04.2020).

Попова М. А.

Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;

Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

МОНИТОРИНГ ЛЕСА ПРИ ПОЖАРАХ И НЕЗАКОННЫХ ВЫРУБКАХ

Аннотация. Представлена конструкция устройства для крепления видеоаппаратуры на дереве, позволяющая проводить мониторинг леса.

Ключевые слова: лес, мониторинг, пожар, незаконная вырубка.

Лес – возобновляемый природный ресурс [1]. Поэтому требуется его охрана для предотвращения чрезмерной эксплуатации и изменения условий, необходимых для его существования.

От чего необходимо охранять леса? Одними из главных причин уничтожения леса являются:

1. лесные пожары;
2. незаконная вырубка леса.

Рассмотрим эти две причины и установим связь между ними.

Статистика по лесным пожарам и незаконным рубкам [2] представлена на рис. 1.



Рис. 1. Статистика по лесным пожарам и незаконным рубкам

Основные причины незаконных рубок [3, 4]:

1. устойчивый спрос на лесоматериалы на внутреннем и внешнем рынках. На внешнем рынке в настоящее время такая древесина поставляется в основном на рынки Азии.

2. низкий уровень дохода населения в лесных районах. Низкий уровень жизни в лесных населенных пунктах и отсутствие необходимой государственной лесной охраны создает благоприятные условия для незаконных рубок.

3. несовершенство законодательства;

4. недостаток или отсутствие контролирующих органов.

Какова связь между лесными пожарами и незаконной вырубкой леса?

В 2019 году Генпрокуратура нашла следы [5] преднамеренных поджогов в сибирских лесах, чтобы скрыть незаконную вырубку деревьев.

Одним из **возможных и актуальных путей защиты леса** может быть его мониторинг, заключающийся в установке видеокамер, ведущих непрерывное наблюдения на особых участках, например, в заповедниках, вблизи населенных пунктов на расстоянии обеспечивающих безопасную эвакуацию людей в случае пожара и сообщения соответствующим органам, в предполагаемых местах вывозки древесины с лесосеки при незаконных рубках и т. д.

Цель работы: разработать конструкцию устройства для крепления видеоаппаратуры на дереве, позволяющую проводить мониторинг леса, предотвращающий или предупреждающий лесные пожары и незаконную вырубку леса.

Предлагаемое устройство состоит из корпуса 1, в средней части которого закреплен шарнирный кронштейн 2, с поворотной площадкой 3 на которой посредством углового шарнира 4 закреплено видеооборудование 5 с возможностью поворота в пространстве, при этом по бокам корпуса 1 установлены дужки 6 с отверстиями 7, в которых установлены пружины 8.

Устройство для крепления видеоаппаратуры на стволе дерева применяется следующим образом. Свободные концы пружин устанавливаются в отверстия 7 дужек 6. Затем огибая ствол дерева 9 свободные концы пружин устанавливают в отверстия дужек с противоположной стороны корпуса.

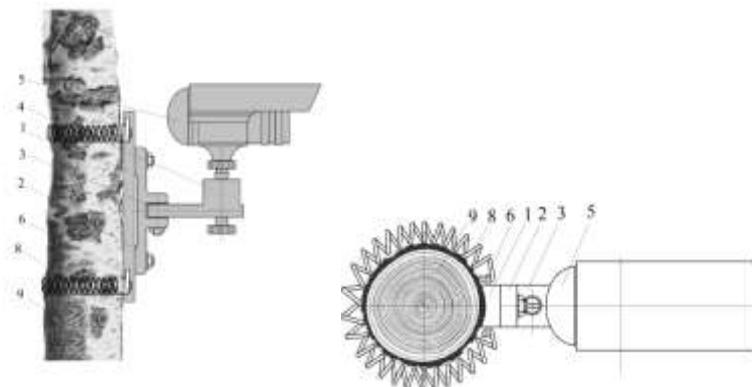


Рис. 2. Устройство для крепления видеоаппаратуры на стволе дерева:
 1 – корпус, 2 – шарнирный кронштейн, 3 – поворотная площадка,
 4 – угловой шарнир, 5 – видеооборудование, 6, – душки, 7 – отверстия,
 8 – пружины, 9 – ствол дерева

Выводы. Использование данного устройства обеспечивает надежную фиксацию видеооборудования на заданной высоте на стволах деревьев различного диаметра, что повышает качество слежения за незаконными вырубками леса, возможности его возгорания и ведущих непрерывное наблюдения на особых участках, например, в заповедниках, вблизи населенных пунктов, в местах вывозки древесины с лесосеки и т. д.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru-ecology.info/term/25908/> (дата обращения 06.04.2020).
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/images/search?text=Статистика по лесным пожарам и незаконным рубкам> (дата обращения 06.04.2020).
3. Качина, Н. В. Проблемы уголовной ответственности за незаконную рубку лесных насаждений / Н. В. Качина // Современное право. – 2011. – № 9. – С. 84-87.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novainfo.ru/article/8106> (дата обращения 06.04.2020).
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/06/08/2019> (дата обращения 06.04.2020).

Татаринов Д. С.

Научные руководители: Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор;

Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Рукомойников К. П., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

РУЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЛУНОК ПОД ПОСАДКУ КОНТЕЙНЕРИЗИРОВАННЫХ СЕЯНЦЕВ

Аннотация. Представлена конструкция ручного устройства для образования лунок под посадку контейнеризированных семян.

Ключевые слова: посадочный материал, семена, лесные культуры, корневая система, устройство для посадки семян.

Устройство для посадки семян относится к области лесного хозяйства, преимущественно к технологии создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой, выращенных в контейнерах. Кроме того, оно может быть использовано и в сельском хозяйстве [1, 2].

В результате проведенных исследований в патентной и научно-технической литературе были найдены авторские свидетельства RU 2384038, RU 2145780, RU 2415563, RU 2384037, RU 2572316.

Наиболее близкой по технической сущности является конструкция (патент RU № 2572316), выполненная в виде тележки, на платформе которой установлен ящик с сеянцами, при этом в нижней ее части при помощи шарнира Гука крепится один из свободных концов полой трубки, другой ее конец фиксируется в верхней части тележки посредством фиксатора, а в месте изгиба трубки жестко монтируется прямоугольная пластина, с одной стороны установлена направляющая труба со сквозным отверстием для сеянца, а с другой – рабочий орган, выполненный в виде полого усеченного конуса [3].

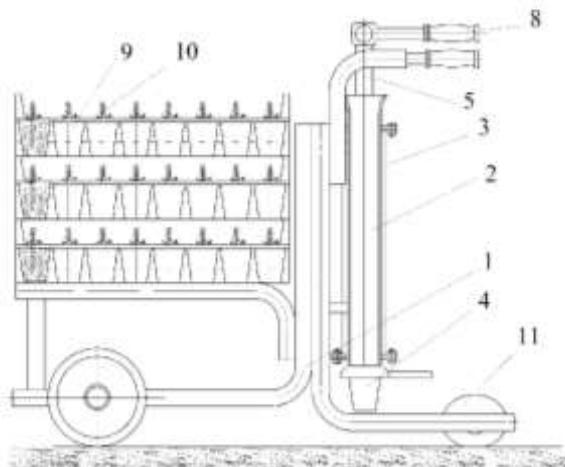
На основе опыта работ, связанных с посадкой семян, были выявлены следующие недостатки:

- в первую очередь, неудобство в работе;
- высокая трудоемкость работ;
- низкая производительность труда.

Основной задачей решения данных проблем явилось создание устройства, позволяющего устранить эти недостатки.

Эффективность вновь разработанной конструкции заключается в улучшении качества посадки путем уменьшения затрат физических сил для формирования посадочного места, а также повышении производительности труда.

Предлагаемое устройство поясняется рисунком.



Общий вид предлагаемого устройства:

- 1 – тележка; 2 – полая трубка; 3 – корпус; 4 – рабочий орган; 5 – стержень;
 6 – упорные подшипники; 7 – возвратная пружина; 8 – поворотный рычаг;
 9 – ящик с саженцами; 10 – саженцы; 11 – прижимные вальцы

Предлагаемое устройство состоит из тележки 1, на которой в задней ее части установлена полая трубка 2, а параллельно ей жестко смонтирован корпус 3 рабочего органа 4, при этом внутри корпуса 3 установлен стержень 5 с упорными подшипниками 6, между которыми зафиксирована возвратная пружина 7, причем на одном свободном конце стержня сверху закреплен поворотный рычаг 8, а на другом снизу – рабочий орган 4 с возможностью поворота в горизонтальной плоскости.

Устройство работает следующим образом. На тележку 1 выкладываются ящики 9 с саженцами 10, после чего ее устанавливают на борозду для посадки. Для образования лунки необходимо поворотный рычаг 8 повернуть против часовой стрелки до того положения, когда центральная ось рабочего органа 4 совпадет с осью полой трубки 2. Затем рабочий орган 4 под действием приложенной силы опускается вниз, возвратная пружина 7 при этом сжимается. Рабочий орган 4 внедряется в грунт, в результате чего образуется лунка. После возврата стержня 5 в

верхнее положение его при помощи поворотного рычага 8 устанавливают в исходное положение. Затем саженец 10 размещают в полую направляющую трубку 2, по которой он попадает прямо в лунку, после чего производится перемещение на новую позицию при этом прижимные вальцы 11, придавливают саженец в лунке и цикл повторяется.

Вывод. Данное устройство позволяет сократить время на поднос сеянцев, повысить качество посадки путем уменьшения физических сил для формирования посадочного места и повысить производительность труда.

Литература

1. Заборовский, Е. П. Лесные культуры / Е. П. Заборовский. – М.: Гослесбумиздат, 1948. – 451 с.
2. Механизация лесопосадочных работ / В. В. Чернышев, В. В. Пельтек, В. К. Кублицкий и др. // ЦБНТИ Госкомлес СССР. – 1987. – 25 с.
3. Пат. 2572316 Российская Федерация, МПК А01С5/02. Ручное устройство для образования лунок под посадку контейнеризированных сеянцев / Царев Е. М., Калашникова Т. С., Пыркина О. Ю., Татаринов Д. С.; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет (RU) – 2014128707, заявл. 11.07.2014, опублик. 10.01. 2016, Бюл. № 1.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 539.376

Березина М. В.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ СТЕН КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ И КРУПНОБЛОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** В статье исследуются проблемы усиления и ремонта железобетонных конструкций, увеличения их срока эксплуатации. Приведены данные о неисправностях эксплуатируемых железобетонных пролетных строений, влияющих на их грузоподъемность и долговечность.*

***Ключевые слова:** ремонт, усиление, стены крупнопанельные, стены крупноблочные, эксплуатация, промышленное здание.*

Для стен крупнопанельных и крупноблочных зданий характерны следующие дефекты: потеря герметичности и раскрытие трещин вертикальных и горизонтальных швов, разрушение защитного слоя арматуры панелей, коррозия закладных деталей и соединительных элементов, разрушение раствора в швах, трещины в панелях и блоках, разрушение или отслоение утепляющего слоя в двухслойных панелях, промерзание стен и др.

Техническая эксплуатация стен крупнопанельных зданий имеет свои особенности.

В случае обнаружения на внутренней поверхности стен трещин глубиной 3 см и более, а также отслоения фактурного слоя или облицовочной плитки, необходимо установить маяки. Если по показаниям маяков дальнейшее развитие деформаций стен прекратилось, то трещины следует заделать раствором и материалом, однородным с материалом стен [1].

При дальнейшем развитии деформаций результаты наблюдений доводятся до сведения руководства КЭЧ района, и принимаются сроч-

ные меры к временному креплению или усилению поврежденных участков стен.

В случае появления трещин на наружной фактуре блоков или панелей, не связанных с понижением несущей способности стен, следует установить пределы распространения трещин, а также прочность сцепления фактурного слоя с основным материалом стен путем легкого простукивания деревянным молотком. При наличии глухого звука, свидетельствующего о недостаточном сцеплении цементно-песчаного фактурного слоя со стеновым материалом, все поврежденные участки необходимо отбить с последующим восстановлением фактурного слоя на том же растворе с предварительной подготовкой поверхности основания. При выпучивании облицовки стен или выпадении отдельных плиток следует простучать стены деревянным молотком, снять слабо держащиеся плитки и установить их вновь на цементно-песчаном растворе после насечки и промывки водой или укрепить плитки специальными анкерами. Если запасные плитки отсутствуют, то поврежденные места затирают цветным цементно-песчаным раствором заподлицо со смежными плитками, не допуская нарушения внешнего облика фасада здания [2].

При появлении протечек или продуваний через стыки наружных стен производится герметизация стыков. При отсутствии герметика стыки проконопачивают просмоленным жгутом и оштукатуривают с наружной и внутренней стороны.

При обнаружении продувания или промерзания в местах сопряжения оконных или дверных (балконных) коробок с панелями необходимо дополнительно проконопатить и загерметизировать щели по периметру между коробками и откосами стеновых панелей.

В случае появления влаги или плесени над окнами в местах сопряжения плит перекрытий с наружной стеной и в местах, где установлены подоконные блоки, необходимо горизонтальные швы с наружной стороны очистить от раствора и тщательно проконопатить их просмоленным жгутом с последующей зачеканкой цементно-песчаным раствором на саморасширяющемся цементе. После устранения причин увлажнения сырые места стен со стороны помещения требуется просушить.

При проведении осмотров в полносборных зданиях особое внимание следует обращать на внутренние несущие стены с вентиляционными панелями. Для того чтобы обеспечить нормальный воздухообмен в помещениях, надо проверить вентиляционные каналы путем опускания

гири на веревке с чердака или крыши, а при засорении каналов – прочистить их.

При появлении сырости на внутренних поверхностях крупноблочных зданий в местах прохождения каналов мусоропроводов необходимо утеплить стены слоем «теплого» штукатурного слоя или шлакобетона толщиной 6...8 см по металлической сетке.

Наличие постоянной сырости в наружных углах зданий из крупных блоков или панелей свидетельствует о недостаточной их теплоустойчивости. Чтобы не допустить этого, углы с внутренней стороны дополнительно утепляют после тщательной просушки стен или устанавливают в них стояки центрального отопления.

При промерзании многослойных наружных стеновых панелей вследствие некачественного их изготовления на заводе или излишнего увлажнения утеплителя необходимо в местах промерзания вскрыть теплоизоляционный слой до железобетонной оболочки, заменить утеплитель на более эффективный и восстановить защитный слой. Работы следует проводить в теплое время года с оформлением акта на скрытые работы по возможности с участием завода-изготовителя панелей [3].

При значительной теплопроводности тонкой наружной стенки холодного шкафа в летние солнечные дни повышают теплоустойчивость наружной стены путем ее облицовки эффективными теплоизоляционными материалами с устройством воздушной прослойки между стеной и утеплителем.

В случае высокой влаго- и воздухопроницаемости горизонтальных и вертикальных стыков должны быть выполнены работы по их герметизации.

В стенах крупноблочных и крупнопанельных зданий запрещается пробивать оконные и дверные проёмы.

Литература

1. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Справочное пособие; под ред. М. Д. Бойко. – М.: Стройиздат, 1993. – 207 с.
2. Онуфриев, Н. М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений / Н. М. Онуфриев. – М.: Стройиздат, 1965. – 347 с.
3. СП 349.1325800.2017 Конструкции бетонные и железобетонные. Правила ремонта и усиления – М.: Стандартинформ, 2018. – 97 с.

Зыкова А. А.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА

Аннотация. Работа посвящена исследованию способа вероятностной оценки физического износа конструктивных элементов здания.

Ключевые слова: физический износ, вероятностная оценка.

В данной работе рассмотрен способ вероятностной оценки износа элементов зданий, основанный на том, что в качестве физического параметра, являющегося основным в характеристиках износа элементов зданий, принимают вероятность отказа или разрушения, которая лежит в основе определения прочностных характеристик и определяет понятие надежности элемента здания.

Сущность данного способа заключается в определении начального уровня вероятности разрушения или отказа нового элемента и его средней прочности, предельно допустимого уровня вероятности отказа или разрушения и минимально допустимой средней прочности с периодическим определением этих параметров различными экспериментальными методами в течение срока службы элемента здания и анализом динамики изменения во времени.

Если принять изменение распределения вероятности значений прочности строительной конструкции или элемента $N(x)$ соответствующим закону Гаусса (нормальный закон распределения), то для нормального распределения $N(x, \sigma^2)$ плотность вероятности распределения $P(x)$ в точке x_i выражается:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{(x_i - \bar{x})^2}{2\sigma^2} \right].$$

Тогда вероятность отказа (разрушения) элемента здания $\Phi(u)$ соответствует значению нормальной функции распределения $N(0,1)$, определяемому из выражения:

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{-u} \exp \left(-\frac{x^2}{2} \right) dx.$$

Количественно интенсивность роста вероятности отказа или разрушения строительной конструкции или ее элемента во времени при известном виде плотности вероятности можно оценить в соответствии с выражением (3):

$$\varphi_i = \frac{[\Phi_{i+1}(u_{i+1}) - \Phi_i(u_i)]}{\Delta T_i}.$$

Рассмотрим расчет вероятностного износа и шкалы оценки железобетонной балки со сроком службы до капитального ремонта $T_{кр} = 50$ лет и предельно допустимой вероятностью разрушения 5% (0,05) что соответствует уровню надежности в 95(0,95). Средняя начальная прочность балки $\bar{\tau} = 40 \text{ МПа}$ при среднеквадратическом отклонении $\sigma = 6 \text{ МПа}$, что соответствует коэффициенту вариации $K_b = 0,15$. Распределение плотности вероятности значений прочности балки в первом приближении соответствует нормальному закону распределения.

Надежность балки найдем по зависимости:

$$N(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-u}^{+\infty} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du,$$

где u – параметр нормированного отклонения, характеризующий надежность полученных данных.

В качестве начальных значений надежности работы балки принимаются величины от $N_0(u) = 0,999(99,9\%)$ до предельно допустимой $N_k(u) = 0,95(95\%)$. Для приведенных крайних значений надежности вероятности разрушений (отказов) составляют от начальной $\Phi_0(u) = 0,001(0,1\%)$ до конечной $\Phi_k(u) = 0,05(5\%)$. По таблице функции нормального распределения [2, с. 188] определяем $u_0 = 3,1$ и $u_k = 1,64$. Тогда

$$\Delta u = u_0 - u_k = 1,46.$$

Предельно допустимое снижение прочности бетона:

$$\Delta \sigma_k = \Delta u \sigma = 8,76 \text{ МПа}.$$

Начальная расчетная прочность балки:

$$\tau_k = \bar{\tau}_0 - u_0 \sigma = 21,4 \text{ МПа}.$$

Конечная предельно допустимая средняя прочность:

$$\tau_k = \bar{\tau}_0 - \Delta u_k \sigma = 31,24 \text{ МПа}.$$

Конечная предельно допустимая расчетная прочность:

$$\tau_k = \bar{\tau}_k - u_k \sigma = 21,4 \text{ МПа}.$$

Из расчетов видно, что среднее значение прочности уменьшилось на 8,76МПа или примерно на 22% при сохранении прежних параметров распределения.

Процентную и временную шкалы износа балки определили путем деления разности средних значений начальной и предельно допустимых прочностей на 100% и срок службы до капитального ремонта. Для рассматриваемой балки мера износа в 1% составляет:

$$\psi_k = \frac{0,0876 \text{ МПа}}{100\%},$$
$$\varphi_k = 0,1752 \text{ МПа} / \text{год}.$$

Вывод. Для длительного сохранения необходимого уровня надежности строительной конструкции интенсивность уменьшения ее средней прочности должна существенно снижаться с ростом времени эксплуатации или средняя интенсивность за весь период не должна превышать $\varphi_k = 0,1752 \text{ МПа} / \text{год}$.

Предложенный способ не имеет отрицательных последствий и позволяет провести проектирование оптимальных технических решений ремонта, модернизации и реконструкции зданий и предотвратить аварийные ситуации и катастрофы на строительных объектах.

Литература

1. Здания и сооружения. Оценка степени физического износа. – Минск.: Минархстрой РБ. ТКП 45-1.04-119-2008(02250), 2009. – 44 с.
2. Янко, Я. Математико-статистические таблицы / Я. Янко. – М.: Госстатиздат, 1961. – 244 с.

УДК 623.03

Кудряшов Р. Д., Шишкина Д. Ф.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ СЛУЖБЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Рассматривается вопрос определения срока службы зданий и сооружений.

Ключевые слова: нормативный и расчетный срок службы зданий, капитальность зданий.

Определение сроков службы зданий и сооружений – проблема, имеющая большое народнохозяйственное значение, решающая задачи эффективной эксплуатации существующего жилищного фонда, влияющее на совершенствование нового строительства. От долговечности зданий зависит планирование сроков проведения капитальных ремонтов зданий в процессе эксплуатации. В статье 33 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» предписывается указывать в проектной документации объекта срок эксплуатации здания.

Цель работы – провести анализ современных подходов к определению сроков эксплуатации зданий и сооружений.

Срок службы (срок эксплуатации) – это календарная продолжительность функционирования конструктивных элементов и здания в целом, при условии осуществления мероприятий технического обслуживания и ремонта.

Так, для безотказного пользования зданием необходимо периодически заменять (или восстанавливать) некоторые конструктивные элементы и системы инженерного оборудования (например, полы, деревянные перекрытия, системы водоснабжения и др.). Соблюдение правил технической эксплуатации в решающей мере определяет выполнение нормативного срока службы конструктивных элементов и здания в целом. Например, стальная кровля рассчитана на 15 лет службы при условии, что каждые 3-5 лет она окрашивается. Нарушение этого правила вдвое укорачивает срок службы стальной кровли.

Определение сроков службы конструктивных элементов является весьма сложной задачей, поскольку результат зависит от большого количества факторов, способствующих износу. Поэтому нормативные сроки службы зданий во многом зависят от материала основных конструкций и являются усредненными.

В СССР нормативный срок службы здания был определен в «Положении о проведении плано-предупредительных ремонтов жилых и общественных зданий» (утверждено Госстроем СССР 08.09.1964 г.) [1].

Была проведена классификация зданий и предлагалось определять их долговечность в зависимости от конструктивного решения строения. На этой основе определялись и сроки проведения капитального ремонта. Причем вся эта работа опиралась на проводимые широкомасштабные исследования.

Таблица 1. Классификация по капитальности и срок службы жилых зданий

Группа зданий	Характеристика здания и конструктивных элементов	Срок службы здания, лет
I	Здания каменные, особо капитальные	150
II	Здания каменные, обыкновенные;	125
III	Здания каменные, облегченные;	100
IV	Деревянные, смешанные, сырцовые	50
V	Здания сборно-щитовые, каркасные, глинобитные, саманные, фахверковые;	30
VI	Здания из досок и прочие облегченные	15

Данные нормы действовали до 1988 года и были заменены на нормы ВСН58-88(р) [2], в которых полный нормативный срок службы был исключен. В документе приводятся сроки минимальной продолжительности эффективной эксплуатации элементов зданий. То есть, приводится срок эксплуатации между капитальными ремонтами.

Вновь данные о нормативном сроке службы зданий появились в национальном стандарте [3] в 2010 году. В документе учтены положения европейского стандарта EN 1990:2002 Basic of structural design (Основы проектирования сооружений) и международного стандарта ISO 2394:1998 General principles on reliability for structures (Основные принципы надежности сооружений), в части вопросов, связанных с долговечностью зданий.

В результате, принятый срок службы зданий приведен в таблице 2.

Таблица 2. Рекомендуемые сроки службы зданий и сооружений

Наименование объектов	Примерный срок службы здания, лет
Временные здания и сооружения	10 лет
Сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред	Не менее 25 лет
Здания и сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации	Не менее 50 лет
Уникальные здания и сооружения	100 лет и более

То есть, для основных зданий массового строительства установлена только нижняя граница эксплуатации – не менее 50 лет. Данное положение было закреплено в новом стандарте ГОСТ 27751-2014 [4]. Установлено, что расчетный срок службы – это период использования строительного объекта по назначению до капитального ремонта и (или) реконструкции с предусмотренным техническим обслуживанием, уста-

новленный в строительных нормах или в задании на проектирование, который должен определять генпроектировщик по согласованию с заказчиком.

В результате пересмотра действующих и предшествующих им нормативных сроков службы конструкций следует заметить, что сегодня не существует достоверных исследований о сроках эксплуатации многих материалов и конструкций. Требуется разработка и внедрение соответствующих стандартов. Нужен конкретный расчет срока службы здания, учитывающий основные факторы: условия эксплуатации, район строительства, конструктивное решение зданий, начальное качество выполненных работ. Такие методики предлагались. Например, действовал документ [5], в котором предлагалась расчетная методика определения срока службы жилых зданий.

Сегодня в жилищном строительстве предлагается большое количество конструктивных решений зданий с энергоэффективным стеновым ограждением. Необходимо учитывать принятые конструктивные решения и разработать методики расчета срока службы зданий для использования в практике проектирования. Проведя анализ вышесказанного, следует присмотреться к европейскому опыту, но неправильным было бы его механически копировать – следует создавать свои модели, которые отвечали бы российским реалиям, присмотреться к советскому опыту, который тоже может быть полезен и в наши дни.

Литература

1. Положение о проведении планово-предупредительных ремонтов жилых и общественных зданий: утверждено Госстроем СССР 08.09.1964 г. – М., 1965.
2. ВСН58-88(р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий объектов коммунального и социально-культурного назначения. – Введ. 1989.07.01. – М.: Стройиздат, 1989. – 26 с.
3. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. ГОСТ 27751-88: Национальный стандарт. – М.: 2010. – 24 с.
4. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения: ГОСТ 27751-2014. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 17 с.
5. Рекомендации по определению сроков службы конструкций жилых зданий. – М.: Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Панфилова, 1983.

Новосёлова Ю. Д.

Научный руководитель: Мирошин А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СМЕТНОЙ ЧАСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТА

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются локальные сметные расчеты на устройство вариантов конструкций фундаментов, подобранных и рассчитанных с учетом конструктивных особенностей здания, а также инженерно-геологических условий площадки строительства. Далее производится анализ данных локальных сметных расчетов, на основании чего делается вывод относительно экономической эффективности рассматриваемых вариантов конструкций фундаментов.*

***Ключевые слова:** оптимизация, фундаменты, проектирование, сметная стоимость, трудозатраты.*

Согласно СП 22.13330.2016 принятое решение конструкции фундамента должно быть наиболее надежным с технической точки зрения, но при этом максимально экономичным [1]. Для обоснования экономической целесообразности выбора одного из вариантов необходимо составление сметных расчетов. Помимо стоимости возведения, они включают в себя и другие экономические критерии, такие как затраты труда рабочих и механизаторов, а также затраты на материалы.

В данной статье производится анализ локальных смет на устройство конструкций фундаментов, подобранных и рассчитанных при проектировании пятиэтажного жилого дома, расположенного в г. Йошкар-Ола. Подбор вариантов произведен с учетом конструктивных особенностей рассматриваемого здания, а также в соответствии с инженерно-геологическими условиями площадки строительства посредством анализа механических свойств напластования слоев грунта.

Результаты проведенных расчетов следующие:

1. фундамент мелкого заложения на естественном основании на третьем слое (суглинок текучепластичный). Глубина заложения фундамента – 2,1 м. Размеры фундамента – 3,6х3,6 м.

2. фундамент мелкого заложения на песчаной подушке на третьем слое. Толщина подушки составила 1,5 м, размеры по верху 1,7х1,7 м, по низу – 2,5х2,5 м.

3. фундамент мелкого заложения на естественном основании на четвертом слое (суглинок текучепластичный). Подошва располагается на глубине 3,6 м. Вычисленные размеры фундамента – 2,2х2,2 м.

4. свайный фундамент, опираемый на мелкий песок. Приняты сборные железобетонные сваи длиной 6 м и с размерами поперечного сечения 0,35х0,35 м в количестве 8 штук, объединенные ростверком.

5. фундамент в вытрамбованном котловане, который представляет собой удлиненный отдельно стоящий фундамент с уширенным основанием, имеет вид усеченного конуса с диаметром по верху 0,9 м, диаметром по низу 0,6 м и глубиной 3 м.

По полученным результатам были составлены локальные сметы на устройство рассматриваемых конструкций в программном комплексе «Багира». Для определения величины накладных расходов и сметной прибыли использовались МДС 81-33.2004 [4] и МДС 81-25.2004 [5]. Стоимости материальных ресурсов, механизмов и оплаты труда рабочих и механизаторов приняты по СтройЦене РМЭ №4 за 2019 год [2]. Также при составлении сметной документации рассмотрены МДС 81-35.2004 [3] Сметная стоимость, трудовые затраты рабочих и механизаторов, а также затраты основного материала (бетона марки В22,5) приведены в таблице.

Экономические критерии
при выборе оптимальной конструкции фундамента

Параметр конструкции	Конструкция фундамента				
	1	2	3	4	5
Сметная стоимость, тыс. руб.	70,009	50,518	48,010	62,093	41,851
Затраты труда, чел/час	33,74	51,62	40,18	41,77	31,33
Расход основного материала (бетона марки В22,5), м ³	4,83	1,46	2,58	2,69	1,37

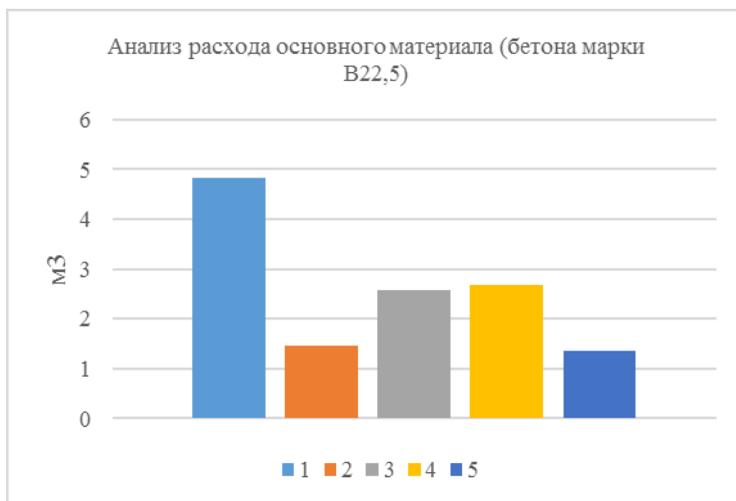


Диаграмма расхода основного материала (бетона марки В22,5)

При анализе данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что наиболее экономически эффективным среди рассматриваемых вариантов конструкций является фундамент в вытрамбованном котловане. Его применение предполагает минимальные финансовые затраты подрядчика, трудовые затраты рабочих и механизаторов, а также расход основного материала, при этом удовлетворяет все необходимые технические требования.

Литература

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. – М: Стандартинформ, 2016. – 220 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054206> (дата обращения 20.03.2020).
2. СтройЦена РМЭ №4 за 2019 год. – М: ГБУ РМЭ ЦПС, 2019. – 238 с.
3. МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – М: Госстрой России, 2004. – 72 с.
4. МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – М: Госстрой России, 2004. – 33 с.
5. МДС 81-25.2004 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – М: ГУП ЦПП, 2003. – 12 с.

Родникова А. В.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ЗДАНИЯ

Аннотация. Исследуется вопрос определения расчетного срока службы здания и отдельных конструкций.

Ключевые слова: срок службы, эксплуатация, долговечность.

Федеральный закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», принятый в 2009 году, в статье 33 предписывает «...в проектной документации здания или сооружения должна содержаться информация о сроке эксплуатации здания или сооружения и их частей».

Срок службы здания определяется конструктивными элементами, капиталностью объекта и его функциональным назначением, климатическими условиями, агрессивностью среды и другими факторами.

Во многих случаях расчетный срок службы здания принимается на основании таблиц, определяющих эксплуатационный период объекта в зависимости от назначения и степени капиталности. Данные таблицы впервые появились в документе «Положение о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий» [1] в 1965 году. Данный документ в 1988 году был заменен на Ведомственные строительные нормы (ВСН58-88(p) [2]), в которых регламентировались только сроки эксплуатации элементов зданий между капитальными ремонтами. Данные о продолжительности эксплуатации объектов в целом, приведенные в [1], все еще широко используется для определения расчетного срока службы здания, так как не имеют альтернативы, однако в настоящее время у этой системы есть два существенных минуса. Во-первых, в настоящее время она нигде не закреплена на законодательном уровне. Во-вторых, данная классификация, появившаяся в 1964 году, не претерпела существенных изменений за годы своего существования. За прошедшие полвека строительная отрасль шагнула далеко вперед, поэтому сроки службы, содержащиеся в данной классификации, могут не соответствовать реальности.

На данный момент единственные нормируемые сроки службы зданий содержатся в ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» [3]. Они носят рекомендательный характер и делят все сооружения на 4 группы капитальности. Для зданий массового строительства (промышленных, общественных и жилых) рекомендовано устанавливать срок службы не менее 50 лет. Продолжительность эксплуатации должен определять заказчик проектной документации.

Подобная система классификации не может охватить все разнообразие продукции современной строительной отрасли.

Решить данную проблему может разработка методики определения расчетного срока службы зданий и их конструктивных элементов, учитывающая разнообразные условия эксплуатации, вид объекта, строительные материалы и другие факторы.

Одним из таких предложений является методика, разработанная в КГАСУ Куприяновым В. Н. и Иванцовым А. И. [4]. Представлены положения, позволяющие определить срок службы наружных ограждений, являющихся одним из самых долговечных конструктивных элементов в сооружении. Особенно важны данные о долговечности слоистых стен, содержащих внутренний слой утеплителя. Такие конструктивные решения наиболее применимы в настоящее время.

Основная задача при разработке данного метода сводится к определению основных критериев потери эксплуатационных свойств материалов конструкций и определению их количественных характеристик в реальных условиях эксплуатации.

В данной методике можно выделить несколько этапов:

1. определение критериев потери эксплуатационных свойств;
2. моделирование эксплуатационных воздействий;
3. обработка результатов, вывод формулы, заключение.

На первом этапе требуется определить, вследствие потери каких качеств конструкции дальнейшая эксплуатация будет невозможна, и какая из них во многих случаях произойдет быстрее. Так, наружные трехслойные стены в первую очередь теряют свои теплозащитные свойства, вследствие повышения коэффициента теплопроводности с годами [4]. Железобетонные и бетонные изделия теряют свои прочностные характеристики за счет протекающих в конструкциях коррозионных процессов.

В настоящее время критерии разрушения конструкции и протекающие при этом в них деструктивные процессы достаточно хорошо изучены, существует множество пособий, исследований и других источников

информации. Во многом они опираются на многовековой опыт строительной отрасли, а также могут быть подтверждены при натурных испытаниях.

На втором этапе эксплуатационные воздействия воспроизводятся в лабораторных условиях. Во многих случаях уже разработаны способы ускоренного моделирования разрушающих процессов. В случае если ускорение деструкции невозможно, рекомендуется провести обследование существующих объектов строительной отрасли и соответствующих конструкций. Результатом данного этапа является зависимость определяющего критерия конструкции от нескольких переменных: времени или количества циклов и параметров окружающей среды (температура, влажность, радиация, жесткость воды и др.). Например, для полимеров процесс деструкции протекает под одновременным влиянием множества факторов.

На третьем этапе происходит обработка результатов и их проверка. Проверка производится путем сопоставления сроков службы конструкции, выведенной в ходе моделирования, со сроками службы существующих конструкций и зданий и их состоянием в текущем возрасте. Расчет срок службы здания определяется, как правило, по минимальному сроку службы несменяемых конструкций.

Таким образом, на сегодня существуют методики определения долговечности для отдельных конструкций, проводятся исследования для частных случаев. Данная методика призвана стать универсальной, учитывающей все факторы, влияющие на долговечность конструкций.

Литература

1. Положение о проведении планово-предупредительных ремонтов жилых и общественных зданий: утверждено Госстроем СССР 08.09.1964 г. – М., 1965.
2. ВСН58-88(р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий объектов коммунального и социально-культурного назначения. – Введ. 1989.07.01. – М.: Стройиздат, 1989. – 26 с.
3. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения:ГОСТ 27751-2014. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 17 с.
4. Механика разрушения строительных материалов и конструкций: материалы VIII Академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции. – Казань: КГАСУ, 2014. – 385 с.

Сабанцев Ф. А.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗАКЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТАВРОВОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ В РАЗЗЕНКОВАННЫЕ ОТВЕРСТИЯ

Аннотация. Рассматривается вопрос исполнения таврового соединения элементов закладных изделий для железобетонных конструкций с учетом фактического диаметра арматуры.

Ключевые слова: арматура, закладное изделие.

В ряде случаев при конструировании железобетонных конструкций необходимо учитывать не номинальный диаметр рифленой арматуры, а фактический, измеряемый по наружным граням ребер.

В действующем нормативном документе по проектированию железобетонных конструкций [3] явно не указаны рекомендации по учету фактических диаметров арматурных стержней. За исключением указанных по проектированию соединений на опрессованных муфтах.

Однако при изготовлении некоторых арматурных и закладных изделий значение фактического диаметра может иметь немаловажную роль.

Стандарт [1] регламентирует, что диаметр раззенкованного отверстия необходимо назначать на 2 мм более диаметра стержня с учетом ребер как для соединения типа Т11-Мз, так и для соединения Т11-Рз. Причем, наружный диаметр стержня необходимо принимать по [2].

В действующем с 20.06.2019 [3] присутствует ссылка на [4], который был введен 01.01.2019, однако нет упоминания [2], который на момент принятия [3] был отменен. Но действие [2] было восстановлено согласно [5].

В данной работе рассматривается стандарт [4], поскольку документ содержит информацию о 4-х возможных способах изготовления арматурного ненапрягаемого проката наиболее распространенных классов А400 и А500, причем одна и та же форма профиля может быть, как для арматуры класса А400, так и арматуры класса А500 [4, п. 5.2.1.1]. В то же время, как [2] содержит информацию только об одном способе изготовления для класса А400, соответствующем способу ф1 по [4].

В [4] содержится информация как о фактическом диаметре стержня, так и о допусках на размеры цилиндрической сердцевины стержня, так и допуск на отклонение высоты поперечных ребер от стандартного значения. Причем информация о фактическом наружном диаметре стержня приведена без учета допуска на отклонение размера цилиндрической сердцевины стержня и высоты поперечных ребер [4, табл. А.1...А.4].

В данной работе приняты следующие обозначения:

d_1 – наружный диаметр арматурного стержня по выступам ребер по [4];

d_n – номинальный диаметр стержня;

δ_+ – предельное положительное отклонение диаметра сердцевины стержня;

h_+ – предельное положительное отклонение высоты поперечных ребер стержня;

d_{1+} – предельное значение наружного диаметра стержня по ребрам с учетом предельных положительных отклонений высоты ребер и диаметра сердцевины стержня;

$\Delta = d_{1+} - d_1$ – отклонение предельного значения диаметра стержня с учетом максимальных положительных допусков от табличного значения наружного диаметра арматурного стержня по выступам ребер.

Значения d_{1+} для рассматриваемых в [4] способов изготовления определяются, как:

$$d_{1+} = d_1 + 2h_+ + \delta_+, \quad (1)$$

$$d_{1+} = d_1 + \delta_+, \quad (2)$$

$$d_{1+} = d_i + \delta_+. \quad (3)$$

Формула (1) справедлива для способа изготовления ф1; (2) – для способов изготовления ф2, ф4; (3) – для способа изготовления ф3.

В результате анализа [4, прил. А, табл. А1...А4] и использования выражений (1)...(3) была составлена сводная таблица.

Оценивая результаты вычисления значений Δ в таблице можно сделать вывод о том, что несмотря на введение нового стандарта на изготовление арматуры ([4] вместо [2]) указания [1] по назначению диаметра раззенкованного отверстия для соединений типов Т11-Мз, Т12-Рз остаются актуальными даже с учетом допусков на диаметр сердцевины и высоту поперечных ребер арматурного стержня.

Однако при сварке стержней с номинальным диаметром 28...40 мм возможно следует указывать несколько больший диаметр раззенкованного отверстия ввиду соответствующих значений Δ во избежание технологических проблем при сваривании.

Для соединений Т11-Мз, Т12-Рз отверстия выполняются в арматурных цехах, а стачивание ребер осуществить невозможно на большинстве производств. Велика вероятность, что невозможность исполнения соединения по [1] будет выявлена на поздних этапах, если диаметр отверстия при проектировании был назначен неверно.

Полученные результаты возможно применить при проектировании закладных изделий для железобетонных конструкций с целью повышения культуры проектирования.

Таблица

d _n , мм	d ₁ , мм				δ ₊ , мм				h ₊ , мм				d ₁₊ , мм				Δ, мм			
	1ф	2ф	3ф	4ф	1ф	2ф	3ф	4ф	1ф	2ф	3ф	4ф	1ф	2ф	3ф	4ф	1ф	2ф	3ф	4ф
6	6.75	7.0	6.2	6.31	0.3	0.3	0.3	0.3	0.25	-	-	-	7.55	7.3	6.5	6.61	0.80	0.3	0.3	0.30
8	9.0	9.3	8.3	8.41	0.3	0.3	0.4	0.4	0.25	-	-	-	9.8	9.6	8.7	8.81	0.80	0.3	0.4	0.40
10	11.3	11.5	10.5	10.55	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	-	-	-	12.6	11.8	11.0	11.05	1.30	0.3	0.5	0.50
12	13.5	13.7	12.6	12.72	0.3	0.3	0.6	0.6	0.5	-	-	-	14.8	14.0	13.2	13.32	1.30	0.3	0.6	0.60
14	15.5	15.9	X	14.84	0.3	0.3	-	0.7	0.5	-	-	-	16.8	16.2	-	15.54	1.30	0.3	-	0.70
16	18.0	18.0	X	17.00	0.3	0.3	-	0.8	0.5	-	-	-	19.3	18.3	-	17.8	1.30	0.3	-	0.80
18	20.0	20.1	X	19.20	0.3	0.3	-	0.8	0.5	-	-	-	21.3	20.4	-	20.00	1.30	0.3	-	0.80
20	22.0	22.3	X	X	0.3	0.3	-	-	0.5	-	-	-	23.3	22.6	-	-	1.30	0.3	-	-
22	24.0	24.5	X	X	0.4	0.4	-	-	0.5	-	-	-	25.4	24.9	-	-	1.40	0.4	-	-
25	27.0	27.7	X	X	0.4	0.4	-	-	0.5	-	-	-	28.4	28.1	-	-	1.40	0.4	-	-
28	30.5	31.0	X	X	0.4	0.4	-	-	0.7	-	-	-	32.3	31.4	-	-	1.80	0.4	-	-
32	34.5	35.1	X	X	0.4	0.4	-	-	0.7	-	-	-	36.3	35.5	-	-	1.80	0.4	-	-
36	39.5	39.5	X	X	0.4	0.4	-	-	0.7	-	-	-	41.3	39.9	-	-	1.80	0.4	-	-
40	43.5	43.8	X	X	0.4	0.4	-	-	0.7	-	-	-	45.3	44.2	-	-	1.80	0.4	-	-

Примечания: 1ф...4ф – способ изготовления арматурного стержня по [4]; «X» – означает, что стержень данного диаметра не изготавливается по соответствующему способу; «-» – означает, что значение не установлено.

Литература

- ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.
- ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 9 с.
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – М.: Минстрой России, 2018. – 143 с.
- ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 42 с.
- Приказ Росстандарта от 15.10.2019 № 1004-ст «О внесении изменений в приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2017 г. № 232-ст «О введении в действие межгосударственного стандарта» и восстановлении действия межгосударственного стандарта». – Росстандарт.

Сабанцев Ф. А.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КАМЕННЫХ ПЕРЕГОРОДОК ИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Аннотация. Рассматривается вопрос определения оптимальной толщины перегородки при ее неограниченной длине в зависимости от конструктивных параметров.

Ключевые слова: устойчивость перегородок, конструктивные требования к перегородкам.

При разработке конструктивных решений в процессе проектирования объектов строительства зачастую необходимо оценивать устойчивость перегородок особенно, если предполагается их значительная высота в сочетании с большой протяженностью и наличием проемов.

В настоящее время наиболее распространенными в гражданском строительстве являются перегородки из каменных материалов. Ввиду необходимости удовлетворения требований по звукоизоляции, огнезащите, гидроизоляции и пригодности таких перегородок для крепления оборудования или мебели.

В нормативном документе [1] установлены требования к проектированию каменных и армокаменных конструкций, в том числе указаны требования к конструкциям из обеспечения их устойчивости (ограничения соотношения высоты и толщины) помимо требований к их расчету.

Требования [1] установлены как для перегородок, так для стен и столбов из каменной и армокаменной кладки.

Проверка устойчивости по [1, п. 9.16-9.20] подразумевает определение фактического отношения высоты перегородки (H) к ее толщине (h):

$$\beta = \frac{H}{h}. \quad (1)$$

Значение β сравнивается с предельным значением β_{\max} по [1, табл. 29]. При этом β_{\max} умножается на коэффициенты, учитывающие конструктивные особенности, что может быть выражено, как:

$$\beta_{uit} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_a \cdot \beta_{\max}, \quad (2)$$

где k_0 – коэффициент, учитывающий закрепление в верхнем сечении конструкции [1, п. 9.20]; k_1 – коэффициент, учитывающий толщину конструкции [1, табл. 30]; k_2 – коэффициент, учитывающий проемы [1, табл. 30]; k_3 – коэффициент, учитывающий расстояния между раскреплениями [1, табл. 30]; k_a – коэффициент, учитывающий конструктивное армирование.

Если значение β менее β_{uit} , то устойчивость перегородки обеспечена.

В данной работе решалась обратная задача определения предельной высоты перегородки (H_{\max}) с учетом использования предельного значения β_{uit} :

$$H_{uit} = \beta_{uit} \cdot h. \quad (3)$$

В работе рассматривается вопрос определения предельной высоты перегородки H_{uit} перегородки при ее неограниченной длине (длина превышает высоту более, чем в 3,5 раза) в зависимости от толщины перегородки, наличия проемов, конструктивного горизонтального армирования, закрепления в уровне верха.

Распространенными материалами для исполнения каменных перегородок являются керамический кирпич, керамические камни и цементно-песчаный раствор, причем марка кирпича и камней зачастую превышает М50, а марка ц/п раствора М10, что по [1] позволяет отнести данную кладку к I группе.

Также кирпич и керамические камни имеют ограниченную номенклатуру размеров, поэтому в данной работе рассматриваются перегородки толщиной 65 мм, 120 мм, 200 мм.

Однако следует отметить, что рассмотренные требования [1] не учитывают возможные частные случаи применения пустотелых материалов и не учитывают различия в плотности материала перегородок.

В таблице представлены результаты расчета согласно поставленной цели.

Представленные результаты позволяют при проектировании зданий осуществить предварительный конструктивный выбор материалов для возведения перегородок из обеспечения требований к устойчивости.

Стоит отметить, что для перегородок толщиной 200 мм получена максимальная высота более 6,0 м. Перегородки выше 6,0 м необходимо рассматривать по [1] как самонесущие стены и, соответственно, производить проверку устойчивости из конструктивных соображений, как для несущих стен.

Кроме того, согласно [2, п. 9.1.10], ограничивается высота каменных неармированных перегородок в процессе производства работ.

Группа кладки по [1]	Марка раствора	Толщина кладки, мм	Наличие проемов	Наличие армирования в швах по [1]	Закрепление в уровне верха	Максимальная высота при неограниченно длине, см
I	Более М50	65	-	-	-	163,8
			-	+	-	196,6
			-	+	+	280,8
			+	-	-	147,4
			+	+	-	176,9
			+	+	+	252,7
		120	-	-	-	288,7
			-	+	-	346,7
			-	+	+	495,4
			+	-	-	260,0
			+	+	-	312,1
			+	+	+	445,8
		200	-	-	-	392,0
			-	+	-	470,4
			-	+	+	672,0
			+	-	-	352,8
			+	+	-	423,4
			+	+	+	604,8

Примечание: знак «+» в таблице указывает на наличие рассматриваемого параметра, знак «-» на отсутствие

Следует иметь в виду, что нормативные требования по возведению перегородок допускают некоторое отклонение от проектного местоположения, указанное в [2]. То есть возможно возникновение дополнительного эксцентриситета усилия в конструкции, что необходимо учитывать дополнительным расчетом.

Также необходимо учитывать дополнительную нагрузку, приложенную с эксцентриситетом к данным перегородкам, если ее значение существенно.

Литература

1. Свод правил: СП15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*: Введ. 01.01.2013. – М.: 2012. – 81 с.

2. Свод правил: СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87; Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 293 с.

УДК 624.012

Чернышова О. И.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРЕДЛОЖЕНИЙ РЕМОНТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

***Аннотация.** Рассмотрены бренды ремонтных смесей. Подобраны смеси разных производителей для заданной поврежденной конструкции.*

***Ключевые слова:** ремонтный состав, смесь, бетонные железобетонные конструкции.*

Железобетон как строительный материал обладает высокой долговечностью. Однако дефекты изготовления конструкций и определенные условия эксплуатации могут привести к повреждениям элементов, значительно снижающих их долговечность и надежность. При значительных повреждениях (особенно при коррозии арматуры) часто прибегают к усилению конструкций. Но в большинстве случаев восстановить несущую способность поврежденного железобетонного элемента возможно путем ремонта специальными составами. В советское время такие составы предлагалось изготавливать на основе рекомендаций [1]. В настоящее время на строительном рынке появилось достаточно много предложений по готовым ремонтным составам. Смеси отличаются назначением, качеством, ценой и т. д. Необходимо анализировать и систематизировать поступающие предложения для составления рекомендаций по практическому использованию.

Рассмотрим наиболее известные марки строительных смесей. Для более конкретного выбора поставим задачу подобрать ремонтную смесь для железобетонной конструкции с разрушением бетона на глубину 50 мм.

Emaco (MasterEmaco) – торговая марка немецкого концерна Basf, производится в России. Имеет большую линию смесей по ремонту или реконструкции сооружений различных отраслей промышленности. Для нашего случая подходит MasterEmaco S 466 [2]. Он предназначен для

проведения ремонтных работ методом заливки на толщину от 40 до 100 мм. Материал содержит заполнитель крупностью до 10 мм. При смешивании с водой образуется реопластичная, литая, не расслаивающаяся ремонтная смесь, не содержащая металлических заполнителей и хлоридов. Расход составляет 2250 кг сухой смеси MasterEmaco S 466 для приготовления 1 м³ ремонтного состава. Стоимость за одну упаковку (30 кг) составляет 1300-1800 рублей.

Ceresit – торговый бренд концерна Henkel, имеется производство в России. Выпускает ряд строительных смесей, но для ремонта бетонных конструкций подходит только марка «Ceresit CN 83» – смесь цемента с минеральными заполнителями и полимерными модификаторами [3]. За один проход смесь можно наносить слоем толщиной от 5 до 35 мм. Расход около 2 кг/м² на 1 мм толщины слоя. Цена за упаковку (25 кг) составляет от 600-800 рублей.

Смесь «Скрепа М700 Конструкционная» производится группой компаний «Пенетрон-Россия». Используется для конструкционного ремонта и гидроизоляции железобетонных, кирпичных и каменных конструкций различного назначения. Состоит из поргланццемента, кварцевого песка определенной гранулометрии, комплекса химических добавок и армирующего фиброволокна [4]. Нанести на основание можно вручную или методом мокрого торкретирования, толщина слоя при этом должна быть в пределах от 6 до 60 мм. Расход составляет 1,8 кг/м² при толщине слоя 1 мм. Стоимость за упаковку (мешок 25 кг) 950-1300 рублей.

Компания Бирсс производит универсальные составы для поверхностей разного уровня сложности. Ремонтная смесь БИРСС 59 С2 М600 – состав на основе специальных высокопрочных цементов, фракционированного наполнителя, полимерного микроволокна, предназначенный для конструкционного ремонта и восстановления бетонных и железобетонных конструкций. Толщина слоя покрытия не должна превышать 70 мм. Стоимость мешка (50 кг) составляет 1700-2000 рублей.

Компания CONSOLIT выпускает большую линейку строительных составов. Для нашего случая подходит смесь CONSOLIT BARS 120. Она представляет собой многокомпонентную сухую ремонтную смесь (литую), состоящую из специального безусадочного цемента, фракционированных заполнителей, металлической и полимерной фибры и комплекса добавок [5]. Смесь рекомендуют применять в промышленном и гражданском строительстве для конструкционного ремонта бетонных и железобетонных покрытий и конструкций, при глубине разрушений от 15 мм до 100 мм. Расход материала на 1 м² при толщине слоя 20 мм составляет 38-40 кг. Стоимость упаковки (30 кг) находится в пределах 1050-1300 рублей.

Компания Растро производит смесь «ЛАХТА ремонтный состав базовый». Это сухая строительная смесь на цементном вяжущем с использованием фиброволокна, в качестве наполнителя – песок, в качестве модификаторов – химические добавки. Толщина слоя может быть от 8 до 60 мм. Расход составляет 1,8 кг/дм³. Стоимость 1300-1500 рублей за упаковку (25 кг).

«ARB-10» компании Mapei – безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь, содержащая полимерную фибру, предназначенная для ремонта бетонных и железобетонных элементов конструкций мостов, аэродромных и дорожных покрытий. Толщина нанесения от 50 до 300 мм. Расход составляет 21,5 кг/м² на толщину слоя в 1 см. Стоимость упаковки весом 25 кг варьируется от 1450 до 1700 рублей.

Торговая марка ИНДАСТРО (Indastro) разработана для комплексного решения специфических задач в промышленном и инфраструктурном строительстве. «Профскрин RC45» – готовая к применению сухая смесь изготовленная на основе портландцемента, фракционированного песка, полимерной фибры и модифицирующих добавок. После затворения водой образуется тиксотропный раствор для ручного или механизированного метода нанесения. Рекомендуемая толщина слоя составляет 5-50 мм. Расход материала 2 кг/м² при толщине слоя 1 мм. Цена за упаковку (25 кг) находится в пределах 900-1300 рублей.

Таким образом, правильно подобранная ремонтная смесь поможет полностью восстановить поврежденную железобетонную конструкцию. В настоящем анализе рассмотрены наиболее известные предложения в области ремонта конструкций.

Литература

1. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении /Харьковский Промстройиниипроект. – М.: Стройиздат, 1990. – 176 с.
2. Ремонтная смесь MasterEmaco S 466 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emaco-msk.com/> (дата обращения 28.04.2020).
3. Ремонтная смесь Ceresit CN 83 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ceresit.ru/ru/products/flooring/levelling-compounds/cn-83-repair-mortar.html> (дата обращения 28.04.2020).
4. Ремонтная смесь Скрепа M700 Конструкционная [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://penetron.ru/skrepa> (дата обращения 28.04.2020).
5. Ремонтная смесь CONSOLIT BARS 120 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consolit.ru/products/5/40/> (дата обращения 28.04.2020).

УДК 712

Дронова В. С.

Научный руководитель: Дормидонтова В. В., канд. архитектуры,
профессор

Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана

НАЧАЛО ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРИЕМОМ МОДЕРНА В САДОВО-ПАРКОВОМ ИСКУССТВЕ

***Аннотация.** Статья посвящена формированию композиционных приемов модерна. Автором разбираются истоки и формирование стиля в XIX в. Его первые люди и их задачи. Исследуется становление стиля модерн в садово-парковом искусстве. Особое внимание обращается на людей, которые внесли большой вклад в этот стиль.*

***Ключевые слова:** модерн, садово-парковое искусство, «садовые комнаты».*

Программа модерна начала складываться в деятельности движения «Искусства и ремесла», идейным вдохновителем которого был Уильям Моррис. Значительный вклад в развитие садового искусства внес Красный дом Уильяма Морриса в Кенте (арх. Ф. Уэбб) с примыкающим к нему садом, ставшим образцом, на который ориентировались не только представители движения, но и последователи [2].

В поисках идеальной среды для идеального человека, способной оградить его от недугов общества, Уильям Моррис обратился к искусству средневековья [1]. Эстетика средневековья в саду У. Морриса выразилась в устройстве «садовых комнат», разделённых плетнями и трельяжами. Полоска трав, тянущаяся вокруг цоколя дома, а также ползущие по стене растения создавали эффект слитности дома с садом, которой добивался Ф. Уэбб. Входы в сад оформлялись орнаментальными деревянными воротами с крышами из драки [1]. Использование Моррисом традиционных местных растений и возрождение средневековых «садовых комнат» было тем основным, что внесло движение «Искусства и ремесла» в садово-парковое искусство модерна, обеспечивший этому стилю историзм.

Однако первые подлинные образцы садово-паркового искусства модерна появились в Англии в конце 1880-х годов. Совместная творческая

деятельность архитектора Эдвина Лаченса и ландшафтного дизайнера Гертруды Джекилл представила первые сады, в которых было отражено мировоззрение модерна, посредством известных исторических приемов, но интерпретированных в оригинальных сочетаниях.

Свои первые эксперименты по садоводству Гертруда Джекилл проводила в своём имении Манстед Вуд (1883-1902). Работала она прямо на натуре, делая лишь схематические наброски посадочных планов [1]. Для строительства дома в Манстед Вуд Гертруде Джекилл рекомендовали молодого архитектора Эдвина Лаченса. Это был первый успех Лаченса и начало 20-летнего сотрудничества с Джекилл. Они выработали общую концепцию: «дом для сада и сад для дома» [1]. Согласно идеологии модерна, сады проектировались в едином стилистическом ансамбле с усадебным домом. В них создавалась среда наиболее благоприятная для человека.

Особенностями сада Манстед Вуд были великолепная «зелёная лесная просека», украшенная рододендронами, «главный цветочный бордюр» и нежные садовые комнаты: «летний сад», «весенний сад», сад астр, сад азалий, вересковый сад. Пространство украшали южная и западная поляны, восточный сад камней, «утопленный» сад камней, «дорога папоротников», «дорога лилий», «река ландышей» [3].

Сад Хестеркомб (1904 г.) – блестящая демонстрация совместного творчества Джекилл и Лаченса, где растения растут везде и отовсюду, передавая эстафету цветения, отражают идею модерна о жизни как единой универсальной стихии, жаждущей самообновления, самовоспроизведения и приумножения силы [1]. В 1903 г. Э. Лаченсу заказали реконструкцию дома и создание формального сада ниже существующей террасы. Лаченс модернизировал дом, разбил сад, используя и подчеркнув достоинства местности талантливо устроенными дальними перспективами, а к разработке посадочных схем привлёк Г. Джекилл [1].

За композиционную основу Лаченс взял формальный сад с прямыми и чёткими аллеями, каналами и ровными плоскостями газонов, фонтанами, цветочными бордюрами и террасами. Мощная геометрия регулярной планировки Э. Лаченса сочеталась с утонченной «живописью растениями» Г. Джекилл – «цветущие ступени» и подпорные стены, роскошные живописные посадки, искусно подобранная колористика смешанных бордюров – все это создавало картину буйства растительности [1].

Композиция сада развивается по двум лучам, расходящимся от центра Викторианской террасы – фонтана. По лучу, перпендикулярно расположенному к дому, разворачивается парадная композиция Большого

квадратного партера, на которую открывается вид с верхних террас. С западной и восточной сторон от партера развиваются композиции последовательно расположенных садовых пространств.

Западная сторона включает в себя розарий, композиционным центром которого является массивная беседка, увитая каштановыми ветвями на чередующихся квадратных и круглых пилонах; на нижней террасе композиция продолжается декоративным каналом. С восточной стороны находится «ротонда» – круглое помещение с прудом в стенах, увитым розами; далее следует Восточный декоративный канал. С южной стороны сад заканчивается беседкой на высокой подпорной стене. Вдоль линии дома есть оранжерея для апельсиновых деревьев и Датский сад, который представляет собой живописный цветочный сад, где растут лаванда, роза и юкка [4].

Заключение. Небольшое пространство сада, изолированное высокой стеной, разбито на ряд сопоставимых по композиционному значению упорядоченных садовых пространств с самостоятельными композиционными центрами. Сад разбит на склоне. Пространства, расположенные на террасах, соединены системой лестниц, которые устроены таким образом, что, двигаясь по направлению главной оси, как по змейке, посетитель заглядывает в параллельно-составные пространства. Таким образом, каждое садовое пространство даёт несколько направлений движения, предоставляя возможность выбора и изменения маршрута. Следуя по маршруту, в одно и то же пространство можно заглянуть с разных сторон, через разные проёмы, и каждый раз оно будет восприниматься, как другое [3]. Архитектура, вплоть до мельчайших деталей, является отличным фоном для спланированных Джекилл посадок. Благодаря посадкам Джекилл каждый фрагмент сада был индивидуален при общей симметричной композиции плана.

Литература

1. Дормидонтова, В. В. Истоки и приемы композиции садово-паркового искусства модерна: монография / В. В. Дормидонтова, О. А. Фролова. – Калуга: Издательство «Эйдос», 2011. – 160 с., ил.
2. Дормидонтова, В. В. История садово-парковых стилей: учебное пособие для вузов / В. В. Дормидонтова. – М.: Издательство «Архитектура-С», 2004. – 208 с., ил.
3. Richard Bisgrove. The Gardens of Gertrude Jekyll. – University of California Press, California, 1992.
4. Искусства и ремесла в саду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://countrysideliving.net/articles/Arts-and-crafts-gardens.html>.

Конышева О. П.

Научный руководитель: Бородов В. Е., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются пути решения формирования визуальной среды.*

***Ключевые слова:** визуальная среда, архитектурная деталь, лаконизм, цвет, голография.*

Визуальная среда – это особая форма восприятия целостной предметно-пространственной ситуации с помощью зрительных ощущений, совокупность зрительных образов, порожденных предметно-пространственной ситуацией в процессе ее существования. Визуальная среда является венцом средового дизайна (визуализацией объекта), она – критерий качества результатов проектирования.

Современный мир стремительно движется вперед. Здание становится «старым» после нескольких лет эксплуатации, так как появляются улучшенные материалы, меняется экономическая ситуация, окружающая застройка и т. д. В наше время процессы урбанизации полностью исключили возможность наслаждаться окружающей средой, человек получил гомогенную и агрессивную среду, которая, будучи противостественной, не только не доставляет эстетического наслаждения, но и порождает большое число социальных проблем [1]. Нас окружают «хрущевки» и «сталинки», однообразные облики зданий. Не всегда существует возможность сноса «непривлекательных» и постройки на их месте новых зданий. Что хотелось бы иметь? Осознанное формирование визуальной среды. Отсюда следует вопрос о путях решения данной проблемы.

Целью работы является анализ преобразования старых зданий и сооружений в нечто особенное и кардинально отличающееся от первоначальной задумки, с последующим выявлением способов улучшения зданий и сооружений.

Итак, чтобы разобраться в данном вопросе, рассмотрим примеры отечественных и зарубежных преобразований зданий.

Концепция проекта реконструкции зданий имущественного комплекса в Москве. Задача стояла такая: сохранить некоторые исторические элементы, отражающие характер архитектурного облика здания. Новые дополнительные элементы такие, как пандусы в паркинг, дверные и оконные проемы устраиваются в обеспечение эффективного функционирования здания. Фасады – навесные из закаленного стекла на спайдер-системе. На стекло нанесены изображения фасадов зданий исторической застройки Москвы конца XIX-го века. Изображения фотографий утерянных зданий с помощью печати нанесены на стекло внешнего фасада в виде полупрозрачного ажурного рисунка, что не препятствует инсолированию внутренних помещений здания [2].

Сохранение исторических зданий характерно для европейской градостроительной политики. Два корпуса бывшей сельскохозяйственной фермы в польском городе Лешно – известная картина обветшалых и полузаброшенных зданий, где-нибудь на окраине старого города. Благодаря преобразованию, «морально устаревшая» территория ожила и теперь здесь современный центр для пожилых людей. Весь ансамбль архитекторы стилистически связали при помощи дизайнерских перфорированных стальных листов Сог-Теп. Ржавый цвет пластин создаёт эффект «налета старины», как бы уравнивая историческое и современное, переключаясь по колориту с центральным корпусом из красного кирпича. Подобных примеров немало количество. Какими же способами возможно решение формирования красивой и гармоничной визуальной среды?

Во-первых, лаконизм в формообразовании архитектуры зданий и сооружений. Существующее на сегодняшний день деление жилья по степени комфортности, исходящее только лишь из количественных характеристик метража квартиры как жилой ячейки, – устарело. Разработанные в 50-е годы примерные и рекомендуемые нормы жилищной обеспеченности уже не отражают современного подхода к проектированию комфортной среды для человека. Для каких бы слоев населения не проектировалось жилье, оно всегда должно быть комфортным.

Во-вторых, архитектурная деталь. Сейчас архитектура находится в поиске форм и решений, что диктует появление новых элементов и новой интерпретации старых. Применение детали современными архитекторами не всегда профессионально, поэтому так актуальны исследования применения деталей в исторической и современной архитектуре. Основной акцент ставится на изучение взаимодействия элементов и

архитектурной формы, и их влияния на выразительность композиции этой формы.

Цветовое моделирование архитектурного пространства. В типовой застройке российских городов 50-70-гг. XX века прослеживается общая цветовая гамма серого и белого цветов, создавая маловыразительный и эмоционально подавляющий общий фон архитектурной среды. Одним из способов разнообразить вид типовой застройки являются различные цветовые решения фасадов. Цвет – одно из средств архитектурной выразительности. Композиционные задачи в области цвета при возведении зданий, сооружений и архитектурных комплексов решаются путем использования собственного цвета строительных или отделочных материалов, окрашиванием поверхностей в процессе возведения зданий и сооружений, либо при изготовлении отдельных конструктивных элементов в заводских условиях.

Голография. В мире информационного взрыва, ускоренного развития технологий целесообразно идти в ногу с развитием современной науки и техники или идти на опережение. Поэтому необходимо использовать новейшие достижения и внедрить их в архитектурную среду, отталкиваясь непосредственно от глобального строения окружающей матрицы мироздания.

Совершенно очевидно, что невозможно пробудить потребность красоты в народе, окружив его повсеместно агрессивной визуальной средой. Люди должны находиться в комфортной визуальной среде постоянно. Только таким путем и можно выработать потребность к красоте. В решении этой проблемы помогут указанные способы улучшения визуальной среды.

Литература

1. Филин, В. А. Визуальная среда города [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualnaya-sreda-goroda> (дата обращения 15.04.2020).
2. Концепция проекта реконструкции зданий имущественного комплекса в Москве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arx-group.ru/projects/130> (дата обращения 15.04.2020).

Манылова М. Р.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В ПРЕДЕЛАХ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ ПО БУЛЬВАРУ УРАЕВА Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

***Аннотация.** Одна из важнейших проблем современного города – отсутствие необходимого количества парковочных мест в пределах придомовой территории многоквартирных домов. Проведен анализ организации автостоянок многоквартирных домов по бульвару Ураева г. Йошкар-Олы. Предложены варианты размещения дополнительных парковочных мест.*

***Ключевые слова:** парковочное место, автостоянка, придомовая территория.*

Развитие города и в т. ч. новых микрорайонов города предполагает решение не только архитектурно-планировочных задач, но и развитие транспортной системы и улично-дорожной сети. Укрупнение города, заселение новых районов влечет за собой увеличение площади города и удлинение городских путей сообщения. Следовательно, из-за увеличения числа автомобилей, находящихся в городе, растет потребность в автостоянках, а также требуется возведение новых улиц и проездов с высокой пропускной способностью.

Одна из актуальных проблем – необходимость размещения и хранения автомобилей в городе. Необходимая площадь автостоянок зачастую превышает площадь застройки.

За последние десятилетия рост числа автомобилей существенно вырос. Так, по данным агентства «Автостат» на 1 июля 2016 года в нашей стране уровень обеспеченности автомобилями достиг 285 машин на 1 тыс. жителей. В 1997 году на 1 тыс. жителей в среднем по стране приходилось 118 машин. За 20 лет показатель увеличился более чем в два раза. По данным на 1 июля 2019 года, в среднем по стране обеспеченность автомобилями составляет 306 штук на тысячу человек. Аналитики агентства считают, что даже если автомобильный рынок страны сохранит минимальные и отрицательные показатели роста, через 8-10 лет уровень автомобилизации достигнет 400 машин на 1 тыс. жителей.

Если сравнить эти цифры с показателями стран Западной Европы, то можно убедиться, что российская статистика – не предельный показатель. В общемировом рейтинге обеспеченности населения автомобилями Россия занимает лишь 52-е место. А в Италии на 1 тыс. жителей приходится 705 автомобилей, в Испании – 588, в Германии – 579. Таким образом, прогнозируется дальнейший рост числа автомобилей и, как следствие, транспортной перегруженности.

Особенно остро проблема чувствуется в новых застраиваемых районах города. Здания строятся, увеличивается численность населения, следовательно, требуются дополнительные парковочные места, но сеть автостоянок не всегда рассчитана на дополнительные нагрузки и часто не соответствует нормативам.

Так, в Йошкар-Оле подобная ситуация сложилась при застраивании бульвара Ураева: многоквартирные дома по адресу бульвар Ураева, 8а, бульвар Ураева, 8, бульвар Ураева, 6, бульвар Ураева, 4 и строящийся дом на пересечении улиц Кирова-Мира имеют недостаток парковочных мест. Из-за отсутствия необходимого количества парковочных мест в качестве парковочных мест используются газоны, детские площадки, проезжие части.

Согласно п. 9.7.7 постановления от 25 мая 2012 года № 176 «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования Республики Марий Эл» расчетное число машино-мест рекомендуется принимать для данной категории жилого фонда 0,8 на 1 квартиру. Также необходимо наличие гостевых автостоянок для временного хранения (парковки) легковых автомобилей, удаленные от подъездов жилых зданий не более чем на 200 метров в количестве 0,16 машино-мест на 1 квартиру.

Придомовая территория жилого дома по адресу бульвар Ураева, 8а имеет запроектированными машино-мест 56 при количестве квартир 152, бульвар Ураева, 8 – 62 машино-мест при количестве квартир 239, бульвар Ураева, 6 – 78 машино-мест при количестве квартир 272, бульвар Ураева, 4 – 229 машино-мест при количестве квартир 826 и строящийся дом на пересечении улиц Кирова-Мира – 74 машино-мест при количестве квартир 160. Это не соответствует коэффициентам, принятым в нормативных документах.

Для организации парковочных мест в пределах придомовой территории многоквартирных домов по бульвару Ураева г. Йошкар-Олы требуется устройство дополнительных машино-мест:

- в одном уровне в пределах придомовой территории;
- вдоль магистральных улиц вблизи придомовой территории;

- в уровне земли с размещением дворовых площадок на втором уровне над стоянкой;
- в подземном уровне с размещением дворовых площадок на уровне земли;
- в специальном многоэтажном строении, паркинге, вблизи придомовой территории.

Литература

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
2. В России на тысячу жителей приходится 306 легковых автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/41924/>.
3. Постановление от 25 мая 2012 года № 176 «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования республики Марий Эл».

УДК 69.059.7:72.025.4

Рачкова В. Д.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент

Поволжский государственный технологический университет

НОВАЯ ЖИЗНЬ СТАРЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** В статье предлагается обобщенный обзор реконструкций конкретных зданий, находящихся по всему миру. Особое внимание уделяется зданиям, чье первоначальное назначение в корне отличается от конечного вида после реконструкции.*

***Ключевые слова:** реконструкция, строительство.*

В процессе проектирования объемно-планировочное решение здания разрабатывается в соответствии с определенной функцией. Время идет, и одной из проблем, с которой сталкиваются архитекторы, является моральное старение строения. В архитектурной теории и практике понятие реконструкции в последние десятилетия несколько утратило свой первоначальный смысл (реконструкция-переустройство, улучшение, упорядочивание), поскольку такое определение не предполагает изменения первоначальной функции реконструируемого объекта.

Однако следует отметить, что объем требующих сохранения зданий и комплексов настолько велик, что консервации всех их не представляется возможной, как и возврат к уже выведенной функции. В связи с этим подход, включающий смену наполнения, наиболее распространен. Он подразумевает минимальное или экстремальное вмешательство в объемно-пространственные характеристики здания в зависимости от изначальных параметров.

Особый интерес приобретает вопрос о реконструкции, когда речь заходит о приспособлении бывших фабрик и заводов под жильё. Здесь возникает понятие лофт, которое зародилось в США и имеет более чем полувекую историю.

В России наиболее интенсивно освоение производственных зданий идёт в Москве (например, реконструкция Даниловской текстильной фабрики под жильё).

Для Петербурга характерна практика реконструкции промышленных объектов под коммерческую недвижимость и так называемые креативные пространства – это путь наименьших по сравнению с жильём рисков и затрат.

Также примерами такого интересного подхода к реставрации объектов могут служить:

1. дом-офис в бывшей цементной фабрике, который находится в Мадриде, Испания. Это сооружение можно назвать поистине уникальным за решимость архитектора Рикардо Бофилла на столь невиданный по тем временам эксперимент. Огромное заброшенное промышленное здание под надзором мастера своего дела превратилось в элегантный офис стиля лофт.

2. тюрьма в Оффенбург, Германия, также претерпела немало изменений. Теперь в стенах места лишения свободы находится гостиница с нарочитым названием «Liberty» («Свобода»). Интересен тот факт, что владельцы не забывают историю здания и активно включают ее в общий порядок дел в гостинице. Это и сотрудники отеля в форме надзирателей, и сохранение тюремного колорита путём отказа от изменения интерьера (лишь некоторые номера отеля могут похвастаться штукатуркой и побелкой).

3. один из самых крупных крытых аквапарков в мире «Тропический остров» нашел себе место на бывшей военной базе в Германии. Бывший гараж для дирижаблей оказался отличным вариантом для расположения экзотической природной зоны. Несмотря на огромную площадь (около 8

футбольных полей), в аквапарке удается поддерживать постоянную температуру воздуха не ниже +25°C, а воды – +28°C.

4. театр в Буэнос-Айрес, Аргентина, превратился в книжный магазин. Круглый свод, богатый интерьер и величественные колонны роскошного памятника архитектуры, созданного по проекту архитектора Перо-и-Торреса Арменгойи, сделали книжный магазин настоящей достопримечательностью города.

5. Сложно представить преобразование ещё одного старинного сооружения. Чтобы избежать полного разрушения Церкви Святой Барбары в Испании, власти предприняли меры и продали пустующее многие годы здание. Оригинальные покупатели подошли к преобразованию храма с креативом. Теперь вместо 100-летней церкви город Льянера-де-Ранес украшает общественный скейтерский парк под названием Храм Каос.

Не секрет, что многие старые постройки сложно назвать комфортными и энергоэффективными, ввиду применения устаревших материалов и технологий строительства.

На сегодняшний день реконструкция зданий считается основным способом решения проблемы модернизации объектов недвижимости. Задачей данного мероприятия является улучшение технико-эксплуатационных и эстетических качеств сооружения.

Реконструкция объекта требует значительно меньше финансовых вложений, чем строительство сооружения «с нуля». Также реконструкция решает целый ряд вопросов, связанных с дефицитом недвижимости. Это одна из наиболее важных проблем в крупных городах с высокой плотностью населения.

Реконструкция объектов – сложный и трудоёмкий процесс, поэтому приведение старинных памятников архитектуры к современному виду можно считать делом настоящих мастеров.

Литература

1. Реконструкция зданий – 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroy-ek.ru/article/rekonstruktsiya-zdaniy/>.

2. 5 сооружений, трансформации которых сильно удивили бы их создателей – 2018 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novate.ru/blogs/050320/53607/>.

Соколова А. Э.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОМФОРТНОЕ ЖИЛЬЁ БЕЗ ВРЕДА ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. Статья позволяет расширить представления об экологии в строительстве на примере «Активного дома».

Ключевые слова: *окружающая среда, жилая среда, дом, экология, строительство.*

В конце прошлого века серьезной проблемой стало резкое ухудшение состояния окружающей среды, и сейчас об этом стали задумываться, потому что природные явления все больше выходят из-под контроля современного человека. Проблемы с экологией являются чрезвычайно важными. Наше поколение вступило в новую эпоху, где существует концепция Земли как единого живого организма.

Архитектура, использующая экологические принципы в строительстве, вносит свой вклад в решение глобальных экологических проблем. Более того, правильно организованная городская среда благоприятно влияет на психику людей, формируя экологическое сознание.

С каждым годом проблемы экологии растут, строительство и последующее использование зданий достаточно затратно. Также на здания приходится большой процент потребляемой энергии, а строительная отрасль производит примерно 40% всех искусственных отходов. Это ведёт к тому, что Землю ждёт энергетический кризис и повсеместная свалка.

Концепция «Active House» может стать ведущей в индивидуальном жилом строительстве. *Active House* – комплексная система, цель которой – достижение баланса между энергосбережением, комфортным проживанием и бережным отношением к природе. Такая система основывается на объединении решений, разработанных институтом Пассивного дома в Германии, и технологии «умного дома».

Решения пассивного дома:

1. при проектировании «активного дома» важно изучить условия окружающей местности, т. к. проект должен эффективно использовать природные и климатические данные, минимально воздействуя на них;

2. использование солнечной энергии;
3. тепловая герметизация;
4. экологичные возобновляемые источники энергии. Для электричества – солнечные батареи и миниатюрные ветряные электростанции, а для получения тепла – солнечные коллекторы и теплообменники на основе геотермальной энергетики.
5. оборудование системы накопления дождевой воды и снега (для технического использования), оборудование собственной артезианской скважины (питьевая вода).

Экологическая архитектура основывается на 4 основных тезисах, которые воплощены в «Активном доме»:

- 1) минимизация воздействия на окружающую среду,
- 2) использование экологичных материалов и производств,
- 3) сокращение вредных выбросов в атмосферу,
- 4) энергетическая эффективность.

Дом, который заботится не только об окружающей среде, но и о вас – очередной плод фантазии или недалекое будущее? Стоит ли дать ему шанс? Эти и другие вопросы возникают при планировании жилого дома. Возведение эко-здания стоит на 7-10 процентов больше, однако окупаемость происходит в среднем за 7 – 10 лет. Таким образом, деньги, потраченные на строительство дома, будут постепенно возвращаться, и через несколько десятков лет ваше жилище полностью себя окупит. И всё благодаря дому, который, потребляя определённое количество энергии, вырабатывает её больше, чем вам необходимо. Возможно, это наше недалёкое будущее, которое позволит сохранить экологию нашей планеты и снизить потребление энергии, создав современное комфортное жильё.

Литература

1. Петрянина, Л. Н. Урбанистика и экология городских территорий: моногр. / Л. Н. Петрянина, О. Л. Викторова, В. М. Разживин – Пенза: ПГУАС, 2015. – 156 с.
2. Мазанко, Е. Дом, который заботится о тебе / Е. Мазанко // The Wall [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://thewallmagazine.ru/active-house/>.
3. Мухнурова, И. Г. Экологическая архитектура жилой среды или жилая среда как часть природы / И. Г. Мухнурова, Н. В. Гринкруг // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 5. – С. 108-113.
4. Первый «Активный дом» в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archi.ru/projects/russia/7805/proekt-velux-aktivnyi-dom-v-rossii>.

Шалаева М. Г.

Научный руководитель: Нестерова И. М., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЮ НЕВОСТРЕБОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые этапы организации изменения назначения и реставрации старого промышленного здания.

Ключевые слова: перепрофилирование, редевелопмент, промышленные сооружения, изменение назначения.

Большинство промышленных сооружений, построенных во времена СССР, на сегодняшний день не соответствуют современным требованиям, и если учесть технический прогресс, рыночные принципы оценки эффективности, неконкурентность выпускаемой продукции, введение кадастровой стоимости земли и дефицит трудовых ресурсов, то все это приводит к выводу о необходимости изменения целевого и функционального назначения здания. Физическое состояние многих промышленных сооружений разрешает эксплуатировать их еще не одно десятилетие. Этот фактор дает возможность перепрофилирования, вместо реконструкции или сноса, невостробованных зданий.

Чаще всего невостробованные и устарелые промышленные здания расположены на территории населенных пунктов. В процессе развития занимаемая площадь городом увеличивается, тем самым расположение промышленных предприятий, построенных когда-то на окраине, оказывается в пределах или даже в центральной части населенного пункта. Перепрофилирование производственных предприятий позволяет получать новые объекты в черте города, эффективно использовать территории, оптимизировать застройку, улучшить экологическую ситуацию и качество жизни населения в целом.

Каждое здание, подвергающееся редевелопменту, имеет уникальные особенности, которые нужно учитывать при разработке проекта перепрофилирования.

В первую очередь необходимо определить состояние несущих конструкций, коммуникаций, оборудования, конструктивных узлов при предварительном общем осмотре здания, определить степень их износа.

Также необходимо определить конструктивные характеристики здания в общем. Составляется технический паспорт с описанием конструкций и элементов здания, также его параметров: объема, жилой площади с указанием планов этажей здания и земельных участков. При этом для каждой конструкции указывается физический износ за определенное время.

Предварительное обследование здания проводится для выявления:

- степени коррозионного износа несущих металлоконструкций, степени износа деревянных и железобетонных конструкций;
- деформации отдельных элементов или конструкций;
- нарушения геометрических размеров сечений элементов;
- различных дефектов, механических повреждений, трещин;
- неблагоприятного влияния сырости и агрессивных сред на конструктивные элементы.

Дефекты и повреждения зданий и сооружений, подразделяют на три категории. К первой относятся дефекты и повреждения, устраняемые заменой конструктивных элементов, ко второй – устраняемые усилением элементов, а к третьей – устраняемые при текущем или капитальном ремонте.

Также важным показателем проекта является его техническая целесообразность. Определение конструктивных характеристик здания нужно для понимания, можно ли перепрофилировать данный объект в желаемый, так как не все здания могут быть преобразованы в объекты с заранее определенными характеристиками, или же это технически нецелесообразно.

Еще один показатель – это экономическая целесообразность. Перепрофилированное здание является рациональным, если оно выгоднее, чем новое строительство.

Важным также является географический фактор или расположение объекта реконструкции.

Если здание, которое подлежит перепрофилированию, находится в черте города, то необходимо учесть, что проведение строительных работ в черте включает такие трудности, как стесненные условия строительных работ, условия механизации и транспортировки грузов, а также ограничивает действия, которые могут нанести вред объектам поблизости.

По результатам обследования здания составляется техническое заключение, которое содержит следующие документы:

1. задание на техническое обследование;
2. пояснительную записку, в которой присутствует описание здания, площадки его размещения и прилегающей территории, подробное описание конструкций и их физическое состояние, включая расчеты прочности (основания, фундаменты, системы инженерного оборудования, колонны,

перекрытия, лестницы, стены, фасады и т. д.). В пояснительной записке должно быть подробное описание деформаций и повреждений в здании или сооружении; характеристика существующих планировочных решений, строительные обмеры, геологические и гидрологические условия площадки, сведения о техническом состоянии прилегающей застройки.

3. чертежи: ситуационный план, план участка на топографической съемке, планы этажей с указанием конструкций, деформаций, повреждений, план фасадов.

Перед началом проведения работ по перепрофилированию здания необходимо иметь исходно-разрешительную документацию.

Состав разрешительной документации:

- разрешение на проектирование;
- общая пояснительная записка;
- строительно-конструктивное решение;
- разрешение на выполнение работ по реконструкции объекта;
- архитектурно-планировочное задание;
- задание от инспекции по охране памятников архитектуры;
- решение по инженерному обеспечению;
- технический паспорт объекта с указанием степени физического износа конструкций и инженерного оборудования;
- сметная документация;
- акт экспертизы здания;
- другие документы, запрашиваемые соответствующими службами населенного пункта.

Таким образом, каждое здание, подвергающееся перепрофилированию, имеет большое количество уникальных особенностей – это и физическое состояние несущих конструкций, коммуникаций, оборудования, конструктивных узлов, географическое расположение объекта, так и социальное и культурное значение, которые нужно учитывать.

Литература

1. Авдейчиков, Г. В. Испытание строительных конструкций / Г. В. Авдейчиков. – М.: АСВ, 2009. – 160 с.
2. Обследование и испытание зданий и сооружений / сост. В. В. Бобров. – Сыктывкар: СЛИ, 2012. – 82 с.
3. Топчий, Д. В. Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий: монография / Д. В. Топчий. – М.: АСВ, 2008. – 144 с.
4. Менейлюк, А. И. Алгоритм выбора эффективного решения по перепрофилированию промышленных зданий / А. И. Менейлюк, Л. В. Лобакова. – Одесса: Одесская государственная академия строительства и архитектуры, 2006. – 7 с.

Якупова Л. А.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА И ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ МИР ЧЕЛОВЕКА

***Аннотация.** В статье рассматривается влияние современного мира с его архитектурой на сознание и эмоциональное состояние человека. Описываются различные архитектурные стили и тенденции развития предпочтений среди граждан.*

***Ключевые слова:** архитектура, человек, психика, эмоции, современный мир.*

Архитектура является неотъемлемой частью жизни человека. Она оказывает влияние на психику и здоровье людей, вызывая определённые ассоциации, определяет наше ощущение в пространстве и наше мироощущение.

Современная архитектура меняет облик мегаполисов, создавая более комфортную и благополучную среду для жизни. Ведущие архитекторы все чаще выбирают те формы и материалы, которые повышают энергоэффективность будущих объектов. Футуристические здания соседствуют с наследием прошлого и гармонично вписываются в стилистику местности. А пластика их фасадов отражает динамичность современных городов.

Жизнь в мегаполисе сравнима с вихрем, постоянной каруселью, вечным двигателем или же калейдоскопом из событий и эмоций. Многие люди хотят жить в городе, в том числе и из-за зрелищности и яркого колорита окружающего их пространства, т. е. их манят красивейшие строения и необычные архитектурные формы, обладающие всей цветовой гаммой.

Свойства новых и ранее не известные возможности старых материалов, кажется, вновь начали вдохновлять проектировщиков на создание действительно ярких построек. Никто не умаляет значение работы с формой и пространством. Однако нельзя недооценивать роль цвета в формировании нашего восприятия, нашего ощущения архитектуры. Параллельно с иконическими зданиями а-ля Хадид или эпатажными реконструкциями классических дворцов и особняков, которыми славен Либескинд, стали появляться центры вроде музея Фрэнка Гери в Панаме

– в отличие от его знаменитого объекта в Бильбао, он не только имеет сложное пластическое решение, но и расцвечен всеми цветами радуги. Подобные колоритные сооружения с избытком различных форм (в отличие от скучных и серых многоэтажных домов) вызывают у человека гамму чувств: восхищение, удивление, восторг, любопытство – и заставляют посетить такие места снова и снова.

В XXI веке на психику человека влияет множество факторов, и развитие строительства играет не последнюю роль. Люди пытаются привнести «жизнь» в архитектуру, а именно создать взаимосвязь между живой природой и холодным камнем. Так, на свет появились новые архитектурные стили, тесно связанные с окружающей средой.

Еще древние египтяне и греки использовали в своих постройках природные формы. Представители известной философской школы стоиков считали человека частью природы, а постижение ее законов и их использование в художественном творчестве – необходимостью. Научное осознание и глубокое изучение функций и структур живой природы стали возможными лишь в середине XX в. Бионические принципы применяются при проектировании конструкций, зданий, архитектурных комплексов и городов. Многие конструктивно-тектонические системы: балки, колонны, плиты, рамы, складки, оболочки-скорлупы напоминают корни, ветви, стволы и листья растений, скелеты и панцири животных, строение человеческого тела. Таким образом, архитектурная бионика оказывает благотворное влияние на эмоциональное состояние человека именно потому, что здания и сооружения, выполненные в данном стиле, напоминают нам природу, вызывая тем самым ощущение надежности, всепоглощающего спокойствия, чего-то родного.

Некоторые люди все больше устают от бешеного ритма жизни, и все больше их тянет в спокойствие и умиротворение загородной жизни. Жизнь в собственном доме, в кругу семьи, создает другого человека, свободного и ответственного. Частным дом – это, в первую очередь, свой собственный дом, в котором нет соседей. Такое качество, как обособленность важна для многих людей. Отсутствие соседей по лестничной клетке положительно действует на психику, а также идет возращание степени свободы человека. Во-вторых, частные дома в основном строят в районах с хорошей экологией – это пригород, поселок, село и т. д. А это значит, что здесь есть самый важный плюс для человека – чистый воздух и природа. Давно доказано, что единение человека с природой оказывает исключительно хорошее влияние на его душевное здоровье. Ведь именно у городских жителей все чаще обнаруживаются ментальные нарушения, включая клиническую депрессию. В-третьих,

частный дом, прежде всего, значит, наличие своей собственной земли, следовательно, человек может самолично творить что-то, например, посадить деревья, организовать сад, огород, беседку.

В последнее время популярность набирают так называемые дома-скиты, в прежние времена считавшиеся преимущественно жильем для монахов и отшельников. На данный момент эта разновидность загородного дома получает настолько большое распространение, что в связи с этим возникла необходимость выделения таких домов в особую типологическую группу. Понимание, которое вкладывается в термин «дом-скит», прежде всего акцентирует внимание на его удаленности и оторванности от мест концентрированного проживания людей, от урбанизированных очагов цивилизации и от ее технических атрибутов.

Дом-скит находится в ландшафте, который минимально преобразован рукой человека. На площадке, где расположен такой дом, вмешательство человека в окружающую природу ограничено, а там, где оно есть, – тщательно скрыто, замаскировано.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что архитектура новой эпохи отражается не только в облике городского и сельского пространства, но и в психологическом, эмоциональном состоянии людей. Человечество стремится к созданию гармонии природной среды и человеческой жизнедеятельности, а также следит за всеми тенденциями развития общества. Архитекторы следуют спросу населения, создавая востребованные объекты с точки зрения стиля, комфортабельности и зрелищности, тем самым удовлетворяя душевные порывы и эмоции людей.

Литература

1. Советская архитектура: от дворцов к коробкам // Научно-популярный журнал «Пропаганда» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://propaganda-journal.net/9458.html>.
2. Сила цвета: когда и почему архитектура должна быть яркой // Интернет-издание «Archspeech». Журнал «Speech» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archspeech.com/article/sila-cveta-kogda-i-pochemu-arhitektura-dolzhnabyt-yarkoy>.
3. Проектная мастерская Architect4U. Архитектурное проектирование. Архитектурная форма и природа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.architect4u.ru/articles/article02.html>.

УДК 691.32

Анисимова А. А.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ОТХОДОВ ДРОБЛЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

***Аннотация.** Рассмотрены основные способы повышения прочности заполнителей из отходов дробления бетона для использования в монолитном домостроении. Исследованы прочностные показатели отходов дробления железобетонных плит перекрытия в зависимости от крупности заполнителя. Представлены рекомендации возможного применения отходов дробления бетона в качестве крупного заполнителя при изготовлении монолитных конструкций зданий и сооружений.*

***Ключевые слова:** бетон, заполнитель, отходы дробления, дробимость, щебень, цементный камень, зерновой состав.*

На сегодняшний день наблюдается стабильная тенденция на снижение энергозатратности и повышение эффективности применения сырьевых материалов в строительном производстве. Так, при производстве бетона активно применяются материалы из отходов дробления железобетонных изделий, причем в качестве крупного заполнителя используется щебень с наплывом из цементного камня, а в качестве мелкого заполнителя – попутно образующийся дисперсный материал из частиц цемента, песка, продуктов повторного дробления [1, 2].

Несмотря на низкую себестоимость, улучшение экологической обстановки, «вторичный щебень» имеет существенный недостаток: низкую прочность, связанную с присутствием значительного объема цементного камня. Прочность цементного камня в 2-3 раза ниже прочности строительного щебня, что негативно сказывается на показателе дробимости материала и физико-механических свойствах бетона. Учитывая, что стоимость естественных природных ресурсов для представителей строительного производства постоянно растет, актуальными явля-

ются задачи, направленные на снижение себестоимости производства бетона посредством применения лома бетонных конструкций [3].

Целью настоящего исследования является влияние размеров «вторичного щебня» на показатели дробимости крупного заполнителя из отходов дробления железобетона.

Для достижения данной цели необходимо выполнить **задачи**:

– исследовать зерновой состав крупного заполнителя из «вторичного щебня»;

– исследовать влияние крупности заполнителя на прочностные показатели «вторичного щебня».

Материалы и методы исследования. В качестве материала для получения «вторичного щебня» были использованы отходы бетонного лома плит безопалубочного формования предприятия ООО «СтройТерминал», г. Йошкар-Ола. Для сравнительного анализа была выбрана проба отсева из дробильной установки фракции 5 – 40 мм.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице представлен анализ зернового состава вторичного щебня, а также показатели дробимости в зависимости от фракции заполнителя.

Физико-механические свойства «вторичного щебня»

Показатель	Значение	Требования ГОСТ 8267-93
Истинная плотность зерен щебня, г/см ³	2,2	
Насыпная плотность щебня, г/см ³	1,18	
Пустотность щебня	0,46	
Лещадность, %	14	Группа щебня 2
Зерновой состав		
Полные остатки на ситах, %:		
40 мм	9,22	< 10
20 мм	65,53	
10 мм	91,98	90-100
5 мм	99,09	
Проход через сито 5 мм, %	0,91	
Дробимость		
Остаток на сите 2,5 мм после испытания на дробимость фракции 10-20 мм, %	17,2	Марка 600
Остаток на сите 5,0 мм после испытания на дробимость фракции 20-40 мм, %	23,8	Марка 400

Анализ результатов показывает, что исследованный щебень по зерновому составу относится к фракции 10-40. Представленный щебень имеет марку 600 по дробимости фракции 10-20 мм и марку 400 фракции 20-40 мм; содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игольчатой формы составляет 14,0 %. Увеличение показателя дробимости «вторичного щебня» фракции 10-20 можно объяснить тем, что при производстве железобетонных плит применялся крупный заполнитель фракции 5-20 мм. В результате дробления бетона на вторичном щебне фракции 20-40 мм образовывалось большое количество цементно-песчаного раствора, что привело к снижению прочности, при испытании вторичный щебень фракции 10-20 мм имел большее количество естественного заполнителя, что положительно сказалось на дробимости материала.

Выводы

1. Исследования показали, что использование дробильной установки по переработке бетонного лома позволяет получить фракцию крупного заполнителя 10-40 мм. Применение данной фракции «вторичного щебня» допустимо в бетонном производстве при согласовании с Заказчиком.

2. Использование «вторичного щебня» фракции 10-20 мм более предпочтительно с точки зрения повышения прочности тяжелого бетона.

Литература

1. Шестернин, А. И. Исследование эффективности многостадийного дробления лома бетонных конструкций / А. И. Шестернин, О. А. Козюра, М. О. Коровкин // «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов»: материалы III Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Пенза: ПГУАС, 2008. – С. 141–144.

2. Коровкин, М. О. Применение бетонного лома в производстве заполнителя для самоуплотняющегося бетона / М. О. Коровкин, А. И. Шестернин // «Бетон и железобетон – взгляд в будущее»: Научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону. Т. 6. – М.: МГСУ, 2014. – С. 295-313.

3. Анисимов, С. Н. Технология и организация производства железобетонных конструкций на заполнителях из тяжелого дробленого бетона / С. Н. Анисимов, А. А. Ивантаева // «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России»: материалы IV Всероссийской студ. конф.: в 8 ч. Часть 5: Инновации в строительстве, природообустройстве и техноферной безопасности. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – 206 с.

Березина М. В.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВАРИАНТОВ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** В статье сделан обзор отечественной и зарубежной литературы по исследованиям методов ремонта и усиления. Приведены данные о неисправностях эксплуатируемых железобетонных конструкций, влияющих на их долговечность. Анализируются преимущества и недостатки предложенных методов.*

***Ключевые слова:** ремонт, усиление, обойма, эксплуатация, промышленное здание.*

В нашей стране вопросами усиления железобетонных конструкций начали заниматься давно.

В 1919 г. усиление при помощи обойм с добавочной арматурой и обмоткой было успешно применено инженером Струве В. А.

В 1931 г. на одном из цементных заводов были использованы обойменные конструкции усиления при восстановлении конструкций печного корпуса, деформировавшихся и частично обрушившихся вследствие несоблюдения требований и указаний технических условий и норм проектирования американской фирмой, строившей этот завод.

Параллельно с развитием способов усиления при помощи обойменных конструкций у нас стали применяться и рациональные разгружающие конструкции усиления, получившие достаточно большое распространение при проведении различного рода реконструкций промышленных объектов. Распространение этих методов объясняется удобством и быстротой их осуществления в условиях действующих промышленных предприятий. Подобные реконструктивные решения были использованы при усилении конструкций котельного отделения районной ГРЭС и печного корпуса цементного завода, где наряду с обоймами применялись и разгружающие конструкции усиления.

Экспериментальные исследования ЦНИМПС, проведенные в 1933-1935 гг. по изучению сцепления нового бетона со старым, имели боль-

шое значение для развития и внедрения в производство обойменных конструкций усиления.

В 1934 г. кандидатом технических наук Литвиновым И. М. были проведены работы по усилению обоймами элементов железобетонных конструкций на руднике в Донбассе. В Украинском научно-исследовательском институте сооружений в 1937 г., а затем в лаборатории ЦНИМС в 1938 г. Литвиновым И. М. проводилось большое количество экспериментальных исследований предложенного и опубликованного им метода усиления железобетонных конструкций односторонними наращиваниями с добавлением арматуры [1].

Примерно в этот же период в лаборатории Московского метрополитена по предложению инженера Шарова И. Ф. [1] производились экспериментальные исследования метода торкретирования рубашек и накладок с добавлением арматуры и хомутов для усиления железобетонных тавровых балок.

В 1938 г. в лаборатории ЦНИПС инженером Судариковым А. А. были произведены испытания железобетонных балок, усиленных дополнительной прямой и кривой арматурой, с последующим их обетонированием.

В 1939-1940 гг. в механической лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта под руководством к. т. н. Пинаджяна В. В. при участии к. т. н. Казей И. И. и Кичаева П. М. [2] были проведены экспериментальные исследования усиления обоймами железобетонных балок, подвергаемых динамическим нагрузкам, имитировавшим загрузку мостовых конструкций. В результате этих исследований решился вопрос о возможности производить усиление обоймами железобетонных конструкций, находящихся под действием динамических подвижных нагрузок. Это было практически использовано при усилении ряда балочных мостов [3, 4]. В 1942 г. вышла инструкция Наркомстроя, в которой были систематизированы и обобщены результаты конструкторских и экспериментальных исследований по применению обойменных методов усиления, имевшихся к этому времени в СССР.

В послевоенный период к. т. н. Пинаджян В. В. опубликовал экспериментально проверенный им способ расчета и проектирования обойменных конструкций [5].

Обширный, обобщенный и систематизированный материал, накопленный отечественной практикой по усилению железобетонных конструкций, был опубликован [5] автором в 1949 г.

Дальнейшие эксперименты над железобетонными балками, усиленными стальными шпренгелями, проводились инженером

Стрункиным А. Д. Это способствовало продвижению научных исследований в области разгружающих конструкций.

Большие экспериментальные исследования по вопросам усиления железобетонных конструкций методами их разгрузки специальными приспособлениями в виде преднапряженных затяжек и распорок в 1950-1953 гг. были проделаны автором в механической лаборатории ЛИСИ. Они проводились как над однопролетными балочными элементами, так и над неразрезными статически неопределимыми балками, что расширило область применения таких конструкций усиления в условиях действующих промышленных предприятий и способствовало их широкому и быстрому распространению [4].

За рубежом первые попытки по усилению конструкций нашли отражение в технической литературе 1912 г. Тогда же появились соответствующие инструктивные правила по таким работам. Некоторые работы по реконструкции в 1920-1930 гг. оказались слишком громоздкими и малоэффективными из-за неумения правильно подойти к решению подобных задач, особенно касающихся разгружающих конструкций в железобетоне. Специальных крупных экспериментальных исследований по усилению конструкций не проводилось и даже попыток к обобщению существующего опыта за границей не делалось. Литературные данные в виде отдельных журнальных статей приводят лишь разрозненные частные случаи выполненных усилий конструкций.

Таким образом, в заключение можно констатировать несомненный приоритет отечественной технической и научной мысли в этой большой и широкой области по усилению железобетонных конструкций.

Литература

1. Литвинов, И. М. Усиление и восстановление железобетонных конструкций / И. М. Литвинов. – М.: Стройиздат, 1942. – 96 с.
2. Пинаджян, В. В. К вопросу усиления изгибаемых железобетонных конструкций / В. В. Пинаджян. – Ереван: Изд. АН Арм. СССР, 1947. – 120 с.
3. Василевский, В. Ф. Методы ремонта и усиления железобетонных балочных конструкций / В. Ф. Василевский // Труды ЦНИС НКПС. – М.: Трансжелдориздат, 1940. – 244 с.
4. Казей, И. И. Усиление железнодорожного балочного железобетонного моста / И. И. Казей // Труды ЦНИИС НКПС. – М.: Трансжелдориздат, 1940. – 467 с.
5. Пинаджян, В. В. К вопросу усиления железобетонных конструкций / В. В. Пинаджян // Строительная промышленность. – 1948. – № 3. – 145 с.
6. Онуфриев, Н. М. Усиление железобетонных конструкций изменением их конструктивной схемы / Н. М. Онуфриев. – М.: Стройиздат, 1949. – 88 с.

Вершинин С. Э.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ. СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕФОРМАЦИИ ПОКРЫТИЯ

Аннотация. Представлена графическая модель влияния скорости и времени на износ дорожного покрытия из порфирита.

Ключевые слова: износ, скорость движения, время, деформация, щебеночно-мастичный асфальтобетон.

Целью данного исследования является изучение износа асфальтобетонного покрытия на автомагистралях в зависимости от скорости движения во времени. В качестве критерия оптимальности (параметра оптимизации Y) принята деформация асфальтобетонного покрытия. В качестве заполнителя в асфальтобетонной смеси применялся ЩМА-20 порфирит.

Для реализации предложен двухфакторный план эксперимента с получением модели в виде полинома 2-й степени [1]:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2,$$

где b_i – регрессионные коэффициенты; X_i – кодированные значения переменных факторов.

Уровни варьирования и характеристики изменяемых факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики изменяемых факторов

Фактор			Уровни варьирования			Интервал
Наименование	Обозначение		нижний -1	основной 0	верхний +1	
	натур.	кодир.				
Скорость движ., км/ч	V	X_1	80	100	120	20
Время, сут	T	X_2	30	70	110	40

Кодированные значения связаны с натуральным следующим соотношением:

$$x_i = \frac{X_i + X_i^0}{\Delta_i}.$$

где x_i – кодированное значение фактора; X_i – натуральное значение фактора; X_i^0 – основной уровень фактора X_i ; Δ_i – интервал варьируемого фактора X_i .

$$X_1 = \frac{V - 100}{20}, \quad (1)$$

$$X_2 = \frac{T - 70}{40}. \quad (2)$$

Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты эксперимента

№	Матрица плана		Результаты эксперимента, мм			Ср. ар.
	X_1	X_2	Y_{u1}	Y_{u2}	Y_{u3}	
1	80	30	2,75	2,87	2,81	2,81
2	80	70	4,30	4,30	4,33	4,31
3	80	110	3,50	3,59	3,59	3,56
4	100	30	3,75	3,80	3,73	3,76
5	100	70	5,76	5,80	5,72	5,76
6	100	110	4,75	4,73	4,80	4,76
7	120	30	5,45	5,40	5,50	5,45
8	120	70	8,34	8,32	8,39	8,35
9	120	110	6,90	6,95	6,85	6,90

Для каждой u строки матрицы плана по полученной в окончательном виде модели рассчитываются значения Y_u . Расчетные значения приведены в табл. 3.

Таблица 3. Расчетные значения

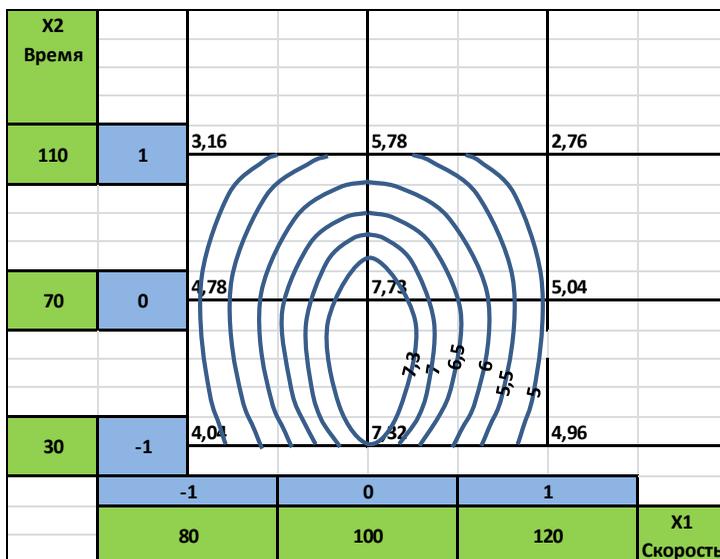
Уровни варьирования		$X_1 = V$	$X_2 = T$	Y_u
-1	-1	80	30	4,04
-1	0	80	70	4,78
-1	1	80	110	3,16
0	-1	100	30	7,32
0	0	100	70	7,73
0	1	100	110	5,78
1	-1	120	30	4,96
1	0	120	70	5,04
1	1	120	110	2,76

В результате проведения эксперимента была получена регрессионная полиномиальная модель зависимости деформации во времени

$$Y = 7,73 + 0,13 X_1 - 0,77 X_2 - 2,82 X_1^2 - 1,18 X_2^2 - 0,33 X_1 X_2. \quad (3)$$

Подставив выражения (1), (2) в уравнение (3) после преобразований получим следующее уравнение [2]:

$$Y = -68,57 + 1,45V + 0,13T - 0,01V^2 - 7,4 \cdot 10^{-4} T^2 - 4,1 \cdot 10^{-4} VT.$$



Графическая модель влияния скорости и времени на износ дорожного покрытия из порфирита

Литература

1. Вознесенский, В. А. Статистические методы планирования эксперимента и технико-экономических исследований / В. А. Вознесенский. – М.: Статистика, 1974. – 190 с.
2. Вайнштейн, М. З. Основы научных исследований: учебное пособие / М. З. Вайнштейн, В. М. Вайнштейн, О. В. Кононова; под общ. ред. О. В. Кононовой. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2012. – 224 с.

Ишуткина А. В.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНОВ

***Аннотация:** Данная статья содержит информацию о практике применения карбонатных пород в производстве бетонов. В работе освещено применение карбонатных пород Республики Марий Эл для производства строительного щебня.*

***Ключевые слова:** карбонатные породы, отсев дробления щебня, наполнители.*

В настоящее время целесообразное использование ресурсов является одной из важнейших задач промышленности строительных материалов. Применение отходов различных производств в составе бетонов позволяет не только утилизировать отходы, но и повышать физико-механические характеристики или экономические показатели бетонов.

Карбонатные породы распространены во многих регионах Российской Федерации. Применение карбонатных пород в строительстве предусматривает производство естественных строительных материалов, утилизацию отсевов дробления при изготовлении искусственного стенового камня и искусственной облицовочной плитки, применение известнякового микронаполнителя в составе цемента, бетона и сухих строительных смесей.

Одним из главных наполнителей при изготовлении бетонной смеси является щебень, полученный из карбонатных пород. На территории Республики Марий Эл расположено 9 месторождений карбонатных пород для производства строительного щебня [4].

Карбонатные породы, применяемые в качестве крупного заполнителя для бетона, требуют сортировки щебня по разрабатываемым участкам с целью выделения более прочного. В строительстве в качестве крупного заполнителя для бетона используют привозной щебень и гравий, поскольку щебень из карьеров РМЭ не отвечает требованиям по прочности и водостойкости. Следует отметить, что из-за использования привозного щебня из плотных изверженных пород при высоких транс-

портных расходах наблюдается значительное удорожание товарного бетона и сборных железобетонных конструкций.

Карбонатные породы РМЭ по прочности в насыщенном водой состоянии относятся к категории мягких (марка по дробимости от 200 до 300) и средней твердости (марка по дробимости 300-600). Щебень, добываемый на карьерах Республики Марий Эл, по дробимости редко превышает марку 400 (щебень слабой прочности). Отсевы дробления карбонатных пород РМЭ практически не применяются.

Проблема использования отсевов во многих регионах не решена. Многолетние накопленные в карьерах отсевы дробления занимают огромные площади. Экологическая безопасность, возможность снижения транспортных расходов делает отсевы дробления привлекательным сырьем в строительстве.

В качестве мелких заполнителей для бетонов применяют природный песок или песок из отсевов дробления горных пород с истинной плотностью от 2000 до 2800 кг/м³ [1]. Пески для строительных работ составляют основной объём (70%) добываемых полезных ископаемых в Республике Марий Эл.

Следует отметить, что природные пески обладают круглой формой (коэффициент формы от 1,2 до 2,2) и гладкой поверхностью, техногенные пески имеют различную форму (форма зерен изменяется от 2 до 4,1), шероховатую поверхность и разные свойства исходных пород. Пески из отсевов дробления имеют свежееобнаженную поверхность, вследствие чего их свойства различны. Шероховатая поверхность заполнителя тесно связана с водопоглощением: чем выше шероховатость, тем она больше; чем активнее поверхность материала заполнения, тем толще слой притягиваемой и удерживаемой воды. Вследствие низкого значения цементного водопоглощения большая толщина удерживаемой воды должна уменьшать расслоение бетонной смеси и, в свою очередь, повысить адгезию в растворе или бетоне. В связи с этим происходит частичное прилипание бетонной смеси к поверхности заполнителя, что значительно снижает величину сцепления между ними. Из этого следует, что для получения высокомарочного бетона предпочтительнее применять мелкий заполнитель из хорошо смачиваемых пород, которые своей поверхностью удерживают мало воды [3].

Доля карбонатных пород, перерабатываемых на щебень, составляет около 60%. В последнее время область применения карбонатных пород заметно расширилась. Кроме высоких строительно-технических свойств, бетон выгодно отличается от других строительных материалов низкой энергоемкостью и экологической безопасностью [2].

Высокопрочные фракции щебня (3-10 и 5-10 мм) сосредоточены в отсевах камнедробления, поскольку при дроблении происходит обогащение материала по прочности, материал разрушается по наиболее слабым зонам. Фракционированные отсевы камнедробления (фракция 3-10 мм) – наиболее экономичный щебень для вибропрессованных мелкостучных изделий широкой номенклатуры.

Таким образом, можно сделать вывод, что отсевы дробления карбонатных пород являются экономичным материалом для производства бетонных смесей и железобетонных изделий. Однако остается главная проблема подготовки карьерами отсевов камнедробления для заводов железобетонных изделий и бетоносмесительных узлов монолитного бетона для их реализации, а именно: с отсевом тонких фракций 0-3 мм. Данный продукт в виде базальтовой, карбонатной муки за рубежом уже востребован. Для получения каменной муки для производства супербетонов, геошлаковых и геосинтетических вяжущих он станет востребованным сырьем. Как показывает практика, современные высокопрочные бетоны марок 1000 – 2000, изготавливаемые за рубежом, производятся в последние годы с добавками микрокремнезема и каменной муки. Для производства современных бетонов каменная известняковая, кварцевая, базальтовая, андезитовая каменная мука оказываются неотъемлемыми компонентами в смешанных вяжущих для бетонов общего назначения. Каменная мука не заменяет части цемента, как рекомендовалось ранее, а дополняет его. Данный продукт, увеличивая объем реологической матрицы, улучшает растекаемость смесей, если используются суперпластификаторы. Это способствует уменьшению расхода воды, повышению плотности, прочности бетона и других физико-технических его свойств.

Литература

1. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
2. Баженов, Ю. М. Технология бетонов / Ю. М. Баженов. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 499 с.
3. Лазуткин, А. В. Использование отсевов дробления – важный фактор экономического роста предприятий нерудной промышленности / А. В. Лазуткин, В. И. Эйрих, В. П. Жуков // Строительные материалы. – 2003. – № 11. – С. 6-7.
4. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Марийской АССР / Сост. М. Д. Сычева, А. И. Белянина, А. В. Гришанина. – М.: Геологический фонд РФ, 1984. – 127 с.

Калугин Р. Ю.

Научный руководитель: Салихов М. Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ СТАРЕНИЯ БИТУМА НА ПОВЕРХНОСТИ ГРАНИТНОГО ЩЕБНЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

***Аннотация.** В статье рассматриваются метод определения старения битума на поверхности гранитного щебня при высоких температурах. Установлено оптимальное соотношение битума и минеральной части (гранитного щебня).*

***Ключевые слова:** щебень гранитный, битум нефтяной дорожный, битумная пленка, прогревание, высокая температура, коэффициент старения, интенсивность старения, предел прочности на сжатие, математическая модель.*

Щебень является основным каркасом битумоминеральной смеси – асфальтобетона, поэтому их объединение в единое целое битумом имеет большое значение в обеспечении несущей способности материала. Битум подвержен структурным изменениям, приводящим к устойчивому (необратимому) понижению всех эксплуатационных свойств и т. д. Эти процессы называются старением битумоминеральной смеси.

Обоснование выбора методики экспериментальных исследований. К настоящему времени изучение старения битумов осуществляется по методикам ГОСТ 33140 [2] и ПНСТ-2012 [3], сущность которых сводится к оценке старения битума путем изменения потери массы исследуемого образца битума после прогревания при температуре +163 °С. Вышеназванные методики, в целом, сложные, требующие дорогостоящего специального оборудования, либо длительные, либо не в полной мере моделируют процессы старения битумных пленок в составе битумоминеральных смесей. С учетом вышеупомянутых недостатков известных методик на кафедре СТиАД ПГТУ предложена и разработана новая методика [1]. Она позволяет изучать процессы старения как многокомпонентных битумоминеральных, так и двухкомпонентных смесей – битумопорошковых, битумопесчаных, битумощебеночных и т. д. При этом время выполнения работ сравнительно небольшое, работы выполняются при помощи имеющегося в строительных лабораториях стандартного оборудования, а оценка процессов старения ведется при по-

мощи безразмерного, не зависящего от масштабного факторного параметра – коэффициента старения.

Результаты выполненных экспериментов и их анализ. В данной работе для исследований приняты образцы гранитного щебня М1200 фр. 5...10 мм и вязкого битума нефтяного дорожного БНД 90/130 в соотношениях битума к щебню (Б:Щ) 1:25, 1:30, 1:35 и 1:40, которые после тщательного перемешивания между собой при 140...160 °С раскладывали на отдельные разности, прогревали при температуре +150 °С в течение 0, 1, 3, 5 и 7 часов. После истечения расчетного времени из них готовили стандартные цилиндрические образцы и подвергали испытаниям. В частности, устанавливали значения предела прочности на сжатие при +50 °С. Некоторые результаты этих экспериментов приведены в таблице.

Результаты лабораторных испытаний

№ п/п	t_{np} , час	δ_{cp} , г/см ³	$R_{CЖ}^{+50^{\circ}C}$, МПа	$K_{CT}^{R_{CЖ}^{+50^{\circ}C}}$	$I_{CT}^{R_{CЖ}^{+50^{\circ}C}}$	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Соотношение битума к щебню 1:25						
1	0	2,33	0,73	1,00		
2	1	2,26	0,23	0,32	-0,68	
3	3	2,24	0,11	0,15	-0,17	
4	5	2,19	0,07	0,01	-0,14	
5	7	2,27	0,08	0,01	0	

Анализ данных таблицы показывает, что максимальные значения средней плотности δ_{cp} и предела прочности $R_{CЖ}^{+50^{\circ}C}$ битумоминеральных смесей обеспечиваются при соотношении битума и щебня (Б:Щ), равном 1:25. Дальнейший анализ полученных данных показывает, что старение битумощебеночных смесей всех соотношений происходит в течение первых 3-5 часов прогревания. Это говорит о том, что такие смеси по условию старения достигают предельного состояния, и нужно ожидать, что конструктивные слои дорожных одежд в таком состоянии будут иметь наименьшую сопротивляемость разрушению при внешних воздействиях. Очевидно, что в течение 3...5 часов в битумных плёнках практически завершаются процессы полимеризации.

Выводы

1. Результаты проведенных экспериментов позволили заключить, что в битумно-щебеночных смесях при соотношении битума и щебня

1:25 обеспечивается наибольшая сопротивляемость старению битума при высоких температурах. Это соответствует содержанию битума в смеси около 40 % от массы щебня.

2. При высоких температурах (+150 °С) битум в битумощебеночных смесях интенсивно стареет в течение первого часа прогревания, а в дальнейшем этот процесс стабилизируется.

3. Сопротивляемость образцов из битумощебеночных смесей разрушению при сжатии при +50 °С в результате старения резко ослабляется. С целью обеспечения сопротивляемости конструкций с использованием битумощебеночных смесей старению необходимо разработать методы регулирования этого процесса во всех стадиях их жизненного цикла.

Литература

1. Салихов, М. Г., Веюков, Е. В., Сабиров, Л. Р., Малянова, Л. И. Способ определения скорости и интенсивности старения асфальтобетонов: патент РФ на изобретение №2654954 / заявка 2017104604 от 13.02.2017, опублик. 23.05.2018. Бюл. № 15.

2. ГОСТ 33140-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения сопротивления битума старению под воздействием высокой температуры и воздуха (метод RTFOT). Дата введения 2015-10-01.

3. ПНСТ 8-2012. Дороги общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения сопротивления битума старению под воздействием высокой температуры и воздуха (метод RTF OT). EN 12607-2007/официальное. – М.: Стандартиформ, 2014 (введен в действие пр. ФДА от 5.12.2012 г., № 8-ПНСТ).

УДК 625.855

Ломакина Е. А.

Научный руководитель: Салихов М. Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ В БИТУМНОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. Статья посвящена перспективному направлению использования отходов дробления известняков для дорожного строительства.

Ключевые слова: отходы промышленности отходы дробления известняков.

В 2019 году стартовал национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Правительством РФ на ближайшие пять лет определена стратегическая задача: повысить почти в два раза сроки службы автомобильных дорог и одновременно снизить затраты на их строительство, ремонт и содержание.

Решение данной задачи зависит от внедрения научно-технического прогресса, научной организации труда, новых высокопроизводительных машин и механизмов, а также широкого применения местных строительных материалов и отходов промышленности.

Ввиду этого актуальным становится вопрос поиска альтернативных материалов, пригодных для дорожного строительства, которые позволят не только улучшить физико-механические показатели асфальтобетонов, но и снизить их стоимость.

Перспективным направлением поиска альтернативных материалов для покрытий автомобильных дорог является оценка возможности замены традиционно применяемых компонентов на отходы дробления известняков из местных месторождений.

В Республике Марий Эл общая добыча карбонатных пород для производства строительного камня в 2018 году составила 433 тыс. м³ [5]. Характерный сопутствующий фактор щебеночного производства – это формирующиеся отсеvy дробления. Основная масса отсеvов на многих предприятиях относится к отходам производства, накапливаемым на специальных складах и вывозимым в отвалы, что препятствует развитию работ, уменьшает полезную емкость складов и в ряде случаев ухудшает экологические показатели производства.

В соответствии со Стратегией [4] на первый план вышли новые требования к производимой продукции и отрасли в целом: переход на новый уровень энергоэффективности производства; снижение негативного влияния на окружающую среду; вовлечение отходов в производство строительных материалов и увеличение глубины переработки природных ресурсов и т. д.

Одним из направлений использования отходов дробления известняков (ОДИ) в дорожном строительстве является их применение при производстве асфальтобетонных смесей.

ОДИ представляют собой щебень серого цвета, запыленный тонкими пылеватыми частицами.



Отходы дробления известняков Новоторьяльского КДЗ, фр. 0...10 мм

Рядом ученых разработаны асфальтобетоны, в которых взамен минерального порошка и некоторой части мелкого заполнителя используются отходы дробления известняков [1, 2]. При этом наблюдается возрастание требуемого расхода битума для их приготовления. Для уменьшения расхода битума и улучшения физико-механических свойств в асфальтобетон вводят небольшое количество различных поверхностно-активных веществ (ПАВ) [2, 3, 4]. Введение ПАВ позволяет улучшить свойства битума и предотвращает избирательную фильтрацию компонентов битума в зерна пористых минеральных материалов. Улучшение адгезии битума к поверхности минеральных материалов может повысить качество асфальтобетонных смесей и, соответственно, дорожных покрытий.

ПАВ заметно улучшают сцепление битума к поверхности как кислотных, так и карбонатных пород и лучше перемешиваются с минеральными материалами без образования комков и сгустков.

Однако выпускаемые отечественной промышленностью и импортные ПАВ являются дорогими. Использование в качестве ПАВ местных отходов химической промышленности может позволить снизить себестоимость АБ.

Применение отходов дробления известняка при строительстве автомобильных дорог позволит не только понизить стоимость конструктивных слоев дорожной одежды за счет замены дорогостоящих каменных материалов, но и повысить качество и долговечность дорожных покрытий, а также утилизировать отходы производства. Следует отметить, что использование данных отходов в дорожной отрасли будет способствовать расширению сырьевой базы каменных материалов и улучшит экологическую обстановку в республике.

Литература

1. Вайнштейн, Е. В. Технология строительства лесовозных дорог из щебеночно-мастичных асфальтобетонов с отсевами дробления известняков: дис... канд. техн. наук. / Е. В. Вайнштейн. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2010. – 310 с.
2. Иливанов, В. Ю. Технология строительства покрытий лесовозных автодорог из щебеночно-мастичных асфальтобетонов с отходами дробления известняков со сниженным содержанием битума: дис... канд. техн. наук / В. Ю. Иливанов. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – 150 с.
3. Малянова, Л. И. Исследование состава и технологий использования модифицированного асфальтобетона с отходами дробления известняков: автореф. дис... канд. техн. наук. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – 18 с.
4. Салихов, М. Г. О влиянии добавок поверхностно-активных веществ из отходов химического производства на требуемый расход вяжущего для приготовления органических бетонов / М. Г. Салихов, В. Ю. Иливанов, Л. И. Малянова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8-1. – С. 53-59
5. Состояние минерально-сырьевой базы Республики Марий Эл. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mariel.gov.ru/minles/Pages/Nedropolzovanie.aspx>.

УДК 332.8

Ломоносова Т. И.

Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ СНИЖЕНИЕ ПЛАТЫ ЗА КОММУНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Аннотация. Применяя в МКД современные технологии, можно снизить плату за коммунальные услуги. Исключив противоречия при расчетах за услуги между собственниками и ресурсоснабжающими организациями (РСО), можно снизить тариф за коммунальные услуги.

Ключевые слова: станция погодного регулирования, «умный дом», тариф, коммунальные услуги.

Стоимость коммунальных услуг (КУ), повышение их тарифов в настоящее время интересует всех собственников в многоквартирных домах (МКД). Поэтому как никогда актуально рассмотрение возможности снижения платы за КУ и их тарифов.

Снизить плату за КУ можно двумя способами: во-первых, оптимизировав потребление ресурсов самими собственниками в МКД и, во-вторых, снизив тариф энергоресурсов.

В настоящее время для более точных расчетов между собственником и РСО существуют современные технологии, позволяющие упростить процедуру передачи показаний индивидуальных приборов учета (ИПУ). Например, счетчики учета расхода ресурсов, которые автоматизированно осуществляют передачу своих показаний.

Хотя операция снятия показаний не является очень обременительной, но она сопровождается «человеческим фактором»: про нее можно забыть, совершить ошибки при снятии или отправке данных, могут быть ошибки и с другой стороны. Кроме того, увеличение стоимости ресурсов повышает ответственность сторон и приводит к росту недоверия между ними, попыткам хищения, с одной стороны, появлению армии контролеров, с другой стороны, а это приводит к дальнейшему росту стоимости ресурсов. Общеизвестным решением указанных, а также других проблем является автоматизация, которая выполняет две основные функции: получение данных от приборов учета (роль считывателя); и передача данных заинтересованным сторонам (роль передатчика). [1]. С помощью устройств, которые собирают данные от небольшого числа счетчиков одной квартиры и передают эти данные непосредственно поставщикам ресурсов, управляющим компаниям и т. д. организуются технологии «умного дома».

Для экономии теплоэнергии есть возможность устанавливать устройства на отопительные приборы, позволяющие вести более точный расход ресурсов для каждого собственника помещений в МКД. Для уменьшения размера платы за отопление на весь МКД необходимо установить погодозависимую автоматику с регулирующим оборудованием.

Назначение у погодозависимой автоматики одно – поддержание комфортной температуры в квартирах в зависимости от температуры на улице и исключение «перетопов» в квартирах в осенний и весенний периоды, когда поставщики тепловой энергии вынуждены подавать нам более высокую температуру, чем это необходимо.

Станция погодного регулирования в техническом и ценовом плане самая простая и дешевая. Экономия достигается за счет того, что вода, не совсем отдавшая тепло дому, используется повторно путём смешивания ее с водой из тепловой сети. Насос смешивает горячую воду с водой из обратного трубопровода и заново подает в батареи отопления квартир. Срок окупаемости данной станции может составлять от нескольких месяцев отопительного периода до 2-х отопительных сезонов. [2].

Применение подобных современных технологических устройств позволяет собственникам в МКД экономно использовать ресурсы и тем

самым снизить плату за КУ. С другой стороны, снизить плату за КУ необходимо за счет пересмотра тарифов РСО. Для рассмотрения возможности снижения тарифов за КУ были проведены исследования в сфере расчетов между собственниками и РСО, на основе которых выявлены некоторые несоответствия.

На основании ФЗ №59 с дополнениями от 03.04.2018 г [3] все поставщики КУ переходят на «прямые договора» с собственниками помещений в МКД.

В МКД общедомовое имущество РСО использует в целях удовлетворения потребностей собственников в КУ. Однако собственники не получают плату за использования их общедомового имущества РСО, а еще и платят РСО за содержание внутридомовых сетей. Это первое противоречие.

При «прямых договорах» тариф на КУ установлен франко-потребитель, то есть основными составляющими стоимости услуги являются стоимость ее производства и стоимость передачи. Объем предоставляемых услуг в этом случае устанавливается по ИПУ. Например, за техническое обслуживание газопроводов по фасаду здания и разводящих газопроводов по этажам до ИПУ газоснабжения РСО предъявляют дополнительно разовые платежи к тарифу за потребляемый газ. Но эта услуга уже включена в тариф стоимости природного газа, в результате получается двойная оплата. Это второе противоречие.

Ситуация с поставкой электрической энергии аналогична, что и с природным газом, когда тариф уже учитывает затраты на обслуживание внутридомовых сетей. Но еще прибавляется то, что собственники помещений МКД вынуждены платить за потери в магистральных и отводящих сетях МКД, так как основой расчета между МКД и РСО по обеспечению электроэнергии является общедомовой прибор учета потребления (ОДПУ). Это третье противоречие, поскольку ОДПУ должны учитывать только расход э.энергии на содержание и обслуживание общедомового имущества и мест общего использования.

Энергоснабжающая организация, имея «прямые договора» с собственниками помещений МКД, в то же время не несет никакой ответственности за правильную работу ИПУ потребления э.энергии и корректность передачи показаний собственниками. Все, что не учтено ИПУ, будет предъявлено в виде расхода на ОДН по ОДПУ. Это четвертое противоречие.

Подобная ситуация с поставщиками услуг по водоснабжению и водоотведению. Зачастую еще водоснабжающая организация не обеспечивает необходимый напор (давление) в системе водоснабжения. В МКД необходимо устанавливать насосы-повысители. Расходы на обслужива-

ние этих насосов и на их работу не возмещаются РСО, затраты ложатся на собственников. Это уже пятое противоречие.

Анализируя все несоответствия, необходимо пересмотреть тарифы за КУ в целях их снижения за счет исключения двойных выплат, а также исключения необоснованных затрат.

Литература

1. Универсальная система удаленного сбора данных со счетчиков. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/409829/> (дата обращения 25.03.2020).
2. Возможные варианты снижения оплаты за отопление при наличии общедомового прибора учета тепловой энергии и теплоносителя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gkh27.ru/about/info/news/2084/> (дата обращения 25.03.2020).
3. Чернявская, Е. С сегодняшнего дня собственники квартир получили право заключать договоры ЖКХ напрямую с РСО. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/news/1188781/#ixzz6GwTCSJNo6>. (дата обращения 19.03.2020).

УДК 625.712.28

Манылова М. Р.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ УЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМИ СХЕМАМИ УВЛАЖНЕНИЯ

***Аннотация.** В статье отражены прочностные характеристики различных дорожных одежд для различных категорий улиц с различными схемами увлажнения. Произведена сравнительная характеристика показателей.*

***Ключевые слова:** дорожная одежда, прочностные характеристики, схема увлажнения.*

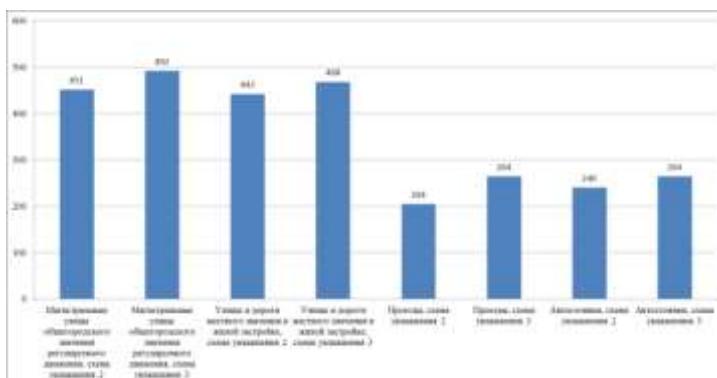
Основная функция дороги – пропуск транспортных средств при любых погодных условиях и в любое время года. Автомобильная дорога должна удовлетворять требованиям на протяжении всего срока эксплуатации. Для этого дорожное покрытие должно иметь определенные транспортно-эксплуатационные, прочностные и потребительские качества. При длительной эксплуатации эти качества снижаются, но дорож-

ное покрытие должно оставаться пригодным для движения транспортных средств. Поэтому так важно конструкцию дорожных одежд проектировать с тщательным учетом прочностных и деформационных свойств покрытия, основания и земляного полотна. Для этого требуется грамотное проектирование дорожного покрытия и учет всех особенностей, в т. ч. схемы увлажнения грунта.

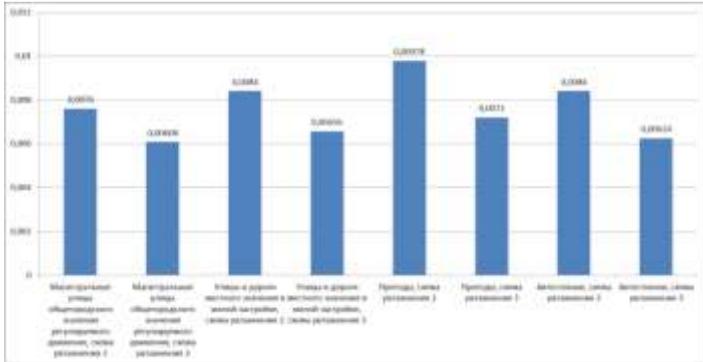
Для проектирования различных категорий улиц по бульвару Ураева г. Йошкар-Олы были рассмотрены две схемы увлажнения – 2 и 3 и произведено сравнение прочностных характеристик дорожных одежд.

В результате расчета были получены следующие значения прочностных характеристик для дорожных одежд различных категорий улиц:

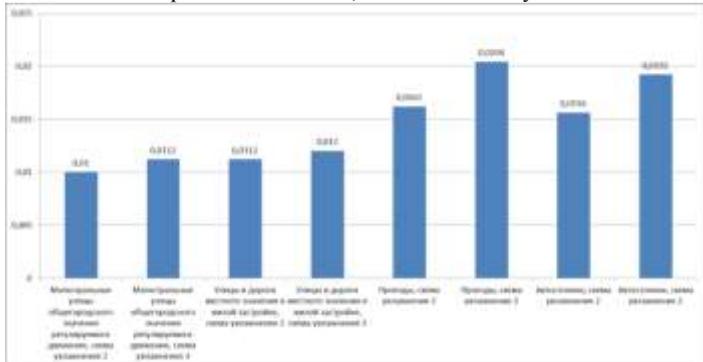
	Магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения, схема увлажнения 2	Магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения, схема увлажнения 3	Улицы и дороги местного значения в жилой застройке, схема увлажнения 2	Улицы и дороги местного значения в жилой застройке, схема увлажнения 3	Проезды, схема увлажнения 2	Проезды, схема увлажнения 3	Авгостояния, схема увлажнения 2	Авгостояния, схема увлажнения 3
Модуль упругости общий $E_{общ}$, МПа	451	492	442	468	204	264	240	264
Активное напряжение сдвига Т, МПа для слоя суслинок легкий	0,0076	0,00608	0,0084	0,00656	0,00978	0,0072	0,0084	0,00624
Активное напряжение сдвига Т, МПа для слоя песок мелкозернистый	0,01	0,0112	0,0112	0,012	0,0162	0,0204	0,0156	0,0192
Расчетное растягивающее напряжение σ_t , МПа.	0,884	0,85	1,054	1,02	1,479	1,428	1,326	1,3005



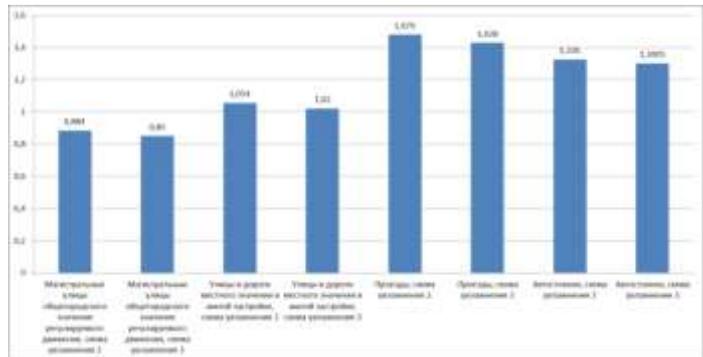
Модуль упругости общий $E_{общ}$, МПа



Активное напряжение сдвига T, МПа для слоя суглинок легких



Активное напряжение сдвига T, МПа для слоя песок мелкозернистый



Расчетное растягивающее напряжение σ_t , МПа.

Литература

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
2. Распоряжение Росавтодора от 12.05.2015 N 853-р (ред. от 31.01.2017) «Об издании и применении ОДМ 218.6.015-2015 «Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации» (вместе с «ОДМ 218.6.015-2015. Отраслевой дорожный методический документ...»).
3. ПНСТ 265-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование нежестких дорожных одежд.

УДК 691.175.5/.8

Рахимова Д. М.

Научный руководитель: Ежова С. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДИФИКАЦИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ С ВНЕДРЕНИЕМ В СОСТАВ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ

***Аннотация.** Приведены характеристики полипропиленовых труб 4 типов. Предложен вариант введения наноматериала в состав полипропиленовой трубы для улучшения прочностных характеристик в изделии.*

***Ключевые слова:** углеродные нанотрубки (УНТ), полипропилен (PP), холодное водоснабжение (ХВС).*

Производство полипропиленовых (PP) труб на сегодняшний день получило широкое распространение для применения в области промышленного и гражданского строительства. Их применяют как при прокладке дренажных систем на больших сооружениях международного значения типа аэродромов, так и в обычных городских квартирах, в качестве трубопровода для технической и питьевой воды, а также горячего водоснабжения, отопления и канализации.

Введение в состав по изготовлению полипропиленовой трубы наполнителей приводит к улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками. На сегодняшний день полипропиленовые (PP) трубы согласно межгосударственному стандарту [1] выпускаются по 4 типам. Большой спектр наполнителей и добавок функцио-

нального назначения дает возможность применять полипропиленовые трубы в различной среде.

В настоящее время композиционные материалы на основе полимеров, содержащие наноматериалы (в частности особый интерес вызывают углеродные нанотрубки), используют как модифицирующие добавки к наполнителям, поскольку они обладают уникальными физико-химическими характеристиками.

Углеродные нанотрубки (УНТ) – это аллотропная модификация углерода, представляющая собой полую цилиндрическую структуру. УНТ являются прочным материалом, который под действием механических воздействий не разрушается. Они хорошо работают на изгиб и растяжение. Это стало возможным благодаря замкнутой каркасной структуре.

Поэтому актуальным является исследование и изучение введения в состав РР труб УНТ для улучшения своих прочностных характеристик, а также расширение области их применения.

В связи с этим, цель работы – исследовать достоинства и недостатки каждого вида полипропиленовых труб, изучить характеристику нанодобавки углеродной нанотрубки, исследовать условия введения УНТ.

В книге Л. Фостера [2] детально описывают необычайные свойства наноматериалов (нанотрубок).

Углеродные нанотрубки открыл Сумио Иидзима в 1991 году. Физико-химические свойства УНТ являются удивительными и представляют исследователям массу возможностей для практического применения. С введением УНТ материал отличается очень высокими значениями коэффициентов прочности, упругости, теплопроводности. Упругий после деформации и способный восстановиться в прежнюю форму. Материал очень легкий и термостойкий. Он считается идеальным армирующим материалом для полимеров.

УНТ в полимерных матрицах оказывает большое влияние и на электропроводность, вязкость при сдвиге и другие транспортные свойства.

Ранее в статье Н. Ф. Майникова, А. Ф. Гришина, А. Ю. Ярмизина [3] были приведены результаты исследований температурных зависимостей теплопроводности на образцах полипропилена, в качестве наполнителя – углеродная нанотрубка. Полипропилен с введением нанодобавки УНТ стал прочнее и лучше.

Достоинства и недостатки полипропиленовых (PP) труб

1. Трубы Гомополимер-пропилена PP-H (тип 1) подходят для систем отопления и системы ХВС, только для использования в отапливаемых помещениях, не превышающих температуру + 75°C, так как материал при такой температуре начинает плавиться. Не переносит воздействие УФ излучения. PP-H можно использовать только в благоприятных климатических условиях.

2. Трубы Блок-сополимер пропилена PP-B или PP (тип 2): полипропилен PP-B прочнее PP-H. Термостойкость PP-B выше, а также эластичен, т. к. в его структуре есть полиэтиленовые добавки. Морозостоек, не кристаллизуется при температурах до -20°C. При t +75°C не плавится, а размягчается.

3. Трубы Рандом-сополимер пропилена PP-R (тип 3) обеспечивают PP-R самую лучшую прочность и термостойкость. Обладают высокой химической устойчивостью. Они морозостойки, полностью восстанавливают форму при оттаивании, и выдерживают t ниже -20°C. г)

4. Трубы PP-Rct (PP тип 4) полипропилен рандомсополимер повышенной термостойкости с модифицированной кристалличностью: повысилась устойчивость давления при повышенных температурах. Термостойкость при температуре 90°C и давление 8 бар, 100% кислородный барьер. Тепловое и линейное расширение в 3 раза меньше.

Вывод. При введении 1% от 100 м.ч (УНТ) углеродной нанотрубки в состав полипропиленовой трубы, можно повысить качество трубы, а также расширить область ее применения. В производстве появится возможность не выпускать по 4 типа труб по каждому назначению, а получить одну, которая сможет применяться в любой среде с высоким сроком эксплуатации более 25 лет.

Литература

1. ГОСТ 32415-2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 78 с.

2. Фостер, Л. Материалов и технологий. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер; пер с англ. А. Хачояна. – М.: Техносфера, 2008. – 349 с.

3. Свойства полипропилена, модифицированного углеродными нанонаполнителями / Н. Ф. Майникова, А. В. Гришин, А. Ю. Ярмизина и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – №2. – С. 354-359.

Салимджанова Э. Г.

Научный руководитель: Гатиятуллин М. Х., д-р пед. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ НАПОЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТ ПУТЕМ ДОБАВЛЕНИЯ ОТОЩАЮЩЕЙ ДОБАВКИ

***Аннотация.** Совершенствование технологии, улучшение качества выпускаемой продукции керамической плитки является актуальным. В настоящее время осваивается выпуск плитки с различными добавками, а также керамогранита, физические свойства которого значительно превышают аналогичные характеристики обычной керамической напольной плитки. Задачей работы было исследовать достоинства и недостатки керамических напольных плит с добавлением отощающей добавки – черного металлургического шлака. Необходимо также изучить состав и физические параметры напольных керамических плиток при добавлении шлака.*

***Ключевые слова:** напольные керамические плитки, черный металлургический шлак.*

Напольная плитка в последнее время по праву остается одним из наиболее востребованных материалов при укладке полов. Появляются прекрасные возможности по созданию действительно неповторимых дизайнерских решений, обеспечивается простота ухода, отличается материал и вполне приемлемой стоимостью, высоким уровнем прочности, что также важно для задач укладки полов.

Использование добавок при производстве напольных керамических плиток улучшает физические свойства материала.

Обширность сферы применения плит обусловлена тем, что в условиях повышенной проходимости и нагрузок они обладают свойствами надёжности, безопасности и долговечности при соприкосновении, а также разнообразием форм и простой технологией укладки [1].

Для обеспечения необходимых формовочных, сушильных и других технологических свойств в состав керамической массы вводятся различные добавки [2]. Для изучения влияния отощающей добавки при производстве напольной керамической плитки был выбран черный металлургический шлак.

Металлургический шлак представляет собой легкоплавкие отходы силикатного типа, образующиеся при выплавке металлов из руд [3]. Ос-

нову металлургических шлаков составляют оксиды CaO, MgO, SiO₂ и FeO [2].

Наличие оксида железа (FeO) в химическом составе черного металлургического шлака благоприятно для красножгущихся изделий с плотным черепком. Закисные соединения железа, обладая большой реакционной способностью [4], образуют в нем стекловидную и кристаллическую фазу, уплотняя и упрочняя черепок, позволяют повысить массообменные характеристики сырца и ускорить процесс обжига.

Поэтому исследование и изучение введения черного металлургического шлака являются актуальными для дальнейшего улучшения физико-механических свойств изделий и расширения области их применения.

Цель работы – исследовать достоинства и недостатки керамических напольных плит с добавлением отошающей добавки.

Добавление шлака улучшает спекание, увеличивает прочность, морозостойкость готовых изделий, ликвидирует трещины во время сушки.

Достоинства и недостатки керамической плитки:

- прочность – устойчивость к нагрузкам на сжатие;
- твёрдость и износостойкость – стойкость к механическим деформациям и абразивному износу;
- низкое водопоглощение – обуславливает морозостойкость керамики;
- пожаробезопасность;
- огнеупорность – способность защищать облицованную поверхность от огня;
- высокие диэлектрические свойства – материал любой керамики не является проводником, поэтому безопасен при контакте с повреждённой электропроводкой;
- стойкость к химическим веществам.

Недостатками керамической плитки является холодная поверхность, поскольку плитка имеет высокую теплопроводность, поэтому ее поверхность всегда холодная, а также хрупкость – при транспортировке и укладке плитка может быть повреждена, поэтому добавление шлака необходимо, шлак уменьшит показатели хрупкости.

Вывод. Наблюдается формирование более совершенной структуры изделия за счет увеличения в составах керамических масс шлака, который содержит повышенное количество оксида железа. Одна из основных задач шлака – снижение температуры обжига, а значит снижение расхода топлива до 20-30%.

Добавление шлака позволит добиться улучшения физико-механических свойств готового изделия, развития технологической линии, а также расширения области применения готового изделия.

Литература

1. Керамическая плитка и керамогранит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gidaprom.ru/napolnaya_ceramicheskaya_plitka.
2. Валуев, Д. В. Технологии переработки металлургических отходов: учебное пособие / Д. В. Валуев; Р. А. Гизатуллин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 196 с.
3. Мороз, И. И. Технология строительной керамики: учебное пособие / И. И. Мороз. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 384 с.
4. Физико-химические процессы при обжиге глинистых материалов различного химико-минералогического состава / Е. С. Абдрахимова, И. В. Ковков, Ю. А. Денисов и др. – Самара: ООО «ЦПР», 2008. – 105 с.

УДК 691.41

Сушенцов А. В., Романова Е. В.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ДЕГИДРАТИРОВАННОЙ ГЛИНЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЕВОГО МАТЕРИАЛА

***Аннотация.** Рассмотрены основные способы сушки глинистого сырья при производстве керамического кирпича. Исследованы физико-механические свойства керамического кирпича при конвективном и контактно-диффузионном способе сушки. Представлены рекомендации возможного применения керамического кирпича, изготовленного контактно-диффузионным способом сушки, в строительной отрасли.*

***Ключевые слова:** керамический кирпич, дегидратированная глина, способы сушки, материал-посредник, трещинообразование.*

Несмотря на разнообразие строительных и облицовочных материалов, современное строительство невозможно представить без лицевого керамического кирпича, сочетающего в себе такие положительные свойства, как архитектурная выразительность и долговечность возводимых из него зданий, хорошие экологические показатели и комфортность жилья.

Цель данной работы: выявить актуальность исследования проблемы повышения эффективности сушильных процессов керамических кирпичей, рассмотреть основные способы сушки керамических кирпичей, выявить недостатки конвективного способа сушки керамического кирпича, проанализировать способы устранения недостатков сушки керамического кирпича.

Вместе с тем немногие керамические заводы в нашей стране способны выпускать лицевой кирпич. Главная причина этого – трещинообразование при сушке сырца, которое происходит в результате неравномерных усадочных деформаций, особенно при использовании высокочувствительного к сушке глинистого сырья [1, 2].

Процесс сушки является наиболее значимым и ответственным переделом в технологии производства керамического кирпича, так как именно на этом этапе закладывается структурный фундамент для получения изделий высокого качества.

В настоящее время на большинстве кирпичных заводов применяется конвективный способ сушки, в котором реализуются два механизма влагопереноса – внутренняя диффузия влаги в пределах высушиваемого сырца и поверхностное испарение влаги в окружающую среду. Так как скорость поверхностного испарения значительно больше скорости внутренней диффузии, то это является причиной образования градиента влажности и приводит к трещинообразованию [3].

Снизить риск трещинообразования можно путем повышения эффективности сушильных процессов керамического кирпича, которая в данной работе решается за счет использования такого способа сушки, где определяющим является диффузионный перенос влаги из высушиваемого сырца в материал-посредник, находящийся с одной стороны в контакте с сырцом, а с другой – с конвективно движущимся теплоносителем. Данным материалом-посредником будет дегидратированная глина. Такой способ сушки дает возможность более тонко управлять процессом влагопереноса, позволяет избежать образования неравномерных усадочных деформаций и, соответственно, гарантировать высокое качество готовых изделий. Данный способ сушки назовём контактно-диффузионным.

Данные исследования должны показать экономическую эффективность введения отошающей добавки – дегидратированной глины, которая позволяет повысить среднюю плотность кирпича, увеличить прочность и снизить водопоглощение.

Основываясь на вышесказанном, необходимо провести теоретическое обоснование и практическое подтверждение положительного влия-

ния дегидратированной глины на физико-механические свойства керамического кирпича из местного сырьевого материала.

В дальнейшем планируется исследовать:

1. показатели пластичности глины на границе текучести и раскатывания;
2. влияние дегидратированной глины на внешний вид и прочность керамического кирпича.

Литература

1. Шмитько, Е. И. Изучение распределения влаги в изделиях при различных способах сушки / Е. И. Шмитько, А. А. Суслов, А. М. Усачев // Актуальные проблемы современной науки // Труды V-ой междунар. конф. молодых ученых и студентов. – Ч. 20-21. – Самара, 2004. – С. 60-62.
2. Шмитько, Е. И. Новый способ повышения эффективности процессов сушки керамических изделий // Е. И. Шмитько, А. А. Суслов, А. М. Усачев // Строительные материалы. – 2006. – №5. – С. 20-22.
3. Усачев, А. М. Повышение эффективности процесса сушки сырца керамического кирпича пластического формования: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / А. М. Усачев. – Воронеж, 2006. – 24 с.

СПИСОК АВТОРОВ

- Акбуляков А. Т., *II*, 5
Анисимов П. Н., *II*, 7
Анисимова А. А., *II*, 223
Асадуллин Т. Р., *II*, 10
Ахметгалиев И. Ф., *II*, 12
- Березина М. В., *II*, 180, 226
Бояршинова Т. И., *II*, 64
- Васильев Н. С., *II*, 88
Васильева Е. С., *II*, 117
Вершинин С. Э., *II*, 229
Висягина С. А., *II*, 54
- Галанина А. Е., *II*, 15
Гапоненко С. О., *II*, 17, 27, 72, 75
Гарбузов Д. Д., *II*, 30
Гарнышова Е. В., *II*, 20
Гатауллина И. М., *II*, 23
Григорьев А. Т., *II*, 120
Гилязова Г. Р., *II*, 25
- Дронова В. С., *II*, 204
- Ефимов И. Ю., *II*, 123
- Захарова В. Е., *II*, 27
Зыкова А. А., *II*, 183
- Иванова Л. С., *II*, 91
Игумнов Д. В., *II*, 94
Ишуткина А. В., *II*, 232
- Калашников Д. А., *II*, 30
Калугин Р. Ю., *II*, 235
Капитонова Ю. А., *II*, 156
Колесникова А. С., *II*, 96
Коньшева О. П., *II*, 207
- Котов П. А., *II*, 151
Кошаева Е. П., *II*, 99, 102
Краснов В. Г., *II*, 137
Краснощекова К. В., *II*, 126
Кренев А. В., *II*, 156
Кудряшов Р. Д., *II*, 185
Кузьмина Т. В., *II*, 128
Куликов Д. В., *II*, 103
- Лапухина А. Э., *II*, 140
Лебедева С. Э., *II*, 131
Ломакина Е. А., *II*, 237
Ломоносова Т. И., *II*, 240
Лопухов М. Н., *II*, 159
Лукашевич А. Д., *II*, 142
- Макуева Д. А., *II*, 32
Мальков Ю. Г., *II*, 131
Маньлова М. Р., *II*, 210, 243
Медяков А. А., *II*, 41, 47, 51, 59, 61, 80
Микрюков В. В., *II*, 162
Минеев Д. В., *II*, 107
Миронов В. А., *II*, 166
Мукатдаров А. А., *II*, 34
Мустафина Г. Р., *II*, 36, 38
- Николаева В. Л., *II*, 168
Новосёлова Ю. Д., *II*, 189
- Орлов А. И., *II*, 44
Осташенков А. П., *II*, 41
Очаева К. В., *II*, 41
- Палкин А. А., *II*, 171
Петрова Д. Г., *II*, 44
Подаваев А. С., *II*, 111
Попова М. А., *II*, 174
Потапов К. В., *II*, 47

- Прохорова Е. И., II, 54
- Ракадов Е. С., II, 134
- Рахимова Д. М., II, 246
- Рачкова В. Д., II, 212
- Родникова А. В., II, 192
- Рокина Е. Г., II, 49
- Романова Е. В., II, 251
- Ружбеляева Е. В., II, 51
- Русинов Д. Э., II, 145
- Рыбаков К. В., II, 137
- Сабанцев Ф. А., II, 195, 198
- Салимджанова Э. Г., II, 249
- Свечников В. Н., II, 47, 59, 61, 80
- Семешина Н. И., II, 54
- Сергеева Д. В., II, 56
- Сергеева М. А., II, 131
- Сидорова А. В., II, 59
- Симонов А. Л., II, 61
- Симонов А. П., II, 148
- Смоленцев Ю. Н., II, 64
- Смолин А. В., II, 51
- Соколова А. Э., II, 215
- Сушенцов А. В., II, 251
- Татаринов Д. С., II, 177
- Тихонов К. С., II, 151
- Федотова А. О., II, 67
- Хайруллина А. И., II, 70
- Черных В. В., II, 153
- Черных Л. В., II, 151, 153
- Чернышова О. И., II, 201
- Шакурова Р. З., II, 72, 75
- Шалаева М. Г., II, 217
- Шишкина Д. Ф., II, 185
- Шутов В. А., II, 153
- Щерба А. Д., II, 78
- Юнкова М. А., II, 80
- Языкова А. А., II, 151
- Якупова И. Д., II, 83, 85
- Якупова Л. А., II, 220
- Яранцева Е. А., II, 114

Научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ –
ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы

*XV Международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам*

В 2 частях

Часть 2

Отв. за выпуск *Э. В. Унженина*

Компьютерная верстка *Э. В. Унжениной*

Подписано в печать 19.08.20. Формат 60x84^{1/16}

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 15,36. Тираж 100 экз. Заказ №3498

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Вертола»
424030, Республики Марий Эл, г. Йошкар-Ола,
ул. Льва Толстого, д. 45