



РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ ГОДУ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

Интеллектуальный потенциал Сибири

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Новосибирск, 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

СОВЕТ РЕКТОРОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ

29-я Региональная научная студенческая конференция,
посвященная Году науки и технологии в России
г. Новосибирск, 17-21 мая 2021 г.

Часть 3

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК
2021

УДК 62(063)
ББК 72(253)я431
И 23

И 23 Интеллектуальный потенциал Сибири: 29-я Региональная научная студенческая конференция, посвященная Году науки и технологий в России (г. Новосибирск, 17-21 мая 2021 г.): материалы конференции: в 5 частях / Под. ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.

ISBN 978-5-7782-4472-6

Часть 3: Сборник научных трудов. – 452 с.

ISBN 978-5-7782-4475-7

В сборнике опубликованы результаты научных исследований студентов и аспирантов Высших учебных заведений, представленных на 29-й Региональной научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири», посвященной Году науки и технологий в России.

Сборник научных трудов представляет интерес для специалистов в различных областях знаний, учащихся, работников системы высшего образования и Российской академии наук, а также руководителей организаций, занимающихся вопросами внедрения актуальных научных разработок.

В частях 1 и 2 сборника опубликованы материалы по направлениям «Современные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук» и «Современные проблемы медицинских и биологических наук».

В частях 3 и 4 сборника опубликованы материалы по направлениям: «Современные проблемы естественных наук», «Современные проблемы технических наук».

В части 5 опубликованы статьи, отобранные по результатам работы конференции.

ВУЗЫ-ОРГАНИЗАТОРЫ

Новосибирский государственный технический университет

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств

Новосибирский государственный медицинский университет

Сибирский государственный университет путей сообщения

Новосибирский государственный педагогический университет

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Сибирский государственный университет геосистем и технологий

Новосибирский государственный аграрный университет

Сибирский университет потребительской кооперации

УДК 62(063)

ББК 72(253)я431

ISBN 978-5-7782-4475-7 (Ч.3)

© Коллектив авторов, 2021

ISBN 978-5-7782-4472-6

© Совет Ректоров

Новосибирской области, 2021

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Физико-математические науки

Химические науки

Современные проблемы в АПК

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Теория расчета инженерных сооружений и конструкций

Современные ресурсо- и энергосберегающие строительные материалы
и технологии

Информационные технологии

Перспективные инновационные технологии и материалы

Прочность и надежность в машиностроении, самолетостроении и
аппаратостроении

Техническая экология

Информационно-измерительная техника, автоматика
в промышленности и биотехнических системах

Электротехника, электромеханика, электротехнология

Радиотехника и электроника

Энергетика

Проблемы безопасности жизнедеятельности

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБ ОТНОШЕНИИ ПЛОЩАДИ ВЫПУКЛОГО n -УГОЛЬНИКА К ПЛОЩАДИ ЕГО ВНУТРЕННЕГО ПЕРЕКРЕСТНОГО МЕДИАННОГО n -УГОЛЬНИКА

С.А. Гладышев, Н.В. Тропина
Гимназия №11 «Гармония»
Serg.gladysh3v@yandex.ru

Данная работа представляет собой исследование отношений площадей выпуклых n -угольников к площадям их внутренних перекрестных n -угольников. Для треугольников задача решена в общем виде. Для выпуклых четырехугольников получен результат для случая, когда внутренний четырехугольник является медианным.

Ключевые слова: внутренний перекрестный медианный n -угольник, равновеликие фигуры, радиус-вектор, векторное произведение, наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных

Проблема. Задачи, связанные с вычислением площадей фигур, образованных в многоугольниках медианами, актуальны для современной системы образования, так как представлены в школьных учебных пособиях, контрольно-измерительных материалах (ОГЭ, ЕГЭ) и в олимпиадных заданиях.

Объектом исследования является медианный перекрестный n -угольник (Рисунок 1). Если каждую вершину выпуклого n -угольника соединить с точкой на соседней стороне, отсекающей t -ую ее часть, то эти отрезки ограничат новый n -угольник, который далее будем называть перекрестным (при $t = 0,5$ – медианным перекрестным). Возникает задача об отношении площади перекрестного n -угольника к площади исходного.

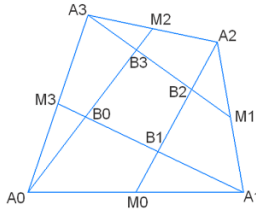


Рисунок 1 – Выпуклый n -угольник с построенным в нем внутренним медианным перекрестным n – угольником

В результате работы над этой задачей были получены следующие результаты.

1. Для $n = 3$ и произвольного $m \in (0; 1)$ (Рисунок 2) данное отношение выражено в виде функции $f(m) = 4 - \frac{3}{m^2 - m + 1}$.

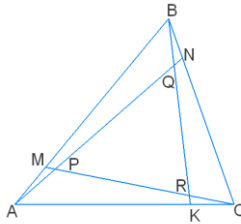


Рисунок 2 – Треугольник с построенным в нем внутренним перекрестным n – угольником

2. Для $n = 4$ были исследованы частные случаи для квадратов, прямоугольников и параллелограммов при $m = 0,5$ (Рисунок 3). Полученное отношение равно $1 : 5$

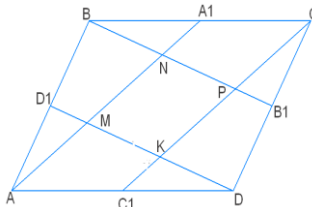


Рисунок 3 – Параллелограмм с построенным в нем внутренним медианным перекрестным n – угольником

3. Для произвольного выпуклого четырехугольника при $m = 0,5$ восстановлены все детали доказательства результата Rick'a Mabry [1] о том, что это отношение варьируется от $1/6$ до $1/5$. Доказательство состояло из нескольких этапов.

- Доказаны равенства площадей некоторых частей исходного четырехугольника и перекрестного медианного (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Равновеликие части произвольного выпуклого четырехугольника с построенным в нем внутренним медианным перекрестным n – угольником

- С помощью векторного метода выведены формулы для площади каждой части через введенные коэффициенты (дробно-рациональные функции двух переменных). Просуммировав найденные площади, получили формулу площади медианного перекрестного n -угольника через базисные вектора, с помощью которых задавали исходный четырехугольник.

- Написана программа для суммирования площадей фигур (сложения алгебраических дробей).

- Доказаны ключевые неравенства с применением элементов дифференциального исчисления функции двух переменных.

- Полученные результаты проверены для частных случаев, рассмотренных в начале исследования.

Список литературы

1. Rick Mabry. Crosscut Convex Quadrilaterals // Mathematics Magazine. – 2011. – Vol. 84, N 1. – P. 16-25.

КОНДЕНСАЦИОННАЯ КАМЕРА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ТРЕКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Н.Д. Икрянников, Н.Н. Достовалов
Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
dostovalov@ssga.ru

Сообщается о разработке и сборке камеры Вильсона, наблюдении за треками заряженных частиц. Приводится подробное описание хода процесса создания камеры. Рассказывается о типах охлаждения для камеры Вильсона, с приведением достоинств и недостатков каждого по удобству использования и температуре охлаждения. Описывается наблюдение за космическими частицами и естественным радиационным фоном.

Ключевые слова: камера Вильсона, элементы Пельтье, треки заряженных частиц

Мы часто слышим слово «радиация» и то, что она вокруг нас. Однако, наблюдать за ней без соответствующих приборов не представляется возможным. Как правило, таких приборов в образовательных учреждениях нет, а изучение атомной физики сопровождается только иллюстрациями и текстовым описанием происходящих процессов и явлений. Камера Вильсона на протяжении нескольких десятилетий оставалась практически единственным инструментом для визуального исследования ядерных излучений [1].

Цель работы состоит в сборке камеры Вильсона и наблюдении за треками заряженных частиц.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить типы охлаждения камеры Вильсона, собрать камеру на выбранном типе охлаждения с последующим наблюдением за треками.

Пролетая в камере Вильсона, заряженные частицы на своем пути оставляют ионы, которые в пересыщенном паре образуют центры конденсации в виде мелких капель жидкости. Скопления этих капель вдоль трека становятся видимыми и могут быть зафиксированы фото-, видеокамерой [2].

Пересыщенные пары спирта образуются над охлаждаемой поверхностью камеры. Чем меньше температура охлаждаемой поверхности, тем толще будет слой пересыщенных паров.

Существуют три наиболее распространённых способа охлаждения камеры – элементами Пельтье, сухим льдом и жидким азотом.

Сухой лёд – диоксид углерода (CO_2) в твердом агрегатном состоянии. При нормальном давлении и температуре $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$ происходит переход в газообразное состояние – углекислый газ. Широко применяется для быстрой заморозки и охлаждения, например, продуктов питания.

Жидкий азот переходит в газообразное состояние при температуре $-195,75\text{ }^\circ\text{C}$.

Как и сухой лед, жидкий азот при комнатной температуре постепенно переходит в газообразное состояние, поглощая тепло вокруг себя и увеличиваясь в объёме.

Данные вещества требуют тщательного соблюдения техники безопасности при хранении и обращении с ними, поскольку их нельзя хранить в плотно закрываемых ёмкостях, при контакте с кожей могут вызвать обморожение и вытесняют кислород из окружающего воздуха.

Принцип действия элементов Пельтье основан на возникновении разности температур при протекании электрического тока. При контакте двух полупроводниковых материалов с разными уровнями энергии электронов в зоне проводимости электрон должен приобрести энергию, чтобы перейти в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника. При поглощении этой энергии происходит охлаждение места контакта полупроводников. При протекании тока в обратном направлении происходит нагревание места контакта полупроводников, дополнительно к обычному тепловому эффекту.

Камеры Вильсона на элементах Пельтье более сложные и дорогие, но не требуют приобретения сухого льда или жидкого азота перед проведением экспериментов. Время выхода на режим – не более двух минут. К недостаткам относится большая потребляемая мощность – около 8 Вт на каждый квадратный сантиметр площади охлаждаемой поверхности.

Изготовленная камера Вильсона представляет собой два элемента Пельтье TEC1-12706 и TEC1-12710 размерами $40\times 40\times 3$ мм и силой тока 6 и 10 А соответственно (при напряжении питания 12 В), расположенных на алюминиевом блоке водяного охлаждения таким образом, чтобы тепло от менее мощного элемента Пельтье успевало отводиться более мощным. Блок водяного охлаждения был подключён к крану холодной воды. Данная конструкция была помещена в самостоятельно разработанный корпус, напечатанный на 3D принтере. Сверху был установлен прозрачный пластиковый колпак для защиты пересыщенных паров спирта от окружающих охлаждаемую поверхность потоков воздуха. Спирт испарялся с губки, закреплённой в

верхней части колпака. Элементы Пельтье и светодиоды подсветки треков были запитаны от компьютерного блока питания мощностью 500 Вт.

Была получена температура охлаждаемой поверхности – 42 °С при температуре воды на входе 9 °С и потребляемой мощности около 125 Вт.

Наблюдение проводилось за космическими частицами и естественным радиационным фоном. В ходе работы были замечены треки, исходящие от края охлаждаемой области, так же они появлялись в центре. Линии треков – преимущественно тонкие. Частота появления треков – примерно один раз в минуту.

Итогом данной работы стало наглядное наблюдение движения космических частиц. Изготовленная камера Вильсона является доступной установкой для наблюдения и исследования различных частиц, что удобно для практического закрепления материала в процессе обучения на различных уровнях образования.

Список литературы

1. Беджаниян М. А., Гладких Д. В. Оптика. Атомная физика: лабораторный практикум. – Ставрополь: СКФУ, 2015.– 123 с.
2. Кожевников Н. М. Демонстрационные эксперименты по общей физике: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 248 с.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ПОЛИМЕРНЫХ ПРОДУКТОВ
НА ОСНОВЕ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Н.Б. Бакытов, К.Г. Кичатов, Т.Р. Просочкина
Уфимский государственный нефтяной технический университет
bakhytov.nb@gmail.com

В данной статье рассматривается способ и процесс получения терефталевой кислоты и полиэтилентерефталата. Также описывается тренды мирового развития производства ПЭТФ, его вторичная переработка и получение композитов на его основе.

Ключевые слова: полиэтилентерефталат, терефталевая кислота, вторичная переработка, композиты, полигидроксоэфир

Терефталевая кислота (ТФК) – один из трех изомеров фталевых кислот (ароматическая дикарбоновая кислота). Каждый из изомеров имеет одинаковый состав атомов, но имеют различное строение.

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) – термопластичный полимер, который получается в процессе поликонденсации терефталевой кислоты и этиленгликоля. ПЭТФ один из самых распространенных полиэфиров, и высокая оценка связано с высокой прочностью, пластичностью и стойкости к химическому воздействию.

Основным методом производства терефталевой кислоты является окисление паразамещенных диалкилбензолов, в частности пара-ксилола. В качестве окислителя могут выступать перманганат калия KMnO_4 , дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, азотная кислота HNO_3 и кислород в воздухе. При окислении пара-ксилола происходит реакции образования побочных продуктов таких как: пара-карбокисбензальдегид и пара-толуиловая кислота, и данная проблема решается с помощью очистки технической терефталевой кислоты с помощью гидрирования и фильтрования.

Основным методом производства полиэтилентерефталата на сегодняшний день является процесс жидкофазной полимеризации дигидроксиэтилентерефталата, который является мономером полиэтилентерефталата. Мономер образуется при реакции этерификации очищенной терефталевой кислоты и изофталевой кислоты с этиленгликолем. В дальнейшем исходный аморфный продукт

пропускают через ток азота, для получения высоковязкого полиэтилентерефталата [1].

На данный момент мировым трендом в области устойчивого развития и экологии является вторичная переработка полимерных материалов. По свойствам полимеры не только не уступают своим натуральным аналогам, но и превосходят их по физическим и химическим свойствам, и на текущее время остро стоит вопрос их переработки. Технология производства и использования полиэтилентерефталата сейчас развивается в двух направлениях: вторичная переработка полиэтилентерефталата и создание композитных материалов на основе полиэтилентерефталата с улучшенными характеристиками.

Мировая тенденция увеличение мощности производства полиэтилентерефталата идет по пути вовлечения в процесс производства вторичного сырья, который позволяет производить продукт с неотличимыми характеристиками и уменьшить воздействие на экологию.

Композитный материал на основе полиэтилентерефталата позволяет получить продукт с улучшенными характеристиками, что предоставляет преимущество перед обычным полимером. В качестве примера можно привести композитный материал, состоящий из полиэтилентерефталата и полигидроксиэфир бисфенола А, который позволяет получить полимер с более низкой температурой переработки. Переработка полиэтилентерефталата происходит методом экструзии при температуре 280–300 °С, и данный температурный диапазон находится близко к температуре разложения полиэтилентерефталата (290–350 °С). При введении полигидроксиэфира в полиэтилентерефталат создаются водородные связи между цепями компонентов, а при повышенной температуре взаимодействуют концевые функциональные группы, приводящие к структурированию и улучшению свойств. Полученный композитный материал полиэтилентерефталат-полигидроксиэфир бисфенола А позволяет снизить вязкость расплава на 25–40 % и температуру переработки на 20–25 °С при сохранении термопластичности и барьерных свойств. [2].

Список литературы

1. Керницкий В.И., Микитаев А.К. Краткие основы получения и переработки полиэтилентерефталата (ПЭТ) – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 208 с.

2. Беева Д.А., Микитаев А.К и др. / Полимерный композит на основе полиэтилентерефталата // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-13. – С. 2878-2881

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ
2,6-ДИЭТИЛ-4-(АЛКИЛТИО)МЕТИЛФЕНОЛОВ

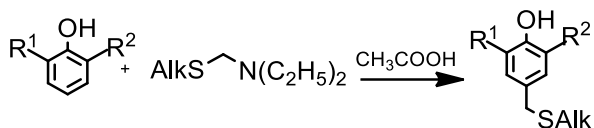
М.А. Домашенко, А.И. Дмитриев, А.С. Хомченко
Новосибирский государственный педагогический университет
marina.domashenko99@mail.ru

В работе рассмотрены вопросы синтеза и изучения антирадикальной активности тиаметилфенолов на основе 2,6-диэтилфенола, с вариацией алкильных заместителей в пара-алкилтиометильном фрагменте фенольного кольца. Целевые продукты получены по реакциям алкилтиометилирования 2,6-диэтилфенола с (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфидами. Антирадикальная активность 2,6-диэтил-4-(алкилтио)метилфенолов изучена с использованием модельной реакции окисления кумола.

Ключевые слова: антиоксиданты, антирадикальная активность, серосодержащие производные фенолов, алкилтиометилфенолы, 2,6-диэтилфенол

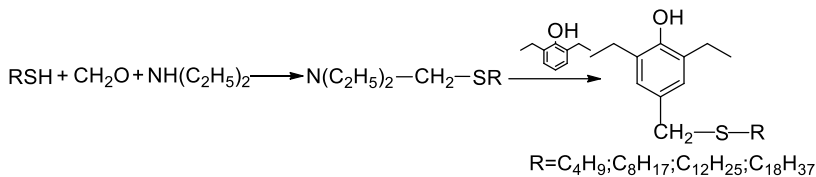
На кафедре химии Новосибирского государственного педагогического университета был осуществлен синтез большого количества серосодержащих производных фенолов и проведено исследование их антиоксидантной активности в различных модельных системах. В результате показано, что при окислении предельных углеводородных субстратов уменьшение экранирования фенольной группы способствует росту ингибирующей активности. В то же время в последние годы ведётся интенсивное изучение алкилтиометильных производных фенолов. Было показано, что многие алкилтиометилфенолы проявляют высокую антиоксидантную активность на непредельных субстратах. Таким образом, важно было синтезировать и изучить антирадикальную активность алкилтиометилфенолов на основе 2,6-диэтилфенола. На кафедре химии НГПУ был показан высокоэффективный способ получения

алкилтиометилфенолов взаимодействием фенолов в кислой среде с (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфидами[1]:



Нами была проведена апробация этого способа синтеза для получения запланированных соединений на основе 2,6-диэтилфенола. Необходимые нам для получения целевых алкилтиометилфенолов (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфиды получили взаимодействием соответствующих тиолов с параформом и диэтиламином.

Далее по реакции алкилтиометилирования 2,6-диэтилфенола с (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфидами получены целевые продукты. Алкилтиометилфенолы очищали перекристаллизацией из этанола, выходы составили 82-84%. Строение и состав всех синтезированных соединений подтверждено ПМР спектроскопией и элементным анализом.



Для полученных соединений определены константы взаимодействия с кумилпероксидными радикалами в модельной реакции инициированного окисления кумола при (60°C). Показано, что замена алкильного радикала в алкилтиометильном фрагменте не оказывает влияние на величину параметра k₇. Величины k₇ для исследованных соединений находятся в диапазоне (1.22-1.3)*10⁵M⁻¹C⁻¹.

Список литературы

1. I. M. Bugaev, A.E. Prosenko, *Izv.A.N., Ser.him. (Russ.Chem.Bull.)*, 2010, 4, 843-844.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ АЛКИЛТИОМЕТИЛЗАМЕЩЕННЫХ ФЕНОЛОВ В РЕАКЦИИ ТЕРМИЧЕСКОГО АВТООКИСЛЕНИЯ МЕТИЛОЛЕАТА

П.С. Кириллина, Е.Ю. Васильева, А.С. Олейник, А.С. Хомченко
Новосибирский государственный педагогический университет
oleinikaliona@gmail.com

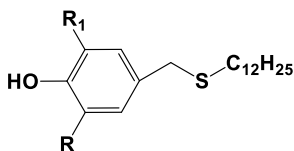
В модельной реакции автоокисления метилолеата при 60°C изучено ингибирующее действие структурно взаимосвязанных рядов серасодержащих полифункциональных фенольных антиоксидантов в сравнении с пространственно-замещенными фенолами различного строения. Данные исследования позволили выявить закономерности строения молекулы антиоксиданта и его ингибирующей активности.

Ключевые слова: фенольные антиоксиданты, полифункциональные антиоксиданты, серасодержащие алкилфенолы, автоокисление

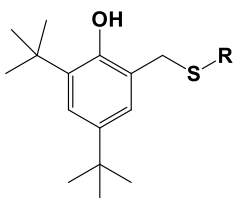
Неизменный интерес современной науки к антиоксидантам (АО) обусловлен, прежде всего, их практическим значением. В течение многих лет АО используются для продления срока службы и улучшения эксплуатационных свойств полимерных и горюче-смазочных материалов, предотвращения окислительной порчи пищевых продуктов, жирорастворимых витаминов, кормов и косметических средств, в качестве профилактических и лекарственных препаратов в терапии заболеваний, сопряженных с развитием окислительного стресса.

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений в создании эффективной защиты органических соединений от окислительной деструкции является применение антиоксидантов, которые наряду с фенольной группой содержат фрагмент, инактивирующий гидропероксиды [1]. Ранее в лабораториях кафедры химии НГПУ на основе коммерчески доступных алкилфенолов были получены различные ряды полифункциональных фенольные антиоксиданты, содержащие наряду с антирадикальными фрагментами азот-, фосфор-, сера-, селенсодержащие группы.

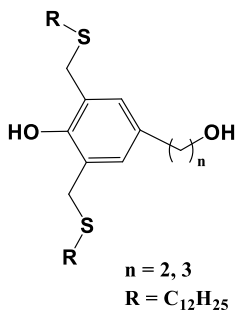
В рамках настоящего исследования проведено сравнительное изучение ингибирующего действия ряда полифункциональных полифункциональных серасодержащих антиоксидантов, различающихся по антирадикальной активности. В качестве реперных антиоксидантов использовали ионол, триметилфенол и бутоксианизол.



$R = R^1 = \text{Me, Et, } t\text{-Bu, } i\text{-Pr, } \textit{cyclo}\text{-C}_6\text{H}_{11}$



$R = \text{C}_8\text{H}_{18}, \text{C}_{18}\text{H}_{37}, \text{C}_{12}\text{H}_{25}, \text{EtOH}$



Способность соединений ингибировать окисление липидных субстратов изучали в модельной реакции автоокисления метилолеата при 60 °С. За глубиной реакции следили по накоплению диеновых конъюгатов в пробе (УФ, 232 нм). За период индукции принимали время достижения оптической плотности 0.75, что соответствует перекисному числу 0.1 ммоль/г.

Показано, что соединения, содержащие в орто-положении серасодержащий фрагмент существенно уступали по эффективности пара-тиаметилзамещенным фенолам и по своему ингибирующему действию были близки к триметилфенолу. Изменение алкильного радикала, связанного с бивалентным атомом серы не оказывало влияние на эффективность соединений в данной модельной реакции.

Наиболее эффективными оказались додецилтиометилпроизводные фенолов, содержащие в орто-положении метильные, этильные и метил-изопропильные радикалы.

Полученные результаты представляют интерес для дальнейшего изучения соединений в отношении других липидных субстратов.

Список литературы

1. Карпухина Г.В., Эмануэль Н. М. Классификация синергических смесей антиоксидантов и механизмов синергизма // Докл. АН СССР. 1984. Т. 276. № 5. С. 1163-1167.

PdZn / TiO₂ ПОКРЫТИЯ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
КАПИЛЛЯРНОГО МИКРОРЕАКТОРА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО
ГИДРИРОВАНИЯ 2-МЕТИЛ-3-БУТИН-2-ОЛА. КИНЕТИКА
РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ МБИ.

К.А. Кравченко¹, Л.Б. Охлопкова²

¹ Новосибирский государственный технический университет

² Научно исследовательский институт катализа СО РАН

kravchenco-karina@mail.ru, lokhlopkova@yandex.ru

Биметаллические нанокластеры PdZn, стабилизированные полимером, были получены полиольным методом. Покртия, содержащие нанокластеры внедренные в матрицу TiO₂, наносились на внутреннюю поверхность кварцевого микрокапиллярного реактора с внутренним диаметром 530 мкм и использовались в роли катализатора для гидрирования 2-метил-3-бутин-2-ола (МБИ). Изучена кинетика гидрирования 2-метил-3-бутин-2-ола на тонкой пленке PdZn/TiO₂ в интервале температур 308-333 К и концентраций МБИ 0,1-0,6 М. Пленки PdZn/TiO₂ показали большой выход 2-метил-3-бутен-2-ола (МБЕ) 94%, при конверсии 99%, температуре реакции 313 К, парциальном давлении водорода 1 атм.

Ключевые слова: наночастицы PdZn, тонкие пленки, мезопористый диоксид титана, гидрирование 2-метил-3-бутин-2-ола, кинетическое моделирование

В настоящее время направлено множество сил для разработки экологически безопасных и эффективных процессов, которые смогли бы уберечь окружающую среду от вредных воздействий. Основным решением данной проблемы являются процессы с применением микрокапиллярных реакторов. Можно смело предположить, что с применением микроструктурированных реакторов для реакций тонкого органического синтеза, оборудование в химических, фармацевтических и биологических лабораториях изменится координальным образом: возрастет эффективность процессов, а габариты оборудования станут заметно меньше.

Селективное гидрирование тройных связей является одним из наиболее востребованных процессов гидрирования для производства витаминов А, Е и К. Для реакций селективного гидрирования алкинов и алкеном часто применяются катализаторы палладия. С увеличением размера частиц палладия, селективность по алкену снижается, что объясняется образованием β-гидридной фазы. Для решения этой

проблемы применяются наноструктурированные мезопористые материалы в качестве матрицы активного компонента. Другим важным фактором для достижения высокой селективности является состав активного компонента. По результатам исследования доказано, что введение к наночастицам Pd второго металла Zn, приводит к значительному увеличению селективности. В данной работе будет рассмотрено влияние состава активного компонента (Pd или PdZn) на каталитические свойства и кинетические параметры реакции селективного гидрирования МБИ.

Для приготовления покрытия, для микрокапиллярного реактора с внутренним диаметром 530 мкм и длиной 10 м, использовался золь-гель метод. Мольное соотношение $Ti(O-iPr)_4$: Pluronic F127 : C_2H_5OH : C_4H_9OH : H_2O : HNO_3 в золе составляло 1 : 0,009 : 32 : 8:1,3 : 0,13. Наночастицы PdZn с мольными отношениями Pd/Zn 4/1 были синтезированы восстановлением солей $Pd(CH_3COO)_2$ (46,5% Pd, Аурат) и $ZnCl_2$ (98%) этиленгликолем в присутствии поливинилпирролидона (ПВП) в качестве стабилизатора [1]. Рассчитанное количество полученного раствора (1 вес.% Pd) добавляли в золь оксида титана. Золь наносили на поверхность капилляра методом погружения, со скоростью потока 1 см/сек [2].

По сравнению с традиционными химическими реакторами массо- и теплоперенос в микрокапиллярных реакторах на 2 порядка выше. Идеальное диффузионное перемешивание заранее предопределяет высокую избирательность и чистоту реакции и позволяет достигать химического потенциала реакции. Гидрирование 2-метил-3-бутин-2-ола протекает следующим образом (рис. 1).

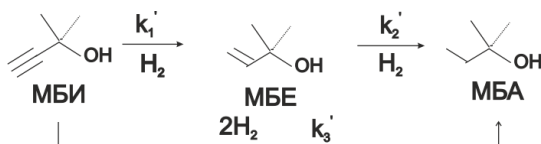


Рисунок 1 – Последовательное гидрирование МБИ

Для определения кинетических данных использовалась модель Ленгмюра-Хиншельвуда. Кинетическая модель гидрирования на каталитическом покрытии PdZn/TiO₂ представлена ниже.

$$r_1 = \frac{k_1' \cdot C_{\text{МБИ}} \cdot K_{\text{МБИ}}}{(1 + K_{\text{МБИ}} \cdot C_{\text{МБИ}} + K_{\text{МБЕ}} \cdot C_{\text{МБЕ}} + K_{\text{МБА}} \cdot C_{\text{МБА}})^2} \quad (1)$$

$$r_2 = \frac{k_2' \cdot C_{\text{МБИ}} \cdot K_{\text{МБИ}}}{(1 + K_{\text{МБИ}} \cdot C_{\text{МБИ}} + K_{\text{МБЕ}} \cdot C_{\text{МБЕ}} + K_{\text{МБА}} \cdot C_{\text{МБА}})^2} \quad (2)$$

$$r_3 = \frac{k_3' \cdot C_{\text{МБИ}} \cdot K_{\text{МБИ}}}{(1 + K_{\text{МБИ}} \cdot C_{\text{МБИ}} + K_{\text{МБЕ}} \cdot C_{\text{МБЕ}} + K_{\text{МБА}} \cdot C_{\text{МБА}})^2} \quad (3)$$

где k_1', k_2', k_3' – кажущиеся константы скорости реакции, $K_{\text{МБИ}}$, $K_{\text{МБЕ}}$, $K_{\text{МБА}}$ – константы адсорбции, $C_{\text{МБИ}}$, $C_{\text{МБЕ}}$, $C_{\text{МБА}}$ – концентрации алкина, алкена и алкана, соответственно. Кинетический параметр был получен с использованием функции `fminsearch` для минимизации суммы квадратов между экспериментальными и расчетными концентрациями на выходе из реактора с использованием программного обеспечения Матлаб. Кинетические параметры покрытия PdZn/TiO₂ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Кинетические параметры гидрирования МБИ на покрытии PdZn/TiO₂.

Покрытие	PdZn/TiO ₂	Pd/TiO ₂
k_1' , моль л ⁻¹ (Г _{Рd}) ⁻¹ с ⁻¹	339±2	513±23
k_2' , моль л ⁻¹ (Г _{Рd}) ⁻¹ с ⁻¹	111±29	559±47
k_3' , моль л ⁻¹ (Г _{Рd}) ⁻¹ с ⁻¹	18±1	$8 \cdot 10^{-6} \pm 2 \cdot 10^{-6}$
$K_{\text{МБИ}}$, л моль ⁻¹	74±1	61±5
$K_{\text{МБЕ}}$, л моль ⁻¹	0,8±0,1	1,7±0,1
$K_{\text{МБА}}$, л моль ⁻¹	2	0,001 ⁵
$K_{\text{МБЕ}} / K_{\text{МБИ}}$	0,011	0,28
$K_{\text{МБА}} / K_{\text{МБЕ}}$	2,5	$1,6 \cdot 10^{-5}$
$K_{\text{МБА}} / K_{\text{МБИ}}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$4,54 \cdot 10^{-7}$

$K_{\text{МБЕ}}/K_{\text{МБИ}}$ уменьшается, а $K_{\text{МБА}}/K_{\text{МБЕ}}$ увеличивается при увеличении содержания цинка. Высокая селективность биметаллических покрытий обусловлена уменьшением констант скорости гидрирования 2-метил-3-бутен-2-ола и уменьшением отношения констант адсорбции алкена и алкина $K_{\text{МБЕ}}/K_{\text{МБИ}}$ при увеличении содержания Zn. В настоящей работе показана перспективность использования капиллярных

микрореакторов с биметаллическим покрытием PdZn/TiO₂ для селективного гидрирования ацетиленовых спиртов.

Список литературы:

1. Dominguez-Dominguez S., Berenguer-Murcia A., Cazorla-Amoros D., Linares-Solano A. // J. Catal. 2006. V. 243. P. 74.
2. Okhlopko L.B., Matus E.V., Prosvirin I.P., Kerzhentsev M.A., Ismagilov Z.R. // J. Nanopart. Res. 2015.V.17.P.1.

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В АПК

ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИЙ: ЗНАЧЕНИЕ, СУЩНОСТЬ И СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ

Г.К. Астудин, Г.В. Исаева
Новосибирский государственный аграрный университет
galina_issaeva@mail.ru

Автором предполагаются способы улучшения финансово-хозяйственной деятельности организации. На основе анализа методической литературы были рассмотрены принципы, а также различные показатели, которые помогут выявить проблемы в работе организации, предложить методы их решения для дальнейшего успешного функционирования.

Ключевые слова: организация, финансово-хозяйственная деятельность, значение, принципы, проблемы, решения, способы улучшения

В условиях рыночных отношений исключительно велика роль анализа финансово-хозяйственной деятельности организации. В подобных условиях рынка главной целью производственной, финансовой, коммерческой, и других видов деятельности считается извлечение наибольшей величины прибыли и максимально низких издержках, так как совершенствование процесса функционирования каждого хозяйствующего субъекта происходит благодаря эффективному использованию собственного и привлеченного капитала.

Главная задача осуществления анализа – это улучшение качества функционирования организаций и поиск резервов с целью ее увеличения. Для достижения этой цели проводятся:

- 1) оценка итогов работы за прошедшие годы;
- 2) разработка и планирование мероприятий за контролем производственной деятельности;
- 3) выработка мер по предотвращению неблагоприятных явлений в работе организации и её финансовых результатов деятельности. [1]

Анализ финансово-хозяйственной деятельности нужно проводить, основываясь на следующих принципах:

1. Конкретность – анализ базируется на реальных сведениях, результаты его приобретают определенное количественное выражение.

2. Регулярность – изучение необходимо осуществлять регулярно через определенный интервал времени.

3. Комплексность – всестороннее исследование экономического явления с целью последующей оценки.

4. Сопоставимость – итоги исследования должны уравниваться с предшествующими этапами с целью раскрытия позитивной либо негативной динамики.[3]

Опираясь на указанные выше принципы, анализ финансово-хозяйственной деятельности станет предельно точным, правильным и полезным для организации.

Как и любая другая практическая наука, анализ хозяйственной деятельности обширно использует методы других наук, при этом делая лишь одно условие – это получение фактических итогов.

В анализе и диагностике финансово-хозяйственной деятельности организаций используется огромное множество различных показателей (обобщающих, сводных, синтетических, интегральных, частных), которые возможно систематизировать по отдельным группам.

1. Основные средства – средства, вложенные предприятием в производство, с оборачиваемостью больше 1 года.

2. Оборотные средства – средства, инвестируемые предприятием в производство, фондов.

3. Материальные ресурсы – оборотные производственные фонды, готовая продукция, а также прочие разновидности товарно-материальных ценностей.

4. Численность работающих – количество сотрудников аппарата управления, инженерно-технических работников и трудящихся.

5. Капиталоемкость – отношение капитальных вложений к размеру продаж.

6. Рентабельность – отношение прибыли к вложенным средствам, фондам, используемому оборудованию [5].

Основой анализа является мониторинг, то есть не только первичная обработка поступающих данных, но и дальнейший контроль за любыми изменениями в состоянии финансовой деятельности предприятия, анализ всех элементов, диагностика закономерностей и факторов, исследование связей между факторами, оказывающими непосредственное влияние.[4]

Для достижения данной цели любая организация может нуждаться в привлечении инвестиций для финансирования деятельности и развития. Их поиск может происходить путем привлечения потенциальных кредиторов и инвесторов. Однако, прежде чем принять решение о капиталовложениях любой потенциальный инвестор, должен быть

уверен в том, что получит определенную выгоду от участия в том или ином проекте, позволяющим улучшить финансово-хозяйственное положение организации. В связи с этим следует стремиться к достижению достаточно высокого уровня платежеспособности и рентабельности (прибыльности) производства, продаж, капитала и т.д. От этих составляющих зависят результаты и перспективы её развития.

Таким образом, подводя итоги можно сказать, что анализ финансово-хозяйственной деятельности выполняет большую роль в работе любого предприятия. Он строится на получении информации о нынешнем финансовом состоянии организации и сравнении его с предыдущим периодом для оценки и направления развития будущей деятельности. Главной задачей анализа финансово-хозяйственной деятельности является диагностика и выявление проблем в работе предприятия, поиск оптимальных и действенных решений для дальнейшего успешного функционирования.

Список литературы:

1. Данилин В.Ф. Теоретические основы диагностики и экономического анализа деятельности предприятий: учеб. пособие / В.Ф. Данилин. – М.: МИИТ, 2018. – 55 с.
2. Крейнина М.Н. Анализ финансового состояния предприятия / М.Н. Крейнина. – М.: Экономика, 2019. -177 с.
3. Одинцов В.А. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия: практикум: учебное пособие [Гриф Федерального института развития образования] / В.А. Одинцов. Москва: Академия, 2017. - 236 с.
4. Смекалов П.В. Теория экономического анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Смекалов П.В., Смолянинов С.В., Косякова Л.Н. Электрон. текстовые данные. Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2019. – 689 с.
5. Шадрина Г.В. Экономический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шадрина Г.В. Электрон. текстовые данные. Москва: Евразийский открытый институт, 2018. - 229 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

А.Т. Байшуаков, Е.Н. Кулик

Сибирский государственный университет геосистем и технологий
e.n.kulik@ssga.ru

Научная работа посвящена решению задач в управлении сельским хозяйством с применением ГИС.

Ключевые слова: ГИС, мониторинг, ДЗЗ, сельское хозяйство

Геоинформационные системы (ГИС) находят свое применение практически во всех отраслях экономики Российской Федерации. Активное применение ГИС-технологий позволяет решать многие задачи в управлении территориями, обеспечивая тем самым постоянные контроль и мониторинг за происходящими изменениями в геопространстве.

Цель: изучить возможности применения геоинформационных систем для решения задач в сельском хозяйстве.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- изучить проблемы агропромышленного сектора экономики страны и пути их решения с применением геоинформационных систем;
- выполнить мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, применяя данные дистанционного зондирования Земли;
- выделить основные преимущества использования геоинформационных систем, применяемых в сельском хозяйстве.

Для повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством активно применяются геоинформационные системы. Такие системы позволяют решать следующие задачи:

- сбор и хранение информации для поддержки принятия решений;
- планирование агротехнических мероприятий;
- мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур;
- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь [1].

Анализ статьи [2] позволяет раскрыть основные проблемы агропромышленного сектора экономики Российской Федерации. Для эффективного управления и развития сельского хозяйства необходимо использовать современную сельскохозяйственную технику. Устаревшая сельскохозяйственная техника, применяемая в большинстве предприятий и слабый учет погодных условий,

способствует высоким потерям урожайности. Ключевая проблема агропромышленного комплекса заключается в слабости социально-экономического развития сельских населенных пунктов и в нехватке молодых кадров сельскохозяйственных специальностей. Существуют проблемы поиска рынков сбыта сельскохозяйственной продукции [2].

Для эффективного управления сельским хозяйством актуально выполнение мониторинга и контроля состояния посевов сельскохозяйственных культур с применением данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Использование материалов ДЗЗ помогает оценивать всхожесть культур, разные стадии фенологического развития, выявлять уровень вегетации по результатам расчета вегетационного индекса NDVI, определять степень засоренности и прогнозировать урожайность. Информация, полученная с применением данных ДЗЗ, является не только достоверной, но и минимизирующей объемы полевого обследования больших территорий.

Использование разновременных космических снимков на выбранную авторами территорию обеспечивает возможность проследить фенологические фазы развития сельскохозяйственных культур. Для определения состояния сельскохозяйственных угодий был применен расчет индекса NDVI [3]. В начале фенологического развития культур и до посевных мероприятий, а также после уборки культур, коэффициенты, полученные в результате расчета NDVI, показали низкие значения. В летний период активного роста и цветения фитомассы коэффициенты NDVI приняли высокие показатели от 0,3 и выше.

Геоинформационные системы представляют собой инструментарий обработки и базы геопространственных данных, реализующие хранение разноплановой информации об объектах территории. Для сельскохозяйственных полей в ГИС реализуется хранение информации о состоянии посевов, видов сельскохозяйственных культур, типов почв, типов сельскохозяйственного землепользования, сведений о собственниках земельных участков, площадях и других актуальных параметров.

Результаты мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, материалы полевого обследования и статистические данные, хранящиеся и анализируемые в ГИС, могут быть представлены в виде тематических карт в электронном или в традиционном виде. Наиболее часто используемые программные комплексы в сфере ГИС: ArcGIS, MapInfo Professional, QGIS и др.

Итогом исследования является выполнение мониторинга сельскохозяйственных полей по данным ДЗЗ: определены степени

вегетации растительной биомассы и виды сельскохозяйственных угодий. Применение ГИС, позволяющих проводить мониторинг посевов, агротехнических мероприятий, соблюдать севообороты с ведением ежегодных электронных ротационных таблиц гарантированно обеспечивает решение ряда актуальных проблем агропромышленного сектора экономики и, в целом, способствует социально-экономическому развитию территории.

Список литературы

1. Стомина А.А., Амелеченко В.Н. Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве // Актуальные проблемы развития науки и современного образования: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Белгород: Издательский дом «Белгород», 2017. – С. 312-314.
2. Фудина Е.В. Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России // Международный сельскохозяйственный журнал «International Agricultural Journal». Т.63 №1(2020). – Москва, издательство «Электронная наука», 2020. – С. 127-133.
3. Байшуаков А.Т., Кулик Е.Н. Мониторинг фенологического развития посевов сельскохозяйственных культур по спутниковым данным SPOT // Сборник научных трудов «Интеллектуальный потенциал Сибири». Ч.2. – Новосибирск: НГТУ, 2020. – С. 7-9.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АЭРАЦИИ РЫБНЫХ ВОДОЕМОВ

Т.А. Жигулин, М.Л. Вертей
Новосибирский государственный аграрный университет
timzhig@ya.ru

В статье рассматривается проблема отсутствия аэраторов, оптимальных для эксплуатации в рыбных хозяйствах новосибирской области ввиду сурового климата. Представлены данные анализа существующих конструкций аэраторов, имеющиеся на рынке, обозначены основные недостатки, описан предлагаемый вариант нового изделия и его схематическое изображение.

Ключевые слова: аэратор, рыбное хозяйство новосибирской области

Новосибирской области, как и другим субъектам Российской Федерации, присущ ряд проблем, касаемо рыбного хозяйства:

1. нарастание конкуренции в рыболовстве между субъектами общее ухудшение условий ведения промысла российскими рыбаками за пределами исключительной экономической зоны России

2. несоответствие запасов некоторых видов биологических ресурсов мощностям рыбопромыслового флота, предназначенным для вылова

3. Прогрессирующее моральное старение основных средств, высокий уровень их физического износа и отсутствие оборудования, подходящего по характеристикам для эксплуатации с неблагоприятным климатом [1, с.214]

Последняя проблема имеет большую значимость: даже не смотря на возможность увеличения количества рыбы в водоемах, физический износ средств и оборудования может помешать росту производительности. Проблема с оборудованием, не приспособленным для эксплуатации в зимнее время в России, может послужить роковой ошибкой: быстро замерзающая вода, не будучи перемешанной, лишает кислорода рыб, впоследствии чего рыба погибает. Аэраторы, назначением которых является насыщение воды кислородом, способны решить данную проблему. Однако не все зарубежное оборудование способно работать при температуре -30 градусов по Цельсию [2, с.73].

Цель работы: разработать схему устройства аэратора, наиболее подходящую для условий ведения рыбного хозяйства в новосибирской области

Задачи:

1. Определить особенности ведения рыбного хозяйства в новосибирской области

2. Выполнить анализ существующих устройств с целью выявления преимуществ и недостатков

3. Выполнить принципиальную схему будущего устройства

4. Описать характеристики предлагаемого устройства

Новосибирская область имеет континентальный климат, средняя температура в зимнее время может варьироваться от -16 до -20 °С в зависимости от близости рыбного хозяйства к северу или югу. средняя годовая температура в районе 0 °С.

Произведен анализ различных конструкций аэраторов: импеллерный, волногон, лопастной. В ходе анализа изделий было установлено следующее: все аэраторы имеют пластиковые детали (понтон, лопасти, сервоприводы), не способные к долгой эксплуатации на морозе. Как правило, изделия имеют габариты более

700x1500x250, что не способствует удобству установки и хранения. Ряд устройств имеет питание от 3-х фазных источников тока.

Были сформулированы основные требования к разработке:

1. возможность работы при температуре до -35°C
2. корпус, способный работать при отрицательных температурах
3. питание аэратора от 220V

Схема предлагаемого устройства приведена на рисунке 1

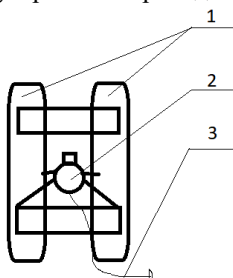


Рисунок 1– Принципиальная схема разработки:

1– Понтон, 2- Редуктор, 3- провод 220 V

Устройство будет иметь два понтона 1, на которые крепится электромотор 2 с редуктором, подключаемый к сети переменного тока посредством провода 3. Понтоны и детали крепления двигателя будут изготовлены из металла, покрашенного акриловой краской, что продлит срок службы аэратора. На выходе, к редуктору прикрепляется лопастное колесо, которое в работающем положении находится перпендикулярно воде. Таким образом, размешивание воды будет происходить не подобно фонтану, а под поверхностью воды. Габариты аэратора не будут превышать 500x500x300 мм. Основное преимущество аэратора: использование долговечных материалов, малый размер.

Предлагаемый тип конструкции аэратора будет соответствовать климату Новосибирских водоемов, а благодаря использованию электромотора 220V может иметь большое распространение.

Список литературы

1. Серпунин, Г. Биологические основы рыбоводства / Г. Серпунин. - М.: Моргкнига, 2015. - 476 с.
2. Глушанков, К.В. Основные сведения по рыбоводству / К.В. Глушанков, С.М. Соловьев. - Л.: Сельхозгиз, 1988. - 104 с.

ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Г.В. Исаева, Р.А. Гусейнов
Новосибирский государственный аграрный университет
ruslang1703@gmail.com

Материалы данного исследования раскрывают Актуальность темы заключается в том, что платежеспособность и финансовая устойчивость являются важнейшими характеристиками финансово-экономической деятельности организации в условиях рыночной экономики. Чем выше устойчивость предприятия, тем более оно независимо от неожиданного изменения рыночной конъюнктуры и следовательно, тем меньше вероятность банкротства.

Ключевые слова: финансовая устойчивость, организация, методы финансового анализа

Оценка финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта и определение ее границ относится к числу наиболее важных экономических проблем в современных условиях так как недостаточная финансовая устойчивость может привести к неплатежеспособности организации и отсутствию у нее средств для развития производства, а избыточная – будет препятствовать развитию, отягощая затраты хозяйствующего субъекта излишними запасами и резервами. При этом финансовая устойчивость должна характеризоваться таким состоянием финансовых ресурсов, которые соответствует современным требованиям рынка и отвечает потребностям организаций.

Для исследования проблем управления финансовой устойчивостью организации предоставляется необходимым изучение сущности понятия «финансовая устойчивость» с различных точек зрения, имеющих место в современной науке.

Самой популярной является классификация А.Д. Шеремета и Е.В. Негашева.

В отечественной и зарубежной практике, анализ финансовой устойчивости проводится на основе данных бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах.

Отличительной чертой зарубежного анализа является то, что для проведения анализа необходимо иметь специальные знания, поскольку документы написаны специфическим языком.

В интернациональной практике представление финансового состояния отождествляется финансовым расположением (financial position) и финансовой стабильностью (financial sustainability).

Исследования финансового состояния подразумевают осуществление оценки деятельности организации по конкретным направлениям, в том числе исследование платежеспособности

Таблица 1 – Типы финансовой устойчивости организации

Сущность понятия «финансовая устойчивость»	Типы финансовой устойчивости
Способность обеспечить свои запасы соответствующими источниками финансовых ресурсов (А.Д. Шеремет и Е.В. Негашев)	<ul style="list-style-type: none"> – абсолютная устойчивость – нормальная устойчивость – неустойчивое финансовое состояние – кризисное финансовое состояние
Платежеспособность организации во времени с соблюдением условия финансового равновесия между собственными и заемными финансовыми средствами (А.В. Грачев)	<ul style="list-style-type: none"> – достаточная устойчивость – финансовое равновесие – потеря устойчивости – недостаточная устойчивости – неустойчивость – риск – банкротство
Связана с общей финансовой структурой хозяйствующего субъекта, степенью его зависимости от лендеров (В.В. Ковалев)	<ul style="list-style-type: none"> – очень высокая – средняя – низкая – очень низкая
Относительная (к величине чистых активов) характеристика финансовых возможностей организации, определяемых формирования свободного денежного потока, сохранять и наращивать чистые активы во времени (Э.В. Исаева)	<ul style="list-style-type: none"> – стабильная абсолютная – стабильная относительная – стандартная финансовая неустойчивость – финансовая неустойчивость реструктуризации – угрожающая финансовая неустойчивость – сверхдопустимая финансовая неустойчивость – кризисная финансовая неустойчивость

Рассмотрим ряд ключевых способов и методов анализа применяемых в Соединенных Штатах Америки (рис. 1).



Рисунок 1– Основные методы финансового анализа, применяемые в зарубежной практике

Метод чтения внешней отчетности состоит в исследовании абсолютных значений характеристик, показанных во внешней отчетности с целью установления ключевых источников средств в организации и направлений их использования за прошедший промежуток, но кроме того источников прибыли дивидендной политики.

Метод отраслевого сравнительного анализа. Проанализировав характеристики отчетности, возможно характеризовать позиции организации как постоянные, без каких-либо финансовых проблем.

Метод сравнительного анализа учетных и отчетных данных организации за несколько временных этапов состоит, в первую очередь всего, в исследовании специалистами отклонений согласно предпочитаемым ими показателями, а также процентных соотношений среди промежуточных и итоговых показателей отчетности.

Метод сравнительного анализа фактических и плановых показателей. Большая часть Американских организаций рассчитывают собственную хозяйственную деятельность и ее финансовые результаты. Подобное составление плана в виде смет выполняется бухгалтерским

персоналом также считается важной составляющей составляющей управленческого учета.

Метод коэффициентного анализа широко используется в зарубежной практике. Коэффициенты базируются в конкретных зависимостях между отдельными показателями отчетности.

Список литературы

1. Грачев А.В. Анализ и управление финансовой устойчивостью предприятия / А.В. Грачев. – М.: Финпресс, 2013. – 208 с

2. Исаева Э.В. Совершенствование оценки и управления финансовой устойчивостью предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук / Э.В. Исаева. – Йошкар-Ола, 2012. – 24 с

3. Ковалев В.В. Корпоративные финансы и учет: понятия, алгоритмы, показатели: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.В. Ковалев – М.: Проспект, 2015. – 1000 с

4. А.Д. Шеремет Методика финансового анализа / Р.С. Сайфулин, Е.В. Негашев // 3-е издание, переработанное и дополненное – Москва ИНФРА-М 2000 – 100 с.

УПРАВЛЕНИЕ ДЕНЕЖНЫМИ АКТИВАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

Г.В. Исаева, Е.Ю. Гурганова

Новосибирский государственный аграрный университет

dwerzvbhu111@gmail.com

Материалы данного исследования раскрывают актуальность и необходимость управления активами организации, поскольку, для любой компании они играют очень важную роль. По большому счету активы – это возможности для осуществления своей деятельности с целью извлечения прибыли.

Ключевые слова: активы, финансовый менеджмент, денежные средства, денежные потоки, капитал

Под активами фирмы (предприятия) следует понимать все имущество, которым она располагает для осуществления своей производственно-хозяйственной деятельности [1].

Для эффективного функционирования хозяйствующего субъекта любой организационно-правовой формы и вида деятельности следует выстраивать максимально точную политику их управления. Для этого

важно четкое понимание того, что они из себя могут представлять, и каково их главное назначение (рисунок 1, 2).

Активы подразделяются по многим классификационным признакам, однако, по нашему мнению, в первую очередь, их нужно делить:

1. По физической форме выделяют – материальные, нематериальные и финансовые [2].



Рисунок 1 – Классификация активов по физической форме

2. По характеру участия в хозяйственном процессе и скорости оборота активов: оборотные (используются полностью в течение производственного цикла) и внеоборотные, которые переносят свою стоимость на вновь создаваемый продукт более одного производственного цикла.

3. По степени ликвидности или скорости их обращения в денежные средства выделяют (рисунок 2):



Рисунок 2 – Классификация активов по степени ликвидности

4. По праву владения, активы подразделяются на: собственные и арендуемые (лизинг).

5. По типу использованных капиталов, активы разделяются на: валовые (образование за счет собственного и заемного капитала), чистые (образованные только за счет собственного капитала).

6. По характеру участия в различных видах деятельности: операционные активы (производственные основные средства; нематериальные активы, обслуживающие операционный процесс; оборотные активы), инвестиционные активы (незавершенное

строительство; долгосрочные финансовые инвестиции; краткосрочные финансовые инвестиции) [3].

По нашему мнению эффективность управления активами напрямую зависит от их состояния, величины, состава и структуры. Решающую роль во всём этом играют наиболее ликвидные активы – денежные средства. В их состав входят:

- 1) денежные средства в кассе;
- 2) денежные средства на расчетном счете;
- 3) денежные средства на валютном счете;
- 4) прочие виды денежных средств;
- 5) краткосрочные финансовые вложения.

Для правильного регулирования и управления денежными средствами следует руководствоваться основными положениями Гражданского кодекса РФ, Налогового кодекса РФ, Кодекса РФ об административных нарушениях др. [4].

По мнению автора, денежные средства являются экономической ценностью, которая представляется в образаемой форме, благодаря следующим свойствам:

- возможность в любой момент обратиться в потребляемую форму;
- присущи такие свойства как делимость, аддитивность и мобильность;
- устойчивостью по экономической ценности;
- практически полное отсутствие издержек при покупке или продаже.

Вышеперечисленные особые свойства денежных средств в процессе финансово-хозяйственной деятельности объясняют наличие фактора влияния их движения во времени, что представляет собой непрерывный процесс и обозначается понятием «денежный поток».

Денежный поток (в переводе с англ. «Cash flow») («cash» – наличные деньги, а «flow» – поток) – наличный денежный поток, отражающийся результат непрерывного движения денег организации в условиях конкретного места и времени [5].

Эффективное управление денежным потоком дает возможность сократить потребность предприятия в заемном капитале. Благодаря активному управлению денежными потоками, появляется возможность обеспечить более экономичное и рациональное использование собственных финансовых ресурсов, которые формируются за счет внутренних источников, а также уменьшить зависимость периода развития предприятия от привлекаемых кредитов.

Таким образом, денежные активы нужны для того, чтобы обеспечивать постоянную платежеспособность и, поэтому он должен

осуществляться в соответствии со специальной разрабатываемой финансовой политикой управления денежными активами.

Список литературы

1. Туманов Д.В. Управление структурой капитала и денежными потоками организации: Учеб. пособие / Туманов Д.В., Тарасова А.Ю., Ермоленко М.О., Быков В.А., Бартенев В.А. – Ярославль: ООО «ПКФ «СОЮЗ-ПРЕСС», 2020. – 198 с.
2. Галицкая Ю.Н. Подходы к классификации и анализу активов организации / Ю.Н. Галицкая, Н.А. Чернова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – №10. – С.42-44.
3. Гильфанова Г.Г. Понятие и классификация активов и пассивов предприятия // Общество и власть, 2017. – №3. – С. 189-193.
4. Скамай Л.Г. Экономический анализ деятельности предприятия: Учебник / Л.Г. Скамай, М.И. Трубочкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 247 с.
5. Пантелейкина Ю.А. Системы и методы анализа денежных потоков / Ю.А. Пантелейкина // Научные исследования в социально-экономическом развитии общества: конф. – Саранск, 2019. – С. 352-356.

СРАВНЕНИЕ ЭФЕКТИВНОСТИ КРАТКОСРОЧНЫХ БАНКОВСКИХ ВКЛАДОВ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПАЕВЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ФОНДОВ) ДЛЯ СЕЗОННОГО ХАРАКТЕРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО БИЗНЕСА

С.В. Курченко, О.С. Шинделова
Новосибирский государственный аграрный университет
kurchencko.sergey@gmail.com

Проблема вложения денежных средств в России имеет ключевое значение в стратегии развития, не только благосостояния населения и успеха сельскохозяйственных организаций, но и всей страны в целом. Низкая финансовая грамотность создала такую ситуацию, где в качестве финансового инструмента используется лишь банковский вклад, но наша страна давно перешла к рыночной экономике и на рынке существуют другие, более доходные инструменты, которые способны, не только защитить средства вкладчиков, но и приумножить, в

краткосрочной перспективе. Но они игнорируются, и это мешает устойчивому развитию агропромышленного комплекса в РФ.

Ключевые слова: сезонность сельского хозяйства, банковский вклад, паевой инвестиционный фонд, инфляция

Сельское хозяйство не является исключением и в нем, как и в других сферах народного хозяйства существуют определенные экономические процессы и законы, но сельскому хозяйству присущи специфические особенности, которые оказывают существенное влияние не только на эффективность деятельности, но и на само протекание производственного процесса. Одной из основных особенностей является сезонность.

Сезонный характер сельского хозяйства в Сибири обусловлен несколькими факторами:

- жесткие климатические условия;
- специфика сельскохозяйственных культур;
- отсутствие передовых технологий .

И ответ на этот вопрос, часто единственный, банковский вклад. Но так ли эффективно использование банковских вкладов в текущих реалиях в Российской Федерации? Есть ли альтернативы на рынке финансовых услуг?

В своей работе предлагаю сравнить эффективность банковских вкладов и инвестиционных решений на примере паевых инвестиционных фондов.

Для начала разберем, что представляет собой банковский вклад.

Банковский вклад – это такой договор, где одна сторона (банк), принявшая поступившую от другой стороны (вкладчика) или поступившую для нее денежную сумму (вклад), обязуется возвратить сумму вклада и выплатить проценты на нее на условиях и в порядке, предусмотренных договором [1].

Выделяют вклады срочные и до востребования, рублевые и валютные, с возможностью пополнения и без, с капитализацией процентов и без нее. Как показывает практика, чем меньше ликвидность и право распоряжения денежными средствами по необходимости, тем выше доходность.

Теперь стоит рассмотреть паевой инвестиционный фонд (ПИФ) и его плюсы и минусы.

Паевой инвестиционный фонд – обособленный имущественный комплекс, состоящий из имущества, переданного в доверительное управление управляющей компании учредителем (учредителями) доверительного управления с условием объединения этого имущества с

имуществом иных учредителей доверительного управления, и из имущества, полученного в процессе такого управления, доля в праве собственности на которое удостоверяется ценной бумагой, выдаваемой управляющей компанией [2].

ПИФ – это менее популярный способ получения, чем банковский вклад. Доход по ПИФ будет привязан к динамике базовых активов, которые в него входят.

ПИФы бывают открытыми и закрытыми, а также интервальными, по аналогии с банковскими вкладами они различаются по возможности быстро использовать свои денежные средства, но в отличие от вкладов, доходность ПИФа зависит от динамики базового актива и ограничена лишь этим, на сколько базовый актив может вырасти.

Разобрав два финансовых инструмента, можно их сравнить на примере двух продуктов существующих на рынке, оценив их эффективность, для использования, как краткосрочного финансового инструмента сельским хозяйством.

Для сравнения возьмем продукты, которые будут отвечать требованиям:

- номинированы в национальной валюте;
- обладают полной ликвидностью.

Со стороны банковского вклада будет выступать вклад до востребования, с капитализацией процентов сроком от 1 дня «Накопительный» от Сбера.

Со стороны ПИФа возьмем открытый ПИФ Империя, с капитализацией дивидендов и купонов сроком от 1 дня от ФГ БКС.

В качестве оценки эффективности ПИФ можно применить достаточно большое количество подходов. Это могут быть такие подходы как: коэффициент бета, коэффициента альфа, подходы, основанные на фундаментальном анализе, оценка с помощью характеристической линии и т.д.

Но эти подходы характерны лишь для оценки эффективности ПИФ и никак не относятся к банковским вкладам.

Поэтому стоит сравнить условия, доходность и посмотреть, как изменится доходность с учетом инфляции.

В таблице 1 сравним условия и доходности по продуктам за период с 01.07.2020 по 31.12.2020 с суммой вложения средств 10 млн руб.

Из приведенной выше таблицы можно сделать вывод, что доходность по ПИФ гораздо выше банковского вклада, но так ли эффективна эта доходность, если посчитать ее применив ставку дисконтирования на инфляцию?

Реальная инфляция в России за 2020 год до данным Росстата составила 4,9% [5]. Соответственно покупательная способность денежных средств снизилась.

Положив 10 млн руб. на 6 месяцев мы «потеряли» порядка 250 тыс. руб. В случае с ПИФ мы заработали 1807 тыс. руб., а вот в случае с банковским вкладом доход вовсе не получен, а убыток составил порядка 100 тыс. руб. Из чего напрашивается вывод, целесообразно вообще ли использовать банковский вклад? Слишком сильная инфляция и низкая ключевая ставка мешают повышению ставок по вкладам и не дают нужного финансового эффекта.

Но, как говорилось ранее, по ПИФам существуют определенные риски и нельзя сравнивать надежность ПИФа и банковского вклада, и выбирать между ними. Нужно подходить комплексно к данному вопросу и разделять краткосрочные вложения таким образом, чтобы и вклад, и ПИФ приносили тот экономический эффект, который необходим на текущий момент для производства.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации часть первая от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.05.2020.) // Российская газета – 1994. – 08.12. – № 32.
2. Федеральный закон «Об инвестиционных фондах» от 29.11.2001 №156-ФЗ (ред.20.07.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 20.07.2020.) // Российская газета – 2001. – 04.12. – № 237-238.
3. Центральный Банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения 21.04.2021).
4. ПИФ Империя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bcs.ru/am/pif/fond/empire> (дата обращения 22.04.2021).
5. Вклад «Нкопительный» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sberbank.ru/> (дата обращения 22.04.2021).

ОСОБЕННОСТИ ВОЗМЕЩЕНИЯ МОРАЛЬНОГО ВРЕДА В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО ЗАКОНУ «О ЗАЩИТЕ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»

М.П. Кушарова, А.И. Большакова, Е.П. Фурцева, М.В. Новикова
Сибирский университет потребительской кооперации

В российском законодательстве остается нерешенной проблема соразмерности возмещения морального вреда, поскольку существуют размытые ориентиры его определения. Автор, рассмотрев данный вопрос, отмечает отсутствие в решениях судей наличия неукоснительного права потерпевшей стороны на возмещение морального вреда. В статье анализируются способы доказывания морального вреда. Автором сделан вывод о том, что по такой категории дел должен быть определен фиксированный минимум морального вреда для всех исков.

Ключевые слова: возмещение морального вреда, закон о защите прав потребителей, способы доказывания морального вреда

Закон РФ «О защите прав потребителей» – основной нормативно-правовой акт, регулирующий отношения по поводу приобретения товаров и услуг в личное пользование граждан и разрешения спорных ситуаций в вопросах качества товара. Этот закон призван регулировать отношения между покупателем и продавцом или производителем товаров. В вопросах качественного предоставления товаров или оказания услуг этот документ имеет высшую силу. [2]

Не решённым остается вопрос о возмещении морального вреда потребителю. Судебная практика показывает, что у суда имеется своя шкала убеждения применительно к рассматриваемой ситуации. По общему правилу судам все равно, в каком размере истец заявляет требование о моральном вреде, поэтому в литературе бытует мнение о том, что стоит обязать суды взыскивать моральный вред в пользу истца независимо от того, заявлялся он или нет, как это происходит сейчас при взыскании судебного штрафа по защите прав потребителей [4]

Такая проблема связана с общей формулировкой в Законе, которая говорит о том, что моральный вред, причиненный потребителю вследствие нарушения изготовителем (исполнителем, продавцом, уполномоченной организацией или уполномоченным индивидуальным предпринимателем, импортером) прав потребителя, предусмотренных законами и правовыми актами Российской Федерации, регулирующими отношения в области защиты прав потребителей, подлежит

компенсации причинителем вреда при наличии его вины. Размер компенсации морального вреда определяется судом и не зависит от размера возмещения имущественного вреда.

Конституционный суд Российской Федерации анализируя эту норму, указал еще в 2001 году, что потребитель является слабой стороной в правоотношениях с изготовителем (исполнителем, продавцом, уполномоченной организацией или уполномоченным индивидуальным предпринимателем, импортером), поэтому доказывать причинение ему нравственных страданий не обязан[5]

Оперируя указанными нормами, суды применяют какую-то свою определенную шкалу возмещения вреда, при этом опираются на платежеспособность ответчика. Тем самым потребитель получает минимум заявленного вреда без особых усилий. Все, что касается выше данной планки, приходится доказывать.

Возникает коллизия в праве, которая по закону разрешает потерпевшей стороне не доказывать причиненный вред, а по факту приходится подтверждать документально принесенные моральные и нравственные страдания.

На наш взгляд, неправильно освобождать потребителя от доказывания факта своих страданий. Вполне возможна ситуация, что при нарушении прав потребителей у потерпевшего не возникает морального вреда. При этом компенсация «мнимого» морального вреда, получается, вполне реальной. Такой подход, на мой взгляд, недопустим, ибо основополагающая цель компенсации морального вреда заключается не в том, чтобы наказать причинителя вреда, выполняя "штрафную", "карательную", "показательную" функцию, или необоснованно обогатить потерпевшего, а в том, чтобы компенсировать потерпевшему фактические вредные последствия нарушения.

К сожалению, в судах сложилась такая практика, что судами понимается под моральным вредом некий еще один штраф, несправедливая уплата, поскольку истец итак получил уже и основной долг, и штраф, и неустойку, поэтому случаев отказа в возмещении морального вреда достаточно множество. При этом, самой популярной формулировкой отказа является недоказанность доводов истца.

Закон нам не дает таких ответов, поэтому ответы приходится искать в разъяснениях Верховного суда Российской Федерации. п. 45 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 28.06.2012 N 17 "О рассмотрении судами гражданских дел по спорам о защите прав потребителей" говорит о том, что при решении судом вопроса о компенсации потребителю морального вреда достаточным условием для удовлетворения иска является установленный факт нарушения прав

потребителя. Размер присуждаемой потребителю компенсации морального вреда в каждом конкретном случае должен определяться судом с учетом характера причиненных потребителю нравственных и физических страданий исходя из принципа разумности и справедливости[3] Это и печально, что так ничего и не разъяснено, поскольку всё зависит от субъективизма судей.

В результате, доказывая моральный вред, который причинен потребителю некачественным товаром или услугой, то, необходимо прежде всего, в досудебном порядке фиксировать «физические страдания», т.е. вред медицинскими заключениями, обращением с жалобами в надзорные инстанции, проводить необходимые экспертизы, устанавливать причинно-следственную связь, и только после этого дальше обращаться в суд.

Тогда как потребители в стрессовой ситуации мало осознают факт фиксации своего состояния в каких-либо учреждениях, поэтому суды не находят оснований для удовлетворения требований в полном объеме.

В этой связи, предлагается внести изменения в ст. 15 Закона о защите прав потребителей и прописать минимальный размер для удовлетворения морального вреда в рамках десяти тысяч рублей.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 N 14-ФЗ (ред. от 09.03.2021) / "Собрание законодательства РФ", 29.01.1996, N 5, ст. 410,
2. Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 22.12.2020) "О защите прав потребителей" / "Собрание законодательства РФ", 15.01.1996, N 3, ст. 140
3. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 20.12.1994 N 10 (ред. от 06.02.2007) "Некоторые вопросы применения законодательства о компенсации морального вреда" / "Российская газета", N 29, 08.02.1995.
4. Моисеева О.В. Проблемы компенсации морального вреда / Российский судья, 2019, N 6, С. 76-79
5. Филимонов В.Г. Когда и в каком размере можно требовать компенсации морального вреда? / Азбука права, 2021, № 6, С. 7-9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ

А.О. Монгуш, О.С. Шинделова
Новосибирский государственный аграрный университет
panda6966

Материалы данного исследования раскрывают актуальность и необходимость совершенствования моделей ипотечного кредитования, поскольку, для любой компании они играют очень важную роль. По большому счету ипотека – это залог недвижимого имущества, а также ссуда по такому залогу.

Ключевые слова: ипотечное кредитование, кредит, рынок недвижимости, модели ипотечного кредитования

В настоящее время услугами ипотечного кредитования пользуются более 6-7% населения, на рынке недвижимости каждая седьмая сделка проходит с применением ипотечного кредита. Российская Федерация входит в число стран с низким уровнем обеспеченности населения услугами ипотечного кредитования.

Ипотечные кредиты благоприятно сказываются на экономике страны, в которой выдаются. Это обусловлено ростом спроса на рынке недвижимости и строительства. Также при помощи ипотечного кредитования улучшается уровень жилищных условий населения, что также является позитивным качеством.

Цель данной работы: изучение совершенствования моделей ипотечного кредитования в коммерческом банке.

Задачи:

- раскрыть понятие, сущность ипотечного кредитования;
- исследовать особенности моделей ипотечного кредитования;
- описать проблемы и выявить пути совершенствования моделей ипотечного кредитования на примере ПАО «Сбербанк»

В научно-исследовательской литературе под ипотечным кредитом принято понимать такой кредит, который был выдан под залог недвижимости. При этом, в широком смысле ипотечное кредитование представляет собой целостный механизм. Он основан на реализации отношений, которые возникают по поводу выдачи, продажи и обслуживания ипотечных кредитов.

Существуют различные виды ипотечного кредита. Так, выделяют строительный кредит, под которым подразумевается кредитование

жилищного строительства. Еще одна разновидность – это ипотечный жилищный кредит.

Ипотечный жилищный кредит принято классифицировать по различным критериям. Так, можно выделить такой параметр, как цель получения ипотечного жилищного кредита. В связи с ней можно выделить инвестиционный и потребительский кредиты [2].

Развитие и организация ипотечного кредитования ощущает на себе воздействия целого комплекса внешних и внутренних факторов: политических, экономических, правовых и исторических.

В Российской Федерации на сегодняшний день реализована адаптированная модель двухуровневого ипотечного кредитования. Ее основой является американская модель кредитования. По сравнению с американской системой андеррайтинга заемщиков, в России банки более требовательны при анализе финансовой состоятельности клиентов. С одной стороны, это замедляет развитие ипотечного кредитования, но с другой - доля просроченной задолженности по ипотечным кредитам в России значительно ниже.

Особенности ипотечного кредитования в России на современном этапе обусловлены внешнеэкономической ситуацией, вызванной новым вирусом коронавирусной инфекции (Covid-19). В Российской Федерации реакция населения на происходящие события в мире была следующей: в 2020 году рекордно выросло количество выдаваемых кредитов. Так, объем выданных в 2020 году кредитов на жилье на 51% превысил объем ипотечного кредитования в 2019.

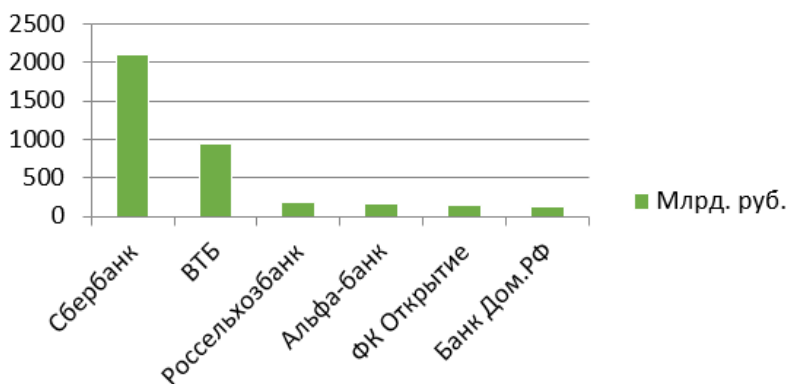


Рисунок 1 – Объемы ипотечного кредитования в 2020 году, млрд. руб [1].

Лидерами по ипотечному кредитованию в России являются ПАО «Сбербанк» и ПАО «ВТБ». При этом объемы кредитования ПАО «Сбербанк» составили в 2020 году 2,1 трлн. рублей, что в 2 раза превышает объемы выданных ипотечных кредитов ПАО «ВТБ».

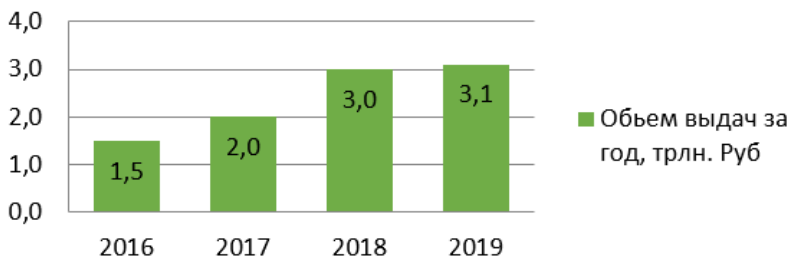


Рисунок 2 – Динамика выданных ипотечных кредитов [1]

Ипотечное кредитование в Российской Федерации развивается довольно стремительно. Однако объективно существуют некоторые негативные факторы, сдерживающие развитие ипотечного кредитования. Несмотря на то, что в Российской Федерации спрос и потребность в ипотечных кредитах довольно высока, она сдерживается высокой стоимостью ипотечного кредитования [3].

Таким образом, можно сделать вывод о высоком значении ипотечного кредитования для экономического и социального развития страны. Кредитование в принципе всегда благоприятно сказывается на экономике, если оно контролируется и не выходит за рамки разумного объема выдачи.

Список литературы

1. Центральный Банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cbr.ru/> (Дата обращения 27.04.2021).
2. Астапов К.Л. Ипотечное кредитование в России и за рубежом /К. Л. Астапов // Деньги и кредит. 2019. - № 4. - С. 45-49.
3. Большакова Ю.А. Факторы и показатели устойчивого развития социальной инфраструктуры сельских территорий // Вестник НГИЭИ. 2020. № 11 (51). С. 15-21.
4. Бондалетов В.В. Анализ механизма государственного регулирования инвестиционно-инновационных процессов в сфере жилищного строительства. Материалы Афанасьевских чтений. 2019. Т. 1. № 10. С. 63-72

РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Е.В. Осипова, Г.В. Исаева
Новосибирский государственный аграрный университет
galina_issaeva@mail.ru

Поддержка отрасли сельского хозяйства и организаций, функционирующих в данной отрасли экономики, является основополагающей в определении и поддержании оптимальных показателей эффективности их функционирования. В связи с этим необходимо рассмотреть роль государственной поддержки в форме субсидирования для АПК и её значение в определении финансовых результатах.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, государственная поддержка, бюджетная субсидия, элементы субсидий, финансовый результат

АПК – это крупнейший межотраслевой комплекс, объединяющий несколько отраслей экономики, направленных на производство и переработку сельскохозяйственного сырья, и получение из этого сырья продукции, доводимой до конечного потребителя. [5, с.352]

Главной задачей агропромышленного комплекса является обеспечение граждан страны продовольствием, а промышленность – сырьем. Финансовый результат при этом достигается благодаря удачному расположению и взаимодействию предприятий и организаций.

Основной элемент агропромышленного комплекса – это сельское хозяйство.

Для поддержания данного сектора экономики требуется государственное вмешательство в виде государственной поддержки.

Государственная поддержка сельского хозяйства определяется, как объем денежных средств, поступающих в распоряжение сельскохозяйственным организациям. Цель государственной поддержки заключается в компенсировании части издержек, затраченных на производство сельскохозяйственной продукции на условиях поддержания эффективности применения полученных денежных средств и производственного потенциала, повышения объемов производства, продуктивности, а также улучшения качества производимой продукции [3, с.108-110].

На сегодняшний день существует огромное количество сельскохозяйственных организаций, которые не имеют устойчивое финансовое положение. В качестве помощника для решения данной проблемы выступает государство предоставляя денежные средства из бюджета.

Стоит отметить, что аграрная сфера, к которой относится сельское хозяйство, не может развиваться без активной поддержки государства.

На сегодняшний день действует Государственная программа «Развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» от 14.07.2012 года в редакции от 06.04.2021 года [2].

Одним из основных видов помощи сельскому хозяйству является субсидирование.

Субсидирование – это выплата на безвозмездной основе денежных средств из федерального или местного бюджета на определённые цели организации [4. С. 323-324].

Бюджетное субсидирование деятельности организаций – субсидирование сельского хозяйства и сельскохозяйственных товаропроизводителей различается по видам и направлениям поддержки, которое в соответствии с бюджетным законодательством может осуществляться не только из региональных источников, но и за счет федерального бюджета. [1]

Составные элементы субсидирования на данный момент:

- субсидия на создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации;
- субсидия на поддержку сельскохозяйственного производства по отдельным подотраслям растениеводства и животноводства;
- субсидия на стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования;
- субсидия на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, и займам, полученным в сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативах и др.

В независимости от вида, государственная поддержка должна способствовать не только улучшению отдельных производственно-финансовых показателей, но и общего результата в целом.

На 2021 год в рамках программы было выделено порядка 2,8 млрд руб., в том числе из федерального бюджета 2,2, а из местного – 0,6 руб.

Подводя итог вышесказанного, можно утверждать, что целью государственного вмешательства в АПК является создание

экономических, правовых и социальных условий для развития сельскохозяйственной сферы, удовлетворение потребностей населения в качественной продукции по умеренным ценам, а также финансовой устойчивости организации.

Финансовые результаты деятельности предприятий сферы АПК, представляют собой разность между выручкой от реализации произведенной сельскохозяйственной продукции, а также затратами на ее производство и реализацию. Кроме этого, финансовые результаты сельскохозяйственного предприятия могут, так же, как и на предприятиях иных сфер деятельности, формироваться от осуществления этими предприятиями прочих видов деятельности, не связанной с производством и реализацией сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Федеральный закон от 08.12.2020 №385-ФЗ о федеральном бюджете и исполнении бюджета.
2. Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 №717 (ред. от 06.04.2021) «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия».
3. Голокозова И.Р. Роль государства в поддержке сельского хозяйства в условиях членства в ВТО / И.Р. Голокозова, А.Т. Айдинова // Молодой ученый, 2013. – №1. – С. 108-110.
4. Иванова К.В. Субсидирование как основной инструмент государственной поддержки предприятий агропромышленного комплекса / К.В. Иванова // Молодой ученый, 2018. – №18. – С. 323-324.
5. Минаков И.А. Экономика сельского хозяйства: Учебник / И.А. Минаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 352 с.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В АПК

А.В. Пчельников, Р.В. Луцик, С.А. Пашенко, З.К. Зайналов
Новосибирский государственный аграрный университет
rblucik@mail.ru

В статье рассматривается актуальность применения теплоизоляционных покрытий для транспортно-технологических машин в АПК. Показано пагубное влияние на транспортно-технологические машины низких температур в зимний период. Для поддержания допустимого диапазона рабочих температур агрегатов транспортно-технологических машин необходимо сохранять тепловое излучение с помощью теплоизоляционных покрытий. Это способствует увеличению их срока службы транспортно-технологических машин.

Ключевые слова: тепловой баланс, транспортно-технологические машины, лакокрасочное покрытие, теплоизоляционные покрытия

Проблемы: В Сибирском регионе суровые зимы, иногда температуры доходят до -70 С. Низкие температуры пагубно влияют на агрегаты транспортно-технологических машин: понижение общего теплового режима двигателя, низкая температура масла двигателя, поступление холодного воздуха и топлива, возрастают пусковые износы и износы в процессе дальнейшей эксплуатации, увеличение нагрузки за счет трансмиссии и аэродинамического сопротивления [1, с. 175].

Одним из вариантов решения вышеназванных проблем, является применение специальных защитных покрытий с теплоизоляционными свойствами. Для условий отрицательных температур и поддержания оптимального теплового режима узлов, агрегатов транспортно-технологических машин используется теплоизоляционные покрытия. Они способствуют поддержанию необходимой температуры узлов транспортно-технологических машин.

Объект исследования: теплоизоляционные покрытия.

В зависимости от необходимых характеристик и условий эксплуатации теплоизоляционные покрытия видоизменяется материалы из которых они изготовлены, а также структура этих материалов [2, с. 272].

В двигателях внутреннего сгорания теплоизоляционные покрытия играют роль изоляции для компонентов, которые работают при высоких температурах: камеры сгорания, воздухопроводов и т.д. [3, с. 268]. Для того чтобы теплоизоляционные покрытия были эффективными, лакокрасочные материалы из которых они созданы должны обладать: низкой плотностью и теплопроводностью, широким температурным интервалом применения, а также продолжительным сроком эксплуатации [1, с. 164].

Создают данные лакокрасочные материалы добавлением в них специализированных модификаторов – микросфер. Полые микросферы синтезируются из неорганических материалов (полиборатов, борсиликатов, полифосфатов, силикатов), а также полимеров. Наибольшее распространение получили стеклянные и керамические микросферы.

Микросферы по величине частиц изготавливаются с широким набором (от 10 до 300 мкм). Все микросферы – это высокодисперсные белые (сыпучие) порошки. Их используют в производстве лакокрасочных материалов, так как они относительно дешевые и достаточно эффективные наполнители (цена 1 кг стеклосфер российского производства не превышает 80 руб.).

Микросферы обладают низкой плотностью (у стеклянных сфер 0,12-0,60 г/см³) и светорассеиванием, а также химически стойки, инертны. В отличие от многих других природных наполнителей микросферы не меняют цвет красок. Они повышают их укрывистость и тем самым позволяют экономить очень дорогие пигменты, например диоксида титана. Керамические и стеклянные микросферы смачиваются органическими растворителями и водой (удовлетворительно). Основное направление использования этих микросфер – получение энергосберегающих теплых и светоотражающих покрытий, также они имеют химическую стойкость и атмосферостойкость [4, с. 171].

Также керамические микросферы могут использоваться для изготовления огнезащитных покрытий. В основном, их применяют с целью получения покрытий с повышенной абразивостойкостью и твердостью. Они выдерживают дисперирование в пленкообразователях при больших нагрузках. Фирмы ООО «Микрокомпозит» и ЗАО «ЗМ Россия» являются основными поставщиками керамических и стеклянных микросфер для получения теплоизоляционных покрытий.

В таблице 1 представлены основные характеристики термоизоляционных микросфер [4, с. 180].

Таблица 1 – Основные характеристики термоизоляционных микросфер

Показатель	Стекланные микросферы	Керамические микросферы
Размер, мкм	40-90	120
Плотность, г/см ³	0,2	2,4
Температура плавления, °С	585	1400
Химический состав	SiO ₂ - 72% MgO - 4% CaO - 6% Na ₂ O - 15% Al ₂ O ₃ - 2% Fe ₂ O ₃ - 0,2%	SiO ₂ - 52% TiO ₂ - 0,6% Al ₂ O ₃ - 23% Fe ₂ O ₃ - 6% CaO - 0,1% MgO - 1%.

Стекло- и керамосферы абсолютно по разному влияют на блеск покрытий. Так стекланные микросферы понижают блеск на покрытии, а керамические – наоборот, немного увеличивают его. При этом если добавить к рецептуре терморективных красок 4-5% масс. стекланных микросфер, то возникают глубокоматовые покрытия. Такие покрытия образуются из-за всплывания стекланных микросфер, концентрирующихся на поверхности. Далее, в малых количествах, вводят керамосферы. Они начинают тонуть, тем самым снижается вязкость расплава на поверхности, что приводит к улучшению растекания. Большую ценность порошковые краски с добавлением микросфер представляют для теплоизоляционных и шумопоглощающих покрытий. Микросферы являются носителем воздуха, который имеет хорошую тепло- и звукоизоляцию (коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,028$ Вт /м*К, скорость звука в воздушной среде равна 340 м/с, что в десятки раз меньше чем у полимерных пленкообразователей). Наличие микросфер приводит к понижению шума в коротковолновой части, с частотой диапазона от 100 до 300 Гц. При использовании эпоксидных элементов, толщина которых около 3мм, происходит еще большее снижение шума. Шумопоглощение возрастает до 30%. Если эпоксидное покрытие еще тоньше (80-10мкм), то эффект малозаметен. Наличие в составе краски микросфер (5% масс.) ведет к понижению тепло- и температуропроводности покрытий.

Применение керамических микросфер лучше стекланных микросфер, так как у них выше температура плавления, а значит ниже теплопроводность. К тому же покрытия с такими микросферами обладают лучшей тягучестью в составе краски, что приводит к

увеличению блеска и повышению отражательной способности покрытия и сбросу тепла в окружающую среду.

Список литературы

1. Кох П. И. Климат и надежность машин. М.: Машиностроение, 1981. с. 160-175.
2. Яковлев А.Д., Яковлев С.А. Лакокрасочные материалы функционального назначения. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2016. 272 с.
3. A.C. Karaoglanli, et al., Thermal shock and cycling behavior of thermal barrier coatings (TBCs) used in gas turbines, in: E. Benini (Ed.) // Progress in Gas Turbine Performance, In Tech, 2013, 268 p.
4. Laurence W. McKeen. Application of Liquid Coatings // Fluorinated Coatings and Finishes Handbook (Second Edition), The Definitive User's Guide. A volume in Plastics Design Library, 2016, pp. 171–183.
5. Зинченко В.Ф., Романенко А.А., Ужegov В.М., Анашин В.С., Протопопов Г.А., Григорьевский А.В., Хасаншин Р.Х., Согаян А.В., Исследование эффективности использования лакокрасочных и терморегулирующих покрытий для защиты бортовой аппаратуры от воздействия ионизирующих излучений космического пространства // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру, 2015, № 1, с. 34-38.

УЛУЧШЕНИЕ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

А.Г. Рябиков, Г.В. Исаева

Новосибирский государственный аграрный университет
galina_issaeva@mail.ru

Авторами предполагаются направления улучшения финансового состояния организации. На основе анализа методической литературы были рассмотрены методы, которые помогут определить финансовое состояние организации, выявить проблемы деятельности организации и предложить методы их решения.

Ключевые слова: организация, финансовое состояние, проблемы, методы, решения, деятельность

Рыночная экономика в Российской Федерации развивается достаточно активно, вместе с ней набрала силу, и конкуренция как основной механизм регулирования хозяйственного процесса.

Конкурентоспособность хозяйствующему субъекту может обеспечить только правильное управление движением финансовых ресурсов и капитала, находящихся в его распоряжении.

При этом, финансовое состояние организации зависит от множества факторов, которые можно разделить на внутренние и внешние:

1. К внешним, которые не зависят от деятельности предприятия, мы можем отнести: государственную налоговую политику, уровень безработицы и инфляции в стране и положение, которое занимает организация на рынке.

2. К внутренним факторам, которые зависят от деятельности предприятий, отнесем: обеспечение такого движения капитала, чтобы доходы всегда превышали расходы для сохранения платежеспособности и создания условий для ее развития; наличие гибкой структуры капитала [4, с.212].

Кроме конкурентоспособности, так же важно и информационное обеспечение, оценка организации в виде бухгалтерской отчётности, по причине того, что сведения, содержащиеся в ней, имеют комплексный характер и наиболее полно и точно отражают хозяйственные явления, процессы и их результат [3, с.340].

По результатам проведенного анализа у организации могут быть выявлены и отрицательные тенденции, которые характеризуют её финансовое состояние, такие как:

1. Коэффициент текущей ликвидности, который выходит за пределы нормативного значения – это означает, что у организации недостаточно эффективное использование оборотных активов и краткосрочного финансирования.

2. Увеличение дебиторской задолженности определяет неправильную кредитную политику, таким действием увеличивается риск неплатежеспособности.

3. Низкое значение коэффициента автономии.

4. Достаточно высокий коэффициент долга.

5. Высокий коэффициент финансового риска.

6. Коэффициент абсолютной ликвидности приобретает значения, которые на много ниже нормы.

В любой организации запасы должны формироваться за счет собственных источников финансирования. При резком увеличении запасов обеспеченность собственным оборотным капиталом начинает снижаться и происходит сокращение его доли, что приводит к потребности в поиске дополнительных источников финансирования в виде заемных средств, что подрывает уровень финансовой

устойчивости организации, уменьшается доля собственных средств, при увеличении привлеченных.

Таким образом, в наилучшем варианте запасы должны быть меньше собственного оборотного капитала, или меньше чем источники формирования запасов, куда входят собственный оборотный капитал, расчеты с поставщиками и подрядчиками, краткосрочные кредиты [2, с.479].

Таким образом, подводя итоги, можно сказать, что проводить финансовый анализ необходимо для выявления проблем организации и повышения ее конкурентоспособности и производительности. Эти меры помогают оценить прибыльность организации, ее способность в правильном и полном объеме направлять финансы в нужные области развития.

Качественная разработка мероприятий позволяет вывести организацию на высокую долю доходности, сделать баланс организации ликвидным. Для этого финансовый анализ нужно проводить регулярно[1, с.578].

Список литературы

1. Абрютин М.С. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / М. С. Абрютин, А. В. Грачев. - М.: Дело и Сервис, 2018. – 578 с.
2. Болдырева Е.С. Теоретико-методические подходы к организации и системы риск-контроллинга финансовой деятельности предприятия / Е.С. Болдырева, А.А. Сангаджи-Горяева// Сборник: Модели хозяйственного развития: теория и практика Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной юбилею профессора Л.Ц. Бадмахалгаева. - 2018. – С.478-481.
3. Зайков В.П. Финансовый менеджмент: теория, стратегия, организация: Учеб. пособие / В.П. Зайков, Е.Д. Селезнева, А.В. Харсеева.- М.: Вуз. книга,2018. – 340 с.
4. Козлов В.В. Планирование результатов деятельности предприятия [Текст] / В.В. Козлов. – М.: ЭКСМО, 2016. – 212 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ НА ПРИМЕРЕ АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК»

А.А. Сороковых, О.С. Шинделова
Новосибирский государственный аграрный университет
kowix66@gmail.com

Материалы данного исследования раскрывают актуальность и необходимость управления финансовыми рисками организации, поскольку, для любой компании они играют очень важную роль. По большому счету финансовые риски – это риски, связанные с возможным недостатком средств, необходимых для покрытия текущих расходов и расходов по обслуживанию внешних источников финансирования.

Ключевые слова: финансовый риск, риск менеджмент, ссуда, капитал

В настоящее время коммерческие банки сталкиваются с большим количеством рисков, одним из которых является финансовый риск. Если игнорировать данный риск, то он приведет к ощутимым финансовым последствиям, в некоторых случаях даже к банкротству.

Финансовый риск – вероятность возникновения неблагоприятных событий при формировании денежных отношений, которые могут повлечь за собой сокращение финансовых ресурсов и капитала [1].

Финансовый риск является неотъемлемой частью всей деятельности и присущ всем сферам бизнеса. Объективный характер проявления финансового риска остается неизменным.

Управление рисками необходимо для обеспечения прибыльности, надежности и безопасности финансовой системы. За последние десятилетия банковский сектор стал более развитым благодаря внедрению финансовых технологий и продуктов. Хотя улучшения усиливают роль банка, увеличивают прибыльность и улучшают диверсификацию финансовых рисков, они создают проблему управления рисками [2].

Существует огромное число классификаций финансовых рисков. На рисунке 1 можно увидеть виды финансовых рисков согласно Информации Минфина России № ПЗ-9/2012 «О раскрытии информации о рисках хозяйственной деятельности организации в годовой бухгалтерской отчетности» [3].

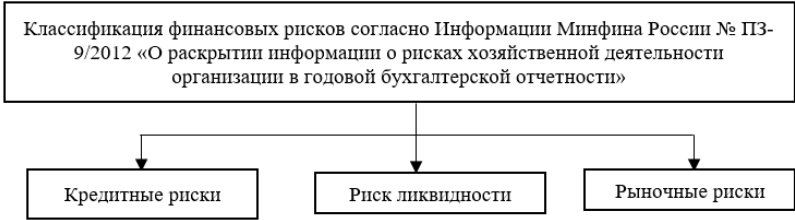


Рисунок 1 – Классификация финансовых рисков предприятия согласно Информации Минфина России

У каждого ученого-экономиста есть свое определение управления рисками, однако, все сходится во мнении, что управление рисками – это применение различных методов, моделей, способов для оценки рисков и их дальнейшего устранения.

Процесс управления рисками представлен на рисунке 2.

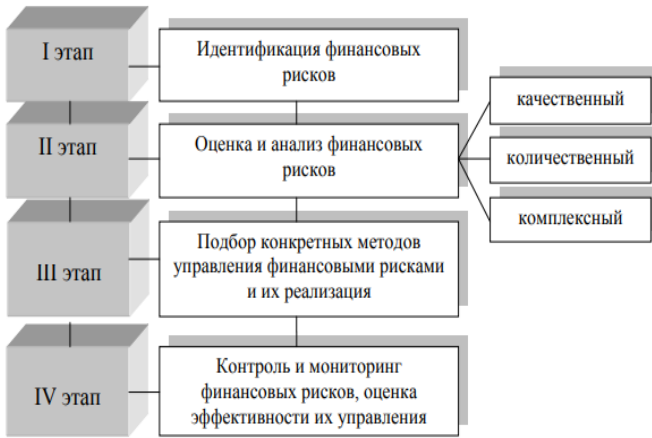


Рисунок 2 – Этапы процесса управления финансовыми рисками

В таблице 1 рассмотрим динамику кредитного риска АО «Россельхозбанк» за 2015–2019 гг. [4].

Просроченная ссуда – это ссуда, не возвращенная банку в установленный срок из-за финансовых затруднений заемщика. Показатель доли просроченных ссуд за анализируемый период снизился до 7,32%. В 2019 г. по сравнению с предыдущими годами показатель размера резервов на потери по ссудам и иным активам увеличился и составил 14,36%. Размер просроченных ссуд довольно высокий, что требует значительного резервирования.

Таблица 1 – Динамика кредитного риска АО «Россельхозбанк» за 2015–2019 гг.

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2019 к 2015 (+;-)
Показатель доли просроченных ссуд, %	9,36	9,16	10,36	9,65	7,32	-2,04
Показатель размера резервов на потери по ссудам и иным активам, %	10,26	9,35	10,1	8,5	14,36	4,1
Ссудная задолженность, млрд руб.	2 144,6	2 261,4	2 393,7	2 378,5	2 657,4	512,8
Резерв на возможные потери, млрд руб.	205,6	189,5	191,6	183,4	327,3	121,7
Максимальный размер крупных кредитных рисков (Н7)	130,11	173,3	192,44	216,68	208,14	78,03
Совокупная величина риска по инсайдерам банка	0,96	0,86	0,74	0,61	0,55	-0,42

По данным 2019 г. АО «Россельхозбанк»: доля просроченных ссуд – высокая (тенденция – положительная); доля резервирования по ссудам – высокая (тенденция – отрицательная); размер крупных кредитных рисков – удовлетворительно (тенденция – положительная); размер кредитных рисков на инсайдеров – удовлетворительно (тенденция – положительная).

Наблюдается рост крупных кредитных рисков (Н7), однако они остаются в норме, установленной Банком России (max 800%).

Таким образом, исходя из показателей Банка России, кредитный риск можно охарактеризовать как приемлемый, но плохих кредитов на его балансе много, что и требует постоянной докапитализации.

Список литературы

1. Гиголян Н.Г. Трансферт риска, как метод управления финансовыми рисками на предприятии // Синергия наук. – 2018. – С. 215-219.
2. Nguyen Q., Gan Ch. Perspectives on Risk, Assessment and Management Paradigms. Intechopen. 2019. – 19 p.
3. Информация Минфина России № ПЗ-9/2012 «О раскрытии информации о рисках хозяйственной деятельности организации в годовой бухгалтерской отчетности» [Электронный ресурс]. // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 28.04.2021).
4. Официальный сайт Портал банковского аналитика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://analizbankov.ru/> (дата обращения 28.04.2021).

РАЗВИТИЕ КРЕДИТОВАНИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК»

Б.Э. Тузачинова, О.С. Шинделова
Новосибирский государственный аграрный университет
btuzachinova@mail.ru

Кредит имеет большое значение в развитии экономических связей между отраслями и регионами, в повышении эффективности производства, в создании и использовании доходов и прибылей. Благодаря кредиту происходит более быстрый процесс капитализации прибыли и концентрации производства.

Ключевые слова: кредит, кредитование, кредитные отношения, малый и средний бизнес, сельское хозяйство

Кредитные отношения существуют и реализуются достаточно давно. Сегодняшнее экономическое развитие только подчеркивает важность и необходимость использования кредита. Уже сейчас развитие цифровых и технологических процессов способствует увеличению спроса на кредиты.

В современной экономической литературе существует два основных подхода к понятию и происхождению слова «кредит». Некоторые экономисты считают, что концептуальная основа происходит от латинского слова «кредит», которое переводится как «он верит» (или от

слова *credo* – верить). Другие ученые считают, что появление этого термина тесно связано с латинским словом «*creditum*», которое переводится как ссуда (долг). У каждого ученого-экономиста есть свое определение кредитования, однако, все сходится во мнении, что система кредитования – это совокупность взаимосвязанных элементов, обеспечивающих кредитный процесс.

Существует множество различных видов, форм кредитования малого и среднего бизнеса. Разнообразие банковских кредитных продуктов есть отражение многогранности потребностей заемщиков в средствах, а также изобретательности кредиторов в удовлетворении этих потребностей с учетом риска, приемлемым при кредитовании соответствующей сделки.

В таблице 1 рассмотрим рейтинг кредитоспособности АО «Россельхозбанка» от аккредитованных рейтинговых агентств.

Таблица 1. – Рейтинг кредитоспособности АО «Россельхозбанк» от аккредитованных рейтинговых агентств (по состоянию на 15 января 2021 г.):

Агентство	Долгосрочный международный	Краткосрочный	Национальный	Прогноз
Moody`s	Ba1 (Самый высокий рейтинг в спекулятивной категории)			стабильный
Fitch	BBB - (Хорошая кредитоспособность)	F3 (Приемлемый уровень краткосрочной кредитоспособности)		стабильный
АКРА			AA(RU) (Высокий уровень кредитоспособности)	стабильный

31 марта 2021 года АКРА подтвердило кредитный рейтинг АО «Россельхозбанк» на уровне AA(RU), прогноз «Стабильный», а также приравненный к рейтингу Банка рейтинг облигаций старшего необеспеченного долга. Подтверждение кредитных рейтингов Россельхозбанка и его старших облигаций обусловлено высокой системной значимостью Банка для российской экономики и национальной банковской системы, поддержкой со стороны государства, а также лидирующим положением в кредитовании отечественного агропромышленного комплекса. За прошедший месяц рейтинги рейтинговых агентств не менялись.

Таблица 2. – Структура и динамика баланса АО «Россельхозбанк» за 01.01. 2019 – 01. 01. 2021

Наименование показателя	01 Января 2020 г., тыс. руб.		01 Января 2021 г., тыс. руб.	
Межбанковские кредиты	288 477 188	9.35%	260 814 622	7.17%
Кредиты юридическим лицам	1 881 861 281	60.99%	2 288 867 214	62.90%
Кредиты физическим лицам	460 925 381	14.94%	555 246 176	15.26%
Векселя	19 314 007	0.63%	19 314 007	0.53%
Вложения в операции лизинга и приобретенные прав требования	2 240 820	0.07%	12 042 843	0.33%
Вложения в ценные бумаги	416 964 129	13.51%	485 736 548	13.35%
Прочие доходные ссуды	4 775 295	0.15%	1	0.00%
Доходные активы	3 085 474 703	100.00%	3 638 941 890	100.00%

Из таблицы видно, что незначительно изменились суммы межбанковские кредиты, векселя, вложения в ценные бумаги, увеличились суммы кредиты юридическим лицам, кредиты физическим лицам, сильно увеличились суммы вложения в операции лизинга и приобретенные прав требования, а общая сумма доходных активов увеличилась на 17.9% с 3085.47 до 3638.94 млрд руб.

Анализ таблицы 3 позволяет предположить, что банк делает упор на кредитование юридических лиц, формой обеспечения которого являются имущественные залого. Общий уровень обеспеченности кредитов достаточно высок и возможный невозврат кредитов, вероятно, будет возмещен объемом обеспечения.

Таблица 3. – Аналитика по степени обеспеченности выданных кредитов, а также их структуре за 01.01. 2019 – 01. 01. 2021:

Наименование показателя	01 Января 2020 г., тыс. руб.		01 Января 2021 г., тыс. руб.	
	Ценные бумаги, принятые в обеспечение по выданным кредитам	548 076 699	20.77%	571 904 383
Имущество, принятое в обеспечение	1 648 812 330	62.49%	1 792 769 389	59.68%
Драгоценные металлы, принятые в обеспечение	0	0,00%	0	0,00%
Полученные гарантии и поручительства	21 036 649 554	797.34%	31 302 165 712	1041.95%
Сумма кредитного портфеля	2 638 344 450	100%	3 004 193 581	100%
- в т.ч. кредиты юр.лицам	1 863 529 374	70.63%	2 257 079 017	75.13%
- кредиты физ. лицам	460 925 381	17.47%	555 246 176	18.48%
- кредиты банкам	288 477 188	10.93%	150 814 622	5.02%

Таблица 4 – Краткая структура процентных обязательств АО «Россельхозбанк» (т.е. за которые банк обычно платит проценты клиенту) за 01.01. 2019 – 01. 01. 2021:

Наименование показателя	01 Января 2020 г., тыс. руб.		01 Января 2021 г., тыс. руб.	
	Средства банков (МБК и корсчетов)	58 344 962	1.94%	162 557 116
Средства юридическим лицам	1 091 776 998	36.24%	1 427 397 367	39,89%
- в т.ч. текущих средств юр. лиц	259 795 408	8.62	390 067 464	10.90%
Вклады физическим лицам	1 170 398 707	38.85%	1 307 327 533	36.54%
Прочие процентные обязательства	692 345 509	22.98%	680 691 791	19.02%
- в т.ч. кредиты от Банка России	65 888 441	2.19%	105 045 052	2.94%
Процентные обязательства	3 012 866 176	100%	3 577 973 807	100%

Таким образом, незначительно изменились суммы вклады физ. лиц, увеличились суммы средства юр. лиц, сильно увеличились суммы средства банков (МБК и корсчетов), а общая сумма процентных обязательств увеличилась на 18.8% с 3012.87 до 3577.97 млрд руб.

Особенность кредитования сельского хозяйства заключается во взаимосвязи с сезонными затратами. Самым распространённым типом кредитования для сельского хозяйства являются краткосрочные займы. Выдача кредитов предоставляется с целью улучшения производственных фондов, повышения потенциала и других аспектов. Сельскохозяйственная отрасль сильно зависима от внешних факторов, таких как урожайность, погодные условия, экономическое положение страны и покупательская способность населения.

Таким образом, по этой причине у фермеров зачастую нет возможности обеспечения кредита. Все оборотные средства фермеров используются в производстве, а стоимость имущества часто не может покрыть сумму кредита.

Список литературы

1. Толмачева, И. В., Падалко А. И. Теоретические основы управления активными операциями, г. Тирасполь, 11 мая 2017 г.: в 2 т. / отв. ред. Н. Н. Смоленский, И. В. Толмачева. — Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2017. — 184 с.
2. Официальный сайт АО «Россельхозбанк»
<https://www.rshb.ru/about/akra-ratings/>

КЛАССИФИКАЦИЯ ОШИБОК И ИСКАЖЕНИЙ В БУХГАЛТЕРСКОЙ (ФИНАНСОВОЙ) ОТЧЕТНОСТИ

О.С. Шинделова, В.Е. Белобородов
Новосибирский государственный аграрный университет

Данная статья посвящена проблеме искажения бухгалтерской (финансовой) отчетности, где рассматриваются основные затруднения в выявлении признаков манипулирования с финансовой отчетностью, которая влечет за собой риски для потенциальных пользователей. Рассматриваются классификации ошибок и искажений финансовой отчетности.

Ключевые слова: бухгалтерская отчетность, достоверность, искажение, фальсификация, аудиторская проверка, контроль, ликвидность, платежеспособность, финансовое состояние

В современной экономике главную роль при принятии экономически обоснованных решений относительно эффективного управления и делового сотрудничества играет информация о деятельности организации, доступ к которой участники рынка получают через финансовую отчетность.

Цель – изучить классификацию возможных искажений бухгалтерской (финансовой) отчетности и применяемые в учетной и аудиторской практике способы выявления ошибок в бухгалтерском учете, а также порядок исправления бухгалтерских ошибок.

Достижение цели предполагает постановку и решение следующих задач:

- исследовать базовые подходы к определению сущности манипулирования финансовой отчетностью;
- выявить и изучить классификацию манипулирования;
- рассмотреть и систематизировать методы манипулирования финансовой отчетностью;
- привести различные методы раскрытия мошеннических схем, связанных с финансовой отчетностью;
- проанализировать различные варианты недопущения манипуляций с финансовой отчетностью.

В настоящее время, формирование бухгалтерской отчетности регулируют закон «О бухгалтерском учете» № 402 ФЗ от 06 декабря 2011 года. Согласно данному закону отчетность должна давать достоверное понимание о финансовом положении экономического субъекта, финансовом результате его деятельности и движении денежных средств, необходимое пользователям этой отчетности для принятия экономических решений[1].

Подводя итог, следует выделить, что проблема фальсификации бухгалтерской (финансовой) отчетности становится все более актуальной в связи развитием экономической сферы, где все чаще и чаще бухгалтерская (финансовая) отчетность подвергается манипулированию. Стоит также понимать, что от отдельного экономического субъекта зависит стабильность всего экономического состояния государства, если экономический субъект неэффективен, то и результат в совокупности будет соответствующий.

Искажения бухгалтерской (финансовой) отчетности представляется как неточное предоставление информации бухгалтерской (финансовой) отчетности потенциальным пользователям со стороны экономических субъектов. Возникновения ошибок и искажений могут быть вызваны в результате разных событий, то есть, как следствие чрезвычайных обстоятельств возникшие в хозяйственной деятельности экономического субъекта. Чрезвычайными доходами и расходами, которые указаны в нормативные документы 9 ПБУ 9/99 и 13 ПБУ 10/99, могут являться такие чрезвычайные обстоятельства, как стихийного бедствия, пожары, аварии, национализации и т.п. (рис. 1).



Рисунок 1 – Классификация искажений бухгалтерской (финансовой) отчётности по причинам возникновения

В первую группу искажений бухгалтерской (финансовой) отчетности в результате действий можно классифицировать по характеру возникновения (по умыслу). Эти искажения делятся на две подгруппы:

- преднамеренные (вольные);
- непреднамеренные (невольные).

Признаком непреднамеренных действий является заблуждение, в (МСА) такие действия, которые приводят к искажению бухгалтерской (финансовой) отчетности обозначаются термином «ошибка», а признаком преднамеренных действий – умысел, который в данном стандарте обозначается термином «недобросовестные действия». Следовательно, стоит разграничить два эти понятия, поскольку ошибочные действия могут быть следствием непредсказуемого искажения бухгалтерской (финансовой) отчётности, а преднамеренные действия со стороны экономического субъекта рассматриваются как недобросовестные действия.



Рисунок 2 – Классификация преднамеренных искажений бухгалтерской (финансовой) отчётности по характеру действий

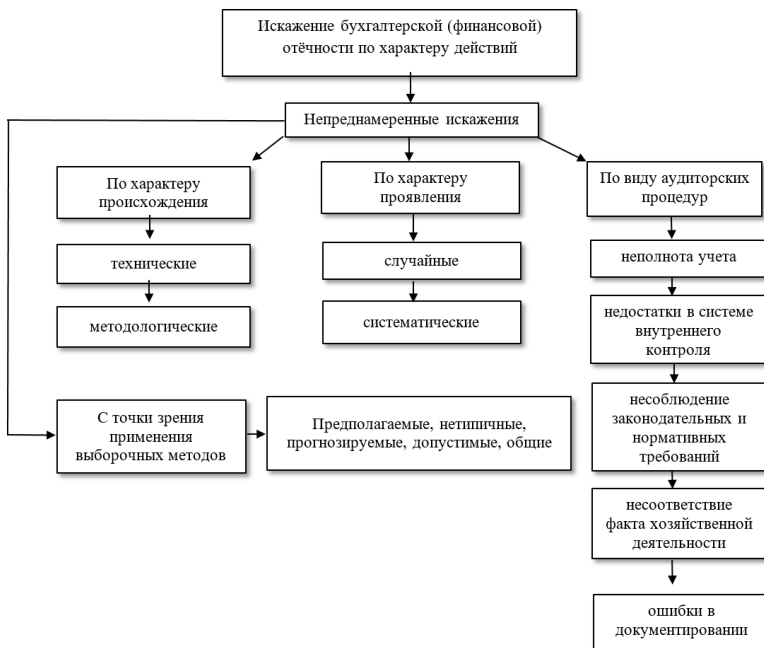


Рисунок 3 – Классификация непреднамеренных искажений бухгалтерской (финансовой) отчётности по характеру действий

Рассмотрим вторую группу классификации искажений бухгалтерской финансовой отчетности по последствиям. (рис.4).

Данная группа разграничивается на две подгруппы:

1) искажения, влияющие на качество бухгалтерской (финансовой) информации;

2) искажения, влияющие на качественное состояние аудиторского мнения.

Существенные и несущественные искажением могут возникнуть в ходе ошибочных и недобросовестных действий со стороны составляющих бухгалтерскую (финансовую) отчетность. Существенное искажение признается только в том случае, если оно в отдельности или в совокупности с остальными искажениями могут как-то оказать влияние на экономическое решение потенциальных пользователей информации. Вероятность искажений прежде всего должно выявляться на стадии формирования отчета аудитором в отношении не только сумм, превышающих предельный уровень существенности, но и также сравнительно незначительных величин.



Рисунок 4 – Классификация искажений бухгалтерской (финансовой) отчетности по последствиям

Аудитором совершается ряд процедур по выявлению искажений бухгалтерской (финансовой) отчетности, это должно быть подтверждено оценкой риска значительного искажения и соответствующими доказательствами, только тогда можно считать

искажения обнаруженными. После чего, вся информация, которая была получена в ходе аудита должна быть представлена до соответствующих руководителей и в случае чего подлежать исправлению. Прежде всего, аудитором должны соблюдаться законодательные, нормативные и договорные требования при оценке влияния искажений на бухгалтерскую (финансовую) отчетность.

Необнаруженными искажениями могут считаться те искажения, которые имеются в бухгалтерской (финансовой) отчетности, но не выявлены в ходе проведения аудита, это может быть связано с неполнотой тех или иных доказательств, неспособностью аудитором классифицировать искажения или отклонения используемых средств контроля.

Список литературы

1. Федеральный закон РФ от 06.12.2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете».
2. Кичигина Т.Н. Проблемы и пути улучшения финансового состояния предприятия / Т.Н. Кичигина // Синергия Наук. — 2019. — № 42. — С. 15-20.
3. Уплотина С.А. Способы снижения риска возникновения несостоятельности (банкротства) / С.А. Уплотина // Право и социальное неравенство. — 2019. — №5.— С. 101–106.
4. Шарипова А.Я. Направления по улучшению финансового состояния предприятия / А.Я. Шарипова // В сборнике: Проблемы управления, экономики и права в общегосударственном и региональном масштабах Сборник статей VI Всероссийской научно–практической конференции. — 2019. — С. 222–225.
5. Щербакова Е.П. Выявление и предупреждение искажений бухгалтерской финансовой отчетности в российских компаниях/Е.П.// Менеджмент в России и за рубежом. — 2018. — №5. — С. 76-81.

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «КОЧЕНЕВСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА»)

О.С. Шинделова, А.В. Карамышев
Новосибирский государственный аграрный университет
olga_education@mail.ru

Актуальность темы обосновывается тем, что на текущий момент растет количество предприятий птицеводческой отрасли, у которых наблюдается ухудшение финансового положения, что является неотъемлемой частью осуществления производства продукции. Целью работы является оценка вероятности банкротства предприятия птицеводческой отрасли с целью анализа его финансового состояния.

Ключевые слова: банкротство, финансовое состояние, птицеводческая отрасль

Федеральное законодательство о банкротстве (ФЗ №127) в особенности выделяет сельскохозяйственного производителя в качестве объекта указанной оценки. Оценка вероятности банкротства выступает значимым финансовым показателем. Для каждого предприятия важно вовремя заметить негативные тенденции в своей деятельности и принять меры для их предотвращения.

Для оценки риска банкротства используется множество показателей. Также для оценки вероятности банкротства используются различные методики, наиболее популярными из них являются: двухфакторная модель банкротства Альтмана, пятифакторная модель банкротства Альтмана, четырехфакторная модель банкротства Таффлера, модель банкротства Гордона Спрингейта, четырехфакторная модель банкротства R, модель банкротства Лиса, шестифакторная модель банкротства Зайцевой, модель банкротства Сайфуллина.

Все вышеперечисленные методы оценки вероятности банкротства организации показывают достаточно точный результат, подтвержденный многолетней практикой их применения.

Для наглядного представления работы моделей вероятности банкротства, проведем анализ предприятия птицеводческой отрасли Новосибирской области на примере ЗАО «Коченевская птицефабрика». Для оценки используем модель Р. Лиса.

Модель Лиса была разработана Р. Лисом в 1972 году и имеет вид:

$$Z = 0.063 * X_1 + 0.092X_2 + 0.057X_3 + 0.0014X_4$$

где X_1 = отношение оборотного капитала к сумме активов;

X_2 = отношение прибыли от реализации к сумме активов;
 X_3 = отношение нераспределенной прибыли к сумме активов;
 X_4 = отношение собственного капитала к заемному капиталу.

Таким образом, на основании бухгалтерской отчетности и отчетности о финансовых результатах ЗАО «Коченевская птицефабрика» по состоянию на 01.01.2021 года получаются следующие данные:

$$Z = 0.063 * 0.681 + 0.092 * 0.050 + 0.057 * 0.349 + 0.001 * 0.550 \\ = 0.068$$

В соответствии со шкалой оценки коэффициента по модели Лиса, в случае, если $Z > 0.037$, вероятность банкротства высокая, в случае $Z < 0.037$, вероятность банкротства низкая.

На основании вышеприведенного расчета, можно сделать вывод, что в ЗАО «Коченевская птицефабрика» риск вероятности банкротства высокий. Это означает, что предприятие финансового несостоятельно.

Исходя из вышеперечисленных данных, следует определить ряд мероприятий, способствующих выходу предприятия ЗАО «Коченевская птицефабрика» из состояния банкротства:

1. Повышение эффективности хозяйственной деятельности.
2. Снижение затрат и уменьшение оттока денежных средств.
3. Стимулирование оборота денежных потоков.
4. Реструктуризация кредиторской задолженности.
5. Диверсификация производства.
6. Продажа части имущества.
7. Привлечение инвестиций.

Таким образом, на примере предприятия птицеводческой отрасли Новосибирской области ЗАО «Коченевская птицефабрика», можно сделать вывод об ухудшении финансового положения организации. Это подтверждает теорию о падении результативности деятельности организаций данной отрасли. Для восстановления эффективности деятельности предприятия нужно произвести одно из мероприятий, приведенных в статье

Список литературы:

1. ФЗ № 127 «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 г. (ред. от 30.12.2020 г.)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

СЕКЦИЯ ТЕОРИЯ РАСЧЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДРЕЛЬСОВОЙ ПОДКЛАДКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.И. Александров, С.К. Петросян, В.М. Тихомиров
Сибирский государственный университет путей сообщения
twm@stu.ru

В работе методом конечных элементов проведен анализ напряженно-деформированного состояния стальной подкладки, как пластины на нелинейно деформируемом основании. Построена стержневая модель основания, механические характеристики которого определены с помощью проведенных экспериментов. Получено, что при прохождении груженого вагона в опасном сечении подкладки наблюдается циклический изгиб

Ключевые слова: стальная подкладка, нелинейное деформирование, метод конечных элементов

Стальная подкладка является элементом раздельного скрепления, который располагается между подошвой рельса и шпалой. На участках бесстыкового пути с высокой грузонапряженностью достаточно часто под средней частью подошвы рельса наблюдается излом подкладок. Поэтому целью этого исследования было определить наиболее нагруженные участки стальной подкладки при эксплуатационном нагружении.

В работе проведено исследование напряженно-деформированного состояния стальной подкладки КБ-65 методом конечных элементов (МКЭ). При этом подкладка рассматривалась как пластина, опирающаяся на упругое основание.

Для определения характеристик резиновой прокладки, на которую опирается исследуемая подкладка, были проведены испытания на сжатие. Резиновую прокладку нагружали жестким стальным штампом по 10 кН до максимальной нагрузки 100 кН. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

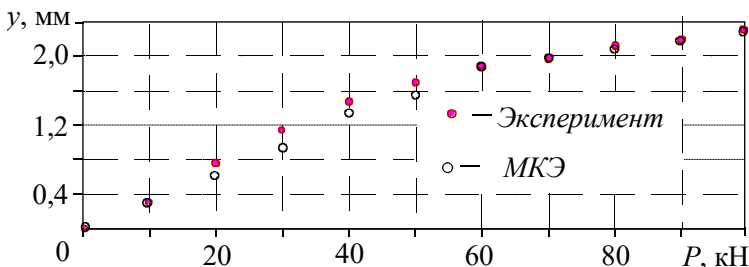


Рисунок 1 – Сравнение результатов испытаний резиновой прокладки и расчетов МКЭ

Для упрощения расчетов экспериментальный график был представлен в виде билинейной диаграммы деформирования, которая была разделена делится на два участка с разными модулями деформаций U_1 и U_2 .

Подкладка моделировалась как пластина, опирающаяся на нелинейно деформируемое основание. При этом считалось, что приращение величины интенсивности отпора основания dq прямо пропорционально приращению прогиба плиты

$$dq = U(dy), \quad (1)$$

В соответствие экспериментальным данным было определено получим:

- в диапазоне $0 \leq q \leq 2,86$ МПа $U_1 = 1,55/\text{мм}^3$
- в диапазоне $2,86 \leq q \leq 4,76$ МПа $U_2 = 4,42 \text{ Н}/\text{мм}^3$

На основе такого подхода была предложена численная модель нелинейно деформируемого основания. Для этого был использован метод конечных элементов [1]. Сплошное основание было представлено набором стержневых элементов, на которые опирается пластина.

Была получена связь механическими характеристиками сплошного основания и ее стержневой модели

$$\frac{E}{U} \frac{A_{el}l}{A} = 1, \quad (2)$$

где E , A , l – модуль упругости площадь поперечного сечения и длина стержня, A_{el} – площадь нижней грани конечных элементов, на которые разбивается пластина.

В соответствие с принятыми положениями была построена конечно-элементная модель сжатия резиновой прокладки жестким штампом. По формуле (2) были определены механические характеристики стержней. Результаты вычислений вертикальных перемещений штампа в

зависимости от нагрузки показаны на рис.2. светлыми точками. Видно, что они хорошо соответствуют экспериментальным данным (темные точки).

После проверки была сгенерирована конечно-элементная модель подкладки, опирающейся на стержневое основание. Вследствие симметрии подкладки и нагрузки, действующей на нее, моделировалась только одна ее четверть.

Эксплуатационная нагрузка, действующая со стороны подвижного состава, равномерно распределялась по площади контакта рельса и подкладки. Нагрузка от закрепления подкладки на шпале и рельсе с помощью закладных и клеммных болтов прикладывалась по площадям их контакта с подкладкой.

В результате проведенных расчетов было установлено, что самым опасным сечением является подрельсовое сечение, где подкладка испытывает изгиб в горизонтальной плоскости. В наиболее нагруженной точке при прохождении вагона над подкладкой реализуется циклическое нагружение от минимального напряжения – 81,7 МПа до максимального 138,5 МПа с амплитудой 110 МПа.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- была построена модель нелинейно деформируемого основания, применение которой показало хорошее соответствие с данными эксперимента;

- создана конечно-элементная модель стальной подкладки на нелинейно деформируемом основании;

- расчеты, проведенные с помощью МКЭ показали, что опасным является подрельсовое сечение подкладки, где наблюдается преимущественно изгибная деформация, а при эксплуатации ее разрушение.

Список литературы

1. Коробейников С.Н. Нелинейное деформирование твердых тел. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 262 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОДОШВЫ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТА ПРИ СДВИГОВЫХ НАГРУЗКАХ

В.К. Баранова, С.В. Линовский
Новосибирский государственный архитектурно строительный
университет (Сибстрин)
per_pror@sibstrin.ru

Проведен комплекс экспериментальных исследований с целью оценки особенностей профилирования подошвы моделей фундаментов на их поведение при действии горизонтальной нагрузки. Сделаны соответствующие выводы и рекомендации.

Ключевые слова: фундаменты на естественном основании, профилированная подошва, несущая способность

К проектированию оснований и фундаментов подходят с особой ответственностью, так как они должны обеспечивать возможность нормальной эксплуатации зданий и сооружений. Основания должны обладать достаточной несущей способностью и иметь допустимые нормами совместные с фундаментом и возводимом на нём зданием (сооружением) деформации при нагрузках различных направлений (вертикальные, горизонтальные). Сопrotивляемость фундамента на естественном основании действию горизонтальных нагрузок зависит от многих факторов, в том числе и от надежного соединения подошвы фундамента с грунтовым основанием, что в свою очередь может регулироваться в реальных условиях изменением профиля подошвы фундамента. Современный нормативный документ [1] при расчетах оснований и фундаментов не учитывает это обстоятельство. В научно-технической литературе также не содержится сведений о влиянии профилирования подошвы на несущую способность и совместные деформации основания и фундамента при действии горизонтальных нагрузок. Однако, на основании ранее проведенной авторами работы [2] было установлено, что профилирование подошвы влияет на несущую способность и деформируемость грунтового основания. В настоящей работе было проведено исследование расположения (ориентации) этих профилей по отношению к направлению действия нагрузки (вдоль, поперек, вперед, назад).

Исходя из выше изложенного, целью работы является изучение поведения фундаментов на естественном основании с различным расположением профилями подошвы по отношению к направлению

возможного сдвига фундамента и оценка влияния этого фактора на несущую способность и деформируемость системы «фундамент – основание».

Экспериментальные исследования проводились в малом грунтовом лотке с песком средней крупности, средней плотности. В качестве образцов для исследований использовались модели фундаментов. Все модели (образцы) изготавливались из дерева и имели габаритные размерами 100x100x40 (высота) мм. Ранее было выявлено [2], что наибольший эффект достигается применением профиля в виде образцов «Гребенка 1x1» и «Елочка». Образцы в грунтовом лотке загружались ступенчато горизонтальной нагрузкой. Опыт продолжался до потери устойчивости фундамента и момента появления первых признаков выпирания грунта на поверхности основания. Испытания для каждого образца проводились в двух направлениях (вдоль, поперек, вперед, назад). Для каждой модели фундамента опыт повторялся несколько раз (не менее трех). Образец №1 с «гладкой» подошвой взят за эталон.

По результатам работы были построены графики зависимости осадки (сдвига) образца S (мм) от нагрузки P (Н), передающейся на образец .

При сопоставлении графиков установлено, что направление профиля подошвы влияет на изменение несущей способности и сдвиговых деформаций основания и фундамента.

При проектировании и изготовлении реальных фундаментов, испытывающих в процессе работы горизонтальные нагрузки, следует отдавать предпочтения конструкциям с профилированной подошвой.

Список литературы

1. СП 22.13330.2016. Основание зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01* – 83. М., Минрегион России, 2017.
2. Баранова В.К., Линовский С.В. Исследование поведения фундаментов с профилированной подошвой при горизонтальных нагрузках // ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ИНСТИТУТА СТРОИТЕЛЬСТВА 2020 ГОДА / М–во науки и высш. образования Рос. Федерации, Новосиб. гос. архитектур. – строит. ун–т (Сибстрин). – Новосибирск, 2020. – С.59 – 66.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ОСНОВЕ НОРМАТИВНЫХ НАГРУЗОК

А.Д. Башков, А.Н. Кожевников
Новосибирский государственный технический университет
Kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru

Данная работа посвящена особенностям расчета опор воздушной линии электропередачи (ВЛ) под действием проектных нагрузок. Для проектирования линии задаются климатические условия, определяется класс напряжения и цепность линии. Заранее определяются марки проводов и тросов, которые могут быть подвешены на опоры. Для проектирования участка ВЛ выбрана промежуточная опора узкобазной конструкции 2ПС110П-4Т.

Ключевые слова: опора ВЛ; несущая способность; прочность опор; провода электросети; грозотрос

Опора воздушной линии электропередачи — сооружение для удержания проводов и при наличии — грозозащитных тросов воздушной линии электропередачи и оптоволоконных линий связи на заданном расстоянии от поверхности земли и друг от друга.

В рамках данной работы расчет будет проводиться для 4 ветрового и 4 гололедного районов. Региональные коэффициенты для ветровой и гололедной нагрузок приняты 1,15 и 1,25 соответственно. Согласно нормативной документации следует выполнить следующие расчеты:

1. Оценка удельных нагрузок на провод.

Под расчетом проводов ВЛ на механическую прочность понимается определение механического напряжения в проводах при различных сочетаниях климатических условий.

Удельные нагрузки, обусловленные гололедом и ветром, подразделяются на нормативные и расчетные. В нормативных нагрузках учитывается конструкция ВЛ: высота подвеса провода, его диаметр и другие факторы. Расчетные нагрузки дополнительно учитывают ответственность ВЛ, опыт эксплуатации аналогичных ВЛ в рассматриваемом районе и дополнительные условия.

Механическое напряжение в проводе изменяется в зависимости от удельной нагрузки на провод и температуры окружающего воздуха. Для двух любых режимов i и j , характеризующихся удельными нагрузками p_i и p_j и температурами θ_i и θ_j , механические напряжения в проводе i и

j в этих режимах связаны уравнением состояния провода, которое имеет следующий вид:

$$\sigma_i + \alpha E \theta_i - \frac{p_i^2 l^2 E}{24 \sigma_i^2} = \sigma_j + \alpha E \theta_j - \frac{p_j^2 l^2 E}{24 \sigma_j^2}$$

Определяется габаритный пролет (l) итерационным методом для данной опоры и исходных условий. Габаритный пролет – это пролет такой длины, в котором в режиме с максимальной стрелой провеса ($f_{п}$) при установке опор на идеально ровной местности точно выполняется установленный ПУЭ габарит ВЛ (h_c) (расстояние от низшей точки провисания провода до земли).

По уравнению состояния необходимо определить механические напряжения в различных режимах. Вводится понятие исходного режима. Это такой режим, в котором механическое напряжение в проводе равно допустимому значению, при этом во всех других режимах механическое напряжение в проводе меньше допустимого.

После чего определяется стрела провеса для каждого из режимов, и принимают максимальное значение за стрелу провеса провода.

Следующим шагом является нахождение нормативных и расчетных ветровых и весовых нагрузок на провод, воспринимаемых опорой. Они собираются со всего ветрового и весового пролетов. Примем ветровой пролет равным габаритному, а весовой пролет на 25% больше габаритного.

2. Расчет ветровых нагрузок на конструкцию опоры ВЛ

Для начала разыскивается нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки при максимальном ветре. Затем определяется пульсационная составляющая ветровой нагрузки. Суммируя среднюю и пульсационную нагрузки, умножаем их на нормативные коэффициенты и получаем расчетные ветровые нагрузки при максимальном ветре. Аналогично необходимо рассчитать ветровую нагрузку с учетом гололеда. Указанный алгоритм применяется для всех секций опоры.

3. Расчет грозотроса.

Расчет грозотроса происходит по методике, аналогичной расчету провода. В уравнение состояния провода в качестве исходного режима подставляются значения режима максимальной внешней нагрузки. Определяется стрела провеса в режиме грозы и итерационным методом подбирается напряжение в тросе для обеспечения минимального расстояния между верхним проводом и грозотросом.

4. Анализ напряженно-деформированного состояния опоры ВЛ.

Для оценки несущей способности опоры найдем максимальный изгибающий момент, который соответствует моменту, действующему на уровне поверхности земли (таблица 1). В его величину вносят свой

вклад следующие усилия: от ветровой нагрузки на провода, от ветровых нагрузок на секции опоры, от ветровой нагрузки на трос. Расчет ведется с учетом деформативной схемы.

Таблица 1 – Значения максимальных изгибающих моментов

Максимальный изгибающий момент при расчете без учета гололеда	M , кНм	746
Максимальный изгибающий момент при расчете с гололедом	M_r , кНм	694

Следующий этап расчета - конечно-элементное моделирование в специализированной среде SCAD. Необходимо рассмотреть, как случаи с экстремальными ветровыми или гололедными нагрузками (нормальные), так и несимметричные режимы работы опоры ВЛ с оборванными проводами (аварийные).

Нормальные режимы рассчитываются по двум группам предельных состояний: по первой группе для проверки максимального эквивалентного напряжения в сечениях пояса опоры; по второй группе для проверки условия деформативности. Аварийные режимы рассчитываются только по первой группе предельных состояний.

Заключение

В рамках представленной работы сформулирована последовательность действий по определению предельных нагрузок на конструкцию опоры в зависимости от предполагаемых параметров ее установки: климатические особенности, критические расчетные случаи и аварийные режимы эксплуатации. Определены этапы последующего конечно-элементного моделирования, выбраны условия наступления предельного состояния.

Список литературы

1. Вязьменский М.Б., Ишкин В.Х., Крюков К.П. и др. Справочник по проектированию линий электропередачи / Под ред. М. А. Реута и С. С. Рокотяна. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1980. 296 с., ил.
2. Семенов А.А., Габитов А.И., Порываев И.А., Сафиуллин М.Н. Вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Статический расчет [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Уфа: Нефтегазовое дело, 2013. 266 с. ISBN 978-5-98755-150-4.
3. Карпиловский В. С., Криксунов Э. З., Маляренко А. А., Микитивренко А. В., Перельмутер А. В., Перельмутер М. А. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD. 2012. – М.: Издательство «СКАД СОФТ», 2009. – 656с.

ОБ УЧЕТЕ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ КОЛЕБАНИЯХ ФУНДАМЕНТА

Д.Д. Гуляева, А.О. Колесников
Новосибирский государственный архитектурно строительный
университет (Сибстрин)
d.gulyaeva@edu.sibstrin.ru

В данной работе рассмотрена проблема учета дополнительного статического давления при колебаниях фундамента. Приведены полученные решения для свайного фундамента другими авторами, а также описан экспериментальный метод исследования для фундамента мелкого заложения под действием динамической нагрузки с учетом дополнительного статического давления.

Ключевые слова: фундамент под машину, статическая нагрузка, волновая модель

С течением времени параметры фундаментов перестают удовлетворять требованиям, предъявляемым к ним при техническом перевооружении производства. В связи с установкой нового оборудования необходимы не только геометрические изменения в конструкции фундамента, но и переустройство его, при котором он должен воспринять другие, как правило, большие статические и динамические нагрузки.

В соответствии с современными нормами [1] расчет параметров колебаний фундаментов, испытывающих динамические нагрузки, выполняется без учета дополнительной вертикальной статической нагрузки.

Собственные частоты колебаний фундаментов при вертикальных колебаниях фундамента определяются согласно (1) [1]:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{K_z}{m}}, \quad (1)$$

где K_z - вертикальная жесткость фундамента;

m – масса всей установки.

Основной вопрос, рассматриваемый в данной работе – влияние дополнительного статического давления при колебаниях фундамента на естественном основании на динамические параметры системы.

Ранее данная тема рассматривалась в работах Нуждина Л. В., Линовского С. В., Лесина А. В. [2-3]. Теоретические и

экспериментальные исследования проводились для свайного фундамента.

Из анализа теоретического решения [2] видно, что учет статической нагрузки приводит к увеличению параметров жесткости и демпфирования. Влияние статической нагрузки определяется в основном относительной длиной сваи и отношением скоростей поперечной волны в грунте к продольной волне в свае. С увеличением жесткости грунта и уменьшением длины сваи эффект влияния статической нагрузки уменьшается.

Эксперименты [3] подтвердили, что с увеличением статической нагрузки, передаваемой на ростверк, характер работы свай и грунтового основания на динамические нагрузки изменяется. Когда величина статической нагрузки становится сопоставима с суммарной несущей способностью свай, увеличивающаяся осадка фундамента приводит к уплотнению грунтового основания в межсвайном пространстве. При достаточном обжатии грунта под подошвой ростверка вертикальным статическим давлением в работу включается грунтовое основание, что вызывает резкое изменение параметров жесткости и демпфирования системы (Рисунок 1): смещение пиковых значений вправо по оси f , Гц при увеличении нагрузки свидетельствует о том, что дополнительная статическая нагрузка влияет на жесткость системы исходя из формулы (1).

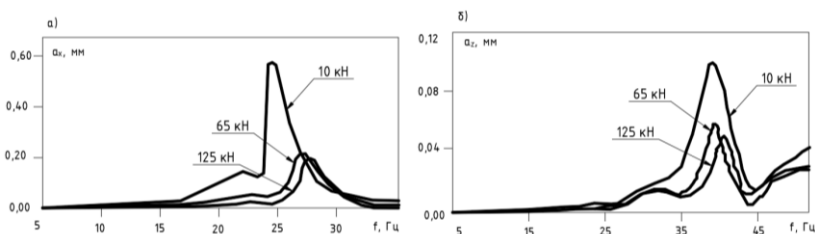


Рисунок 1 – Резонансные кривые вертикальных (а) и горизонтальных (б) колебаний свайных фундаментов при различной статической нагрузке [3]

Цель исследования – определить влияние дополнительной статической нагрузки при колебаниях фундамента и проанализировать, как будет производиться учет дополнительной статической нагрузки.

С целью проверки влияния дополнительного статического давления при колебаниях фундамента на динамические параметры в настоящее время проводятся экспериментальные исследования.

В ходе экспериментов определяются основные закономерности динамического поведения фундаментов при учете дополнительного статического нагружения на фундамент.

Размеры опытного лотка составляют 3,0x3,0x2,0 м. Лоток заполняется мелкозернистым, воздушно сухим песком с удельным весом частиц $\gamma_s=26,5$ кН/м³. Укладка песка производится послойно с уплотнением. На глубине более 2,0 м залегают лессовидные маловлажные твердые супеси природного сложения.

В качестве фундамента использован инвентарный опорный металлический ростверк с размерами 0,72x0,72x0,18 м.

Динамическая нагрузка в вертикальном и горизонтальном направлениях создается двухвальным вибратором, устанавливаемым на испытуемый фундамент. В процессе исследований проводится регистрация амплитуд колебаний фундамента при вертикальном и горизонтальном действии возбуждающих сил.

Для определения и регистрации параметров колебаний используется виброизмерительная установка.

Для приложения дополнительной статической нагрузки необходимо изготовить металлическую раму, позволяющую увеличить высоту фундамента для создания распора с помощью гидравлического домкрата и системы силовых балок.

Полученные данные амплитуд колебаний позволят построить графики зависимости амплитуды от частоты колебаний и проанализировать смещение пиковых значений амплитуд с изменением дополнительного статического давления: исходя из формулы (1) смещение пиков графиков вправо позволит сделать вывод о влиянии дополнительной статической нагрузки через жесткость системы. Соответственно необходимо будет производить учет дополнительной статической нагрузки при расчете жесткости фундамента.

Анализ выполненных ранее исследований другими авторами и обоснование необходимости проведения экспериментальных исследований показали, что данная тема является актуальной.

Дальнейшие исследования в этой области позволят сделать вывод о способе учета дополнительного статического давления при расчете собственных частот колебаний фундаментов.

Список литературы

1. СП 26.13330.2012. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05.-87. – М: Минрегион России, 2012. – 66 с.

2. Нуждин Л. В., Линовский С.В., Лесин А. В. Влияние статической нагрузки на колебания свайного фундамента// Архитектура и строительство. Тезисы докладов Международной научно-технической конференции. ТГАСУ. 2002. С. 125-126.
3. Нуждин Л. В., Гензе П. А, Колесников А. О., Лесин А. В. Экспериментальные исследования влияния конструкции свайного фундамента на интенсивность колебаний при динамических нагрузках. // Межвузовский тематический сборник трудов. Основания и фундаменты: теория и практика. СПбГАСУ. 2004. С. 76-84.

ФОТОУПРУГИЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ МОДЕЛЕЙ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОМ

А.О. Журбенко, М.В. Табанюхова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
m.tabanyukhova@sibstrin.ru

Настоящая работа посвящена изучению напряжённого состояния моделей балок, усиленных углепластиком, а также оценке влияния различных схем усиления на перераспределение напряжений в плоскости образца. Для исследования использован метод фотоупругости. В результате эксперимента получены картины полос интерференции в моделях балок, выполненных из оргстекла марки Э2, при различных схемах усиления их углепластиком. Интерференционные полосы представляют собой поля напряжений в плоскости модели.

Ключевые слова: углепластик, метод фотоупругости, модельные испытания, напряжённое состояние, картина полос интерференции

Несколько десятилетий назад в строительную практику внедрён способ усиления элементов конструкций углепластиком. Этому предшествовал ряд событий. В 1880 году был открыт углерод. Его создателем является Т. Эдисон. Зарубежные производители за короткое время смогли внедрить углерод на рынок продаж, он стал активно применяться в различных сферах, чаще всего в промышленных и строительных отраслях. Само углеволокно в строительстве начали использовать в 1982 г. на юге Германии, применялось оно при усилении железобетонного моста. В России данный материал первый раз использовали в 2004 г. при проведении ремонтных работ, направленных

на усиление конструкции автомобильного моста [1]. В настоящее время покрытие из этого материала наклеивают на поверхность элементов, имеющих повреждения в виде трещин. В последние годы осуществлён переход от использования углепластика для ремонта существующих конструкций к усилению изготавливаемых конструктивных элементов.

Среди несущих конструкций зданий и сооружений наибольшее применение находят элементы, работающие по балочной схеме нагружения [2]. Они используются повсеместно. Актуальна разработка более дешёвых и удобных в монтаже схем армирования и усиления балок различными композитами на стадии изготовления, например, такими как углепластик [3].

В связи с вышесказанным целью настоящего исследования является оценка напряжённого состояния моделей балок с использованием различных схем их усиления углепластиком.

Задачи исследования:

- изготовление комплекта моделей балок из оргстекла марки Э2 при различных схемах усиления углепластиком (Б0 - модель балки без усиления, Б1, Б2 - модели балок с усилением волокон в зоне растяжения);

- получение картин полос интерференции при ступенчатом нагружении моделей балок;

- анализ напряженного состояния моделей балок;

- оценка влияния усиливающего слоя из углепластика на напряженное состояние моделей в зависимости от схемы усиления.

Для проведения настоящего исследования была изготовлена серия образцов из оргстекла марки Э2 с различными схемами усиления углепластиком (рис. 1). Модели испытаны при чистом изгибе.

Эксперименты проводились при прямом просвечивании в скрещенном и параллельном поляризаторе в белом и монохроматическом свете (зелёном с длиной волны $\lambda = 541$ мкм) светофильтра для более точного определения порядка полосы.

В эталонной балке (рис. 1а) максимальный порядок полосы - 3,3, а в усиленных балках - 2 (рис. 1б) и 2,5 (рис. 1в). Прослеживается закономерность, она заключается в том, что при введении углепластика смещается нейтральная ось в сторону растянутой зоны (в сторону усиленных углепластиком волокон), происходит перераспределение напряжений. И при той же нагрузке наблюдается меньший порядок полос по сравнению с эталонной балкой, что означает и меньшее напряжение.

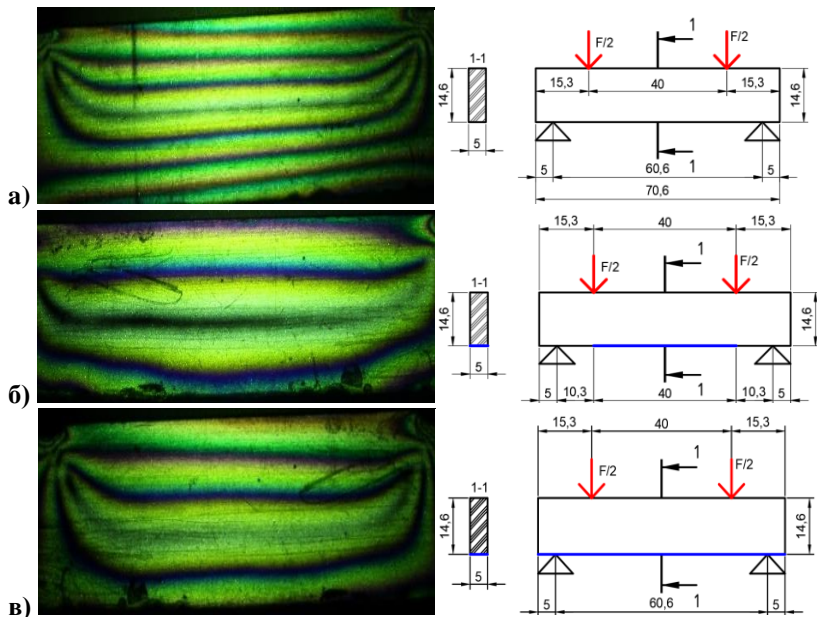


Рисунок 1 - Картины полос интерференции в моделях балок при нагрузке 441 Н: а) - балка Б0, б) - балка Б1, в) – балка Б2

Результаты исследования напряженного состояния моделей балок из оргстекла марки Э2 при различных вариантах усиления (Б0 - модель балки без усиления, Б1, Б2 - модели балок с усилением волокон растянутой зоны) позволили качественно и количественно оценить напряжённое состояние образцов.

При усилении моделей углепластиком было получено снижение напряжений на 66 %, в сравнении с балкой без усиления.

В ходе модельных испытаний не удалось установить весомой разницы между полным и частичным усилением растянутой зоны балки с точки зрения напряжённого состояния моделей.

Список литературы

1. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. Анализ экспериментальных исследований по усилению железобетонных конструкций полимерными композитными материалами. Часть 1. Отечественные эксперименты при статическом нагружении // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2016. - Том 8, №3. – с. 1-12.

2. Волик, А.Р. Работа армированных клееных балок с различными материалами армирования и их расположением / А.Р. Волик, И.И. Цветинский // УО «Полоцкий государственный университет», Новополоцк.
3. Каблов Е.Н., Чурсова Л.В., Бабин А.Н., Мухаметов Р.Р., Панина Н.Н. Разработки ФГУП «ВИАМ» в области расплавных связующих для полимерных композиционных материалов // Полимерные материалы и технологии. 2016. Т.2. №2. С.37-42.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПОРНЫХ УСТРОЙСТВ РАМНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ

В.С. Лоцманова, Е.А. Владимирова, А.В. Мищенко
Новосибирский государственный архитектурно-строительных
университет (Сибстрин)
mavr59@ngs.ru

Рассматривается применение энергетического критерия для решения задач регулирования параметров плоских линейно-деформируемых рамных конструкций. В качестве регуляторов использованы величины эксцентриситетов векторов опорных реакций, которые без существенного усложнения опорных устройств способны эффективно влиять на распределение внутренних усилий в рамах. Расчет выполнен с помощью пакета символьной математики – Maple 15.

Ключевые слова: регулирование усилий, энергетический критерий регулирования, эксцентриситеты опорных устройств

Обеспечение высоких эксплуатационных характеристик, таких, как прочность, жесткость и устойчивость, является главной задачей проектирования строительных конструкций. Наряду с теми из них, в которых основные параметры расчетной схемы являются детерминированными, больший интерес представляют конструкции с наличием «свободных» параметров, изменение которых позволяет достигать существенно больших показателей эффективности конструкции.

Постановка задач указанного типа предполагает использование для выбора рациональных значений «свободных» параметров *специальных критериев*. Данные задачи относятся к *задачам регулирования параметров состояния деформируемой системы* [1]. Примечательным

является то, что процедура регулирования, не заменяет собой ни один из основных видов расчета (на прочность, жесткость и т.п.), а, являясь внешней дополнительной процедурой, обеспечивает более рациональное распределение параметров состояния конструкции: усилий, деформаций, перемещений.

В работе был принят интегральный энергетический критерий, в котором при вычислении потенциальной энергии деформации (ПЭД) системы используются различные виды внутренних усилий и соответствующие им деформации. В рационально организованной деформируемой системе ПЭД принимает минимальное значение

$$W(a) = \sum_j \int_{l_j} \frac{M^2(x,a)}{EI} dx + \sum_j \int_{l_j} \frac{N^2(x,a)}{EA} dx + \sum_j \int_{l_j} k \frac{Q^2(x,a)}{GA} dx \rightarrow \min$$

Здесь $a = [a_1, a_2, \dots]$ – значения параметров-регуляторов, в качестве которых были приняты эксцентриситеты реакций в опорных устройствах.

Исследование выполнено на примере плоских рамных систем, нагруженных заданными нагрузками с применением программы символьной математики – Maple-15. Данный математический пакет значительно упрощает решение задач регулирования, так как сочетает в себе мощные вычислительные и графические возможности.

Результаты решения одного из примеров показаны на рис. 1, 2. Показанные на рис. 2 графики ПЭД получены в зависимости от эксцентриситета e вертикальной составляющей реакции на левой опоре, относительной высоты c и горизонтальной нагрузки p . Они наглядно показывают наличие минимума, отражающего рациональное значение регулятора e для рам с различными параметрами высоты и нагрузки.

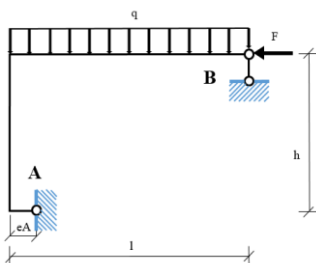


Рисунок 1 – Г-образная рама

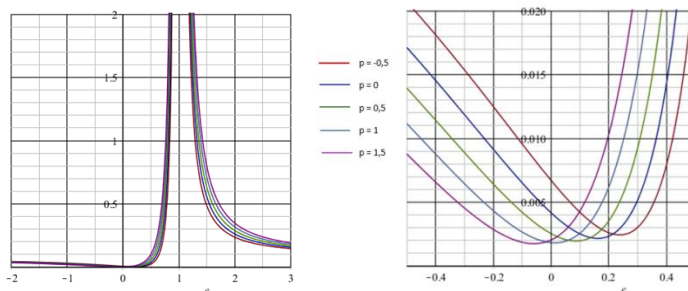


Рисунок 2 - Графики ПЭД при различных значениях параметров p - нагрузка, c - высота рамы

В точке $e = 1$ графики имеют разрыв, идентифицируя, согласно аналитическому признаку кинематического анализа, мгновенно изменяемое состояние системы.

Список литературы

1. Себешев В.Г. Изучение особенностей работы статически неопределимых конструкций и регулирование усилий в них. Методические указания. - Новосибирск: НГАСУ, 2008. – 88 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Д.Е. Решетников, А.Н. Кожевников
 Новосибирский государственный технический университет
 Kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru

Работа посвящена исследованию качества болтовых соединений на динамическое состояние пространственной конструкции. Проведено численное и экспериментальное моделирование монтажных усилий в пространственной ферменной конструкции. Получены значения собственных частот колебаний. Проведен краткий анализ полученных зависимостей собственных частот от качества соединения.

Ключевые слова: колебания; болтовые соединения; метод конечных элементов; пространственная ферменная конструкция; ANSYS Mechanical APDL

Болтовые связи встречаются повсеместно в конструкциях и сооружениях. Преимуществом болтовых связей является то, что их можно демонтировать и использовать повторно. Однако, это преимущество достигается появлением многих проблем: сложности нормирования момента затяжки, дефекты при сборке.

В данной работе описывается эксперимент по оценке влияния качества некоторых болтовых соединений на значения частот собственных колебаний. Для определения динамических параметров конструкций разного назначения применяют экспериментальный модальный анализ: под действием некоторого внешнего воздействия в отдельных точках объекта исследования фиксируются перемещения или ускорения. Затем временной сигнал трансформируется в амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) посредством Быстрого Преобразования Фурье. Каждая резонансная частота представлена отдельным ярко выраженным пиком на полученной АЧХ.

Эксперимент по ослаблению отдельных болтовых соединений заключался в выборе болтовых связей для исследования и последующем ослаблении момента затяжки. Весь эксперимент был проведен на экспериментальной модели типовой металлической опоры воздушной линии электропередачи. Для проведения эксперимента были выбраны отдельные соединения на фронтальной грани конструкции.

Одной из особенностей данного модального эксперимента является мобильная измерительная система модульного типа SCADAS mobile. Ускорения точек модели фиксировались ICP акселерометрами.

На первом этапе определялось исходное состояние модели: определялся фактический момент затяжки выбранного болтового соединения, рассчитывались частоты собственных колебаний модели и строилась АЧХ по результатам эксперимента. Далее в каждом соединении ослаблялся момент затяжки с фиксированным шагом, и выполнялся расчет и экспериментальный модальный анализ. Исследование проводилось вплоть до нулевого значения момента затяжки. В каждом эксперименте на модель устанавливались три акселерометра на верхнем горизонтальном уголке модели, т.к. именно там возникают наибольшие ускорения. Время записи каждого эксперимента составляло 20 секунд при частоте дискретизации в 400 Гц. Таким образом, для каждого испытания получен файл, состоящий из шести столбцов, которые содержат 2^{12} строк данных.

Текстовые файлы считывались с помощью математического пакета MathCAD 15 и обрабатывались с помощью Быстрого Преобразования Фурье. В последующем строились графики модульных частотных характеристик. С полученных графиков с помощью команды Трасе считывались координаты пиков, соответствующих резонансным частотам. Полученные значения импортировались в Microsoft Excel, где данные усреднялись, и строились графики изменения частот собственных колебаний от качества отдельных болтовых соединений (рисунок 1).



Рисунок 1 – Изменение частот при ослаблении соединения №1

Для сопоставления полученных результатов используем определенные ранее значения частот собственных колебаний для данной конструкции [1]. Значения низших балочных частот экспериментальной модели составили 14.598 и 14.793 Гц, соответственно. По представленным на рисунке 1 зависимостям частот собственных колебаний конструкции можно сделать вывод о том, что при изменении качества болтового соединения, значения первых балочных частот практически не меняется. Однако, при снижении момента затяжки в спектре собственных колебаний возникают дополнительные частоты со значениями порядка 16 и 22 Гц. Было выявлено малое влияние моментов затяжки выбранных соединений на первые балочные частоты колебаний имитационной модели.

Дополнительно был проведен вычислительный эксперимент в среде ANSYS Mechanical. Для этого в разработанную на кафедре Прочности летательных аппаратов НГТУ конечно-элементную модель экспериментальной конструкции [2] была внедрена возможность регулирования жесткости отдельных связей. Данный подход реализован посредством локального снижения площади поперечного

сечения и осевых моментов инерции силовых элементов вблизи ослабляемого узла конечно-элементной модели.

Варьируя жесткость соединения в программном пакете ANSYS, получены значения низших частот собственных колебаний экспериментальной модели. Аналогичная картина проявляется при ослаблении и других выбранных соединений в экспериментальной конструкции.

После анализа приведенных зависимостей можно сделать вывод о том, что ослабление отдельных связей в решетчатой конструкции больше всего сказывается на первой крутильной форме колебаний (третья частота в спектре). Затем изменяются более высокие одноузловые формы колебаний. Значения низших балочных форм в расчете, как и в эксперименте, практически не меняются.

Список литературы:

1. Запысова Е.А., Кожевников А.Н., Красноруцкий Д.А., Левин В.Е. Исследование влияния дефектов в элементах конструкции на спектр частот собственных колебаний на примере имитационной модели опоры ВЛ // Наука. Промышленность. Оборона: тр. 19 Всерос. науч.-техн. конф., Новосибирск, 18–20 апр. 2018 г. В 4 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – Т. 1. – С. 40–44.
2. Кожевников А.Н., Красноруцкий Д.А., Левин В.Е. Автоматизированное построение геометрии металлических опор ЛЭП для расчета их статического и динамического деформирования в среде ANSYS // Деформирование и разрушение структурно-неоднородных сред и конструкций: сб. материалов 3 Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения академика Ю. Н. Работнова, Новосибирск, 26–30 мая 2014 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – С. 47–48

ПРОБЛЕМА ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МОДЕЛЯХ ПРИ ПЕЧАТИ НА 3D-ПРИНТЕРЕ

А.Д. Сухих, Н.Н. Столяров, М.В. Табанюхова
Новосибирский государственных архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
m.tabanyukhova@sibstrin.ru

Рассматривается проблема остаточных напряжений в моделях из пластика, напечатанных на 3D-принтере. Есть несколько технологий

изготовления моделей из филаментов. В готовых моделях из пластика присутствуют остаточные напряжения, которые возникли в процессе печати за счёт расширения материала при нагреве и сжатии при остывании. Наличие или отсутствие статочных напряжений, а также их интенсивность зависит от модели 3D-принтера и от технологии печати образцов.

Ключевые слова: 3D-принтер, модели, пластик, остаточные напряжения

Печать на 3D-принтере получила наибольшую популярность в 21 веке за счет доступности и практичности изготовления моделей. Различают некоторое количество технологий моделирования 3D-объекта: UV-облучение; экструзия; струйное напыление; сплавление; ламинированное моделирование.

В рамках данной работы рассмотрены технологии, позволяющие напечатать модель из прозрачного материала, обладающего оптической чувствительностью. В связи с этим были выбраны две, названные выше технологии (UV-облучение и сплавление) [1]. Материалы, использованные в настоящем исследовании, - полиамид (в данном случае PETG-пластик) и жидкий фотополимер (Standard photopolymer resin). Пластик имеет высокую степень усадки во время остывания, что сказывается на качестве печатаемой модели и приводит к возникновению остаточных напряжений. Их появление обусловлено неоднородностью деформаций в разных точках тела вследствие неравномерности температур [2]. Фотополимера эти проблемы не касаются.

Целью работы является выявить наиболее оптимальную технологию печати и модель 3D-принтера с точки зрения возникновения остаточных напряжений, а точнее их отсутствия.

Задачи исследования:

- ознакомиться с различными моделями 3D-принтеров, используемыми для печати с помощью технологии сплавления и UV-облучения;
- выявить причину появления остаточных напряжений, возникающих в процессе и после печати моделей;
- поиск путей решения проблемы возникновения остаточных напряжений (не допустить их появления или свести на нет появившиеся);
- проанализировать модели 3D-принтеров и типы печати, и выбрать те, которые удовлетворяют заявленной цели.

При печати на 3D-принтере PETG-пластик подвергался обработке типа FDM. FDM - метод послойного наплавления с использованием

пластиковой нити или гранул (в нашем случае нити), он же метод сплавления. Образец из смолы был напечатан с помощью метода SLA. SLA - ультрафиолетовая стереолитография, основанная на послойном отверждении жидкого фотополимера под действием ультрафиолета, он же метод UV-облучения [3].

В работе использовались 3D-принтеры, представленные на рис. 1.

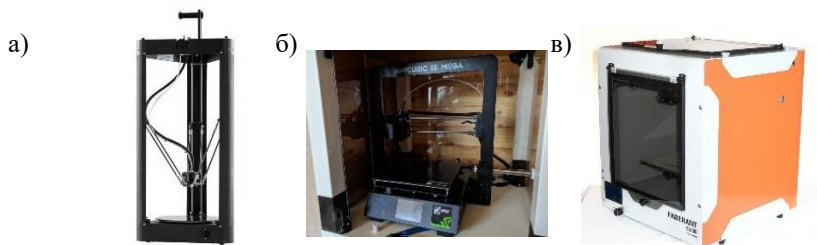


Рисунок 1 – Модели 3D-принтеров:

- а) рамочный без кожуха (Flsun QQ)
- б) рамочный с кожухом (Anycubic S)
- в) рамочный фотополимерный (Faberant cube)

Отличия представленных принтеров заключаются в разной технологии печати. 3D-принтер рамочный с кожухом и 3D-принтер рамочный без кожуха печатают с помощью сплавления. Кожух позволяет принтеру наносить слои материала с равномерной температурой, что обеспечивает правильный и более детализированный процесс печати. Технология печати фотополимерного 3D-принтера заключается в технологии UV-облучения [2].

Материал при сплавлении находится в жидком состоянии. Температура наплавления равна температуре стеклования, которая составляет 88°C . Из-за температурной разницы между слоями материала, которые уже были наложены, в модели образуются остаточные напряжения. Остаточные напряжения понижают коэффициент запаса прочности изделий [2]. Коэффициент запаса прочности представляет собой отношение предельных напряжений к допустимым напряжениям, где предельные напряжения – напряжения, при которых появляются признаки разрушения конструкции или возникают недопустимые пластические деформации материала. Допускаемым напряжением называется наибольшее напряжение для материала конструкции, при котором в данных условиях нагружения гарантированы необходимая прочность и надежность работы.

Остаточные напряжения - это напряжения, являющиеся следствием физических и физико-химических процессов, начинающихся в материале при изготовлении детали и продолжающихся после

изготовления. При печати на принтерах, приведенных выше, остаточные напряжения проявляются с разной концентрацией. Ниже представлены фотографии (рис. 2) образцов с остаточными напряжениями. Для определения их концентрации в образце используют метод фотоупругости. Фотоупругость - экспериментальный метод анализа напряжений и деформаций, особенно полезный при исследовании объектов сложной геометрии и при сложных условиях нагружения. Этот метод представляет собой изменение показателя преломления поляризованного света под механической нагрузкой. Фотоупругость обусловлена деформацией электронных оболочек атомов и молекул и ориентацией оптически анизотропных молекул либо их частей, а в полимерах - раскручиванием и ориентацией полимерных цепей [4]. Остаточные напряжения ярко выражены при печати из PETG-пластика (рис. 2а и рис.2б). Особенно это заметно в образце, при печати которого не использовался кожух [1].



Рисунок 2 – Остаточные напряжения:

- а) в PETG-пластике на открытом 3D-принтере с кожухом
- б) остаточные напряжения в PETG-пластике на открытом 3D-принтере без кожуха
- в) остаточные напряжения в образце из смолы при печати на фотополимерном 3D-принтере

Проблему остаточных напряжений, возникающих при печати, можно решить с помощью нескольких способов:

- подогрев платформы построения;
- оптимальная ориентация деталей в камере построения для уменьшения площади сплавляемых сечений;
- прогрев пластика после его построения, для уменьшения остаточных напряжений [1].

Для решения проблемы остаточных напряжений был проведен температурный эксперимент. Образцы PETG-пластика прогревались в печи при 80°C (ниже температуры стеклования) в течение 60 минут, после чего оставались в ней до полного и равномерного остывания. Это привело к уменьшению остаточных напряжений, но не полному решению проблемы. Наиболее удачная модель 3D-принтера по отношению к остаточным напряжениям в исследовательской работе является открытый рамочный без кожуха модель Flsun QQ

Список литературы

1. Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Качурин А.А. Обзор современных технологий 3d печати // Интернет-журнал «Современные наукоемкие технологии». – 2015. - №6. - С. 26-30.
2. Турусов Р.А., Мемарианфард Х. Дискретная модель в анализе остаточных напряжений однонаправленных намоточных цилиндров из армированного пластика в процессе охлаждения // Вестник МГСУ. 2015. - № 1. - С. 27—35.
3. Aseyev M.A., Tabanykhov K.A., Tabanykhova M.V. Search for plastics with piezo optic properties // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2020. С. 022074.
4. Александров А. Я. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела/ Александров А. Я., Ахметзянов М. Х. // Москва: Наука. – 1973. – 576 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЬЕЗООПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ PETG-ПЛАСТИКА

А.П. Шабалдин, М.В. Табанюхова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
a.shabaldin@edu.sibstrin.ru

Представлены результаты изучения пьезооптических свойств PETG-пластика. Под пьезооптическими свойствами понимается оптическая чувствительность и цена полосы материала по напряжениям. Модели из PETG-пластика напечатаны на 3D-принтере. Проведены тарировочные испытания этих образцов на поляризационно-проекционной установке ППУ-7, получены картины полос интерференции. На их основе определена «цена» полосы материала по напряжениям.

Ключевые слова: PETG-пластик, картина полос интерференции, напряжения, тарировочные испытания, пьезооптические свойства

С целью поиска новых прозрачных материалов (пластиков), обладающих высокой оптической чувствительностью и используемых в 3D-печати, были изготовлены и испытаны модели из ABS-, SBS-, PLA- и PETG-пластиков. Для выявления наиболее оптически чувствительных из них был проведён ряд испытаний [1]. В результате выявлено, что высокой пьезооптической чувствительностью обладает PETG-пластик, в то время как PLA и SBS показали низкую способность к двойному лучепреломлению, а ABS оказался и вовсе непригоден с точки зрения фотоупругости. В данной работе представлены результаты изучения пьезооптических свойств PETG-пластика.

Целью работы является определение пьезооптических свойств PETG-пластика.

Задачи исследования:

- печать моделей из PETG-пластика для тарировочных испытаний;
- испытание образцов на ППУ-7 при прямом просвечивании;
- получение картин полос интерференции (полей изохром) при различных нагрузках;
- вычисление цены полосы материала по напряжениям.

Ключевой идеей работы является определение пьезооптических характеристик новых пластиков. Представлены результаты исследования PETG-пластика.

Для тарировочных испытаний были изготовлены образцы из PETG-пластика. Модели представляют собой диск диаметром 2,5 см толщиной 0,5 см (рис. 1) и балку с габаритами 7×0,5×1,5 см (рис. 2). Размеры на рисунках представлены в миллиметрах.

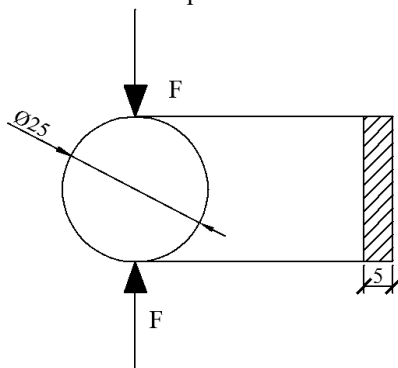


Рисунок 1 – Схема нагружения диска при одноосном сжатии

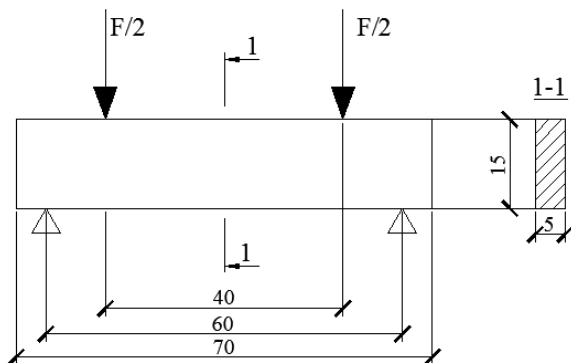


Рисунок 2 – Схема нагружения балки при чистом изгибе

Эксперименты проведены при прямом просвечивании на установке ППУ-7. Выполнены тарировочные испытания моделей с целью определения оптико-механических свойств материала.

Диск испытан на одноосное сжатие. При ступенчатом нагружении образца в результате эксперимента получены картины полос интерференции на каждой ступени, с помощью которых определены номера полос в центре диска (рис.3).

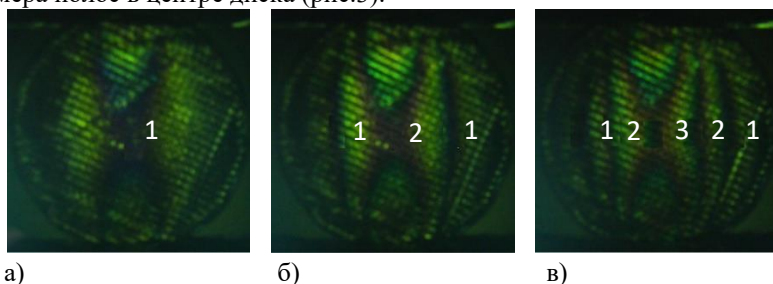


Рисунок 3 – Картина полос интерференции при различных нагрузках: а)70 Н; б)140 Н; в)210 Н

Испытание балки проводилось при чистом изгибе. В результате эксперимента получены картины полос интерференции на каждой ступени нагружения, с помощью которых определён максимальный номер полосы в сечении 1-1. Ниже на рис. 4-6 представлены картины полос интерференции при различных нагрузках в модели балки.

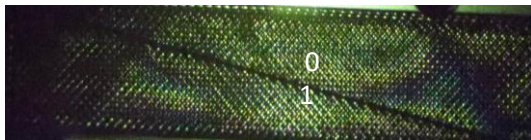


Рисунок 4 – Картина полос интерференции при нагрузке 50 Н

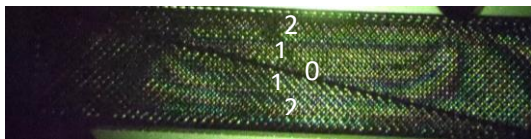


Рисунок 5 – Картина полос интерференции при нагрузке 100 Н

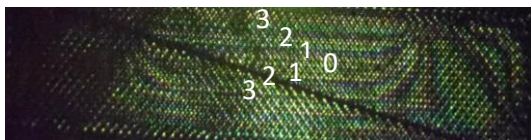


Рисунок 6 – Картина полос интерференции при нагрузке 150 Н

Для расшифровки экспериментальных данных метода фотоупругости большое значение имеет значение «цены» полосы материала по напряжениям, которая измеряется в кПа·см и представляет собой разность главных напряжений, вызывающую в модели толщиной один сантиметр появление одной интерференционной полосы [2].

Результаты исследования: изучены пьезооптические свойства PETG-пластика; определена «цена» полосы материала по напряжениям. Установлено что чувствительность PETG-пластика выше, чем у оргстекла марки Э2 в три раза.

Список литературы

1. М.А. Aseyev, К.А. Tabanykhov, М.У. Tabanykhova. Search for plastics with piezooptic properties//IOPConf. Series: Materials Science and Engineering. - 2020.- 962 с.
2. М.В. Табанюхова, Г.Н. Албаут., Теория упругости (фотоупругость) /методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности «Строительство». – Новосибирск.: НГАСУ (Сибстрин).- 2007г. – 18 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, ВЫПОЛНЕННОЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Л.А. Адегова, М.В. Бобрышева, А.Е. Щербинина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
shherbinina-sash@mail.ru

Объектом исследования является цилиндрическая оболочка из углепластика смоделированная в пакете конечно-элементного анализа. Проанализировано влияние укладок слоев в пакете композиционного материала на форму потери устойчивости цилиндрической оболочки. На основе анализа полученных данных была подтверждена зависимость величины критической силы и первой формы потери устойчивости от намотки слоев.

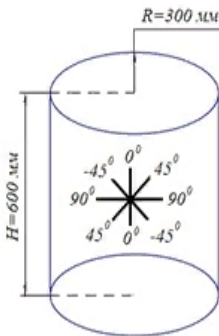
Ключевые слова: композиционный материал, цилиндрическая оболочка, устойчивость, деформация, критическая сила, пакет конечно-элементного анализа

На сегодняшний день наиболее актуальной становится задача расчета на устойчивость оболочек, поэтому конструкции из оболочек широко применяются в строительстве зданий и сооружений, авиационной и ракетно-космической технике, мостостроении.

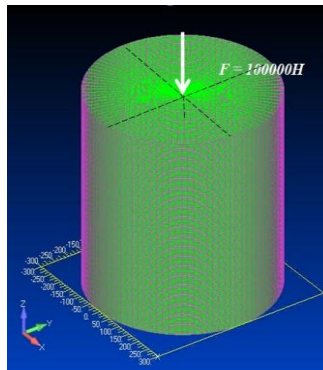
По результатам анализа расчетов на устойчивость цилиндрической оболочки, выполненной из композиционного материала, с помощью пакета конечно-элементного анализа [1-2] определены величины критических сил первой формы потери устойчивости [3] в зависимости от расположения слоев намотки в пакете композиционного материала.

Установлена закономерность влияния изменения порядка углов намотки материала на устойчивость цилиндрических оболочки из композиционных материалов.

Была рассмотрена цилиндрическая оболочка, параметры которой представлены на рисунке 1-а. Оболочка выполнена из углепластика, с характеристиками, показанными в таблице 1. При проведении численного анализа по верхнему торцу оболочки прикладывается осевое сжимающее усилие $F=100000$ Н, представленное на рисунке 1-б



а)



б)

Рисунок 1. а) размеры цилиндрической оболочки и способы укладки слоев, б) сжимающая сила, приложенная к верхнему торцу оболочки.

Таблица 1 - Характеристики цилиндрической оболочки

Свойства	Единицы измерения	Значения
Продольный модуль упругости, E_1	МПа	147000
Поперечные модули упругости, $E_2=E_3$	МПа	7580
Модуль сдвига в плоскости пластинки, G_{12}	МПа	3960
Межслоевой модуль сдвига, G_{13}	МПа	3960
Межслоевой модуль сдвига, G_{23}	МПа	3000
Коэффициент Пуассона в плоскости пластинки, μ_{12}		0,33
Коэффициент Пуассона в межслоевом направлении, μ_{13}		0,33
Коэффициент Пуассона в межслоевом направлении, μ_{23}		0,38
Продольное растягивающее напряжение, X_t	МПа	2860
Продольное сжимающее напряжение, X_c	МПа	2860
Поперечнорастягивающее напряжение, Y_t	МПа	1550
Поперечное сжимающее напряжение, Y_c	МПа	1550
Напряжение сдвига, S	МПа	104
Толщина слоя, t	мм	0,195

При конечно-элементном анализе значение критической нагрузки при первой форме потери устойчивости цилиндрической оболочки, при осевом сжатии определяется соотношением:

$$P_{кр} = F \times \lambda$$

Рассмотрены и рассчитаны критические силы для 24 симметричных варианта намоток и 176 несимметричных, для которых построены графики зависимости критической силы от расположения слоев в пакете композиционного материала показанные на рисунке 2.

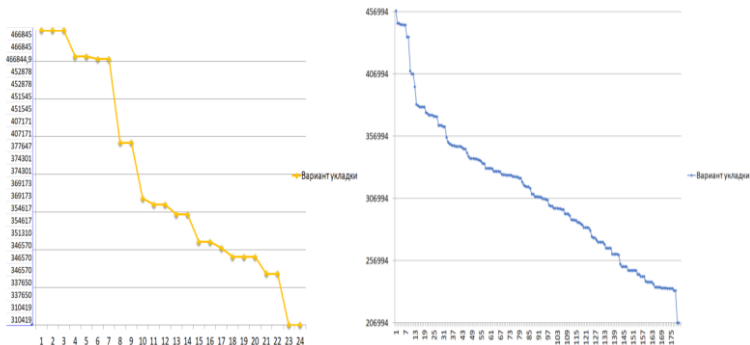


Рисунок 2 - Графики зависимости критической силы от вариантов симметричных и несимметричных укладок слоев

Таким образом, величина критической силы и форма потери устойчивости цилиндрической оболочки зависит от расположения слоев в пакете композиционного материала [4].

Наиболее оптимальным вариантом намотки с точки зрения наибольшей критической силы, приложенной к цилиндрической оболочке является симметричная намотка, форма потери устойчивости которой показана на рисунке 3. Углы намотки: -45° 45° 0° 90° 90° 0° 45° -45° .

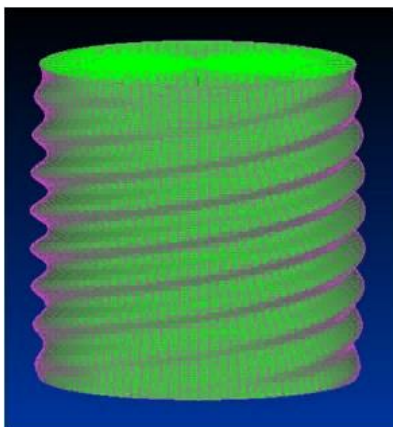


Рисунок 3 - Форма потери устойчивости при максимальной критической силе

Список литературы

1. Рычков, С. П. MSC.Visual NASTRAN for Windows / С.П. Рычков. – М.: ИТ Пресс, 2004. – 552 с.: ил. – (Проектирование и моделирование)
2. Адегова, Л. А. Основы метода конечных элементов: учебное пособие / Л.А. Адегова, Б.М. Зиновьев. – Новосибирск: изд-во СГУПС, 2015. – 131 с.
3. Багмутов, В. П. Элементы расчетов на устойчивость : учеб. пособие / В. П. Багмутов, А. А. Белов, А. С. Столярчук. – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. – 56 с.
4. Егоров Д.В., Баляков Д.Ф., Широкова Н.Н. Особенности конечно-элементного моделирования изделий из композиционных материалов в космической технике // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. - 27-28 с.

СЕКЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ГРУНТОВ

А.К. Аширбеков, О.А. Игнатова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
alisher.ashirbekov.99@mail.ru, oa_ignatova@mail.ru

Использование местных переувлажненных грунтов при сооружении земляного полотна не является инновационной технологией в строительстве автомобильных дорог. Однако появление универсальных методов эксплуатации слабых грунтов, а также их технической мелиорации открывает новую веху в строительстве не только автомобильных дорог, но и инженерных сооружений. Цель данной научной статьи – рассмотреть наиболее экономичные, безопасные и технологичные варианты, которые целесообразно использовать при возведении земляного полотна автомобильных дорог, необходимых для корректного проектирования конструкции дорожной одежды.

Ключевые слова: техническая мелиорация, земляное полотно, переувлажненный грунт, геосинтетические материалы.

В современной дорожно-строительной практике применение грунтов, влажность которых выше оптимальной стало все более распространённым явлением. Причинами этого являются сразу несколько факторов [1]:

- расширение области дорожного строительства в районах с преобладанием переувлажненных грунтов;
- экологическая ситуация в районе строительства
- рост стоимости эксплуатации машин и механизмов, специализирующихся на транспортных перевозках;
- инновационный подход при разработке конструктивно-технологических решений в сфере дорожного строительства, позволяющих использовать новые дорожно-строительные материалы.

Опыт показывает, что значительная часть автомобильных дорог, построенных в неблагоприятных природно-климатических и грунтово-гидрологических условиях, преждевременно разрушаются. Одной из основных причин этого является отсутствие своевременного осушения грунтов, что приводит к морозному пучению и потере несущей способности земляного полотна.

Для предупреждения подобных деформации появилась необходимость использования технической мелиорации грунтов (Рисунок 1) [2].

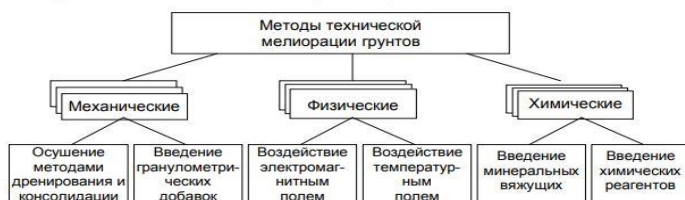


Рисунок 1 - Классификация методов технической мелиорации грунтов

Земляное полотно из грунтов повышенной влажности следует проектировать в комплексе с дорожной одеждой для получения наиболее экономичных решений. Практика показывает, что при использовании глинистых грунтов с влажностью более допустимой, т. е. грунтов повышенной влажности, возможны следующие принципиальные варианты, характерные прежде всего для типовых решений и низких насыпей:

- усиление или изменение конструкций дорожной одежды в случае использования в рабочем слое указанных грунтов;
- улучшение свойств грунтов рабочего слоя путем использования различных осушающих или укрепляющих химических добавок;
- применение геотекстильных материалов в качестве армирующих элементов;
- временное снижение капитальности дорожной одежды и стадийное её устройство.
- устройство земляного полотна с вертикальными песчаными дренами.

Переувлажненные грунты не поддаются необходимому уплотнению, имеют повышенную липкость, недостаточную сопротивляемость деформациям, а также затрудняют движение технологического транспорта. С учетом всех перечисленных факторов необходимо правильно спрогнозировать поведение грунтов в конкретных условиях их работы. Однако методы технической

мелиорации грунтов, индивидуальные конструктивные решения и использование инновационных подходов в перспективе станут успешным решением данной проблемы.

Список литературы

1. Сооружение земляного полотна из грунтов с влажностью выше оптимальной [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Сиротюк. – Электронные данные – Омск: СибАДИ, 2018.
2. Методические рекомендации по технологии сооружения земляного полотна из глинистых грунтов повышенной влажности в нечерноземной зоне РСФСР/СоюздорНИИ. – М., 1990. – 28 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.А. Вандышева, А.В. Мазгалева

Сибирский государственный университет водного транспорта
vvandyseva13@gmail.com, a.v.mazgaleva@nsawt.ru

Производство строительных материалов всегда предполагает добычу и переработку природных ресурсов, что приводит к их истощению. Преимущество полимеров в том, что их повторное использование позволяет сократить использование естественных ресурсов и снизить выбросы в окружающую среду. ДПК представляет собой соединение отходов деревообработки с пластиком. Для производства используются измельченные отходы древесины и пластмассы, в том числе, собранные на мусорных полигонах. Таким образом, производство ДПК снижает нагрузку на окружающую среду. Актуальность использования в строительстве материалов из древесно – полимерных композитов обуславливается высокими прочностными показателями, стойкостью к атмосферным влияниям и экологичностью.

Ключевые слова: экологическая оценка, ресурсосбережение, полимер, древесно – полимерный композит.

В настоящее время при выборе материалов для строительства и отделки все больше внимания уделяется их экологической оценке и рациональному выбору с точки зрения экологической безопасности для окружающей среды и для человека. В связи с этим вводятся новые понятия – экологическая оценка, жизненный цикл материала,

классификация материалов согласно требованиям по защите окружающей среды, экологически целесообразный выбор строительных материалов и др. При этом акцент делается на решение основных, глобальных экологических проблем - ресурсосбережение и предотвращение загрязнения окружающей среды при строительстве. Приоритетными становятся те проекты, в реализации которых учтены не только эстетические и инженерные решения, но и эколого-материаловедческие, позволяющие обеспечить выбор долговечных, экологически безопасных строительных материалов.

Строительство всегда связано с использованием различных по природе строительных материалов. Они в большей или меньшей степени благоприятны человеку и не одинаково влияют на окружающую среду, как по причине изъятия природных ресурсов, так и от привнесения в неё загрязнителей. Производство материалов для строительства всегда предполагает добычу и переработку природных ресурсов, а также связанное с ними потребление энергии и воды. При этом происходит истощение природных ресурсов, зачастую разрушение экосистем, ландшафтов, процесс загрязнения среды.

Поэтому важно выбрать высокоэффективные материалы не только с экономической и эстетической, но и с экологической точки зрения еще на стадии проектирования. Принимая решение об использовании материала в том или ином случае, прежде всего, необходимо оценить его непосредственное и косвенное воздействие на окружающую среду и человека с экологической точки зрения.

Производство современных строительных материалов невозможно представить без включения в состав искусственных полимеров. Все произведённые полимерные материалы в завершении периода эксплуатации переходят в разряд полимерных отходов и нуждаются в утилизации. Учитывая такие преимущественные свойства полимерных материалов, как высокая резистентность к физической, химической, биологической деструкции и в то же время постепенный процесс выделения токсичных соединений, проблема переработки или захоронения полимеров имеет экологическое значение. Однако в настоящее время проблема утилизации отходов полимерных материалов становится особо острой не только с позиций охраны окружающей среды. Дефицит органического сырья постоянно растёт, и его нехватка покрывается применением строительных материалов из полимеров. Их преимущество еще и в том, что повторное применение помогает сократить использование естественных ресурсов, снизить выбросы в окружающую среду и уменьшить потребление энергии. В «семье» полимеров выделяется древесно – полимерный композит.

ДПК имеет торговое название «жидкое дерево». Он представляет состав из отходов от деревообработки с пластиком. На сегодняшний день «жидкое дерево» имеет улучшенные эксплуатационные и эстетические характеристики, если сравнивать с деревом или пластиком. Для производства используются измельченные отходы древесины – ветки, сучки, очищенный горбыль, в измельченном состоянии они доставляются к месту производства. Линия производства ДПК работает с любыми пластмассами, в том числе, с собранными на мусорных полигонах. Таким образом, производство ДПК снижает нагрузку на окружающую среду.

Оценка экологической нагрузки строительных материалов на окружающую среду по жизненному циклу включает следующие параметры:

- добыча сырья;
- изготовление строительных материалов,
- применение материалов;
- эксплуатация;
- утилизация или повторное применение.

Преимущество ДПК-материалов перед натуральным деревом определяет сфера применения.

1. Устойчивость к ударам и повреждениям.

Имея высокий предел прочности, дерево способно длительное время сопротивляться значительным нагрузкам. Изделия из ДПК имеют большой ресурс, связанный с малым влагопоглощением, отсутствием пороков и огнестойкостью (Таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика водопоглощения ДПК и древесины

Время под водой, сутки	Поглощение воды, %		
	ДПК		Натуральная древесина
	ПП 40 %, древесная мука 50 %, тальк 10 %	ПЭВП 33 %, древесная мука 52 %, тальк 15 %	
1	3,0	7,25	30–200 %

2. Сопротивление гниению и деформациям.

Впитывающее влагу дерево способствует размножению бактерий и плесени. Высыхая, древесина теряет свои формы, трескается,

искривляется. Полимер в ДПК предупреждает абсорбцию древесным наполнителем воды, а значит, защищает изделие от намокания, гниения, деформации.

3. Способность противостоять перепадам температур.

Способность ДПК без ухудшения физических качеств материала не реагировать на морозы до -60°C и жару до $+70^{\circ}\text{C}$ обусловлена свойствами древесного наполнителя.

Использование в строительстве изделий из древесно – полимерных композитов является актуальным направлением. Это обуславливается высокими прочностными показателями, стойкостью к атмосферным влияниям и экологичностью.

Список литературы

- 1.Князева В.П. Экологические аспекты выбора строительных материалов: методические указания – М., МАРХИ, 2010. - 23 с.
- 2.Волынский В.Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учебно-справочное пособие - ЭБС Лань, 2020. – 332 с.
- 3.Сычѳв С.А., Бадьин Г.М. Перспективные технологии строительства и реконструкции зданий - ЭБС Лань, 2019. – 368 с.

ТЯЖЕЛЫЕ БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАКАОЛИНА

Е.В. Лыткина, С.А. Гарашук

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
универстет (Сибстрин)
s.garachshuk@edu.sibstrin.ru

В данной работе описаны результаты исследования получения тяжелых бетонов на портландцементях нормального твердения с использованием метаксаолина в качестве добавки. Такие объекты как мосты, тоннели, перекрытия большепролетных зданий гидротехнических сооружений, энергетических установок и конструкций сложной геометрической формы и т.п., требуют повышенных эксплуатационных характеристик бетона. Данное исследование показывает, что добавка метаксаолин выступает как ускоритель твердения в начальные сроки твердения тяжелого бетона в нормальных условиях.

Ключевые слова: метаксаолин, тяжелый бетон, добавка-ускоритель

Современное строительство направлено на ускорение темпа, повышение качества и долговечности строительной продукции с одновременным снижением затрат на производство, а так же эксплуатацию сооружений. В связи с этим наиболее востребованными являются тяжелые бетоны с дополнительными эксплуатационными свойствами. Изменить свойства бетонной массы можно с помощью введения различных добавок и минеральных наполнителей.

Метакаолин (МТК) - продукт дегидратации каолиновой глины (природного гидроалюмосиликата). Применение МТК при приготовлении бетонных смесей ведет к модификации структуры цементного камня в бетоне, а именно к уплотнению. Использование пластификаторов при изготовлении бетонной смеси с тонкодисперсными порошками, активными минеральными добавками, в том числе и метакаолином, является необходимым условием [1].

В качестве вяжущего использовали Топкинский цемент ЦЕМ I 42,5Н. Так же использовали суперпластификатор для снижения водопотребности цементных систем «ГиперПласт-125» производителя ООО «ССТ» - суперпластифицирующая водоредуцирующая добавка для бетона с высокими эксплуатационными характеристиками. Дозировка 0,3-1,2 % от массы цемента.

Кварцевый песок Кудряшовского месторождения мелкий с модулем крупности 1,6-2,0.

Крупный заполнитель – альбитофир с карьера Борок, фракция 5-20 мм. Лещадность: 22,63%.

В качестве наполнителя был взят высокоактивный метакаолин ВМК-45, который обладает наибольшей пуццолановой активностью.

Для состава с добавкой МТК производилось снижение расхода вяжущего на 10%. Совместное использование «ВМК-45» и суперпластификатора «ГиперПласт-125» позволило увеличить прочность во все сроки твердения, при максимальном увеличении на 28 сутки.

Составы и результаты исследований приведены в таблицах 1,2.

Как показывает практика применения МТК, для большинства цементов отечественного производства оптимальная дозировка метакаолина лежит в пределах 10 %. Увеличение дозировки не ведет к существенному улучшению свойств бетонной смеси и затвердевшего бетона и потому, является экономически не целесообразным.

Таблица 1

Компонент	Состав № расход материалов в кг		
	№1	№2 с 10% МТК	№3 с 10% МТК
Цемент	420	378	388
Песок	820	820	820
Щебень	1060	1060	1060
ВМК-45	-	42	42
ГП 125	4,2	3,78	3,88
Вода	198,5	178,6	204,3

Таблица 2

Характеристики	№1	№2	№3
	без МТК	с 10% МТК	с 10% МТК
В/Ц	0,47	0,47	0,52
ОК	25	26	22
ОК (через час)	23	25	14
Плотность, кг/м ³	2444	2436	2386
Водоотделение	Незначительное	Нет	Нет
Прочность, МПа			
Условия	Срок		
Н.у	7 сут	-	53,25
Н.у	28сут	51,2	56,13
% прочности		100	110

Применение МКТ при приготовлении бетонных смесей позволяет получать модификации структуры цементного камня в затвердевшем бетоне, а именно, к ее уплотнению[2].

Список литературы

1. Рекомендации по использованию ВМК производства ООО «СИНЕРГО». – Текст электронный // URL: <https://market.strojdrom55.ru/rekomendatsii-po-metakaolina/> (дата обращения: 21.03.2021). - Текст : электронный
2. Кирсанова А. А. Высокофункциональные тяжелые бетоны нормального твердения / А. А. Кирсанова, Л. Я. Крамар, А. А. Рузавин // архитектурно-строительные технологии и материалы. Архитектура, градостроительство

ПРИМЕНЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

М.А.Екименко, С.Е Термишев, О.А.Игнатова
Новосибирский Государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
m.ekimenko@edu.sibstrin.ru

В научно-исследовательской работе отражено влияние адгезионных добавок на фактические показатели щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей и принципы подбора зернового состава щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Целью оценки эффективности адгезионных добавок в составе асфальтобетона является подбор компонентов щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси с вяжущим, адгезионными добавками, для получения асфальтобетона оптимальной структуры со свойствами, которые должны обеспечить в конечном итоге требуемые технико-эксплуатационные характеристики устраиваемого дорожного покрытия. Подбор оптимального состава ЩМА выполняется в три этапа. На первом этапе путем лабораторных испытаний оценивают качество исходных компонентов на предмет их соответствия предъявляемым требованиям. На втором - определяют соотношения в содержании щебня, песка из отсева дробления, минерального порошка, битума и стабилизирующей добавки в смеси. На заключительном этапе проводят контрольные испытания проб с определением показателей свойств асфальтобетона по ГОСТ 58401.2-2019, технико-экономическое сравнение вариантов подобранных составов, отработку технологии приготовления смеси и, при необходимости, корректировку составов по результатам пробных замесов в заводских условиях.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, адгезионные добавки, Азол 1002, трещиностойкость, сдвигустойчивость, исследование

В настоящее время возникает необходимо уделять особое внимание современным материалам и технологиям, значительно повышающим качество дорожного покрытия и увеличивающим строительные межремонтные сроки, ввиду увеличения роста загруженности автомобильных дорог. Одним из наиболее перспективных материалов

для строительства дорожных покрытий является щебеночно-мастичный асфальтобетон (SMA - аббревиатура по объемно-функциональному проектированию асфальтобетонных смесей).

При исследовании было выявлено, что особенностью структуры щебеночно-мастичного асфальтобетона является наличие щебеночного каркаса из кубовидного щебня, в котором все пустоты между щебнем заполнены смесью битумного вяжущего PG (+X –Y) с дробленным песком и минеральным порошком.

Основным назначением щебеночно-мастичного асфальта является устройство верхних слоев дорожного покрытия толщиной от 3 до 6 см.

Главной сферой применения таких смесей является асфальтирование автомобильных дорог I–III категории, городских улиц с интенсивным движением, а также скоростных трасс с высокой транспортной нагрузкой.

Работа включает в себя испытание качества сцепления битумного вяжущего с различными добавками с поверхностью щебня в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях типа SMA-16. После проведения испытаний мы подобрали оптимальный состав смесей и провели физико-механические испытания.

По итогам испытаний была принята оптимальная добавка Азол 1002 по фактическому показанию оценки сцепления, стоимости и расходу. Расход данной добавки 0,35 % от массы битума, фактический показатель сцепления равен 5.

Адгезионная добавка Азол 1002 представляет собой поверхностно-активное вещество (ПАВ) катионного типа приводит к резкому снижению поверхностного натяжения вещества этих растворов. Добавка термостабильна и сохраняет свои свойства в смеси с битумом при температуре 140 °С не менее 5-ти дней, замедляя старение битума.

Из проделанной работы мы можем сделать вывод, что применение адгезионных добавок обеспечивает наилучшую связь между битумом и инертными материалами и большую устойчивость к деформации конечного продукта. Выявленные положительные эксплуатационные свойства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона:

- сдвигоустойчивость при высоких температурах эксплуатации;
- шероховатая текстура поверхности и хорошее сцепление с колесом автомобиля;
- высокая износостойкость, в том числе к действию шипованных шин;
- водонепроницаемость;
- трещиностойкость при деформациях покрытия и при механических воздействиях транспорта;

- устойчивость к старению.

Указанные свойства наиболее важны для верхних замыкающих слоев дорожных покрытий, что предопределяет применение щебеночно-мастичного асфальтобетона на автомагистралях, аэродромах и городских улицах с высокой интенсивностью движения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58401.23-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные щебеночно-мастичные. Система объемно-функционального проектирования. Метод определения стекания вяжущего
2. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства.
3. ОДМ 218.3.064-2019 Методические рекомендации по оценке эффективности адгезионных добавок в составе асфальтобетона.

КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ВЕЩЕСТВО

И.А. Кряжиков, Л.В. Завадская
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
i.kryazhikov@edu.sibstrin.ru, zlv2712@mail.ru

В работе рассмотрены и проанализированы возможности рационального использования техногенных отходов угольных тепловых электростанций, в качестве основного сырья для строительной отрасли, позволяющего снизить себестоимость, повысить эксплуатационные характеристики строительной продукции, а также решить одну из важнейших экологических проблем. Был осуществлён анализ литературных источников, проведены опыты на базе лаборатории НГАСУ (Сибстрин). На ряду с составами, в которых использовались техногенные отходы, рассмотрены составы, состоящие из гипсового вяжущего, ультрадисперсных добавок и добавок гидравлического вяжущего.

Ключевые слова: техногенное сырьё, строительный гипс, добавки, композиционное вяжущее вещество, цемент

На основании анализа рынка строительных материалов в период с 2019 по 2020 г. можно прийти к выводу: в данный момент,

железобетонные изделия удерживают статус самого распространённого строительного материала, как на территории Российской Федерации, так и более локально, на территории Новосибирской области. По различным оценкам, ежегодно производится около 3700 млн. т. бетонной смеси, и в данном случае, сложившаяся ситуация, в большей степени носит негативный характер, который проявляется в загрязнение атмосферы.

По результатам, полученным, в Государственном Университете им. У.Д. Алиева в Карачаево-Черкессии [1], а также по результатам работ, проведённых на базе Белгородского Государственного Технического Университета им. В.Г. Шухова [2], можно констатировать следующий факт:

«Производство цемента является источником 10-12% выбросов углекислого газа в мире. При пересчёте на 100% получается, что 60% выбросов образуются вследствие преобразования сырья при высоких температурах, 40% выбросов являются результатами сжигания топлива при нагреве материала до нужной температуры».

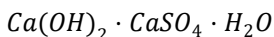
В сложившейся ситуации, одним из возможных выходов, является частичная замена гидравлического вяжущего вещества при производстве железобетонных изделий. Сделать это необходимо, в первую очередь, для уменьшения объёмов производства цемента, а также для решения ещё одной экологической проблемы: «Использования зольных отходов угольных ТЭС».

В ряде изученных мною работ [3], была рассмотрена возможность применения техногенного сырья в производстве цементов с минеральными добавками. Установлено, что их физико-химические характеристики зависят от состава используемых материалов, количества минеральной добавки и величины удельной поверхности. В первом случае, необходимо более тщательно анализировать составы материалов, т.к. золы ТЭС имеют непостоянный химический состав, а также содержат характерные для продукта сжигания, химические соединения. Особое внимание необходимо уделить пережжённому «СаО», его содержание в золе, полученной мною от «ТЭЦ – 5», составляет 4-5%, когда по ГОСТ 31108-2016, допускается использование золы-уноса, содержащей свободный оксида кальция в количестве – не более 1%.

В результате введения в состав композиционного вяжущего техногенной добавки с повышенным процентом пережжённому оксида кальция, мы получаем соединение, которое имеет более поздний период гидратации. Материал уже на стадии эксплуатации способен значительным образом терять процент своей прочность, вследствие

неравномерного изменения объёма внутри конструкции. Для того, чтобы надёжно использовать техногенный отход, нам необходимо найти добавку, которая способна прореагировать с пережжённой окисью кальция и образовать новое соединение, совершенно безопасное при использовании золы, как основного компонента композиционного вяжущего вещества. В качестве добавки рационально рассмотреть использование строительного гипса.

Помимо ликвидации эффекта «пережжённого оксида», в результате взаимодействия «Ca(OH)₂», «CaSO₄» и «H₂O» с образованием быстро-реагирующего соединения:



строительный гипс очень выгодно использовать, так как он имеет достаточно широкий спектр преимуществ.

Для того, чтобы использовать добавку гипса, необходимо точно рассчитать состав: подобрать такое минимальное соотношение гипсового вяжущего к золе, при котором реакция взаимодействия с пережжённым оксидом будет протекать полностью, до его полной нейтрализации. Кроме этого, необходимо следить за физико-механическими характеристиками системы «зольное вяжущее – гипсовое вяжущее», нельзя допустить снижение прочности или водостойкости изделия.

На базе лаборатории НГАСУ (Сибитрин) были проведены опыты по изучению вяжущего, состоящего из строительного гипса марки (Г-5) и добавки техногенного сырья, полученного на «ТЭЦ – 5».

В ходе проведённых испытаний было определено следующее: при соотношении гипсового вяжущего к золе, как «0,7:0,3» прочность системы на сжатие возрастает на 12%, а водогипсовое соотношение уменьшается на 18% и составляет «0,5».

Помимо изучения системы «зольное вяжущее – гипсовое вяжущее», на базе лаборатории НГАСУ (Сибитрин) проводятся исследования, направленные, на повышения физико-механических характеристик гипсовых изделий.

Первый, исследуемый в лаборатории состав, содержал добавку гидравлического вяжущего, пеностекольного заполнителя и техногенного сырья. В качестве основного вяжущего применялся строительный гипс марки (Г-5). Расчёт необходимого количества сырья базировался на проведение полного факторного эксперимента. На основании данных, полученных в ходе испытаний образцов, были определены коэффициенты регрессии, с помощью них выявлен наиболее оптимальный состав композиционного вяжущего, содержащий добавку техногенного сырья и гидравлического вяжущего,

в соотношении «1:1», а также добавку пеностекла в количестве 10% от массы гипсового вяжущего.

Второй состав содержал ультрадисперсную добавку алмаза и техногенное сырьё [4]. В качестве основного вяжущего применялся строительный гипс марки (Г-5). Эксперимент базировался на построении зависимости при минимальном количестве измерений значений управляющих параметров [5]. В результате проведённых экспериментов было выявлено: добавка ультрадисперсного алмаза не оказывает значительного влияния на прочность образцов, состоящих из композиционного гипсового вяжущего.

Список литературы

1. Чомаева М.Н. Цементное производство и экологические проблемы в Карачаево-Черкессии (на примере ЗАО «Кавказцемент») // Апробация. – 2014. – №4. (19). – С. 106-110.
2. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсо-содержащих композитов с учётом генезиса сырья // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. №4. С. 3-11.
3. Голик В.И. Параметры активации золы уноса в качестве, вяжущего при изготовлении бетонов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. №8. С. 173-179.
4. Даниленко В. В. Из истории открытия синтеза наноалмазов. Физика Твёрдого Тела, 2004, Т.46, вып. 4, С. 581—584.
5. Бабков В.В., Латыпов В.М., Модифицированные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости и гипсокерамзито-бетонные стеновые блоки для малоэтажного жилищного строительства на их основе // Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы». 2012.- С. 7-13.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ДОРОЖНЫХ БЕТОНОВ

Н.В Пузырев, О.А. Игнатова
Новосибирский Государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)

Проведен анализ влияния добавок на основе эфиров поликарбоксилата на формирование физико-механических свойств дорожных бетонов. Установлено что эффективность добавок на базе эфиров поликарбоксилата зависит от молекулярной структуры полимера, а так же от скорости и степени адсорбции. Разработан состав дорожного бетона с использованием поликарбоксилатных добавок.

Ключевые слова: поликарбоксилат, дорожный бетон, прочность, морозостойкость, адсорбция, добавки, состав

Одной из главных причин быстрого разрушения дорожных покрытий является их низкая долговечность. Специфические условия работы дорожных покрытий и дорожных бетонов, связанные с одновременным воздействием механических нагрузок, а также физических и химических факторов окружающей среды, неблагоприятно сказываются на работе дорожных покрытий.

Задача повышения эффективности и качества дорожного бетона была и остается весьма актуальной и в полной мере не может быть успешно решена без использования в технологии бетона химических добавок.

Характерной особенностью современной строительной технологии является применение добавок, позволяющих регулировать свойства бетона в достаточно широких пределах без существенного усложнения технологии его производства. Лучше всего с этими задачами справляются добавки пластификаторы, которые улучшают однородность бетонной смеси, повышают прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и увеличивают плотность бетона.

На данный момент наиболее перспективными пластификаторами считаются добавки на основе эфиров поликарбоксилатов. Это последнее поколение водопонижающих агентов для производства бетонов, представляющие собой сополимеры акриловой кислоты различной молекулярной массы (РСЕ).

Добавки на основе эфиров поликарбоксилатов могут повышать подвижность бетонной смеси, улучшать ее однородность и способность

сохранять требуемую удобоукладываемость в течение определенного времени.

Принцип действия. Отличие от ранних типов пластификаторов, основанных на принципе раздвижки зерен цемента за счет электростатического отталкивания, в основе действия пластификатора на базе поликарбоксилатных эфиров лежит механизм стерического пространственного отталкивания боковых цепей макромолекул. Определяющим фактором эффективности этих суперпластификаторов являются адсорбционные свойства. Эти свойства зависят, прежде всего, от молекулярной структуры полимера, химических условий в поровом растворе и физико-химических свойств поверхности цемента [1].

Цель и задачи исследований. Целью работы является исследование факторов, влияющих на эффективность добавок на базе эфиров поликарбоксилатов, а также их воздействие на свойства дорожных бетонов. Была проведена оптимизация состава бетона с использованием добавок, определение прочности на сжатие и изгиб в кратковременные и долговременные сроки. Также был проведен ряд испытаний на влияние адсорбирующих свойств молекул полимера на зерна цемента.

Материалы и методы исследований. В работе были подобраны составы бетонных смесей с суперпластифицирующей добавкой на основе эфиров поликарбоксилата (PCE) - №1 и простых пластифицирующих добавок на базе лигносульфонатов и полиметиленафталинсульфонатов натрия (ЛСТ + ПНС) - №2. В состав бетонных смеси дополнительно вводилась воздухововлекающая добавка МК1.

В результате испытаний дорожного бетона установлено, что добавка PCE позволяет уменьшить расход воды на 16 %, а также улучшает сохраняемость бетонной смеси. Прочностные характеристики бетона выросли на 25% по сравнению с контрольными образцами. На основании проведенных испытаний можно сделать вывод, что добавки на основе эфиров поликарбоксилата (PCE) повышают эксплуатационную стойкость дорожных бетонов.

Факторы, влияющие на эффективность PCE-суперпластификаторов. Были испытаны два вида добавок PCE. Продукт 2 с очень высокой скоростью адсорбции и высокой степенью адсорбции вызывает большую водоредукцию бетонной смеси и заметную потерю консистенции. Полимер PCE 1, с очень низкой степенью адсорбции и очень низкой скоростью адсорбции, напротив, обладает низкой водоредукцией и приводит к дополнительному разжижению, т.е. к улучшению консистенции бетонной смеси. В своей

работе мы подобрали поликарбоксилат с оптимальным отношением водоредукции и сохраняемости бетонной смеси.

Влияние адсорбционных свойств различных PCE-пластификаторов на свойства бетона, показано на рисунке 1

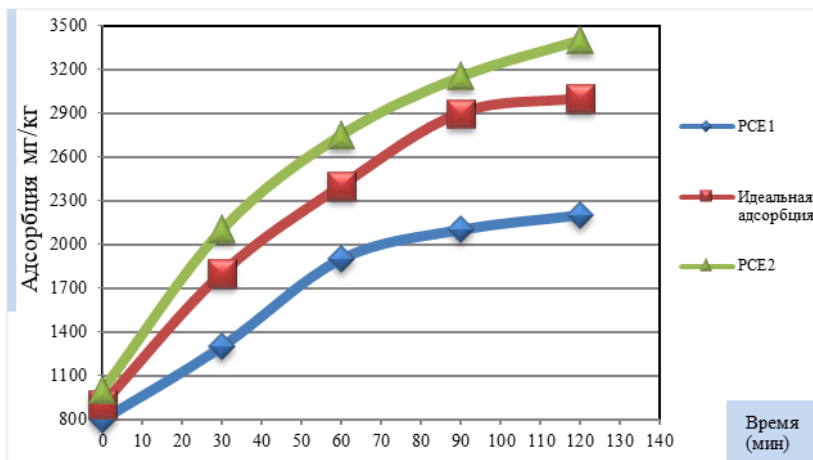


Рисунок 1 - Влияние адсорбционных свойств различных PCE-пластификаторов на сохраняемость бетонной смеси

Выводы. Пластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов благодаря гибкой химической структуре и особому механизму их действия позволяют использовать эти особые свойства для бетона с учетом сфер применения. Пластификаторы на базе PCE также могут внести свой вклад в экономичное и качественное выполнение технических требований и сделать бетон привлекательным, долговечным и перспективным материалом для строительства автомобильных дорог.

Список литературы

1. Технический каталог BASF- строительная химия: <https://www.nt-stroy.ru/pdfdoc/buklet/dob-beton-teh-katalog.pdf>.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРСПЕКТИВ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМОГРАНИТА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.В. Пшенникова, Г.И. Стороженко, Т.Е. Шоева
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
Shoeva_geotom@mail.ru

Проведено исследование возможности использования местных легкоплавких глин и добавок каолиновых глин, для получения керамического черепка, соответствующего требованиям ГОСТ 13996-2019 «Керамическая плитка» ГОСТ 57141-2016 «Керамогранитные плиты. Технические условия». Кроме того, был проведен анализ определения более эффективного способа массоподготовки.

Ключевые слова: керамическая плитка, керамогранит, массоподготовка.

В Западной Сибири сырьевая база для производства керамической плитки и керамогранита практически отсутствует, поэтому в работе была сделана попытка на основе местных легкоплавких глин и добавок каолиновых глин, используемых предприятием «ЛИКОЛОР», получить керамический черепок, соответствующий требованиям ГОСТ 13996-2019 «Керамическая плитка» и ГОСТ 57141-2016 «Керамогранитные плиты. Технические условия».

Целью работы на первом этапе являлось получить керамическую плитку для внутренней облицовки, на втором - получить керамический черепок, отвечающий требованиям для керамогранита.

В качестве сырьевых материалов для производства керамической плитки и керамогранита были выбраны: глинистое сырье Каменского месторождения, Нижнеуфельская полукислая глина, которая используется на кирпичном заводе «ЛИКОЛОР» и на заводе по производству керамогранита в г. Уфе, а также «Материал кварц-полевошпатовый Маринского месторождения для технической керамики», ТУ-21-РСФСР-1-91.

Глинистое сырье Каменского месторождения представлено бурными легкоплавкими, суглинками, умереннопластичными, высокочувствительными к сушке. Минеральный состав суглинка представлен кварцем, смешано-слоистыми каолинит-гидрофлюидными глинистыми минералами, полевыми шпатами, амфиболами и карбонатами.

Нижнеувельская полуокислая глина – это тонкодисперсная, высокопластичная, по минеральному составу преимущественно каолининовая, с примесью гидрослюда, монтмориллонита, а также гидроксидов железа и примесей тонкозернистого кварцевого песка. Содержание крупнозернистых включений (>0,5 мм) – низкое, не более 3%.

Фарфоровый камень был выбран по причине своего уникального минерального состава, схожего с фарфоровой массой: каолинит, кварц, полевой шпат. По минеральному составу фарфоровый камень Маринского месторождения на 40% состоит из кварца, с присутствием кальцита до 10,9%.

Расчет составов шихты проводился по химическому составу. Состав шихты и технологические параметры получения образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Составы шихт и технологические параметры

№ состав а	Содержание, масс. %			Технологические параметры	
	Каменская	НУП К	Фарфоровый камень	Обжиг	Давление прессования
1	30	30	40	1100	40
2	35	25	40		
3	40	25	35		

Для определения более эффективного способа массоподготовки, рассматривалось два способа: сухой способ, заключающийся в сушке глинистого сырья, помоле в шаровой мельнице совместно с фарфоровым камнем до полного прохождения через сито с ячейкой 0,63 мм. Для получения пресс-порошка массу равномерно увлажняли до 9% влажности и перемешивали, а затем протирали через сито с ячейкой 1,25 мм. Массу выдерживали в эксикаторе для выравнивания по влажности сутки.

Мокрый способ массоподготовки выполнялся как аналог промышленного способа с использованием БРС. Готовился шликер влажностью 50%, помол сырьевых компонентов шихты осуществлялся в шаровой мельнице в течение 6 часов, после чего шликер высушивали до формовочной влажности 9%, измельчали до прохождения через сито с ячейкой 1,25мм.

Из шихт формовались образцы - цилиндры $d = 4$ см, $h = 2$ см и плиточки $h = 0,7$ см, $b = 6,5$ см, $l = 12$ см. После формования образцы

высушивали вначале на воздухе, а затем в сушильном шкафу до постоянной массы. Все образцы обжигали в муфельной печи при температуре 1100 °С, изотермическая выдержка составляет 1 час. Охлаждение образцов происходит естественным путем в печи. Испытания образцов проводили по стандартным методикам. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты испытаний

№. образца	R _{сж} , МПа	W, %	ρ _m , кг/м ³
Мокрый помол			
1 состав	39,26	8,53	2118
2 состав	40,28	3,97	2250
3 состав	28,04	7,16	2150
Сухая подготовка			
1 состав	19,06	10,41	2020
2 состав	21,06	10,89	2040
3 состав	37,02	10,20	2030

Массоподготовка мокрым способом повысила плотность образцов на 10%, понизила водопоглощение образцов составов на 19-64 %, повысила прочность на изгиб образцов на 25-51%. Таким образом, можно сделать вывод, что массоподготовка мокрым способом (аналог промышленного способа с использованием БРС) значительно улучшает свойства черепка.

Кроме исследований представленных в докладе шихт, были проведены испытания шихты, в которой фарфоровый камень был заменен на песок, так как высокое содержание карбонатов в фарфоровом камне привело к повышению пористости черепка. Первые результаты показали возможность снижения водопоглощения до 2-3%. Результаты проведенных работ показали реальные перспективы производства керамической плитки для внутренней облицовки на основе местного сырья с добавками каолиновых глин Южного Урала. Что касается производства керамогранита, то для этого требуется проведения комплексных работ по подбору составов и технологических режимов.

ДОРОЖНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО МАРКАМ ВЯЖУЩЕГО PG X-Y

С.А. Макарова, Т.В. Семенова, В.С. Прибылов
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
pribylov_ws@mail.ru

Работа посвящена маркам вяжущего PG. Рассматриваются особенности подбора вяжущих материалов для асфальтобетонных покрытий по методологии Supergrave. Используя анализ климатических условий на территории Западной Сибири, была составлена карта эксплуатационного районирования с рекомендациями о применении марок вяжущего по шкале Performance Grade.

Ключевые слова: Supergrave, Performance Grade, климатическое районирование, марка вяжущего

Система объемного проектирования Supergrave – один из методов разработки составов асфальтобетонов. Он позволяет прогнозировать и моделировать поведение асфальтобетона в реальных условиях эксплуатации с помощью серии лабораторных испытаний вяжущего и каменных материалов.

Supergrave был разработан в США из-за необходимости найти способ уменьшить влияние негативных свойств битума на дорожные слои.

Для реализации технологии Supergrave разработана шкала PG (Performance Grade). Выбор битума по шкале PG X-Y основан на анализе климатических характеристик и условий движения транспортного потока в выбранном районе строительства:

- особенности природных условий;
- интенсивность нагрузок при автомобильном движении [1];
- максимально высокие показатели летней и зимней температуры за последние 20 лет.

Цель исследования - установление территориальных границ использования битумного вяжущего марок PG X-Y для асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в Западной Сибири.

Для анализа расчетных температур регионов Западной Сибири были использованы статистические данные Интернет-ресурса www.pogodaiklimat.ru за период с 2000 по 2019 годы.

Для заданного эксплуатационного района устанавливается максимальная и минимальная температура воздуха за период не менее

20 лет. В качестве минимальной (Y) принимается температура наиболее холодных суток. Для расчета максимальной температуры (X) устанавливается семидневный период с наиболее высокой температурой, для которого рассчитывается средняя максимальная температура.

В эмпирических формулах [2] нет зависимости марки вяжущего от нагрузки от движения транспорта, поэтому при назначении битума PG X-Y принимается корректировка, учитывающая среднюю скорость транспортного потока, исходную максимальную расчетную температуру слоя и условия движения. Корректировка принимается в соответствии с [2] и учитывает среднюю скорость транспортного потока, исходную максимальную расчетную температуру слоя и условия движения (см. Таблица 1).

Таблица 1 – Значения коррекции вяжущего в зависимости от скорости движения

Исходная максимальная расчетная температура слоя, °С	Значение коррекции k, °С			
	Условия движения			
	Легкие (Л)	Нормальная (Н)	Тяжелые (Т)	Экстремально тяжелые (Э)
От 52,0 включ.	2,8	10,3	15,5	17,7
От 52,1 до 58,0 включ.	2,7	9,5	14,5	16,6
От 58,1 до 64,0 включ.	2,6	8,8	13,5	15,5
От 64,1 до 70,0 включ.	2,4	8,0	12,4	14,4
Примечание – При средней скорости транспортного потока менее 70 км/ч				

На основании выполненных статистических расчетов составлена карта районирования Западной Сибири по эксплуатационным температурам асфальтобетонных покрытий.



* - Экстремальные условия движения

Рисунок 1 - Карта районирования Западной Сибири по эксплуатационным температурам асфальтобетонных покрытий

Список литературы:

1. Chin C. Performance graded bitumen specifications / C.Chin // Road Engineering Association of Asia and Australasia (REAAA) Conference, 13th , 2009, Incheon, Korea. – 2009. – 10 p.
2. ГОСТ Р 58400.3-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Порядок определения марки: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июня 2019 г. N 345-ст: введен впервые: дата введения - 2019-07-01. URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=645478> (дата обращения: 18.03.2021). – Текст: электронный.

САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ БЕТОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ

В.С. Смирнов, Е.В. Лыткина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет, (Сибстрин)
vova_smirnov_99@mail.ru

Исследована возможность получения самоуплотняющихся бетонов на портландцементях нормального твердения с использованием золошлаковых отходов местной ТЭЦ. В подобных бетонах для регулирования технологических свойств широко применяются тонкомолотые добавки-микронаполнители. Введение таких добавок в бетонную смесь позволяет получить более плотную структуру бетона, оценить влияние микронаполнителя на водопотребность и пластичность бетонной смеси, кинетику набора прочности, коррозионную стойкость и другие показатели.

Ключевые слова: зола-уноса, самоуплотняющийся бетон, золошлаковые отходы

Согласно статистическим данным, каждый год в мире производится более двадцати млрд. тонн бетона. Несмотря на развитие наук и использование новых технологий, цементная промышленность продолжает занимать лидирующее место среди основных загрязнителей атмосферы. Согласно проведенным исследованиям, производители цемента ответственны за 5–6% общего годового объема парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу. Поэтому полная или

частичная замена традиционных компонентов бетона, а также применение новых видов бетона дают возможность производить экономичный и экологически чистый бетон. Одним из новых видов бетона является самоуплотняющийся бетон.

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) — это строительный материал, используемый для производства железобетонных изделий, также возможно применение при монолитном строительстве в особо армированных конструкциях. Данная бетонная смесь обладает способностью проседать и уплотняться под воздействием собственного веса и гравитации, свойственная ей густота, вязкость и подвижность позволяет легко и удобно работать с ней. Основным недостатком данного материала является его высокая цена. В связи с этим для удешевления производства возможно использование отходов теплоэнергетических станций. Утилизация вторичных продуктов промышленности в бетонах позволяет решить экологические, экономические и энергетические проблемы. Помимо высокой темпами набора прочности, высокими физико-механическими характеристиками, что позволяет отнести их к классу «высокофункциональных бетонов». Это обеспечивается за счет применения комплексов модификаторов, включающих, как правило, эффективные разжижители, модификаторы вязкости, активные минеральные добавки (наполнители), ускорители твердения [1].

Для достижения необходимых технологических свойств и повышения вододерживающей способности, а также для экономии вяжущего, необходимо использовать в самоуплотняющихся бетонах тонкодисперсный наполнитель [2].

Основываясь на ранее изученных материалах и оценивая актуальность их использования в наших условиях, стоит выделить минеральную добавку, которую можно эффективно использовать под задачи самоуплотняющегося бетона в НСО. Отходы сжигания угля — зола и шлаки, несгораемый остаток, складированный в золоотвалах, занимающих огромные территории. Важным является вопрос утилизации отходов тепловой энергетики, в том числе для реализации возможностей по более полному и эффективному использованию различных видов угля. В строительстве наиболее эффективно применяют золы сухого отбора, которые не требуют предварительной обработки перед использованием. [3].

Основное применение золы в строительстве – введение ее в бетон в качестве наполнителя в количестве, обычно не превышающем 20 % от массы цемента [3-4].

Вывод. Зола, будучи пуццолановым материалом, реагирует с известью. Следственно СУБ становится прочнее, чем при обычной реакции. Зола, смешанная с бетоном, заметно улучшает надежность бетона и эффективность низкощелочных реакций с наполнителем, снижает воздействие сульфатов, делает бетон прочнее, предотвращает коррозию арматуры и удлиняет срок действия строений.

Список литературы

1. Егорова Е.В. Самоуплотняющиеся бетоны с полифункциональным модификатором на основе отходов промышленности: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е.В. Егорова; Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2016. – с.22.
2. Altoubat S., Talha J., Leblouba M., Badran D. Effectiveness of fly ash on the restrained shrinkage cracking resistance of self-compacting concrete. Cement and Concrete Composites. 2017, vol. 79, pp. 9-20.
3. Баженов Ю.М. Высококачественные самоуплотняющиеся бетоны с использованием отходов сжигания угля / Ю.М. Баженов, В.В. Воронин, Л.А. Алимов, А.М. Бахрах, О.А. Ларсен, В.Н. Соловьев, Нгуен Дык Винь Куанг // Вестник МГСУ. - 2017. -Т. 12. Вып. 12 (111). - С. 1385-1391.
4. Лыткина Е.В. Использование минеральных наполнителей для получения самоуплотняющихся бетонов / Е.В. Лыткина // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. Сб. научн. трудов 3-й Междунар. научно-практич. конф. Юго-Западный государственный университет. Курск. - 2020. - С. 125-129.

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ПЕНОСТЕКЛА НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА

С.О. Танасюк, Е.Е. Павлова, Т.Е. Шоева, Г.И. Стороженко
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
Shoeva_geotom@mail.ru

Проведено исследование влияния крупности гранулированного пеностекла на среднюю плотность, водопоглощение и предел прочности при сжатии керамического черепка. Отмечено, что при полусухом способе прессования изделий черепок имеет более равномерное распределение гранул, чем при пластическом формовании,

что положительно сказывается на его физико-механических свойствах.

Ключевые слова: гранулированное пеностекло, полусухое прессование, пластическое формование

Принятие Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении» потребовало поиска новых способов улучшения теплофизических свойств керамических изделий.

Целью работы явилось изучение влияния добавок гранулированного пеностекла различной крупности на свойства керамического черепка.

В качестве глинистого сырья использовались суглинки Верх-Тулинского месторождения Новосибирской области, которые в своем составе имеют около 70 % пылеватых частиц, что делает их высокочувствительными к сушке и трудноспекающимися. По числу пластичности они относятся к умеренно пластичному глинистому сырью. По химическому составу, включающему мас. %: SiO_2 – 60,9; Al_2O_3 – 12,52; Fe_2O_3 – 4,68; CaO – 5,96; MgO – 2,50; R_2O – 3,69; п.п.п. – 7,74, суглинок относится к кислому сырью, с высоким содержанием красящих оксидов [1].

В качестве добавки, снижающей среднюю плотность керамического черепка, использовалось гранулированное пеностекло ГПСКМ «КЕРВУД» (г. Челябинск) двух типоразмеров: ГС 0,6-1 мм. и ГС 1-2 мм.

Глинистое сырье высушивалось, измельчалось до полного прохождения через сито 0,63 мм. Насыпная плотность порошка, используемого в исследованиях, составляла $\rho = 1,004$ г/см³. Из полученного порошка формовались образцы следующих составов:

1. Контрольный состав, суглинки Верх-Тулинского месторождения – 100%;
2. Состав с добавкой крупного заполнителя: суглинки – 93 мас. %; ГС 1-2 – 7 мас. %;
3. Состав с добавкой мелкого заполнителя, суглинки – 93 мас. %; ГС 0,6-1 – 7 мас. %.

Формование образцов производили двумя способами: полусухим прессованием при давлении 15 МПа, с формовочной влажностью 12 % и пластическим формованием с формовочной влажностью 28 %.

Полученные образцы высушивались на воздухе, затем досушивались до постоянной массы при температуре 105 °С в сушильном шкафу. Обжиг проводили в муфельной печи при температуре 950 °С для образцов пластического формования и 1000 °С – для полусухого прессования. Охлаждение осуществлялось в печи естественным путем.

Испытание обожженных образцов проводились по стандартным методикам [2]. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства керамических образцов

Вид шихты	Средняя плотность, г/см ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент конструктивного качества
Полусухое прессование				
Контрольный состав	1,809	14,09	28,37	15,68
Состав с крупным наполнителем	1,591	11,76	19,14	12,03
Состав с мелким наполнителем	1,493	13,93	14,69	9,84
Пластическое формование				
Контрольный состав	1,76	13,09	22,00	12,5
Состав с крупным наполнителем	1,49	14,13	12,44	8,34
Состав с мелким наполнителем	1,52	14,13	9,48	6,23

Анализ результатов (табл. 1) показал, что введение в шихту крупного наполнителя для образцов полусухого прессования позволило уменьшить среднюю плотность керамического черепка на 12 %, а введение мелкого наполнителя - на 17,5 % по сравнению с контрольным образцом. Исследования также показали, что наряду со снижением средней плотности образцов уменьшается и их водопоглощение. Это свидетельствует о появлении закрытых пор в керамическом черепке благодаря расплаву стекла при 900оС и проникновению его в тело черепка. Увеличение водопоглощения для образца с мелким наполнителем, по сравнению с крупным, связано с образованием открытых пор на поверхности. Данные средней плотности хорошо согласуются с результатами предела прочности при сжатии и коэффициентом конструктивного качества. Как видно из таблицы с уменьшением средней плотности образцов предел прочности при сжатии также уменьшается, что связано с увеличением в объеме образца количества пор.

Для образцов пластического формования четких зависимостей между средней плотностью, прочностью и водопоглощением не прослеживается. Высокое водопоглощение образцов и низкая прочность для образцов с добавками связано неравномерным распределением гранулированного пеностекла в объеме черепка и с образованием усадочных трещин.

В целом же, проведенные исследования показали перспективность использования гранулированного пеностекла в качестве добавки, снижающей среднюю плотность и водопоглощение, а, следовательно, и теплопроводность для керамического черепка полусухого прессования.

Повышение прочностных показателей возможно за счет тщательной работы по подбору технологических режимов (параметры формовки и обжига), что требует дальнейших исследований.

Таким образом, проведенные исследования показали, что введение в состав шихты гранулированного пеностекла позволяет снизить среднюю плотность и тем самым улучшить теплофизические свойства черепка.

Список литературы

1. ГОСТ 9169-75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. - Введ. 01.07.1976. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1976. – 5 с.
2. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. – Введ. 01.07.1991. – Москва: Изд-во стандартов, 1991. – 17 с.

АЛЮМИНОТЕРМИТНАЯ СВАРКА РЕЛЬС ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Е.Н. Тимофеев, В.В. Банул
Сибирский государственный университет путей сообщения
egor.timofeev.2014@mail.ru

Комплекс сооружений на железных дорогах представляет собой сложную и разветвленную сеть элементов, одним из которых является верхнее строение пути, но среди его составляющих отметим рельс, ведь именно он отвечает за первоначальное восприятие нагрузки и передачи на низлежащие слои всего устройства железной дороги. Так,

рельсы сегодня образуют единую нить, являющуюся бесстыковым путём, но каковой бы длины они не были, при устройстве в путь они свариваются.

Ключевые слова: железнодорожный путь, сварка рельс, нормализация металла

В совокупности устройство искусственных сооружений объектов железнодорожного строительства является разветвлённой системой, представленной на Рисунке 1. Сегодня холдинг ОАО «РЖД» ведёт программу, направленную на оптимизацию, за счёт применения новых технологий и увеличения осевых нагрузок [1].

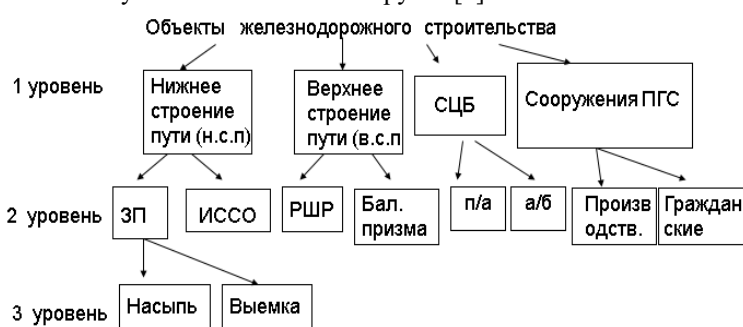


Рисунок 1 – Комплекс сооружений железнодорожного устройства

Сварка рельсов в плети является одним из самых значимых комплексов действий, проводимых при строительстве или ремонте железнодорожного пути, сварка производится с использованием современных сварочных аппаратов и качество получаемого стыка такое же, как и на протяжении всей длины рельса.

Перед началом работы со сваркой, проводятся подготовительные работы. Рельсы в местах стыка зачищаются от грязи и коррозии, а элементы соединения удаляются. После производится установка необходимого уровня установки по горизонтальному и вертикальному профилю. Выполняется нормативная установка зазоров между рельсами.

По окончании всех работ по проведению сварки рельсов при помощи шлифовальных инструментов выполняют шлифовку нового соединения до прямолинейного уровня [2]. Проверка качества определяется путевым штангенциркулем. Качество шва проверяется по статичности изгиба, все осуществляется при помощи измерительных инструментов [3].

Сейчас для соединения стыков при помощи сварки на железных дорогах Российской Федерации выделяют два основных вида сварок, а именно электроконтактный при помощи специальной машины и алюминотермитная сварка, которая всё чаще переходит в аутсорсинг[4].

Алунотермитная сварка отличается высокой автономностью, но требует определенных климатических и эксплуатационных условий: температура воздуха не ниже 5°С.

Данный вид сварки заключается в следующем: термит особого состава размещают в подготовленный тигель, который находится над областью стыка двух свариваемых рельс, затем помещенная смесь плавится. Основной задачей расплавленного термита состоит в том, что он прочно и надежно соединит два участка рельс в один.

Данная операция требует определенной температурной области, при нарушении которой вызывается дефект в области свариваемого шва из-за неоднородности[3]. Проводя сварку рельсов во временно сооруженном укрытии с положительной температурой воздуха, например, в палатке и немного усложнив технологию – используя средства предварительного нагрева схема приведена на Рисунке 2, можно получить достаточно высокое качество сварного стыка, которое будет удовлетворять требованиям эксплуатации[6].

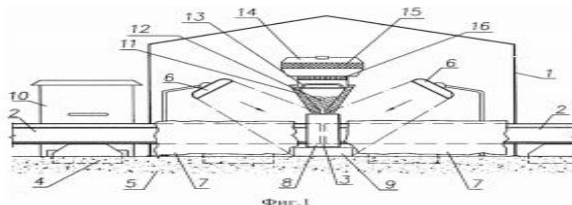


Рисунок 2 – Схема проведения алюминотермитного сваривания

В дальнейшем планируется определить зону остывания на которую стоит проводить нормализацию и произвести сравнение категорий рельс по их выходу из-за дефектов в области сварного стыка.

Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга ОАО «РЖД»). С.128. [Электронный ресурс]. URL: http://cipi.samgtu.ru/sites/cipi.samgtu.ru/files/belaya_kniga.pdf (дата обращения: 29.02.2021).
2. Косенко, С. А. Повышение эксплуатационной надежности рельсов / С. А. Косенко // КазККА Хабаршысы. – 2012. – №5.– с. 4-8

3. ГОСТ Р 57181-2016 Сварка рельсов термитная. Технологический процесс (Переиздание) – с.31
4. Николин, А. И. Техничко-экономические показатели оптимизации логистической схемы организации рельсварочного производства при передаче его на аутсорсинг / А. И. Николин // Инновационная наука. – 2016. – с. 93-97
5. Тихомирова, Л. Б. Исследование структуры и механических свойств алюминотермитных сварных соединений рельсов / Л. Б. Тихомирова // Вестник ЮУрГУ. Серия "Металлургия". – 2016. – с. 90-95
6. Николин, А. И. Техничко-экономические показатели оптимизации логистической схемы организации рельсварочного производства при передаче его на аутсорсинг / А. И. Николин // Инновационная наука. – 2016. – с. 93-97

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТЕНОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НАНОДОБАВКОЙ

О.В. Ульянова, Л.В. Ильина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
nsklika@mail.ru

В связи с отсутствием во многих регионах Сибири и Дальнего Востока высококачественного глинистого сырья актуальна задача получения стеновых керамических изделий с повышенными прочностными характеристиками из местных глинистых пород. Поскольку оптимизация состава шихты и параметров получения образцов многофакторна, рекомендуется использовать математическое планирование эксперимента, например, метод рационального планирования с обработкой результатов на ЭВМ.

Ключевые слова: низкокачественное глинистое сырье, повышение прочности, керамический черепок, рациональное планирование эксперимента, обработка результатов на ЭВМ

Целью работы является улучшение прочностных характеристик керамического черепка за счет введения в шихту нанодобавки.

Задачами является анализ влияния количества нанодобавки на прочность керамического черепка и подбор оптимального количества добавки для повышения прочности.

Введение. Номенклатура изделий строительной керамики постоянно совершенствуется. Появляются новые материалы, более эффективные с точки зрения выполнения конкретных функций, таких, как теплоизоляция, звукоизоляция, восприятие статических перегрузов, однако, наибольшая доля выпускаемых изделий (около 70 %) приходится на рядовой кирпич [1]. В настоящее время одной из проблем в строительном комплексе является ухудшение показателей прочности и внешнего вида кирпичной кладки, которое может происходить из-за низкого качества сырья для изготовления кирпича [2].

Во многих регионах, в т.ч. в Новосибирской области ощущается дефицит высококачественных глинистых пород для производства кирпича пластического формования. Сырьевая база предприятий представлена суглинками с небольшим количеством глинистых частиц (менее 5 мкм) и высоким – пылеватых фракций (5-50 мкм). В публикации Н.Г. Гурова предлагается решение задачи развития кирпичной промышленности во всех регионах страны за счет строительства и реконструкции заводов полусухого прессования [3].

1. Характеристика сырья.

В исследованиях использовался суглинок Верх-Тулинского месторождения с низким содержанием глинистых частиц и высоким – пылеватых. Суглинок имеет гидрослюдистый состав с примесью каолинита и хлорита. По химическому составу в пылевой фракции, сырье относится к кислому с высоким содержанием красящих оксидов, что придает кирпичу после обжига красный цвет. В качестве нанодобавки вводился кремнезоль «Лейксил 30» производства НТЦ «Компас». Добавка обладала следующими свойствами: РН – 10,0; массовая концентрация диоксида кремния – 30 %, плотность – 1200 кг/м³.

2. Методы исследования

У образцов определялись: предел прочности при сжатии, водопоглощение насыщением образцов в течение 48 часов и водопоглощение при кипячении. Запланирован и выполнен трехфакторный эксперимент с изменением каждого фактора на трех уровнях. В качестве факторов варьирования (табл. 1) принимались: давление прессования, температура обжига и количество добавки.

Таблица 1 – Значения факторов варьирования

Наименование фактора	Условное обозначение	Уровень варьирования факторов	
		-1	+1
Давление прессования, МПа	X ₁	15	25
Температура обжига, °С	X ₂	950	1050
Количество добавки, % мас.	X ₃	0,001	0,005

Нулевой состав, используемый для контроля:

- давление прессования – 20 МПа;
- температура обжига – 1000 °С;
- количество добавки – 0,0025 % мас.

Глинистые породы высушивались, подвергались помолу в шаровой мельнице в течение 2 часов, просеивались через сито 1 мм. Вводилась нанодобавка совместно с водой, необходимой до получения влажности 12 %. Пресс-порошок протирался через сито 1,25 мм, имитируя процесс грануляции. При заданных условиях эксперимента давления прессовались образцы-цилиндры диаметром 40 мм и массой 70 г. Давление прикладывалось двухстадийно на гидравлическом прессе. Образцы сушились под влажной тканью, затем в сушильном шкафу при температуре 100 – 105 °С до постоянной массы. Обжиг производился в лабораторной электропечи в течение 8 часов с выдержкой при максимальной температуре 1 час.

3. Результаты экспериментов

Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние технологических и рецептурных параметров на свойства керамического черепка

№ состава	Давление прессования, МПа	Температура обжига, °С	Кол-во добавки, % мас.	Наименование показателя			
				Прочность при сжатии, МПа	Увеличение прочности, % по отношению к составам без добавок	Водопоглощение, мас. %,	водопоглощение при кипячении, мас. %,
0	20	1000	0,0025	36,6	-	13,7	14,9
1	15	950	0,001	32,6	9,4	14,7	14,9
2	25	950	0,001	34,5	2,1	14,2	14,8
3	15	1050	0,001	34,5	7,1	14,50	14,1
4	25	1050	0,001	36,9	5,7	13,2	13,0
5	15	950	0,005	37,5	25,8	14,9	14,4
6	25	950	0,005	40,2	18,9	14,8	14,0
7	15	1050	0,005	40,2	24,8	14,8	14,6
8	25	1050	0,005	46,3	32,8	13,1	13,0
Контрольные составы (бездобавочные)							
11	15	950	0	29,8		14,2	14,9
9	25	950	0	33,8		14,7	14,6
12	15	1050	0	32,2		14,1	14,6
10	25	1050	0	34,9		13,5	13,6

Заключение. Результаты показали, что введение добавки в количестве 0,005% по массе увеличивает прочность на сжатие керамического черепка на 32,8% и уменьшает водопоглощение на 3% по сравнению с контрольным составом.

Список литературы

1. Петряков В. Г., Гильмутдинова Р. А. К вопросу об улучшении потребительских свойств керамического кирпича, модифицированного органоминеральной добавкой // Башкирский химический журнал. 2009. № 1. С. 78-81
2. Гинчицкая Ю.Н., Яковлев Г.И., Дрохитка Р., Первушин Г.Н., Хританков В.Ф., Колбина Д.С., Балобанова Ю.А. Исследование структуры и свойств наномодифицированной строительной керамики // Строительные материалы. 2018. № 1–2. С. 27–32.
3. Тацки Л.Н., Ильина Л.В., Филин Н.С. Технологические принципы повышения качества керамического кирпича полусухого прессования из низкокачественного сырья // Известия вузов. Строительство. 2019. № 7. С. 35- 49.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОРИГИНАЛЬНОСТИ
ЛАБОРАТОРНЫХ И КУРСОВЫХ РАБОТ

А.Р. Аргинбаев, П.Ю. Бугаков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий
arthur.arginbaev@gmail.com

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме плагиата при выполнении лабораторных и курсовых работ в высших учебных заведениях. Цель работы заключается в разработке программного обеспечения, позволяющего проверять лабораторные и курсовые работы на заимствования из внутренней коллекции университета и пополнять ее. В результате был разработан и протестирован прототип программы, который может стать полезным инструментом для многих преподавателей, не желающих мириться с заимствованием чужих работ среди своих студентов.

Ключевые слова: программное обеспечение, сравнительный анализ, оригинальность, лабораторная работа, курсовая работа

На сегодняшний день плагиат является серьезной проблемой для большинства высших учебных заведений. Часто преподавателям приходится работать с настолько большим количеством студентов, что тщательно контролировать все лабораторные и курсовые работы не представляется возможным.

Цель данной работы заключается в разработке программного обеспечения, позволяющего проверять лабораторные и курсовые работы на заимствования из внутренней коллекции работ университета и пополнять ее.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: составить список требований к программе; разработать прототип; провести тестирование и проанализировать результаты.

Программа должна: проводить сравнительный анализ двух текстов; создавать сжатую версию проверенных документов для ускорения следующих проверок; обрабатывать файлы формата *.docx и сжатых версий этих файлов *.short; обрабатывать запросы на проверку одного

или нескольких файлов; отображать результат проверки каждого документа из запроса.

Для проведения сравнительного анализа документов представим анализируемый и сравниваемый текст, как два мультимножества A и B . Мощность данных множеств характеризует общее количество слов, используемых в каждом из них. Предположим, что мощность мультимножества A равна 100, мультимножества B равна 200, а мощность пересечения мультимножеств равна 50. В таком случае мы можем представить оригинальность каждого текста, как отношение количества непересекающихся элементов каждого мультимножества, к количеству пересекающихся.

Оптимальным способом сжатия данным случае будет представление текста в виде словаря, в котором указывается частота использования каждого слова. Таким образом, чем больше повторов в тексте, тем эффективнее сжатие.

При формировании запроса на проверку обязательными полями для заполнения являются: путь к проверяемым файлам; путь к сравниваемым файлам; минимально допустимый процент оригинальности; директория для сохранения сжатых версий проверенных документов.

Для разработки прототипа программы использовался язык $C\#$, среда разработки Microsoft Visual Studio и бесплатная библиотека с открытым исходным кодом Xceed's DocX, для извлечения текста из документов Microsoft Word. Был спроектирован графический интерфейс пользователя (Рисунок 1).

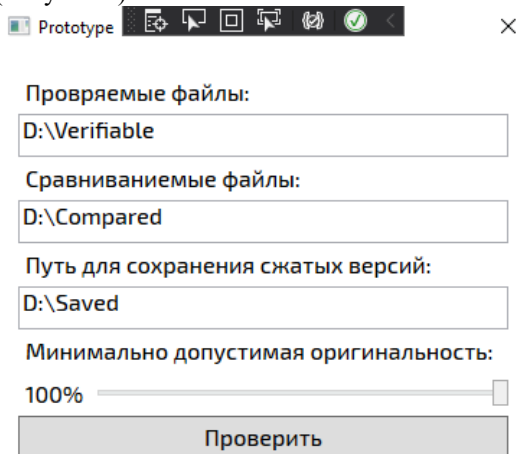


Рисунок 1 – Графический интерфейс

Результат проверки бывает двух видов: 1) Удовлетворительный. В этом случае выводится уведомление, где указывается полученный диапазон максимальной и минимальной оригинальности. 2) Неудовлетворительный. Дополнительно выводится список работ, при сравнении с которыми уровень оригинальности не достиг минимально-допустимого значения.

Тестирование прототипа проводилось в три этапа. Сначала проводилась проверка текстов с заранее известными заимствованиями. Было составлено 10 документов по 10 страниц, которые служили источником для создания «неоригинальных работ». В первом случае заимствовалась 1 страница из каждого документа. Во втором случае заимствовалось по 5 страниц из двух документов. В третьем случае заимствовалось 9 страниц из одного и 1 из второго документа. В результате проверки полученных документов с десятью исходными минимальный уровень оригинальности первого текста составил 42%, второго – 30%, а третьего – 7%.

Второй этап тестирования предполагал анализ 5 выполненных лабораторных работ 10 обучающихся. Уровень допустимой оригинальности был установлен на 20%. В результате успешно прошли проверку 37 работ из 50. Проанализировав сами работы, был сделан вывод, что столь низкая оригинальность работ, не прошедших проверку, связана в первую очередь с особенностями оформления: этапы выполнения работы не имели подробного описания, присутствовали идентичные ответы на контрольные вопросы, результаты были предоставлены в виде изображений, которые программой не анализируются.

Финальный этап тестирования предполагал анализ размера полученных сжатых версий файлов относительно оригиналов, и расчет коэффициента сжатия. Средний коэффициент сжатия всех лабораторных работ с прошлого этапа тестирования составил 0,98.

В заключение хотелось бы отметить, что для достижения максимальной точности проверки необходимо изменить требования к составлению отчетов.

Доработанный прототип может стать полезным инструментом для многих преподавателей, не желающих мириться с заимствованием чужих работ среди своих студентов.

Список литературы

1. Петровский А. Б., Теория измеримых множеств и мультимножеств – Наука, 2018. – 244 с.

2. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ЭКОСИСТЕМУ И ЕЁ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

А.А. Бадмаев, М.Ш. Муртазина
Новосибирский государственный технический университет
AlexandrBadmaev090301@yandex.ru

В работе представлена программа для прогнозирования влияния различных факторов на природно-техническую систему на примере модели гидроэлектростанции и оценка работы программы с помощью серии опытов. Программа основана на матрично-математической модели, а также содержит прогностические элементы составления прогноза. Данная программа может быть использована для прогнозирования влияния любой природно-технической системы.

Ключевые слова: Природно-техническая система, прогноз, прогнозирование, гидроэлектростанция, климатические условия, матричная модель, экспертные оценки, амплитуда, природная система, техническая система

Всякое техническое сооружение, тесно взаимодействует с природой, поскольку на основе её ландшафта и формируется модель будущей технической системы. Под влиянием производственной деятельности образуется новая формация, которую определяют, как природно-техническую систему [1]. Такие системы возникают повсеместно. В связи с этим важным является осуществление мониторинга и прогнозирования изменений в них. Разрабатываемые программы дают возможность своевременно оценить возможные риски, разработать мероприятия по минимизации возможных осложнений, а также могут позволить разработать новые усовершенствованные природно-технические системы (ПТС).

Целью исследования обоснование выбора методики прогнозирования влияния различных факторов на природно-техническую систему на примере модели гидроэлектростанции и оценка работы программы с помощью серии опытов.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Произвести экспертную оценку для выявления ключевых параметров (факторов) влияния на ПТС;
- Разделить все параметры по степени влияния;
- Оценить эффективность матрично-математической модели;
- Разработать программа для прогнозирования влияния различных факторов на ПТС и её составляющие.

За основу взята концепция матричной модели, рассматриваемой в работе А.Н. Гульков, А.В. Никитина, О.О. Щека «К разработке матричной математической модели оценки состояния природно-технической системы» [2]. Главным принципом является представление ПТС в качестве единого объекта, на который влияют различные факторы. На основе метода разбиения всех ключевых компонентов ПТС на множества, формируется группы факторов так или иначе влияющих на ПТС. Для разбиения на группы, используются экспертные оценки, что позволяет оценить степень влияния каждого фактора и отнести его к соответствующему множеству.

Общую ПТС можно разделить на природную систему (ПС) и техническую систему (ТС), рассматривая каждую из них как часть общего объекта, на которую влияют конкретные факторы. Разграничение на группы по степени значимости происходит с помощью удельного веса β , он определяет, на сколько тот, или иной фактор влияния воздействует на ПТС в целом, а также в частности на каждую её составную часть (Таблица 1).

Таблица 1 – Множества составляющие ПТС

	Удельный вес параметра во множестве	n-ое количество параметров (размерность множества)	Природная подсистема	Техническая подсистема	ПТС
Множество A_1	$B_1^{(i)}$	n_1	A_i	A_i	A_1
Множество A_2	$B_2^{(i)}$	n_2	A_j	A_j	A_2

Множество A_n	$B_n^{(i)}$	n_n	$i, j \in [1 \dots n]$	$k, r \in [1 \dots n]$	A_n

Полученная после проведения экспертных оценок и применения матрично-математической модели таблица с параметрами, используется в программе для составления прогноза.

Тестирование программы

Для тестирования работы программы была использована статистика изменения разнообразных показателей Новосибирской ГЭС за период с 2018 по 2021 год [4]. В качестве параметров взяты: уровень воды средние по длине водохранилища, суточный приток воды, общий расход воды в том числе при сбросах, объем выпадения осадков радиусе базирования ГЭС и её водохранилища и другие [5].

Каждый показатель взять за равный период времени. С помощью представленных выше данных, были получены значения векторов множеств, а также матрицы множеств.

Визуализированы данные с помощью графиков корреляции показателей, после чего сформирована диаграмма влияния каждого фактора на ПТС и её составляющие (рис.1).

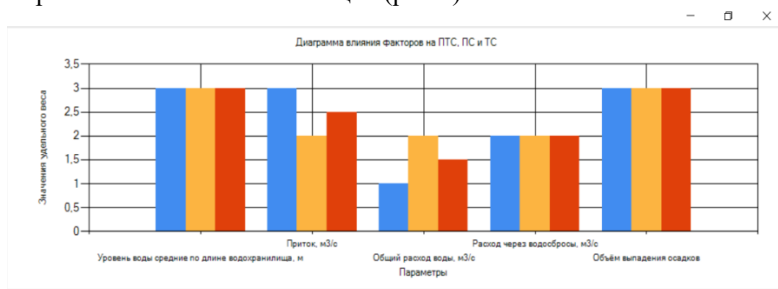


Рисунок 1 – Диаграмма влияния каждого фактора на ПТС и её подсистемы ПС и ТС

Результатом работы программы стал отчет в виде текстового прогноза (рис.2).

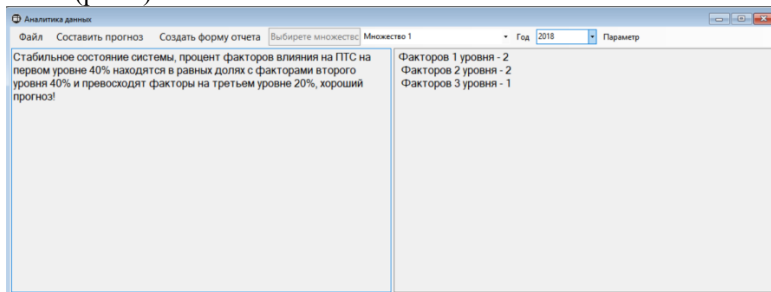


Рисунок 2 – Вывод прогноза

Полученные результаты для ПТС ГЭС Обь, говорят, что в рассматриваемый период на систему влияло большинство параметров второго уровня.

Разработана программа позволяет рассчитать удельный вес множеств параметров, рассмотреть корреляционное изменение во времени, произвести прогноз. Она позволит своевременно выявлять параметры, негативно влияющие на систему ПТС. Программа содержит базу данных рассматриваемых параметров, возможность быстрой распечатки составляемого прогноза.

Список литературы

1. Грязнов О.Н. Природно-технические системы - универсальные системы взаимодействия инженерных сооружений (объектов) и природной среды // Известия уральского государственного горного университета. – 2015. – №4 (40). - С 5-10.
2. Гульков, А.Н., Никитина, А.В., Щека, О.О. К разработке матричной математической модели оценки состояния природно-технической системы. // Известия самарского научного центра Российской академии наук. Том 13, Номер1 (6). 2011. С. 1326-1329.
3. Богучанская ГЭС мощностью 3000 МВт. Отчет «Социальная и экологическая оценка в рамках банковского ТЭО». Исполнители: Центр, по экологической оценке, «Эколайн» (Москва). SE Solutions (South Africa). Москва, 2007. С. 168–183.
4. Изменения уровней водохранилищ ГЭС РусГидро // URL: <http://www.rushydro.ru/hydrology/informer/?date=2020-10-01> / (дата обращения: 15.04.2021).
5. Архив погоды в Новосибирске // URL: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Новосибирске/ / (дата обращения: 12.04.2021).

ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПА В СЕТЬ ИНТЕРНЕТ ПРИ ПОМОЩИ РЕПИТЕРОВ СИГНАЛА 4G ВНЕ ЗОНЫ ДЕЙСТВИЯ СТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АБОНЕНТА

А.М.Власов

Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
v029am5983@mail.ru

В современном мире широко распространены сети мобильной связи четвертого поколения, им на смену приходят сети мобильной связи пятого поколения. Однако остаётся проблема в покрытии базовых станций, поскольку при переходе с сетей третьего поколения на четвертое, зона покрытия практически не изменилась, подобная проблема, вероятно, сохранится и при переходе с четвертого на пятое. Одним из возможных решения для расширения зоны покрытия, при сохранении существующей сети является создание локальных сетей на основе Wi-Fi с выходом в интернет через репитеры для систем 4G. Подобное решение позволит существенно увеличить зону покрытия без внесения в систему связи изменений и позволит повторно использовать оборудование 4G, при вытеснении его 5G.

Ключевые слова: 4G, Wi-Fi, 5G, зона покрытия, базовая станция, репитер

Основной проблемой современных систем мобильной связи является малая зона покрытия. Можно отметить, что при переходе на более современное оборудование данная проблема сохраняется, для демонстрации можно использовать карту, предоставленную компанией МТС, которая показывает зоны обслуживания для сетей 3G и 4G для НСО.

Как видно по картам, представленным в статье, при переходе с сетей третьего поколения на четвертое, увеличения зоны обслуживания не произошло, скорее можно наблюдать её сокращение, особенно за пределами города.

Однако, можно заметить, что зона покрытия сети GSM охватывает почти всю область. Из этого видно, что при увеличении параметров оборудования абонента возможно обеспечить схожую зону покрытия.

Решением для обеспечения доступа в интернет по сетям 4G в местах с удалением от базовых станций до 20 километров в зависимости от условий распространения радиоволны является использование репитера

для районов, расположенных на расстоянии, превышающем зону покрытия базовой станции.

Данная проблема актуальна для сельской местности в летний период, поскольку во многие дачные посёлки не проложен кабельный интернет и единственным способом выйти в глобальную сеть остаются системы беспроводной связи.

По полученным расчётам, в идеальных условиях возможно обеспечить дальность связи до 41 километра, однако, реальная дальность действия будет в значительной мере зависеть от рельефа местности и от препятствий на пути распространения радиоволны.

Список литературы

1. Вишневецкий В. М., Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009.
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010.
3. Гельгор А.Л., Попов Е.А. Технология LTE мобильной передачи данных: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
4. Дальман Э., Фурускар А., Ядинг И. Радиоинтерфейс LTE в деталях. – Сети и Системы связи, 2008

РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТНИКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.В. Гречишкина

Сибирский государственный университет путей сообщения,
grechishkina.elizaveta@mail.ru

В статье рассматривается вопрос актуальности разработки web-сайта дистанционного обучения по охране труда для работников металлургического предприятия, описывается среда разработки, необходимость использования готовых решений и языков верстки.

Ключевые слова: дистанционное обучение, охрана труда

Дистанционное обучение — взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами

Интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность

Охрана труда — система сохранения жизни, здоровья и работоспособности работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационные, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Характерной национальной особенностью охраны труда в РФ является то, что уровень профессиональной заболеваемости и травматизма сохраняется неприемлемо высоким в то время как большая часть профессиональных заболеваний и несчастных случаев без смертельного исхода не регистрируется.

Специалисты и руководители организаций проходят очередную проверку знаний требований охраны труда не реже 1 раза в 3 года. Для осуществления обучения на предприятии необходима четкая и удобная образовательная платформа, обучение на которой будут проходить все категории обучаемых сотрудников.

Использование онлайн-платформы для обучения охране труда подразумевает возможность создания любого курса согласно целям и профессиональным интересам рабочего. На любом этапе обучения курс можно изменить/дополнить в соответствии с успеваемостью обучаемого. Так, если преподаватель и методист понимают, что обучаемый усвоил определенный материал раньше планируемого срока, они могут подобрать новый контент, не тратя время на уже изученное. Онлайн-обучение охране труда позволяет оптимизировать процесс аттестации рабочих и сделать его максимально удобным. Однако разработка платформы онлайн-обучения с нуля может оказаться слишком трудозатратной и дорогостоящей. Поэтому, разработку обучающего курса по охране труда необходимо вести уже на базе какого-либо готового решения для онлайн-образования.

GetCourse – это платформа, которая позволяет проводить обучение и создавать курсы по той или иной тематике. Она помогает в проведении тренингов, вебинаров, онлайн-занятий, открытых семинаров с функцией проверки домашнего задания. Данная платформа содержит в себе несколько готовых решений для создания онлайн-курса.

Сегментирование - выделение учеников по сложным правилам. К примеру, можно выделить всех, кто «закончил первый курс и не записался на второй» или «тех, кто получал рассылку про вебинар и не пришел на него».

Уроки и тренинги – на платформе можно неограниченное количество тренингов, уроков, групп учеников. За каждый тренинг может отвечать отдельный учитель, проверяя выполненные задания

Адаптивная верстка - блоки реализованы так, что они будут хорошо выглядеть на телефоне, планшете и обычном экране. Больше не нужно проделывать двойную и тройную работу по адаптации верстки под разные устройства.

В ситуации, когда стандартных возможностей по стилизации контента не хватает, на помощь приходит CSS, HTML и JAVASCRIPT.

HTML (от англ. HyperText Markup Language — «язык гипертекстовой разметки») — стандартизированный язык разметки веб-страниц во Всемирной паутине. Код HTML интерпретируется браузерами; полученная в результате интерпретации страница отображается на экране монитора компьютера или мобильного устройства.

CSS — формальный язык описания внешнего вида документа (веб-страницы), написанного с использованием языка разметки. недостаточно просто создать логотип, чтобы угодить заказчику, стоит поработать над презентацией логотипа, такая презентация добавит ему больше уверенности.

JavaScript — мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили. Является реализацией спецификации ECMAScript. JavaScript обычно используется как встраиваемый язык для программного доступа к объектам приложений. Наиболее широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам.

Благодаря CSS, HTML и JAVASCRIPT мы можем придать онлайн-курсу максимально интуитивный интерфейс и выстроить необходимую логику для прохождения учениками курса и быстрого осваивания ими нужного материала с любого устройства.

Список литературы

1. Густырь А.В. Проблемы нормативного обеспечения и выбора базовой модели дистанционного образования // Дистанционное образование в России. Постановка проблемы и опыт организации. Сост. Овсянников В.И. - М.:РИЦ "Альфа" МГОПУ им. М.А. Шолохова, 2001.
2. Демкин В.П., Вымятнин В.М. Принципы и технологии создания электронных учебников: Электронный учебник. Томск, 2002.

3. Дистанционное образование в России. Постановка проблемы и опыт организации. Сост. Овсянников В.И. - М.:РИЦ "Альфа" МГОПУ им. М.А. Шолохова, 2001.

ПРОВЕРКА НАДЕЖНОСТИ ЖЕСТКИХ ДИСКОВ ПОСРЕДСТВОМ ИЗУЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ

Н.А. Елизова, А.В. Ефимов
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
elizovan@yandex.ru

Доклад посвящен изучению надежности жестких дисков. Для изучения процесса их функционирования понадобится такая характеристика, как надежность жестких дисков. Определение надежности жестких дисков будет происходить посредством снятия показаний с атрибутов S.M.A.R.T. Приведены два исследования по определению атрибутов для прогнозирования отказа. Выбрано одно из них для дальнейшего исследования. Будет выяснена частая причина отказа жестких дисков.

Ключевые слова: жесткий диск, SMART, отказоустойчивость, надежность жесткого диска

Во всех современных накопителях последних лет абсолютно любого производителя присутствует система SMART (self-monitoring, analysis and reporting technology – технология предупреждения, анализа и самопроверки) жесткого диска, очень тесно связанная с функционированием накопителя.

Отказоустойчивость сейчас стоит на одном из первых мест по важности в IT сфере. Это актуально в первую очередь для дата-центров, где широко используются жесткие диски.

Задача состоит в том, чтобы определиться с атрибутами, с которых будут сниматься показания. Для этого будут рассмотрены два исследования, в которых выделена группа атрибутов, на которые стоит обратить внимание при оценке надежности жестких дисков. После на примере нескольких вышедших из строя HDD определить какие атрибуты SMART чаще всего показывают аномальные значения. По полученным данным определить частую причину отказов HDD.

Магнитный жесткий диск — запоминающее устройство

произвольного доступа, основанное на принципе магнитной записи. В компьютерной структуре жесткий диск является хранилищем для ОС, пользовательского ПО и их настроек, содержимого оперативной памяти во время использования режима сна.

Надежность жестких дисков. Надежность включает в себя отказоустойчивость, долговечность и ремонтпригодность. Чем больше времени работает диск до отказа, тем больше его надежность.

Рассматриваются два типа разделения атрибутов SMART, взятые из источников [1] и [2] соответственно. Будет выбран самый полезный вариант. Разделения проводились путем исследования показателя raw в SMART жестких дисков.

Первое исследование показывает, что важными атрибутами являются: 05, 187, 188, 197, 198.

Во втором исследовании выделено и классифицировано несколько важных атрибутов на «прямо говорят об ошибках» и на «вызывающие подозрения».

Первая группа: 05, 184, 187, 197, 198, 200.

Вторая группа: 10, 11, 188, 196, 199, 202.

Для более точного определения надежности жестких дисков, выбран второй вариант, так как в нем рассматривается большее число атрибутов, также включающее в себя атрибуты из первого исследования.

Показания SMART, снятых с вышедших из строя магнитных жестких дисков, взяты из источника [3]. В работе использованы показания SMART с 15 жестких дисков.

Взяты показания с атрибутов типа «прямо говорят об ошибках» и «вызывают подозрения» и занесены в сравнительную таблицу. Также взяты показания с атрибута 09 Power On Hours Count (Poweron Time), который не указывает на поломку, но показывает время работы диска до отказа.

После анализа таблицы выявлено, что чаще всего аномальные значения показывают: 10 Spin Retry Count и 188 Command Timeout в совокупности с 09 Power On Hours Count, у которого, чем ближе значение в этом атрибуте к 20000, тем вероятнее выход из строя.

Spin Retry Count содержит количество повторов запуска шпинделя, если первая попытка оказалась неудачной. Основные причины увеличения параметра — плохой контакт диска с БП или невозможность БП выдать нужный ток в линию питания диска.

Command Timeout содержит количество операций, выполнение которых было отменено из-за превышения максимально допустимого времени ожидания отклика.

Данные атрибуты показывают, что чаще всего магнитный жесткий диск заканчивает свою работу, из-за плохого питающего напряжения.

В ходе работы получены результаты, благодаря которым определено, какие атрибуты SMART, которые чаще всего показывали вышедшие за норму значения. Обнаружилось, что чаще всего жесткие диски выходят из строя из-за плохого питающего напряжения. Это проявляется в плохом контакте в разъемах и кабелях жесткого диска, частом внезапном пропадании питающего напряжения (питание от плохой сети без использования источника бесперебойного питания, некорректное выключение, неправильное отключение внешнего жесткого диска и др).

Список литературы

1. Predicting HDD Failures Using ML [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/vishakg/predicting-hdd-failures-using-ml> (дата обращения: 20.03.2021)
2. Оцениваем состояние жёстких дисков при помощи S.M.A.R.T. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ixbt.com/storage/hdd-smart-testing.shtml> (дата обращения: 20.03.2021)
3. Manpreet Singh Ghotra, badlogicmanpreet/hdm-drivefailures [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/badlogicmanpreet/hdm-drivefailures/blob/master/data/harddrive.csv> (дата обращения: 23.03.2021)
4. М. Ю. Винокуров Использование алгоритмов машинного обучения для определения состояния отказа жесткого диска // International Conference «The 2017 Symposium on Cybersecurity of the Digital Economy — CDE'17»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОМ TVO ВНЕДРЕНИЯ В МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ОТ ОАО РЖД «ПАССАЖИРАМ» БЕСКОНТАКТНОЙ ОПЛАТЫ

Г.Е. Егорова, Т.С. Зайцева
Сибирский государственный университет путей сообщения
egorova_galya99@list.ru, tzay@yandex.ru

Модель TVO (совокупная ценность возможностей) наиболее полно отражает экономический результат внедрения информационных систем, поэтому ее часто применяю для оценки IT-проектов. Ее достоинство – это высокая гибкость, которая позволяет приспособить ее к различному уровню управления в организации и к

различной относительной значимости финансовых и нефинансовых факторов. Работа предполагает представление формулы данной модели и описание ее составляющих. Дается полная оценка по пяти направлениям внедрения бесконтактной оплаты в мобильном приложении «Пассажирам». Результатом работы обоснования по решению внедрения данной функции.

Ключевые слова: TVO, совокупная ценность возможностей, бесконтактная оплата

Модель совокупная ценность возможностей относится к методам качественного анализа оценки эффективности информационных систем и ведется по пяти направлениям: соответствие стратегии, воздействие на бизнес-процессы, непосредственная окупаемость, архитектура и риск. Данная модель так же может быть записана в виде формулы:

$$TVO = \text{соответствие стратегии} + \\ \text{воздействие на бизнес процессы} + \\ \text{непосредственная окупаемость} + \text{архитектура} + \text{риск.}$$

Данная тема актуальна сегодня поскольку модель обладает рядом достоинств, нехарактерных для большинства конкурирующих моделей. Целью исследования является оценка эффективности методом TVO внедрения в мобильное приложение от ОАО РЖД «Пассажирам» бесконтактной оплаты. С целью решения теоретической задачи были использованы научные методы такие как анализ, синтез и аналогия.

На рисунке представлена диаграмма последовательности «Алгоритм покупки билета онлайн через мобильное приложение» в нотации UML.

Рассмотрим каждое из выше приведенных направлений.

Соответствие стратегии - степень, в которой рассматриваемый ИТ-проект способствует достижению стратегических целей организации. У компании ОАО РЖД имеется стратегия, которая состоит в повышении уровня сервиса. Инструментом повышения уровня сервиса стала дополнительная функция бесконтактной оплаты в мобильном приложении, позволяющая узнать пользователям обо всех услугах, которые предоставляются на вокзале. Это позволяет компании иметь большую прибыль.

Воздействие на бизнес-процессы - влияние ИТ-проекта на результативность и эффективность бизнес-процесса или процессов. Добавление в приложение услуги бесконтактной оплаты приведет к повышению коэффициента его использования.

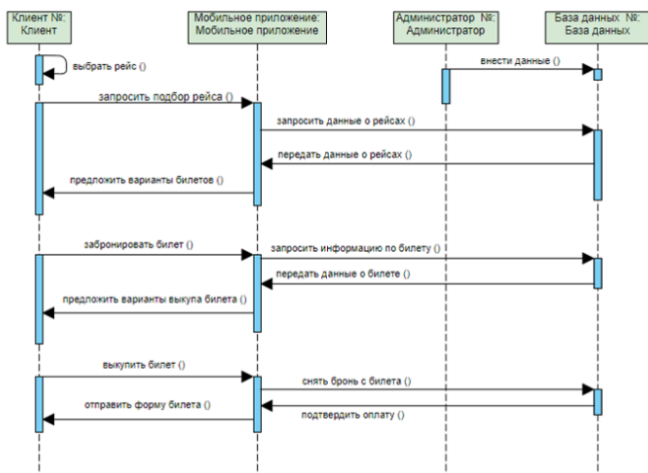


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности «Алгоритм покупки билета онлайн через мобильное приложение»

Непосредственная окупаемость, оценивающая затраты и результаты ИТ-проекта в виде денежного потока, неотъемлемая часть экономической оценки ИТ-проекта. Затраты на внедрение данной функции достаточно быстро окупятся, поскольку по статистике в последние годы бесконтактная оплата преобладает, нежели покупки в кассах.

Архитектура - внедряемое ИТ-решение должно соответствовать существующей в организации среде ИТ. Основное приложение уже долгое время применяется на практике, поэтому дополнение с бесконтактной оплатой не должно отличаться от его архитектуры.

Под риском понимается вероятность наступления событий, неблагоприятных для достижения цели ИТ-проекта и/или соблюдения установленных сроков и бюджета. В данном случае риски сводятся к минимуму, поскольку во многих крупных компаниях данная функция успешно применяется.

Несмотря на информационную насыщенность модели она очень удобна для оценки ИТ-проектов, поскольку обладает адаптивностью и может приспособления к текущему состоянию управленческого учета в организации, а также модель выступает как интегрирующая платформа, позволяющая объединить результаты, полученные с помощью различных моделей: моделей денежного потока, вероятностных и

качественных. Поэтому в ходе работы удалось успешно оценить эффективность внедрения в мобильное приложение от ОАО РЖД «Пассажирам» бесконтактной оплаты. И данное внедрение будет осуществлено в 2021 – 2022 году.

Список литературы

1. Аникин, Б. А. Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента: Учебное пособие / Б.А. Аникин, И.Л. Рудая. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. — 320 с
2. VI TO BE: консалтинг в зеркале российского бизнеса. - М.: БХВ-Петербург, 2020. - 811 с.
3. Buzzati, D. IL Meglio dei racconti (на итал.яз.) Серия: Scrittori del novecento / Buzzati D.. - Москва: Высшая школа, 2016. - 348 с.
4. CD-ROM (MP3). Блеск и нищета информационных технологий: почему ИТ не являются конкурентным преимуществом. - Москва: Высшая школа, 2016. - 68 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

А.А. Жигульский

Сибирский государственный университет водного транспорта
89628139463@gmail.com

Информационная система "Реки Сибири и Дальнего Востока" для обучения студентов представляет собой ПО для интерактивного просмотра карт лоции рек Сибири.

Ключевые слова: Информационная система, интерактивное обучение, дистанционное обучение, реки Сибири и Дальнего Востока, JavaScript, управление водным транспортом

Как известно, информационные технологии уже являются неотъемлемой частью в процессе обучения в высших образовательных учреждениях. При постоянно меняющихся обстоятельствах в современной жизни студента и преподавателя и в случаях невозможности обучения путем личных встреч, автоматизация путем перевода образовательных материалов в цифровой вид является первостепенной задачей.

Целью данной работы является создание информационного комплекса, содержащего подробную информацию о сибирских водных путях, которую можно просматривать в удобном и понятном для пользователя виде. Вся информация из материала, который выдают на определенных этапах обучения, представляется в виде интерактивной карты с обозначением портов, водных путей и т.д. [1] на картах лоции [3], а так же с возможностью моделирования хода судов и автоматическим подсчетом их примерной стоимости с полным обоснованием.

В процессе разработки системы было принято решение создать режим работы «Для преподавателя», ориентированный на разработку разных учебных материалов с применением возможностей системы для наглядной демонстрации этого материала. Преподаватель моделирует разные ситуации, связанные с управлением на водном транспорте, и сохраняет в виде готового проекта, который можно использовать в течение обучения.

Для данной системы был разработан вариант приложения на языке программирования JavaScript, на фреймворке Electron [2]. Разработанная система дает возможность интерактивного и, в особых случаях, дистанционного обучения студентов направления «Управление водным транспортом».

Список литературы

1. Беляев Н.Д., Гарибин П.А., Водные пути и порты: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 120 с.
2. Фреймворк Electron [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.electronjs.org/>, свободный.
3. Носков А.И., Приходько Н.Н., Карта реки Обь от Новосибирского гидроузла до устья реки Томь: географические карты. – НО.: Отпечатано на ЦКФ ВМФ, 1987.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ, ОБУЧАЮЩЕГО АЗБУКЕ МОРЗЕ, ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

Е.К. Зонова, Е.В. Кокорева
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики,
zonova.liza030698@yandex.ru

Разработка мобильных приложений – это сложный и увлекательный процесс. Недаром профессия программиста для операционной системы Android многие годы остаётся на вершине списка наиболее востребованных специальностей. Статья содержит описание этапов разработки мобильного приложения для изучения Азбуки Морзе. В графической форме представлены результаты работы программы, вызывающей интерес у различных категорий пользователей.

Ключевые слова: AndroidStudio, Java, мобильное приложение, Java, Азбука Морзе

Всего 15-20 лет назад на вопрос, что такое мобильное приложение, владелец сотового телефона не нашел бы ответа. Возможности устройств ограничивались функциями звонков, отправки СМС и простейшими играми. Сегодня мобильное приложение – это специально разработанное под функциональные возможности гаджетов программное обеспечение.

В ходе данной работы реализовано обучающее приложение Азбуке Морзе. Нередко только благодаря наличию радио с передачей Азбуки Морзе информация доходит с места катастроф до служб спасения вовремя [1, 2]. Потому изучать и тренировать навыки распознавания сигналов в любом месте, удобном владельцу мобильного телефона – это преимущество, предоставляемое нашим мобильным приложением.

Существуют различные среды разработки, позволяющие создавать приложения для устройств и использующие операционную систему Android [3]. Одной из самых востребованных является Android Studio. Данный продукт, созданный компанией Google специально для разработки программ на языке Java и операционной системы Android, был использован в этой работе [4].

Рассмотрим полученное приложение, названное «Morze Code», более подробно. Запуск программы щелчком по её иконке приводит нас на экран с регистрацией пользователя в базе данных Firebase с запоминанием логина и пароля для дальнейших входов в приложение. После прохождения авторизации пользователь попадает в Главное

Меню, экран которого содержит три кнопки: «**Старт**», «**Разработчик**», «**Обучение**» и крестик, обозначающий **выход** из приложения.

Приложение «Morze Code» реализует не только само обучение кодовым сигналам, но и их закрепление в форме викторины, для входа в которую необходимо нажать на кнопку «**Старт**». После чего пользователь попадает на страницу с уровнями обучения.

При выборе необходимого уровня обучения появляется диалоговое окно, информирующее пользователя о правилах обучения. Этот экран содержит: кнопку **выхода** в виде крестика; **изображение**, показывающее каким образом выполнять задания, которые будут появляться на экране после нажатия кнопки «**Продолжить**». Далее пользователь переходит к процессу обучения, где при нажатии на кнопку «**Прослушать**», прозвучит определенный код Азбуки Морзе, и пользователь должен будет определить, какая картинка соответствует, услышанному им звуку. При правильном ответе прогресс в игре будет увеличиваться, в ином случае будет возвращаться на два шага назад. Такой метод способствует закреплению полученных знаний у обучаемого. В правом верхнем углу экрана содержится обозначение текущего уровня игры, а с помощью кнопки «**Назад**» можно вернуться к экрану выбора уровней.

После завершения игры появляется диалоговое окно, сообщающее пользователю о завершении уровня. Кроме того, пользователь может прочитать интересный факт об Азбуке Морзе. На этом этапе пользователь может, как завершить игру, нажав на крестик сверху, так и продолжить, нажав на кнопку «**Продолжить**».

Для того чтобы пользователь мог изучать коды Морзе для цифр и букв, на главном экране есть кнопка «**Обучение**», при нажатии на которую появляется новая страница, определяющая основное назначение и способ кодирования символов.

В зависимости от нажатой кнопки перед пользователем появляется список цифр/букв. Далее пользователь выбирает цифру/букву для изучения, и в появившемся диалоговом окне может прослушать, посмотреть сочетание точек-тире, а также наложить на прослушанный звук словоформу.

При нажатии на кнопку «**Разработчик**», перед пользователем появляется диалоговое окно, содержащее все необходимые сведения об авторе проекта, а также реализована обратная связь пользователя с создателем приложения в случае неисправности или ошибки в ходе использования «Morze Code».

После обучения пользователю необходимо закрыть приложение. Функция выхода реализована двойным щелчком на стартовой странице в нижней строке стрелкой, либо при помощи кнопки на главном экране.

Результаты, полученные в ходе работы, показали, что обучающее приложение представляет интерес не только для студентов телекоммуникационных направлений, но и для многих работников отрасли связи.

Список литературы

1. Коротченко Н. Ручная работа. Почему «цифра» никогда не заменит азбуку Морзе [Электронный ресурс] – Российская газета RG.RU, 2019. №45(7803) – URL : <https://rg.ru/2019/02/28/pochemu-cifra-nikогда-ne-zamenit-azbuku-morze.html> (дата обращения: 15.04.21).
2. Сайт радиолюбителей Волгограда RA4A. Азбука Морзе. Обучение [Электронный ресурс]. – URL : http://ra4a.narod.ru/magazin/Morze1.htm?utm_referrer=korabel.ru%2Fdictionary%2Fdetail%2F26.html (дата обращения: 15.04.21).
3. Филлипс Б., Стюарт К., Марсикано К. Android. Программирование для профессионалов : пер. с англ. – СПб. : ПИТЕР, 2017. С 688.
4. А. Климов Освой программирование играючи. Ищем под Android [Электронный ресурс]. URL : – <http://developer.alexanderklimov.ru/android/> (дата обращения: 16.04.21).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ПРЕЦЕДЕНТНОМ ПОДХОДЕ

М.П. Лыкова

Сибирский государственный университет путей сообщения
mrl0904@yandex.ru

В данной научной работе описан прецедентный подход и действие экспертных систем. Также перечислены примеры использования экспертных систем в экономике на примере деятельности ОАО РЖД. Экспертная система обеспечивает: использование качественной информации для принятия решений по вопросам эксплуатации, сгенерированной на основе экспертных знаний; количественную информацию, позволяющую экстраполировать поведение объекта управления.

Ключевые слова: экспертные системы, прецедентный подход, экономика, РЖД, технологии.

Экспертные системы (ЭС) – это компьютерные системы, которые предназначены для частичной замены специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Основным достоинством таких систем является умение накапливать знания и хранить их долгое время. К решению каждой задачи такие системы подходят объективно, это улучшает качество проводимого анализа. Экспертные системы могут решать задачи, требующие обработки большого количества знаний методом перебора, и при этом свести вероятность ошибки к минимуму. Развитие и применение таких систем в работе предприятий хорошо сказывается на экономике. [1]

Основным достоинством таких систем является умение накапливать знания и хранить их долгое время. К решению каждой задачи такие системы подходят объективно, это улучшает качество проводимого анализа. Экспертные системы могут решать задачи, требующие обработки большого количества знаний методом перебора, и при этом свести вероятность ошибки к минимуму.

Отличием же экспертных систем от других известных программных продуктов состоит в следующем: экспертные системы используют не только данные и знания, но и специальные алгоритмы вывода решений на основе уже имеющихся знаний. В системе знания хранятся в удобной для ЭВМ форме. В ЭС известен алгоритм обработки знаний, а не алгоритм решения задачи. Поэтому применение алгоритма обработки знаний может привести к получению такого результата при решении конкретной задачи, который не был предусмотрен. Более того, алгоритм обработки знаний заранее не известен и строится по ходу решения задачи на основании эвристических правил. Решение задачи в ЭС сопровождается понятными пользователю объяснениями, качество получаемых решений обычно не хуже, а иногда и лучше достигаемого специалистами. В системах, основанных на знаниях, правила (или эвристики), по которым решаются проблемы в конкретной предметной области, хранятся в базе знаний. Проблемы ставятся перед системой в виде совокупности фактов, описывающих некоторую ситуацию, и система с помощью базы знаний пытается вывести заключение из этих фактов.

Одно из перспективных направлений развития в области искусственного интеллекта является процесс получения правдоподобных суждений на основе уже имеющейся накопленной информации. Повторное использование информации (опыта решения

схожих задач) позволяет уменьшить время, затрачиваемое на решение новой проблемы, улучшить качество принимаемого решения. Существует ряд подходов к принятию решений на основе правдоподобных рассуждений, включая принятие решения на основе индукции, абдукции, аргументации, аналогии, прецедентов. Реализация этих подходов позволяет разрабатывать разнообразные интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

Одним из известных подходов к решению новых задач является выработка решения на основе прецедентов (ранее накопленного опыта решения похожих задач).

Прецедентный подход (Case-based reasoning) – это процесс (методология) решения проблемы через использование и возможную адаптацию уже имеющихся решений подобных проблем, которые возникали ранее. Прецедентный подход позволяет упростить процесс принятия решений в условиях ограниченного времени и при наличии различного рода неопределенности в исходных данных и экспертных знаниях, а также в случае возникновения различных аварийных (аномальных) ситуаций.

Суть подхода в том, что знания по решению определенных задач накапливаются в системе и, если происходит подобная проблема, то решается она намного быстрее, чем в первый раз. Подход базируется на понятии прецедент — случай или событие, имевшее место в прошлом и служащее примером или основанием для последующих действий в настоящем. В основном прецедент включает в себя описание ситуации и алгоритм тех действий, которые привели к решению проблемы. [2]

СВР-системы, основанные на прецедентном подходе, уже активно используются в разных сферах жизни человека (медицина, юриспруденция, техника и тд). С экономической точки зрения такие системы удобны тем, что на них можно обучать поведению в аварийных ситуациях молодых специалистов. Тогда при возникновении реальной ситуации ущерб от нее будет минимальным.

В данном методе есть четыре основных этапа, которые образуют СВР-цикл: Retrieve - извлечение наиболее соответствующего (подобного) прецедента (или прецедентов) для сложившейся ситуации из библиотеки прецедентов; Reuse - повторное использование извлеченного прецедента для попытки решения текущей проблемы; Revise - пересмотр и адаптация в случае необходимости полученного решения в соответствии с текущей проблемой; Retain - сохранение вновь принятого решения как части нового прецедента.

Есть несколько примеров того, как экспертные системы применяются в ЖД, рассмотрим один из них:

Экспертная система Северо-Муйского тоннеля (ЭС СМТ) была разработана для Восточно - Сибирской железной дороги и является частью системы поддержки эксплуатации, осуществляя высококвалифицированную интеллектуальную помощь специалистам, обслуживающим тоннель.

Экспертная система обеспечивает: использование качественной информации для принятия решений по вопросам эксплуатации, сгенерированной на основе экспертных знаний; количественную информацию, позволяющую экстраполировать поведение объекта управления (СМТ). Как видно из описания основных функций работы данной системы и приведённого выше описания прецедентного подхода можно сделать вывод, что такой подход прекрасно подошел бы для проектирования подобных экспертных систем. Знания экспертов в области аварийных ситуации и способов их решения легли бы в основу базы прецедентов. На основе нее система сможет принимать решения, быстро анализируя и выдавая алгоритм действия в подобных или таких же ситуациях, это сократит расходы и потери, хорошо скажется на экономике. [3]

Применение подобных систем для анализа ЖД объектов может в значительной мере снизить вероятность аварий. Все неисправности система будет видеть заранее и сразу же выдавать алгоритм для их исправления. А если все-таки произошла аварийная ситуация, то система сможет быстро найти прецедент из базы и выдать алгоритм решения.

Также такие системы можно использовать для обучения молодых специалистов. Система будет моделировать аварийную ситуацию из базы прецедентов, а специалисты должны будут быстро найти решение. Система сможет проанализировать их решение.

Список литературы

1. Экспертные системы: назначение, область применения [Электронный ресурс] // URL: <https://megaobuchalka.ru/3/12946.html> (дата обращения: 16.10.20)
2. Введение в метод рассуждений по прецедентам [Электронный ресурс] // URL: http://systematy.ru/articles/vvedenie_v_metod_rassujdeniy_po_pretsedentam (дата обращения: 18.10.20)
3. Экспертная система СМТ для Восточно-Сибирской железной дороги [Электронный ресурс] // URL: <http://vgroup.ru/SMT> (дата обращения: 19.10.20)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ НЕСМЕЖНЫХ ТИПОВ ОПЕРАЦИЕЙ SCATTER В БИБЛИОТЕКЕ OPEN MPI

А.О. Насонова, М.Г. Курносов
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
mkurnosov@sibguti.ru

Предложена модификация алгоритма биномиального дерева операции Scatter для оптимизации передачи сообщений производных типов данных MPI, части которых имеют несмежное расположение в памяти (non-contiguous datatype). Во внутренних процессах биномиального дерева предложено использовать нетипизированный прием данных, без распаковки в пользовательский тип, что обеспечивает минимум операций копирования блоков памяти. Алгоритм реализован авторами в библиотеке Open MPI. Эксперименты на вычислительных кластерах показали, что рассылка столбцов матрицы, элементы которых размещены в памяти с шагом, равным количеству элементов в строке, выполняется разработанным алгоритмом в среднем на 15-50% быстрее по сравнению с алгоритмом, использующим распаковку типа данных.

Ключевые слова: производные типы данных, биномиальное дерево, Scatter, MPI

Введение

Базовый механизм информационных взаимодействий процессов параллельных программ – передача сообщений по каналам межмашинных связей (message passing) [1]. Для широкого класса параллельных алгоритмов время выполнения коллективных операций является критически важным и определяет их масштабируемость.

К одной из активно использующихся операций MPI относится Scatter, которая в корневом процессе *root* выполняет передачу из буфера *sbuf* каждому процессу *scount* элементов типа *sendtype*, а в некорневых процессах принимает в буфер *rbuf* *rcount* элементов типа *recvtype*.

1. Модифицированный алгоритм биномиального дерева

В алгоритме биномиального дерева операции Scatter процессы логически выстраиваются в дерево обменов, представляющее собой совокупность биномиальных деревьев, степени которых различны и определяются номерами значащих битов в двоичном представлении числа *p* процессов, участвующих в операции.

Корневой процесс выполняет $\lceil \log_2 p \rceil$ операций передачи сообщения, некорневой процесс r – один прием блока сообщений и не более $\lceil \log_2 r \rceil$ операций передачи, каждый внутренний процесс дерева получает от родителя сообщение для него и всех его потомков и передает блоки дочерним процессам. Процесс определяет свое положение в дереве (номера родительского процесса и дочерних), основываясь только на своем номере *rank*.

В исходном алгоритме (Open MPI 5.0.0a1, coll/base) внутренний процесс выполняет прием блока сообщений во временный буфер с указанием заданного пользователем типа данных *recvtype*, что приводит к распаковке порядка $O(\log p)$ сообщений. В свою очередь, время распаковки одного сообщения может линейно завесить от количества *rcount* элементов сообщения и размера входных данных алгоритма, например, от числа строк в матрице для типа данных «столбец».

В предложенной модификации алгоритма для сокращения накладных расходов на операцию копирования каждый внутренний процесс принимает блок сообщений во временный буфер с использованием типа MPI_BYTE, что позволяет избежать распаковки сообщений. Зная количество *rcount* и тип *recvtype* элементов принимаемого сообщения, внутренний процесс вычисляет размер s одного сообщения в байтах, копирует из принятого блока первые s байт в свой буфер *rbuf* и в цикле предаёт сообщения дочерним процессам, используя тип MPI_BYTE.

2. Результаты экспериментов

Экспериментальный анализ эффективности алгоритма выполнен на кластерной вычислительной системе, в составе которой 6 вычислительных узлов: 2 x Intel Xeon E5620; RAM 24 GB; ядро linux 4.16.3-301.x86_64, gcc 8.3.1; коммуникационная сеть InfiniBand QDR. В экспериментах использовалась master-ветвь пакета Open MPI 5.0.0a1.

В качестве теста производительности использовалась программа рассылки n/p столбцов матрицы p процессам. Корневой процесс формировал в памяти матрицу (одномерный массив), содержащую m строк и n столбцов типа *double*. Для передачи/приема столбца функцией MPI_Type_vector формировался производный тип данных «столбец» – m элементов типа *double*, размещенных в памяти с шагом n элементов. За время выполнения одного запуска операции Scatter бралось максимальное из времен процессоров. С увеличением числа строк матрицы линейно возрастает количество несмежных блоков в применяемом при отправке и приеме данных производном типе «столбец», что приводит к росту времени на их распаковку во внутренних процессах дерева. В среднем, при рассылке столбцов

матрицы, разработанный алгоритм обеспечивает сокращение времени выполнения операции Scatter на 15-50% (Рисунок 1).

Наибольшее сокращение времени на 30-70% достигается в процессах, находящихся в левом поддереве (например, 16, 24), которые выполняют как прием, так и передачу блоков сообщений (Рисунок 2).

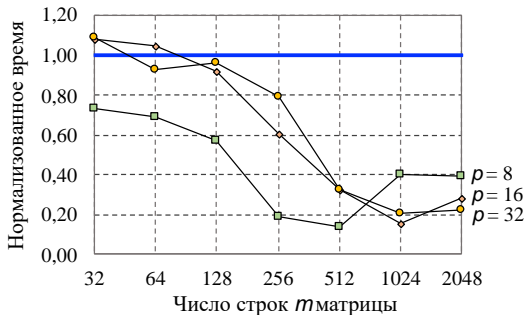


Рисунок 1 – Нормализованное время разработанного алгоритма операции Scatter относительно его исходной версии (квадратная матрица – $m = n$, корень операции – процесс 0)

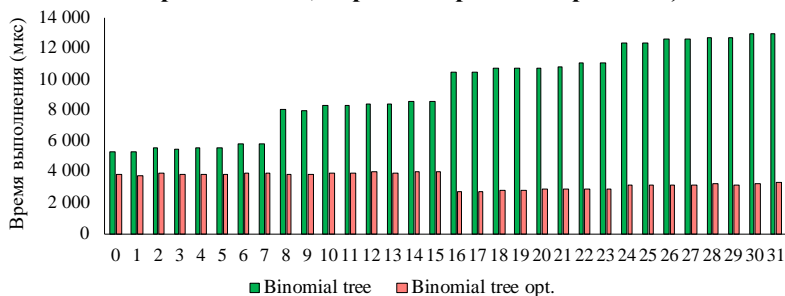


Рисунок 2 – Время выполнения отдельных процессов для исходного алгоритма (Binomial tree) и его оптимизированной версии (Binomial tree opt.): корень операции – процесс 0, размер матрицы $m = n = 512, p = 32$

Заключение

Предложенная версия алгоритма биномиального дерева для операции Scatter минимизирует накладные расходы на передачу и прием производных типов данных с несмежным размещением блоков в памяти (non-contiguous). Во внутренних процессах дерева алгоритм использует нетипизированный прием и передачу (тип MPI_BYTE) сообщений, что позволяет устранить накладные расходы на распаковку сообщений во временный буфер. В частности, для несмежных типов

данных алгоритм позволяет сократить время выполнения шагов внутренних процессов в $O(\log p)$ раз, где p – число процессов.

Список литературы

1. MPI-3.1 Standard // URL: <https://www.mpi-forum.org/docs/mpi-3.1/mpi31-report.pdf> (дата обращения: 04.02.2021).
2. Dongarra J., Beckman P., Moore T. et al. International Exascale Software Project Roadmap // The International Journal of High Performance Computing Applications. – 2011. – Vol. 25, Issue 1. – pp. 3-60.
3. Thakur R., Rabenseifner R., Gropp W. Optimization of collective communication operations in MPICH // Int. Journal of High Performance Computing Applications. – 2005. – Vol. 19 (1). – P. 49-66.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИЙ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.И. Петров, А.О. Коломеец
Сибирский государственный университет путей сообщения
andr3099@yandex.ru

В данной работе формулируется проблема оперативного выявления патологий у растений, а также рассматриваются важные вопросы сбора обучающих и проверочных данных, анализа болезней растений на имеющихся данных, составление статистики по имеющимся данным, а также выбор и анализ архитектуры искусственной нейронной сети на имеющихся данных, для выявления и классификации патологий у растений.

Ключевые слова: информационные системы, искусственный интеллект, растения, анализ изображений, патологии, нейронные сети, анализ данных

Ошибочный диагноз многих болезней, влияющих на сельскохозяйственные культуры, может привести к неправильному использованию химикатов, что приведет к появлению устойчивых штаммов патогенных микроорганизмов, увеличению затрат на производство и увеличению числа вспышек со значительными экономическими потерями и воздействием на окружающую среду. Современная диагностика заболеваний, основанная на поиске человека, отнимает много времени и стоит дорого, и хотя модели, основанные на

компьютерном зрении, обещают повысить эффективность, большие различия в симптомах из-за возраста инфицированных тканей, генетических изменений и условий освещения в деревьях снижают точность обнаружения.

Цели «Проблемы с патологией растений» состоят в том, чтобы обучить модель с использованием изображений обучающего набора данных:

1) точно классифицировать данное изображение из тестируемого набора данных в другую большую категорию или здоровый лист.

2) точно различать многие заболевания, иногда более одного на одном листе.

3) справиться с редкими уроками и новыми симптомами.

4) Адрес глубины восприятия - угол, свет, тень, физиологический возраст листа.

5) Включение экспертных знаний в идентификацию, аннотацию, количественную оценку и управление компьютерным зрением для поиска соответствующих функций во время обучения.

Данные были взяты из онлайн платформы Kaggle из соревнования Plant Pathology 2020 - FGVC7. Всего для анализа было предоставлено *3645 изображений с листьями*.

Теперь визуализируем образцы листьев, принадлежащих к различным категориям в наборе данных, чтобы понимать, что из себя представляют данные (Рисунок 1).

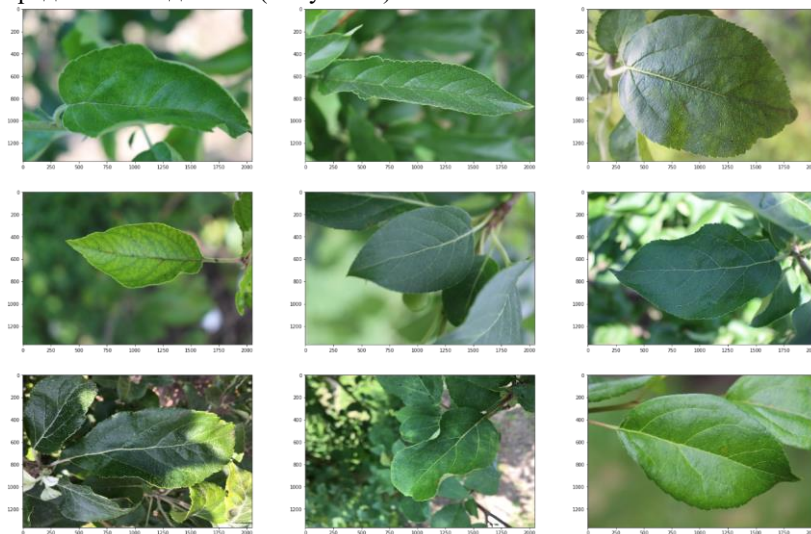


Рисунок 1 – Здоровые листья

На рисунке 1 мы видим, что здоровые листья полностью зеленые, без коричневых желтых пятен или шрамов. Здоровые листья не имеют парши или ржавчины, теперь надо визуализировать листья с паршой (Рисунок 2).

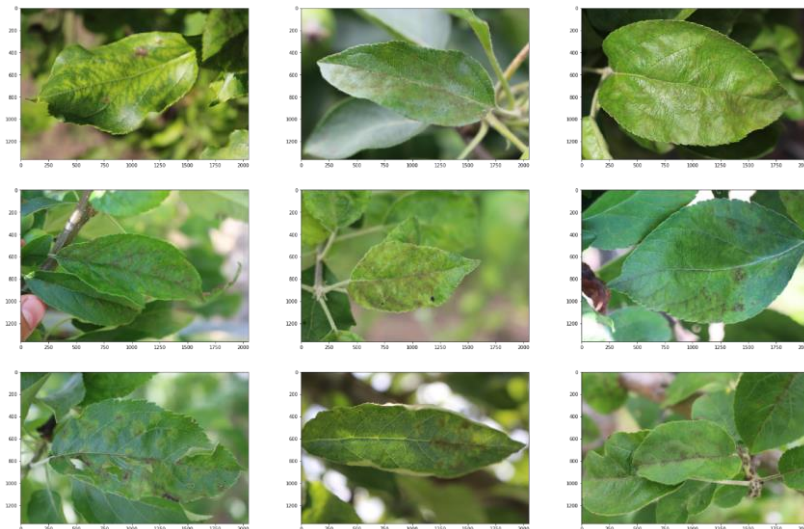


Рисунок 2 – Листья с паршой

На рисунке 2 мы видим, что листья с «паршой» имеют большие коричневые отметины и пятна на листьях. Парша определяется как «любое из различных заболеваний растений, вызываемых грибами или бактериями и приводящих к образованию пятен на плодах, листьях или корнях, похожих на корочки. Пятна, вызванные таким заболеванием». Коричневые отметины на листе являются признаком этих бактериальных грибковых инфекций. После постановки диагноза паршу можно лечить химическими или нехимическими методами. Осталось рассмотреть третий класс листьев, это листья с ржавчиной (Рисунок 3).

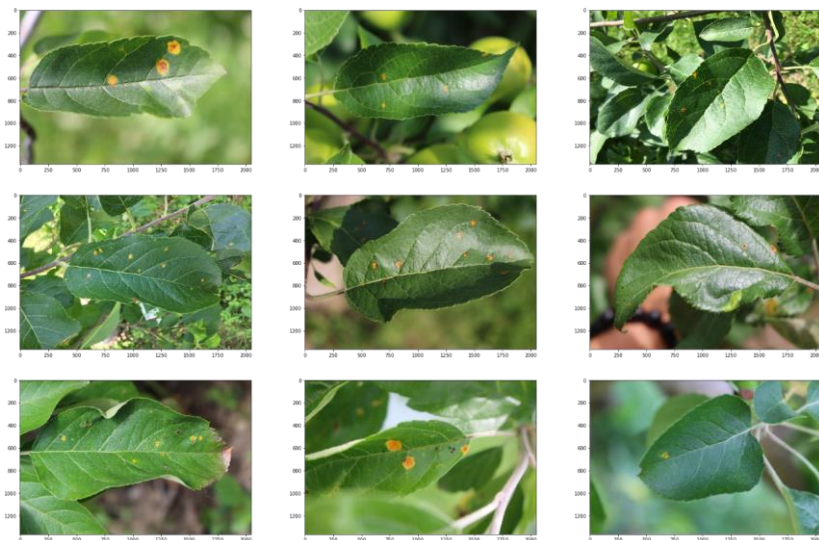


Рисунок 3 – Листья с ржавчиной

На рисунке 3 мы видим, что листья с «ржавчиной» имеют несколько коричневато-желтых пятен на листьях. Ржавчина определяется как «заболевание, особенно злаков и других трав, характеризующееся ржавыми прыщами спор на пораженных листовых пластинках и влагалищах и вызванное любым из нескольких грибов ржавчины». Желтые пятна являются признаком заражения особым типом грибов, называемых «ржавыми грибами». Ржавчина также может быть вылечена несколькими химическими и нехимическими методами после диагностики.

На диаграмме рисунка 4 изображено соотношение классов изображений, где 32,5% это листья с паршой, 34,2% это листья с ржавчиной, 28,3% это листья без заболеваний и 5% это листья со смешанным типом болезни.

Данные были разделены на 2 выборки, обучающую и тестовую с отношением частей 80% и 20% соответственно. С таким соотношением нейронная сеть показала наилучший результат при обучении и тестировании.

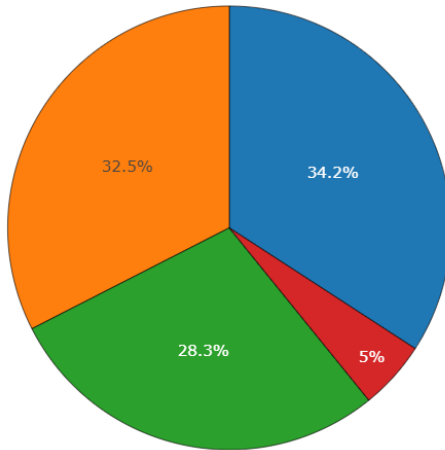


Рисунок 4 – соотношение классов изображений

В качестве архитектуры нейронной сети была выбрана архитектура EfficientNet (Рисунок 5). Она представляет собой связанные с собой слои конволюции, пулинга а также полно связанные слои. Данная архитектура идеально подходит для задач классификации, и обнаружения признаков на изображении.

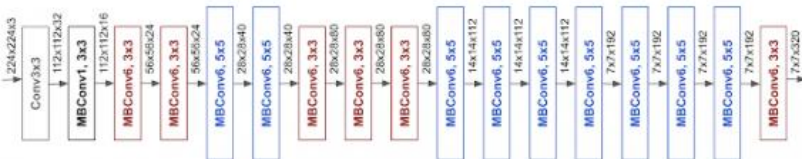


Рисунок 5 – архитектура нейронной сети

Процесс обучения складывался из 20 эпох, на протяжении которых нейронная сеть обучалась классифицировать состояние листьев.

Из приведенного графика (Рисунок 6) видно, что потери уменьшаются, а точность возрастает довольно последовательно. Метрики обучения располагаются очень быстро (после 1 или 2 эпох), тогда как метрики проверки значительно увеличивают волатильность и начинают формироваться только после 12-13 эпох. Это ожидается, потому что данные проверки невидимы и более трудны для прогнозирования, чем данные обучения.

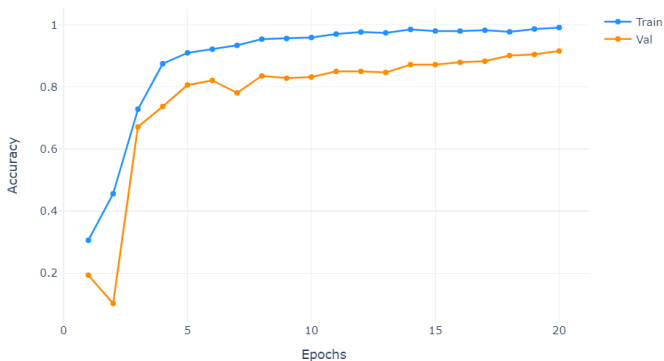


Рисунок 6 – результаты обучения и тестирования нейронной сети

Таким образом мы получили очень хорошие результаты обучения, которые почти близки к идеальным. Данные результаты говорят о быстром росте технического прогресса, а также перспективах использования искусственного интеллекта на благо очень разных сфер деятельности.

Список литературы

1. T.B. Sutton, et al., Compendium of apple and pear diseases and pests, Am Phytopath Society, 2014.
2. R. Bessin, et al., “Midwest tree fruit pest management handbook,” Univ. Ky., Lexington, 1998.
3. D.M. Gadoury and W.E. MacHardy, “Forecasting ascospore dose of *Venturia inaequalis* in commercial apple orchards,” Phytopathology, vol. 76, no. 1, 1986, pp. 112- 118.
4. W. MacHardy, et al., “Delaying the onset of fungicide programs for control of apple scab in orchards with low potential ascospore dose of *Venturia inaequalis*,” PLANT DISEASE-ST PAUL-, vol. 77, 1993, pp. 372-372.

МОБИЛЬНЫЙ ТЕЛЕФОН НА СЛУЖБЕ ВС РОССИИ

М.С. Ретивин, Е.В. Кокорева
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
mretivin@inbox.ru

Статья содержит описание этапов разработки мобильного приложения для платформы Android, ориентированного на военнослужащих. Приложение позволяет в игровой форме развивать навыки службы в армии, а кроме того содержит сборник полезных для солдата или офицера документов. Данный программный продукт представляет интерес для различных категорий людей, проходящих службу в Вооружённых силах России или только собирающихся на неё поступить.

Ключевые слова: Android, операционная система, программное обеспечение, project, Java, приложение, компиляция, среда разработки, Android Studio

Смартфоны стали неотъемлемой частью жизни человека, в том числе и солдат. Они позволяют вам общаться с другими людьми, участвовать в видеоконференциях, слушать любимую музыку, просматривать видеоконтент и многое другое. Мобильный смартфон – это копия компьютера, которую вы всегда можете иметь при себе.

Наиболее распространенной и доступной операционной системой современных мобильных устройств является Android. В отличие от операционной системы iOS, Android поддерживает большое количество устройств разных производителей [1]. Основная причина распространения ОС Android заключается в наличии бесплатных средств разработкам [2–4], в то время как разработка для IOS требует высоких первоначальных затрат, поскольку для создания приложения на IOS вам необходим компьютер с той же операционной системой и устройство, с помощью которого вы можете протестировать приложение.

Перед автором стояла задача создать мобильное приложение, которое является виртуальным помощником солдата. Эта программа содержит, во-первых, набор тестов, аналогичных тем, которые были пройдены регистрационной группой при поступлении в Вооруженные силы России, и, во-вторых, библиотеку с документами, используемыми почти всеми военнослужащими. Поэтому разработанный проект

интересен людям, находящимся на военной службе, как по призыву, так и по контракту.

Программный продукт, представленный в данной работе, позволяет выполнять следующие действия:

1. Прохождение профессиональных тестов.
2. Получение полезной информации.

В настоящее время популярной среди разработчиков для Android является работа с тестами. Основные примеры использования тестов – это аналитическое определение способностей человека в определенной области или получение важной информации о пользователе.

В качестве критериев эффективности работы приложения выступают основные функции, которые должны присутствовать в тестовой информационной системе. В список основных функций нашего приложения входят:

1. Библиотека документов военнослужащего.
2. Тест, определяющий подходящую должность.
3. Тест, определяющий воинское звание.

Для разработки была использована наиболее распространённая среди программистов среда Android Studio и язык программирования Java, удобный для написания сетевых и мобильных приложений [5].

Целиком приложение состоит из набора активностей и алгоритмов действий, его архитектура представлена на Рисунке 1. С главной активности начинается работа в программе после её запуска. Выбор определённой функции на основном экране нажатием на соответствующую кнопку позволяет выполнить набор действий, описанных выше.

Основным преимуществом представленного продукта является простота конструкции и скорость, по сравнению с другими подобными приложениями. Кроме того, в данном приложении тест является личным, данные никуда не передаются, обеспечивая полную конфиденциальность.

Таким образом в данной работе было реализовано обучающее приложение для мобильного устройства, которое позволяет в игровой форме развить навыки военной службы у владельца смартфона. К достоинствам приложения можно отнести, во-первых, его уникальность – на рынке мобильных продуктов таких программ очень мало, во-вторых, лаконичность интерфейса сочетается в нём с довольно сложной логикой игровых задач.

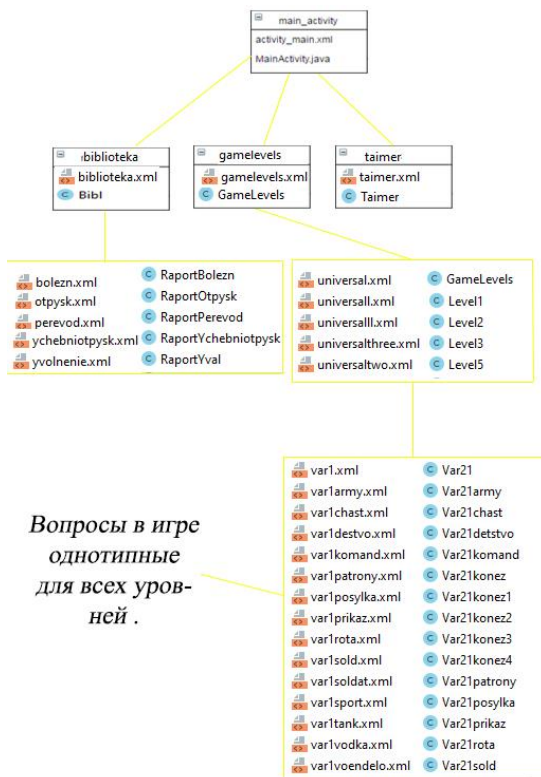


Рисунок 1 – Архитектура приложения

Список литературы

1. Android операционная система. Википедия свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] – URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Android> (дата обращения: 07.04.2021).
2. Headfirst. Программирование для Android / Гриффитс Д., Гриффитс Д. – СПб.: Питер, 2016. – 704 с.
3. Дарвин Я. Ф. Android. Сборник рецептов. Задачи и решения для разработчиков приложений. – М.: Вильямс, 2018. – 768 с.
4. Android. Программирование для профессионалов / Марсикано К., Стюарт К., Филипс Б. – СПб.: Питер, 2017. – 688 с.
5. Android Studio. Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс] – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Android_Studio (дата обращения: 07.04.2021).

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСА ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ В IP-ТЕЛЕФОНИИ

А.Е. Костюкович, К.А. Сулима
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
kseniasulima@yandex.ru

В работе выполняется анализ существующих сред имитационного моделирования. Формируется ряд критериев, которым должно удовлетворять программное обеспечение.

Ключевые слова: имитационное моделирование; характеристики программных сред моделирования

Современные телекоммуникационные сети настолько сложны, что для их построения или ребрендинга приходится использовать не только аналитические методы построения, но и имитационное моделирование. Что позволяет работать с моделью физической сети и именно на модели исследовать сеть на появление ошибок и поведение в различных ситуациях. Существует много программных сред моделирования, отличающихся различными характеристиками.

Актуальность работы с программными моделями значительно возросла при переходе на удаленный режим работы, самым существенным недостатком которого является невозможность работать с аппаратными средствами. В тоже время работа с дорогими лицензионными программными средствами в удаленном режиме, также представляется практически невозможной. Поэтому выбор доступной и достаточно функциональной среды моделирования является актуальной задачей.

Целью исследования в данной статье является выбор среды имитационного моделирования (СИМ):

- GNU Octave — свободный математический пакет численной математики, основанный на концепциях своего проприетарного собрата Matlab. Он доступен для всех популярных на сегодняшний день десктопных платформ, и получить его можно, зайдя в раздел загрузки на официальном сайте. [1]
- Sage (с англ. — «мудрец») — система компьютерной алгебры, покрывающая много областей математики, включая алгебру, комбинаторику, вычислительную математику и матанализ. [2]

- Scilab — пакет прикладных математических программ проведения для инженерных (технических) и научных расчётов.
- Это достаточно полная общедоступная альтернатива лицензионной системе MATLAB. [3]

Наиболее популярной системой имитационного моделирования, несомненно, является MATLAB. Но MATLAB — проприетарный инструмент. Несмотря на особые условия для учебных учреждений, применение программы за пределами академической среды — дорогое удовольствие, поскольку стоимость лицензии может достигать нескольких тысяч долларов. Также очень проблемным является вопрос использования среды MATLAB в удаленном режиме. В результате чего многие образовательные учреждения предпочитают использовать свободно распространяемое программное обеспечение для целей моделирования.

Для анализа и выбора СИМ необходимо определить по каким критериям мы будем проводить сравнение.

Результаты сравнения занесем в таблицу 1.

Таблица 1 – сравнение СИМ по ряду критериев

Критерий	Scilab	GNU Octave	Sage
1	2	3	4
Доступность СИМ	+	+	+
Сложность и трудоемкость разработки модели:			
– виртуальный конструктор	+	-	-
– программирование	+	+	+
– верификация (отладка)	+	+	-
– открытость	+	+	+
– ресурсоемкость	+	+	+
1	2	3	4
Масштабирование модели			
– Ручное	+	+	+
– Программное	-	-	-
Модули и библиотеки	+	+	-
Сложность освоения	±	±	-
Суммарная оценка	9	8	5

Проведенный анализ, позволил обосновать выбор среды моделирования для использования в образовательном процессе, включая работу в удаленном режиме для поставленных задач.

В результате сравнения было установлено следующее:

1. Проведенный анализ наглядно показывает, что открытое программное обеспечение по СИМ может обеспечить большинство поставленных пользователем задач, что дает возможность не использовать проприетарные инструменты.
2. При сравнении GNU Octave и Sage было установлено, что GNU Octave имеет больше преимуществ при выполнении поставленных задач, поскольку имеет возможность отладки программы, создания и применения библиотек, что значительно упрощает работу. Кроме этого, GNU Octave значительно проще в изучении в отличие от Sage, поскольку требует только основных знаний программирования, а не определенного языка, как Sage.
3. Из трех представленных СИМ наибольшую оценку получил Scilab, поскольку только в этом из представленного программного обеспечения присутствует виртуальный конструктор, который называется Xcos. Данный инструмент является аналогом Simulink в Matlab. При моделировании Xcos реализуется принцип визуального программирования. В отличие от классических методов моделирования, разработчику не нужно досконально знать язык программирования и числовые методы математики. Достаточно общих знаний программирования в той предметной области, в которой проводятся исследования. При работе с Xcos, вы можете использовать доступные блоки или создавать свои, а также составлять новые библиотеки блоков.

Список литературы

1. Моделирование динамических систем: введение в GNU Octave [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/349204/> (дата обращения: 27.04.21).
2. Sage - Википедия. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Sage> (дата обращения: 27.04.21).
3. ИТ вторая лекция Введение в Scilab. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/307912/mod_resource/content/1/ИТ%20вторая%20лекция%20Введение%20в%20Scilab.pdf (дата обращения: 27.04.21).

ОНТОЛОГИЯ ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ПРОДУКТУ

М.В. Терехин, М.Ш. Муртазина
Новосибирский государственный технический университет
kapkan1999@list.ru

В работе представлена OWL онтология для спецификации требований с учетом положений российский и международных стандартов. Онтология содержит в себе реестр ошибок, которые могут появиться при написании технического задания на разработку программного продукта. Данная онтология может быть использована на этапе согласования текста технического задания для поиска ошибок в техническом задании.

Ключевые слова: онтология, требования к программному продукту, спецификация требований, техническое задание

Возможности применения онтологий в инженерии требований довольно разнообразны [1]. OWL онтология позволяет описывать классы и отношения между ними, использовать машины логического вывода для проверки консистентности модели и поиска неявных знаний. Ее использование дает возможность структурировать знания и данные, что поможет быстро находить ошибки при выполнении больших работ.

Целью исследование является создание OWL онтологии, которая облегчит процесс спецификации требований за счет имеющихся знаний о конструкции и содержании технического задания.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ российских и международных стандартов, содержащих сведения о спецификации требований,
- спроектировать OWL онтологию для поддержки процесса спецификации требований.

В России существует два ГОСТа, которые регулируют процесс разработки технического задания, это ГОСТ 34.602.89 и ГОСТ 19.201-78 [2], На практике чаще применяется ГОСТ 34.602.89. Так же при спецификации требований на практике могут применяться положения международных стандартов, таких как IEEE STD 830-1998, который содержит методику составления спецификаций требований к программному обеспечению и положения стандарта ISO/IEC/ IEEE 29148-2018 [3]. Последний представляет собой «интернациональный стандарт, определяющий процессы, которые должны быть реализованы

в ходе процесса инженерии требований для систем и программных продуктов на протяжении всего жизненного цикла» [4].

В данной работе возможности OWL онтологии используются для создания базы знаний, где содержится поэтапный план разработки и принятия технического задания, типовое содержание и основные требования стандартов, которым могут использоваться при спецификации требований. На рисунке 1 показаны основные классы онтологии.

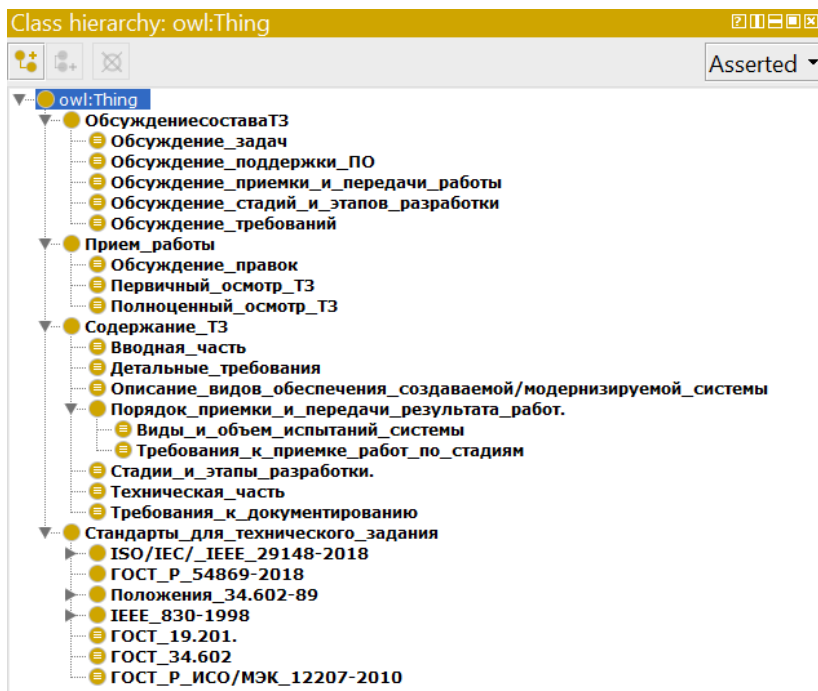


Рисунок 1 – Классы онтологии

Класс обсуждения состава ТЗ, стандарты для ТЗ и содержание ТЗ используются для контроля правильности разработки технического задания и соответствия установленным требованиям. Класс прием работы предназначен для накопления сведений о том, как будут проводиться правки в проекте, и проводится первичная и полная проверка ТЗ. Это должно помочь избежать споров при выполнении заказа по техническому заданию.

Свойства объектов выполняют функцию регулирования отношений между индивидами. Пример свойств объектов показан на рисунке 2. Данные свойства объектов показывают, какие классы способны диагностировать проблемы, а какие можно диагностировать.

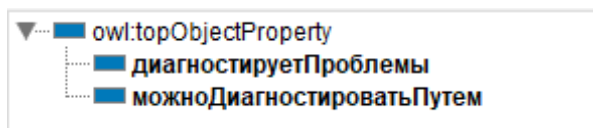


Рисунок 2 – Пример свойств объектов

Так же в онтологии определены свойства данных, которые используются для накопления информации об ошибках, допущенных при составлении ТЗ. Также в онтологии определены аксиомы классов эквивалентности.

Разработанная онтология поможет сократить время на разработку технического задания и повысить его качество. Онтология выступает как база знаний, созданная для сопоставлений выполненной работы и накопления знаний об ошибках, допускаемых в этом процессе, для их повторного использования. Онтология содержит в себе базу знаний, структурирующую план составления технического задания. Преимущество применения онтологической базы знаний при разработке проекта технического задания заключается в возможности прослеживания связей между элементами документа.

Список литературы

1. Муртазина М.Ш. Возможности применения онтологий в инженерии требований // Современные технологии принятия решений в цифровой экономике. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2018. – С. 216-218.
2. Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации. – URL: <https://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 15.04.2021).
3. Akimova L. Comparative analysis of requirements assessment techniques // Proceedings of the 6th International Conference Actual Problems of System and Software Engineering. – Moscow, Russia, 12-14 November, 2019. – pp. 226-234.
4. Стандарт разработки требований ISO/IEC 29148 (SEBok). – URL: <https://analytics.infozone.pro/requirements-in-iso-iec-29148/> (дата обращения: 15.04.2021).

МЕТОДИКИ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ

А.П. Харсекина, Е.Б. Тарасов

Сибирский государственный университет путей сообщения
nastyia.kharsekina@gmail.com

Большие данные очень плотно вошли в современную информационную среду. Практически все предприятия и организации сталкиваются с необходимостью выбора подходящей именно им технологии. В работе описаны наиболее распространённые методики работы с большими данными, описана их суть и возможность применения на предприятиях в различных сферах. Результатом является сводный анализ самых известных методик работы с большими данными.

Ключевые слова: большие данные, методика, вычисления, реляционная модель

Цель работы состоит в поиске существующих на данный момент методик работы с большими данными, определения их сути. На данный момент в свободном доступе находится большое количество информации на эту тему, но она разрознена и расплывчата. Эта работа направлена на составление обобщённого справочного материала, который может пригодиться специалистам, определяющимся с технологиями работы с большими данными на предприятиях.

Неправильно считать, что большие данные названы так только лишь в силу своего объёма. На самом деле, большие данные - это серия подходов, инструментов и методов для обработки структурированных и неструктурированных данных больших объемов и значительного разнообразия для получения воспринимаемых человеком результатов, эффективных в условиях непрерывного роста, распределения в нескольких узлах компьютерной сети, сформированной в конце 2000-е годы, альтернатива управлению базами данных в традиционных системах.

Изначально набор подходов и технологий включал инструменты для массово-параллельной обработки неопределенно структурированных данных, такие как СУБД NoSQL, алгоритмы MapReduce и инструменты проекта Hadoop. В будущем другие решения, предоставляющие аналогичные возможности для обработки сверхбольших массивов данных, а также некоторое оборудование, стали называться технологиями больших данных. Существует три наиболее распространенных метода работы с большими данными, в рамках

которых создаются модификации под индивидуальные запросы клиентов.

MapReduce — модель распределённых параллельных вычислений в компьютерных кластерах, представленная компанией Google. Согласно этой модели приложение разбивается на большое количество идентичных элементарных задач, которые выполняются на узлах кластера и затем естественным образом сводятся к конечному результату.

NoSQL (от англ. Not Only SQL, не только SQL) — общий термин для различных не реляционных баз данных и хранилищ не определяет конкретную технологию или продукт. Обычные реляционные базы данных хороши для относительно быстрых и согласованных запросов. В случае сложных и гибких запросов, типичных для больших данных, нагрузка превышает разумные пределы, и использование СУБД становится неэффективным.

Hadoop - это бесплатный набор инструментов, библиотек и платформ для создания и запуска распределённых программ, которые работают в кластерах из сотен или тысяч узлов. Считается одной из фундаментальных технологий больших данных.

Список литературы

1. Проектирование базы данных для медицинского учреждения // Библиофонд URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=599844#text> (дата обращения: 23.03.2021).
2. NoSQL базы данных: понимаем суть // Habr URL: <https://habr.com/ru/post/152477/> (дата обращения: 23.03.2021).
3. Big Data от А до Я. Часть 1: Принципы работы с большими данными, парадигма MapReduce // Habr URL: <https://habr.com/ru/post/267361/> (дата обращения: 23.03.2021).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИЧНЫХ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ПО ФОТОГРАФИЯМ ЛИЦА

М.В. Хнюнин, Н.Д. Ганелина
Новосибирский государственный технический университет
хnyunin.2016@stud.nstu.ru

Работа посвящена оценке перспектив распознавания эмоций человека при помощи анализа изменений в мимике лица по серии изображений, полученных с камер личных мобильных устройств. Рассматриваются существующие разработки в области распознавания эмоций при помощи искусственных нейронных сетей. На основании особенностей потребности в распознавании эмоций в различных сферах предлагается новый подход, позволяющий повысить точность за счёт получения данных с личных устройств и алгоритма, основанного на анализе отклонений координат ключевых точек лица от нормали, заданной нейтральной эмоцией.

Ключевые слова: распознавание эмоций, ключевые точки лица, модель нейронной сети, нормализация координат

Автоматизация распознавания эмоций может применяться для сбора статистики об изменении эмоционального состояния человека на протяжении длительного времени и последующем использовании полученных данных в различных областях, например в психологии. Кроме этого, распознавание эмоций востребовано в индустрии развлечений и маркетинге как элемент интерактивного взаимодействия и оценки реакции на предоставляемый человеку контент. Потребность определять реакцию человека на те или иные события существует давно, однако автоматизация распознавания эмоций не развита в связи со сложностью адаптации алгоритма к особенностям конкретного человека.

Человек выражает свои эмоции в основном при помощи мимики лица, речи и положения тела. Самым выразительным проявлением эмоций является изменение мимики лица. Такой подход считается классическим. Однако, при данном подходе существует несколько вариантов реализации.

Можно обучать модель нейронной сети непосредственно по фотографиям лиц людей с различными эмоциями. В случае распознавания нескольких базовых эмоций такой вариант требует слишком большого количества данных для обучения и при этом не

способен показывать высокую точность в связи с особенностью формы лиц и самих выражений эмоций различных людей. Такой подход применяется в задачах распознавания наличия лиц в кадре, идентификации людей по лицу или для определения таких ярких проявлений эмоций, как улыбка. Применение таких алгоритмов часто можно встретить в фотоиндустрии, где это используется для автоматической фокусировки на лицах или улыбке. Однако в случае распознавания более сложных проявлений эмоций он не применим из-за высоких требований к объёму данных для обучения и плохой адаптации к особенностям лиц людей.

Кроме данного подхода используется обучение модели при помощи фрагментов лиц, таких как губы и глаза. В этом случае для алгоритма требуется гораздо меньше данных для обучения, но в случае распознавания сложных эмоций он также не применим, т.к. при обучении практически не учитывается корреляция различных фрагментов.

На данный момент самый популярный способ – это распознавание эмоций по координатам ключевых точек лица. В нём выделяются ключевые точки положения губ, бровей, разреза глаз, носа и других черт лица при помощи различных параметрических моделей и свёрточных нейронных сетей. Данный подход может быть применён для распознавания нескольких эмоций и активно используется в существующих разработках. Сравнить напрямую имеющиеся решения, к сожалению, нельзя, т.к. в них используется разное количество распознаваемых эмоций. Однако для получения представления о точности существующих алгоритмов были выбраны наиболее популярные в данной сфере готовые решения, позволяющие распознавать не менее четырёх базовых эмоций и проведено их сравнение на схожих данных. В данном эксперименте использовались решения на базе алгоритмов E-MDBM, ITE, CFN и Kernelized [1]. В результате проведённого эксперимента наибольшую точность показал алгоритм CFN с результатом в 51,2%, и основной проблемой данных решений является высокие требования к качеству изображений лиц. Обычно такие алгоритмы разрабатываются для универсального распознавания эмоций по любым кадрам лица, однако на практике обычно требуется распознавать эмоции конкретного человека, а не всех попавших в кадр, а в таком случае требуется не только найти все лица на изображении, но и идентифицировать людей, чьи лица видны, что значительно увеличивает ресурсоёмкость алгоритмов и не позволяет использовать их в реальном времени. Кроме этого, нужно нивелировать особенности ракурса, расстояния до лица и угол поворота головы. На

данный момент уже существует множество решений этих проблем, в том числе алгоритмы, способные выполнять фронтализацию лица на основе генеративно-сопоставительных нейронных сетей (англ. Generative adversarial network, сокращённо GAN) [2], а также различные решения для увеличения детализации и резкости фотографий. Но большинство подобных алгоритмов нацелены на повышение качества идентификации людей по лицам и не применимы для распознавания эмоций.

Однако, чаще всего реальная потребность распознавания эмоций возникает при определении реакции человека на виртуальный контент, который он видит на экране монитора или мобильных устройств. Большинство таких устройств обладает собственной фронтальной камерой достаточно высокого качества. Кроме этого, при использовании устройства человек с большой вероятностью смотрит на него ровно и расстояние между камерой и лицом изменяется в небольшом диапазоне. Также, мобильные устройства зачастую используются одним и тем же человеком, что позволяет отказаться от идентификации и снижает ресурсоёмкость алгоритма. Таким образом при использовании фотографий с личных мобильных устройств решается большинство проблем, мешающих добиться высокой точности распознавания. А для обучения модели можно использовать не только общие данные, но и корректировку алгоритма при помощи нормализации исходных параметров на основе фотографии лица с нейтральной эмоцией. Такие фотографии не трудно получить из большой серии фотографий лица одного человека, ведь нейтральная эмоция является преобладающей. При таком подходе обучение модели основывается не на основе самих координат ключевых точек лица, а на основе их отклонений от нормали, заданной при адаптации алгоритма. На данный момент реализация данного подхода находится в разработке, однако в перспективе точность алгоритма распознавания может быть повышена дополнительно за счёт корреляции результатов работы алгоритма с анализом дополнительных факторов, таких как изменений голоса, пульса, тремора рук и т.п.

Список литературы

1. An End-to-End Visual-Audio Attention Network for Emotion Recognition in User-Generated Videos / Sicheng Zhao, Yunsheng Ma, Yang Gu, Jufeng Yang, Tengfei Xing, Pengfei Xu, Runbo Hu, Hua Chai, Kurt Keutzer. [Electronic resource] // Cornell University, arXiv, 12 February 2020, URL: <https://arxiv.org/pdf/2003.00832v1.pdf> (accessed: 12.04.2021).

2. Petrova O. Pytorch implementation of a face frontalization GAN [Electronic resource] // 17 April 2019, URL: <https://github.com/scaleway/frontalization> (accessed: 12.04.2021).

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ КОРПОРАТИВНОГО СЕГМЕНТА (СРАВНЕНИЕ, ВЫБОР)

В.В. Шаргин, Т.С. Зайцева

Сибирский государственный университет путей сообщения
botvova@yahoo.com_tzay@yandex.ru

В современном обществе, в век высоких технологий, компании стремятся к анализу и систематизации большого объема данных. Для того, чтобы обрабатывать достаточно массивный объем информации, ее нужно где-то хранить. Но хранилище тоже не может быть бесконечным, отсюда вытекает проблема хранения большого объема информации. Также нельзя забывать о безопасности, особенно это важно для компаний, где корпоративная политика подразумевает служебную или конфиденциальную информацию.

Ключевые слова: современные решения хранения данных, корпоративный сегмент, системы хранения данных, СХД, сравнение систем хранения данных, выбор систем хранения данных, большой объем данных

Целью данного исследования является анализ современных решений по хранению данных в корпоративном сегменте. Актуальность работы обуславливают современные тенденции развития.

Системы хранения данных (СХД) — комплекс аппаратных и программных средств, который предназначен для хранения и оперативной обработки информации, как правило, большого объема. Информация — это файлы, в том числе медиа, структурированные (СУБД) и неструктурированные данные (big data), резервные копии, архивы. В качестве носителей информации используются жесткие диски, в основном SSD (системы All Flash Array), а также гибридные решения, сочетающие SSD- и HDD-накопители в одной СХД. От пользовательского жесткого диска СХД отличаются сложной архитектурой, возможностью объединять хранилища в сеть передачи данных, наличием отдельного ПО для управления системой хранения,

продвинутыми технологиями резервного копирования, сжатия и виртуализации.

Системы хранения данных различаются по уровню хранения.

1) Блочное хранилище

СХД используется как обычный диск, который можно форматировать, устанавливать на него ОС, создавать логические диски. Данные хранятся не файлами, а блоками, что ускоряет операции ввода-вывода. Чаще используется в сетях типа SAN (Storage Attached Network). Подходит для высокопроизводительных вычислений, СУБД, хранения больших объемов данных, в качестве сред разработки (Dev/Test). Из недостатков: а) сложность настройки и обслуживания, которые требуют соответствующей квалификации; б) высокая стоимость.

2) Файловое хранилище

Данные хранятся в виде файлов, которые размещаются в каталогах. Такая СХД используется для хранения «холодной» информации, которая не требуется для операционных вычислений. На файловых хранилищах, как правило, строятся NAS (Network Attached Storage). Недостатки: при накоплении больших объемов данных усложняется иерархия папок, и скорость работы СХД постепенно снижается. Не подходит для нагрузок, которые требуют высокой скорости отклика.

3) Объектное хранилище

Тип СХД, который ориентирован на работу с большими неструктурированными данными объемом до петабайтов. Информация хранится не в виде файлов, а в виде «объектов» с уникальными идентификатором и метаданными. Поэтому объектное хранилище похоже по структуре на БД. Используется в аналитике, big data, машинном обучении, для хранения «тяжелых» медиа-файлов и резервных копий, разработки и эксплуатации приложений в облаке, хостинга веб-сайтов. По скорости уступает блочному хранилищу в задачах, связанных с транзакционными нагрузками.

В ходе данного исследования были исследованы системы хранения данных передовых производителей, таких как Hewlett Packard Enterprise, Dell и Huawei. Исследование производилось по выбранным критериям для их оценки как с технической стороны, так и с экономической. По результатам анализа было выбрано оптимальное решение системы хранения данных для корпоративного сегмента.

Список литературы

1. Кенин А.М. Самоучитель системного администратора. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 512 с.: ил. - (Системный администратор) ISBN 978-5-9775-0764-6
2. Орлов С.А. Программная инженерия. Учебник для вузов. 5-е издание обновленное и дополненное. Стандарт третьего поколения. - СПб.: Питер, 2016. - 640 с.: ил. - 9Серия «Учебник для вузов»). ISBN 978-5-496-01917-0

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ АКЦИЙ НА БИРЖЕ

М.А. Шиян¹, А.П. Калинина^{1,2,3}, И.Н. Блок¹

¹Сибирский университет потребительской кооперации

²Институт теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН

³Новосибирский государственный университет
a_p_kalinina@mail.ru

Исследована возможность прогноза стоимости акций стабильных крупных корпораций с помощью сингулярного спектрального анализа (SSA), реализованного в библиотеке ML.NET. В качестве периода обучения используется месяц, что определяется максимальной длительности истории данных с сайта московской биржи. Получено, что прогнозируемая временная динамика совпадает с реальной с точностью до знака производной, но отличия по абсолютной величине могут достигать 15%.

Ключевые слова: сингулярный спектральный анализ, библиотека ML.NET, стоимость акций, машинное обучение

Метод сингулярного спектрального анализа и его модификации в настоящее время успешно применяются для прогнозирования физических явлений, характеризующихся сложной периодичностью [1]. Его можно также применять для прогноза процессов, не являющихся физическими, но напрямую зависящих от физических процессов, имеющих сезонную периодичность, – например, потребления электроэнергии [2] или объема продаж велосипедов. Несмотря на то, что финансовый рынок не подчиняется

детерминированным физическим законам, в нем также наблюдаются успешные попытки применения данного метода, в частности, для прогноза стоимости биткоина [3]. Динамика стоимости акций крупных корпораций, устойчивых к воздействию случайных факторов, может быть также охарактеризована некоторой временной периодичностью, связанной с жизнедеятельностью людей, что позволяет применять для прогноза метод SSA. Библиотека ML.NET, доступная в Visual Studio.Net, содержит класс SsaForecastingEstimator, позволяющий сравнительно легко получить прогноз для большого объема данных.

Для прогноза стоимости акций на сайте московской бирже в Visual Studio.Net разработано приложение на C# с графическим интерфейсом. Приложение скачивает временную динамику стоимости акций всех фирм в течение последнего месяца (максимальный доступный временной интервал), размещенных на сайте этой биржи, при этом обновляет информацию каждые несколько секунд. Для предсказания временной динамики используется метод Forecast. Приложение позволяет по ключевому набору символов выбрать нужное предприятие, получить на текущий момент времени всю доступную информацию о нем (цену акции, сумму продаж, объем продаж и динамику последнего изменения), а также показать временную динамику за предыдущий месяц и получить временной прогноз на неделю. В качестве тестируемых фирм были выбраны ПАО НК Роснефть, НК Лукойл (ПАО), ао ПАО Банк ВТБ и Сбербанк России ПАО (ао). Все эти корпорации являются крупными и стабильными предприятиями. На рис. 1(а) показан скриншот работы приложения, а на рис. 1(б) – сравнения прогнозируемой и реальной временной динамики стоимости акций сбербанка.

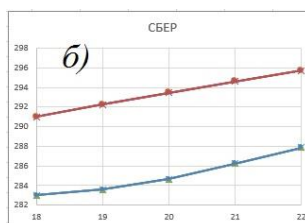


Рисунок 1 – Анализ стоимости акций

а – окно приложения с текущей информацией об акциях Сбербанка России,

б – прогноз на неделю (красная кривая) и реальная временная динамика (синяя кривая)

Из рис. 1 видно, что прогнозируемая временная динамика совпадает с реальной, однако относительная погрешность составляет 7%. Для остальных трех корпораций наблюдаются аналогичные закономерности: в среднем знак производной по времени стоимости акции прогнозируется вполне удовлетворительно, однако относительная погрешность может достигать 15%.

Таким образом, на примере анализа временной динамики четырех крупных стабильных корпораций показано, что метод SSA, реализованный библиотекой ML.NET, может быть применен для прогноза стоимости акций с определенной долей вероятности в условиях стабильного экономического периода. В то же время следует отметить, что результаты исследования охватывают сравнительно небольшой временной участок и малый набор крупных стабильных фирм, поэтому данный вопрос требует более подробного исследования.

Список литературы

1. А. К. Гречкосеев, А. С. Толстикова, В. М. Тиссен, В. С. Карманов, А. И. Ваганова, Модификация базового метода сингулярного спектрального анализа для повышения точности прогнозирования неравномерности вращения Земли. – Вычислительные технологии, 2020, том 25, № 3, с. 54–65.
2. Н.Д. Поляхов, И.А. Приходько, Е.А. ВОРОБЬЕВА, А. С. Минор Прогнозирование временного ряда на основе метода "гусеница"-SSA. – международная конференция по мягким вычислениям и измерениям, Том: 1, 2015, с: 404-407.
3. С. Е. Гардер, Е. П. Гомозов, Анализ и прогнозирование курсовой стоимости биткоина методом SSA. – Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Математическое моделирование в технике и технологиях, № 3 (1279) 2018.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЕКЦИЯ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ 3-D ПЕЧАТИ

М.В. Галухин, В.А. Поляков, А.А. Украинцева
Новосибирский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются основные модификации, которые используются на принтерах для 3-D печати, а также результаты, достигаемые этими модификациями. Дается краткое описание устройства 3-D принтеров с картезианской кинематикой и принцип работы его основных элементов. Приведена информация о факторах, влияющих на качество трёхмерной печати.

Ключевые слова: аддитивные технологии, модификации, 3-D печать

Суть аддитивных технологий заключается в послойном наращивании материала для создания изделия [1]. Будучи одним из наиболее перспективных направлений для развития и внедрения его в производство, аддитивные технологии становятся одним из доступных способов изготовления изделий для единичного производства.

В настоящее время наиболее распространёнными 3-D принтерами являются приборы с картезианской (или декартовой) кинематикой [1]. Принцип работы 3-D принтера заключается в том, что рабочий инструмент и площадка, на которой печатается изделие, перемещаются в пространстве в соответствии с декартовой системой координат XYZ. Такая система наиболее проста для понимания и освоения, в отличие от, например, принтеров, использующих полярную систему координат XY.

Конструкция таких принтеров делится в зависимости от производителя, однако в большинстве моделей используются одинаковые или схожие узлы: рама, кинематическая часть, экструдер (печатающий инструмент), система подачи пластика для печати или «филамента», площадка для печати, шаговые двигатели (ШД), обеспечивающие перемещение площадки и экструдера в пространстве [1]. Электроника, используемая в принтере, схожа с электроникой, используемой в ЧПУ оборудовании: материнская плата с

подключёнными к ней, драйверами, ШД и иными электронными компонентами.

Зачастую готовые модели выпускаются с рядом дефектов полученных в процессе изготовления комплектующих и при их сборке, что отражается на качестве печати. Исключаются данные дефекты за счет модификации конструкции узлов 3-D принтера. Также модификации используют для увеличения скорости печати.

В первую очередь рассматривается модификация кинематики [2], которая имеет два типа передач. Первый тип – ременная передача. Для такой передачи частой модификацией является замена натяжителей. Они обеспечивают достаточное натяжение ремней в процессе перемещения элементов 3-D принтера. Вторым типом является винтовая передача, которой свойственно возникновение люфта, при смене направления вращения двигателя. Для исключения возникновения данной проблемы на винтовую передачу устанавливается безлюфтовая гайка.

Устройство экструдера [3] (Рисунок 1) состоит из нескольких элементов: сопло, нагревательный элемент, радиатор, термоизоляция соединяющая радиатор и сопло, вентилятор (кулер) и т.д.

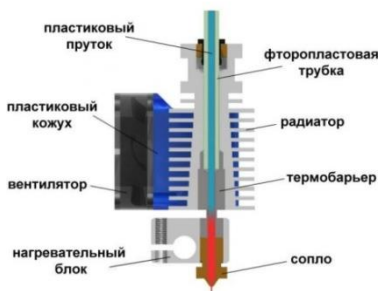


Рисунок 1 – Устройство экструдера

Основной задачей экструдера является обеспечение равномерного расплавления пластика непосредственно в сопле, поэтому модификации экструдера в большинстве своём касаются системы охлаждения: замена кулера, радиатора или термоизолятора на более эффективные. Однако есть и особые модификации, например, применение дополнительного обдува. Поток воздуха направляется на только что выдавленный пластик, что предотвращает деформацию пластика в процессе застывания.

Одним из важных условий качественной печати является повышенная адгезия площадки для печати. Несоблюдение данного

условия может привести к сдвигу первых слоев печати на рабочей платформе, а также искривление геометрии поверхностей, искажение геометрических размеров и т.д. Решением данной проблемы является применение в качестве рабочей площадки специальную нагревательную платформу или в качестве рабочей поверхности выбирать материал с повышенными адгезионными свойствами как высокопрочное, закаленное стекло (алюминий, ситалловое стекло) [1].

Несмотря на то, что систему подачи пластика обозначают как часть экструдера, этот узел выделен в отдельную категорию [3]. В настоящее время существует два типа экструдеров: bowden и direct [1]. Первая система подачи bowden находится отдельно от экструдера, а вторая – direct, непосредственно над радиатором. Подача пластика в рабочую зону сопла осуществляется с помощью шестерней и прижимного ролика. С целью увеличения скорости печати 3-D принтера, direct заменяют на bowden, что облегчает экструдер и, следовательно, снижает активную нагрузку на шаговые двигатели.

Кроме замены самих шаговых двигателей, на них устанавливаются демпферы, гасящие вибрации, возникающие при вращении шаговых двигателей и влияющих на качество печати. Также с помощью демпфера возможно снизить громкость печати, что является не маловажным фактором в работе с 3-D принтерами.

Таким образом, можно сделать вывод, что после приобретения готового принтера требуются существенные доработки. Поэтому, при проектировании 3-D принтера или его модификации необходимо учитывать вышеуказанные факторы, влияющие на точность печати.

Список литературы

1. Горьков Д. Е., 3D печать с нуля / Д. Е. Горьков, В. А. Холмогоров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 256 с.: ил.
2. Дубов А.В., Модернизация 3D принтера / А. В. Дубов, Д. В. Чуйко // Разработка и применение наукоёмких технологий в целях модернизации современного общества: сб. науч. тр. : Уфа. – Уфа: Изд-во «ОМЕГА САЙНС», 2020. – 28-30 с.
3. Дробышевский Б. Д. Модернизация печатающего узла 3D принтера с параллельной кинематикой. [Электронный ресурс] // Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы конференции, 4 – 7 апреля, 2017, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. – М.: ООО «КванторФорм», 2017. – № гос. регистрации 0321701287.– URL: studvesna.ru?go=articles&id=1886 (дата обращения: 29.04.2021).– Загл. с экрана.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ

Д.А. Дорофеева, Г.А. Непомнящев, М.М. Титов

Исследование посвящено изучению способа электрофизической активации цементной суспензии электрическими разрядами в жидкой среде, которое осуществляется путем формирования электрогидравлического удара (эффекта Юткина). Целью исследования является достижение увеличения прочности цементного камня, сокращения сроков набора прочности, а также улучшения технологических качеств материала.

Ключевые слова: Электрофизическая активация, цементная суспензия, прочность, электрогидравлический эффект, электрические разряды

На сегодняшний день, важнейшей задачей развития технологий строительных производств и строительных материалов является повышение эффективности использования компонентов, входящих в состав бетона, что позволяет достигнуть увеличения прочности бетона, ускорения набора прочности, а также улучшения технологических качеств и характеристик материала.

Одним из путей решения этих задач является активация цементной суспензии при помощи внешних воздействий.

Изучение состояния вопроса привело к выводу, что наиболее эффективным и малоизученным на сегодняшний день является способ электрофизической активации цементной суспензии посредством электрогидравлического удара.

Сущность электрогидравлического эффекта (эффекта Юткина) заключается в осуществлении внутри объема жидкости, находящейся в открытой или закрытой камере, специально сформированного импульсного электрического разряда вокруг зоны его образования происходит выделение большого количества тепловой энергии и некоторый объем этой жидкости вскипает [1]

Разряд сопровождается световым и электромагнитным излучением, формированием ударных, ультразвуковых и звуковых волн, импульсного давления, мощного гидротока с кавитацией, что приводит к комплексному воздействию на среду. [1]

Для исследования была разработана установка активации цементной суспензии посредством электрогидравлического удара. Принципиальная схема установки показана на рисунке 1.

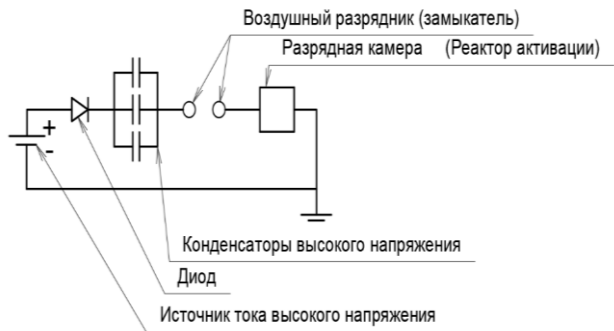


Рисунок 1 - Принципиальная схема установки для активации цементной суспензии

Был проведен ряд экспериментов с различной последовательностью обработки цементной суспензии электрическими разрядами и протеканием тока, а также с разным временем проведения обработки от времени затворения цемента водой. Результаты экспериментов представлены на рисунке 2,3.



Рисунок 2 – Гистограмма повышения прочности в зависимости от времени обработки, прошедшего после затворения цемента водой

Из полученных результатов стало видно, что наиболее эффективна обработка цементной суспензии электрическим разрядом с последующим протеканием тока. Так же было установлено, что наиболее подходящим временем от начала затворения до обработки является 30 – 45 минут. При соблюдении такого промежутка времени можно достигнуть увеличения прочности цементного камня на 42% от прочности образца, не подвергающегося обработке.

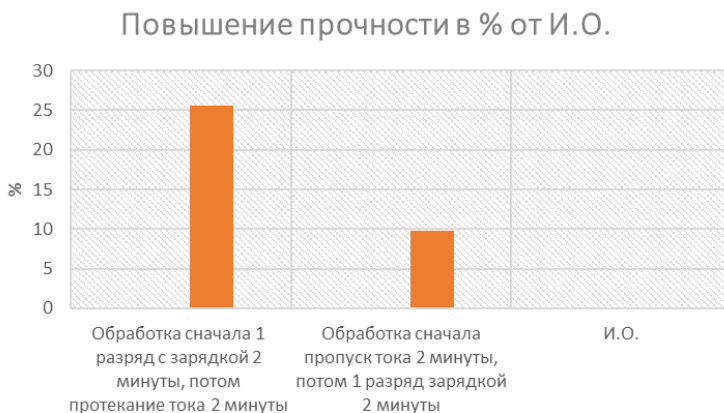


Рисунок 3 – Гистограмма повышения прочности в зависимости от последовательности обработки

Список литературы

1. Юткин, Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности [Текст] / Юткин Л.А.- Ленинград: «машиностроение» ленинградское отделение, 1986. - 253 с.
2. Юткин, Л.А. Электрогидравлический эффект [Текст] / Юткин Л.А. – Ленинград: МАШГИЗ, 1955. - 55с.
3. Сафронов, В.Н. Электрофизические технологии в производстве строительных материалов [Текст] / Сафронов В.Н. - Томск: Изд-во ТГАСУ, 2014. - 420 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ШУНГИТА В СМАЗОЧНЫХ СОСТАВАХ ДЛЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

И.А. Захарьящев

Новосибирский государственный технический университет

В данной работе рассмотрено формирование смазочного состава на основе природного минерала шунгит в качестве компонента смазочных композиций, с целью снижения эффекта износа для узлов трения

Ключевые слова: триботехнология, минеральные камни, углерод, смазочная композиция

Одним из актуальных вопросов машиностроения является снижение износа трущихся поверхностей деталей, так как основа отказов большинства агрегатов машин является рост зазоров и накоплений на рабочих поверхностях царапин, сколов и микрозадиrow. Для увеличения срока службы эффективной работы агрегатов, активно развивается сфера разработки и применения триботехнических составов, например на основе минеральной породы шунгит [1].

Присутствие в шунгите фуллерено-подобных частиц позволяет его использовать в различных сферах жизнедеятельности, таких как: металлургия, космических и военных технологиях, медицине и машиностроении. Например, в машиностроении шунгитовые породы возможно использовать в качестве компонентов для производства минеральных добавок и смазок, а в строительстве использовать в составе кирпича или композита в штукатурных смесях [2]. Говоря о формировании смазочных составов с применением шунгита, стоит отметить, что это возможно за счет присутствия в шунгитовых породах фуллерена C_{60} [3].

Фуллерены — это специфическое молекулярное состояние углерода. Данные молекулы представляют собой полые сферические образования, поверхность которых напоминает додекаэдр, в свою очередь, которые состоят из атомов углерода. Фуллерены, в связи со своими особенными свойствами, притягивают к себе молекулы смазки, что позволяет получать идеальную смазочную пленку и «подпитать» смазку чистым углеродом, формирующимися из молекул фуллеренов. Это позволяет существенно продлевать срок её эффективной работы [4].

Для разработки триботехнического состава были применены следующие материалы и оборудование:

- 1- шунгит;
- 2 - моторное масло 15W-40;

- 3 - весы с гирями;
- 4 – емкость объемом 250 мл;
- 5 - воронка;
- 6 - электрическая плита;
- 7 – фильтрующий материал;
- 8 – сито размерностью 0,040 мм.

Предварительно измельченную шунгитовую породу пропускали через сито с размерностью 0,040 мм, с целью отделения крупных частиц, полученные фракции смешивали с предварительно подогретым моторным маслом с вязкостью 15W-40. В качестве формируемого триботехнического состава было выбрано данное масло, так как оно является одним из широко используемых при эксплуатации ДВС, а также имеет светлый золотистый цвет, что необходимо для исследования соединения фуллереновых частиц C_{60} в его среде. Нагрев моторного масла выполнен на электрической печи и был необходим для снижения вязкости, что обеспечивает положительный эффект смешивания с исследуемым материалом, который представлен в виде порошка.

Для оценки эффективности применения триботехнического состава были созданы две смазочные композиции: с процентным соотношением шунгита и моторного масла (по массе): 5% и 15%. Для установления количества шунгитового порошка и определения массы моторного масла были использованы весы с гирями.

Состав тщательно размешивался и выдерживался в течении 72 часов, в процессе выдержки появлялся характерный плотный осадок. Далее полученный состав процеживался при помощи фильтрующего материала, представленным в виде 8 слоев марли, и рассматривался под микроскопом. Полученная смазка имела характер черный цвет, что свидетельствует о наличии в его составе фуллерена C_{60} .

Для оценки присутствия фуллерена C_{60} в составе смазки, был использован микроскоп (Рисунок.1). В 15% составе наблюдается более плотное насыщение частицами (Рисунок 1.В).

Наличие в триботехническом составе фуллерена C_{60} , позволяет использование смазочной композиции перспективной и требует дальнейшего изучения в рамках лабораторных исследований. Ниже представлена схема проведения исследования (Рисунок 2).

Так в дальнейшем, планируется изучение свойств полученного смазочного состава на образцах деталей Сталь 45 с термической обработкой, после шлифования и обработкой ультразвуком.

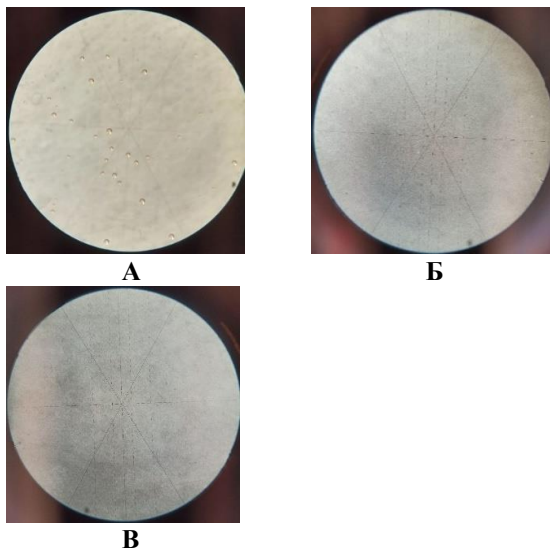


Рисунок 1 – Формируемые триботехнические составы
 а – чистое моторное масло, б – 5% состав, в - 15% состав

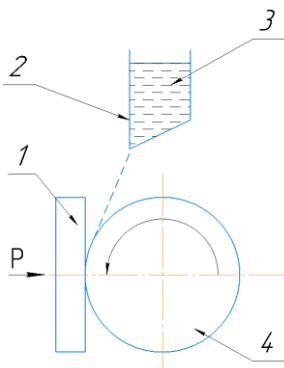


Рисунок 2 – Схема проведения исследования триботехнического состава
 1 – контроле, 2 – подвод, 3 – смазочная композиция, 4 – образец

Важно установить, влияет ли тип поверхности на формирование смазочной пленки, изучить возможность самовосстанавливаться поверхностям деталей трения при использовании исследуемого триботехнического состава, и остаются открытыми вопросы о эксплуатационной стойкости смазочного материала.

Список литературы

1. Захарьящев И.А., Гилета В.П. Применение новых составов смазочных материалов для увеличения ресурса двигателей // Сб. научн. трудов «Наука. Технологии. Инновации»: 3-7 декабря 2018 г. Новосибирск. С. 374-377.
2. Рожкова Н.Н., Андриевский Г.В. Фуллерены в шунгитовом углеороде // Сб. научн. трудов междунар. симпозиума «Фуллерены и фуллереноподобные структуры»: 5-8 июня 2000 г., Минск: БГУ, 2000. С.63-69
3. Игнатов, И. Состав и структурные свойства природного фуллеренсодержащего минерала шунгита. Математическая модель взаимодействия шунгита с молекулами воды // Интернет-журнал "Науковедение". - 2014. - №2 (21). – URL: <https://znanium.com/catalog/product/504773> (дата обращения: 12.04.2021)
4. Бисекен А.Б., Илямов Х.М. К вопросу определения дисперсности природного фуллерена C_{60} // «Известия, нэтижелер. Исследования, результаты», г. Алматы 2014. URL: <https://articlekz.com/article/12530> (дата обращения: 12.04.2021)

СИСТЕМА ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОЛИТА В АБРАЗИВНО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

М.В. Иванова, Т.И. Коваленко, Д.А. Зязев
Новосибирский государственный технический университет
kowal011299@gmail.com

Рассматривается общий вид системы подачи электролита в абразивно-электрохимической обработке, а также производится выбор насосного агрегата как основного элемента в данной системе. Назначаются и определяются требуемые параметры и характеристики насосного агрегата, необходимые для полноценного функционирования выбранного метода обработки.

Ключевые слова: абразивно-электрохимическая обработка, подача суспензии, насос, насосный агрегат

В машиностроительной отрасли существуют методы обработки труднообрабатываемых материалов, основанные на физико-химических процессах. Необходимо отметить, что наибольшее распространение получила обработка, основанная на процессе

электролиза. Скорость электрохимического растворения материала определяется не только выбором химического состава электролита для обработки определенного токопроводящего материала, но и режимными параметрами обработки [1-2]. Одним из главных условий такого процесса служит регулируемая подача жидкости в зону обработки [3]. Для повышения производительности процесса применяются разные методы интенсификации процесса за счет удаления пассивационных ограничений, образовавшихся в процессе электрохимических реакций, на поверхности заготовки. Примером механического метода активации может служить комбинированная абразивно-электрохимическая обработка, которая включает в себя процесс анодного растворения материала и активацию поверхности анода за счет механического скалывания свободным абразивом поверхностных оксидных пленок. Смесь электролита и абразива принято называть суспензией. Если обобщить, то любой узел подачи суспензии в рабочий зазор между заготовкой и инструментом состоит из нескольких важных элементов, как указано на рисунке 1.

Основные характеристики суспензии, необходимые для функционирования системы:

- вязкость и электропроводность, характеризующаяся размером и концентрацией абразивных частиц, а также концентрацией раствора;
- безопасность при использовании (нетоксичность),
- химическая совместимость суспензии и электродов (анода и катода), т.е. образование продуктов анодного растворения происходит в виде выпадающих в осадок гидроокисей типа $Me(OH)_n$, что приводит к отсутствию образования новых химических водорастворимых соединений, влияющих на скорость протекания реакций электролиза.

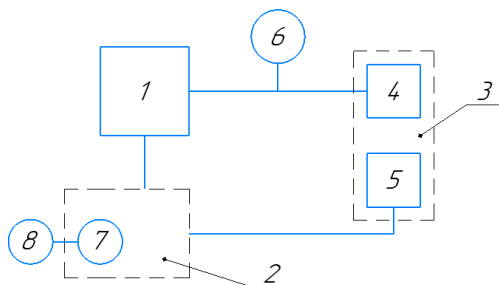


Рисунок 1 – Схема подачи суспензии в зону обработки:

1 – насосный агрегат; 2 – резервуар с суспензией; 3 – ячейка;

4 – катод-инструмент; 5 – анод-заготовка; 6 – манометр;

7 – мешалка; 8 – электромотор для мешалки

Для подачи жидкости в зону обработки (ячейка 3) в системе используется насосный агрегат 1, состоящий из насоса и электромотора, выходное давление которого контролируется с помощью манометра 6. Мешалка 7, находящаяся, в резервуаре 2 способствует тому, чтоб абразив в растворе находился во взвешенном состоянии в течение всего процесса анодного растворения.

При выборе одного из важных элементов насосного агрегата, а точнее насоса для системы подачи суспензии в зону обработки следует учитывать негативное влияние абразивных частиц на внутренние элементы насоса. Таким образом, насос должен соответствовать следующим требованиям:

- поддерживать выходное давление до 2 МПа;
- быть износоустойчивым к работе с абразивными частицами;
- иметь устойчивость к коррозии;
- иметь достаточно компактные размеры.

Также необходимо учитывать при подборе гидравлического агрегата и второй его элемент – электромотор. От его выбора зависит максимальное выходное давление, а также возможность регулировки давления от 0,1...2 МПа.

Проведя анализ существующих типов агрегатов, было выявлено, что наиболее соответствующим требованиям, для рассматриваемого метода обработки является шестеренный насос с внутренним зацеплением.

Список литературы

1. G. Mayank, Ch. Fuchen, K. Masanori, Analysis of Reactions determining current efficiency in electrochemical machining, *Procedia CIRP*, Vol. 68. pp. 511-516 (2018)
2. Выбор электролита для электрохимической обработки быстрорежущей стали P12F3K10M3 = The choice of electrolyte for electrochemical processing of quick cutting steels R12F3K10M3 / В. В. Янпольский, М. В. Иванова, Р. М. Кадырбаев, А. В. Журавлева // *Инновации в машиностроении (ИнМаш–2017) = Innovations in mechanical engineering (ISPCIME–2017)* : сб. тр. 8 междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 28–30 сент. 2017 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. – С. 95-99.
3. T. Keerthivasan, P. Kaushik, P. Mirunalini, J. Surendhiran, Design and analysis of erosion in electrochemical machining tool, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 37. pp. 182-186 (2021)

ВЫСОКОПРОЧНЫЙ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН

М.М. Семенова, Л.В. Ильина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
nsklika@mail.ru

В докладе рассматривается влияние микродисперсной минеральной добавки микрокремнезем (МК) на свойства и прочность мелкозернистой бетонной смеси и бетона. Применение 10 % МК с водой затворения позволяет повысить прочность при сжатии до 70 %. Введение 5 % МК в сухом состоянии увеличивает прочность при сжатии до 60 %. Скорость набора прочности повышается.

Ключевые слова: бетон, прочность, повышение прочности, прочностные характеристики, микрокремнезем, увеличение скорости набора прочности, мелкозернистый бетон.

Целью работы является повышение прочностных характеристик, в т.ч. на ранних сроках твердения, мелкозернистого бетона путем введения микродисперсной добавки.

Задачами является анализ влияния способа введения микродисперсной добавки на прочностные характеристики мелкозернистого бетона и подбор оптимального количества добавки для повышения прочности.

Введение. Строительная 3D-печать позволяет возводить здания и сооружения послойным добавлением материала. Следует обеспечить быстрое схватывание и твердение смеси. Применение мелкозернистого бетона повышенной прочности в начальные сроки твердения будет целесообразным. Предлагается применение минеральной добавки МК [1], который позволит: повысить стойкость к истиранию, марочную прочность и прочность в ранние сроки твердения, антикоррозионную стойкость, морозостойкость и долговечность, снизить расход цемента, проницаемость бетона для воды и газов [4].

1. Характеристика сырья. В исследованиях использовались портландцемент класса ЦЕМ I 42,5 Б ООО «Топкинский цемент»; кварцевый песок ОА «Левобережный песчаный карьер», микрокремнезем марки МК-85 («ОАО Кузнецкие ферросплавы»). Водоцементное отношение подбиралось для каждого состава (0,37 – 0,65).

Добавка вводилась двумя способами: МК вводился в воду затворения, равномерно распределялся путем механического

перемешивания. Полученный раствор добавки вводился в цементно-песчаную смесь; МК предварительно перемешивался с цементом, после чего вводился в цементно-песчаную смесь. Цементно-песчаный раствор механически перемешивался в течении 60-90 с. Из полученной смеси формировались образцы размером 40×40×160 мм, твердеющие в нормальных условиях в течении 1,3,7 и 28 суток.

2. Влияние микрокремнезема на свойства и прочностные характеристики мелкозернистого бетона. Экспериментальные данные показали, что с увеличением количества МК требовалось увеличивать количество воды, для поддержания требуемой удобоукладываемости.

Существенного влияния МК на прочностные характеристики мелкозернистого бетона при изгибе не выявлено. Наибольшего упрочнения при сжатии (до 70 %) на ранних сроках удалось достичь при введении 10 % МК в воду затворения. Введение 5 % МК в сухом состоянии позволяет увеличить прочность при сжатии до 60 %. В марочном возрасте прочность при добавлении МК в воду затворения увеличиваются незначительно (до 6 %). Увеличение прочности в начальные сроки твердения связано с пуццоланической активностью МК, в результате которой уплотняется и упрочняется цементный камень [1-3].

Заключение. Анализ результатов эксперимента показал, что введение МК с водой затворения является наиболее эффективным, прочность при этом увеличивается до 70 %. За счет пуццоланической способности МК возможно получение быстротвердеющих высокопрочных бетонов.

Список литературы

1. Ильина Л.В. Влияние дисперсных минеральных добавок на прочность мелкозернистого бетона / Л.В. Ильина, С.А. Хакимуллина, Д.А. Кадоркин // Фундаментальные исследования. -2017. - №4 (часть 1) – С. 34-38.
2. Потапов В. В., Горев Д. С. Сравнительные результаты повышения прочности бетона вводом нанокремнезема и микрокремнезема / В.В. Потапов, Д.С. Горев // Современные наукоемкие технологии. – 2018. - №9 – С.98-102.
3. Холин С. Применение микрокремнезема на бетонных производствах. [Электронный ресурс] / С. Холин / - Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/kremzem/index.html>
4. Н.И. Ватин, Л.И. Чумадова, И.С. Гончаров, В.В. Зыкова, А.Н. Карпеня, А.А. Ким, Е.А. Финашенков 3D-печать в строительстве //

Строительство уникальных зданий и сооружений, №1(52). - СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. - С. 28-37.

АЛЮМИНОТЕРМИТНАЯ СВАРКА РЕЛЬС ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Е.Н. Тимофеев, В.В.Банул

Сибирский государственный университет путей сообщения
egor.timofeev.2014@mail.ru

Комплекс сооружений на железных дорогах представляет собой сложную и разветвленную сеть элементов, одним из которых является верхнее строение пути, но среди его составляющих отметим рельс, ведь именно он отвечает за первоначальное восприятие нагрузки и передачи на низлежащие слои всего устройства железной дороги. Так, рельсы сегодня образуют единую нить, являющуюся бесстыковым путём, но каковой бы длины они не были, при устройстве в путь они свариваются.

Ключевые слова: железнодорожный путь, сварка рельс, нормализация металла.

В совокупности устройство искусственных сооружений объектов железнодорожного строительства является разветвлённой системой, представленной на Рисунке 1. Сегодня холдинг ОАО «РЖД» ведёт программу, направленную на оптимизацию, за счёт применения новых технологий и увеличения осевых нагрузок [1].

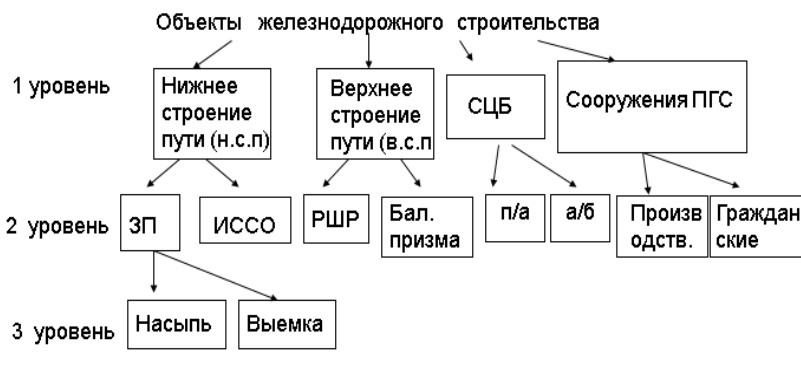


Рисунок 1 – Комплекс сооружений железнодорожного устройства

Сварка рельсов в плети является одним из самых значимых комплексов действий, проводимых при строительстве или ремонте железнодорожного пути, сварка производится с использованием современных сварочных аппаратов и качество получаемого стыка такое же, как и на протяжении всей длины рельса.

Перед началом работы со сваркой, проводятся подготовительные работы. Рельсы в местах стыка зачищаются от грязи и коррозии, а элементы соединения удаляются. После производится установка необходимого уровня установки по горизонтальному и вертикальному профилю. Выполняется нормативная установка зазоров между рельсами.

По окончании всех работ по проведению сварки рельсов при помощи шлифовальных инструментов выполняют шлифовку нового соединения до прямолинейного уровня [2]. Проверка качества определяется путевым штангенциркулем. Качество шва проверяется по статичности изгиба, все осуществляется при помощи измерительных инструментов [3].

Сейчас для соединения стыков при помощи сварки на железных дорогах Российской Федерации выделяют два основных вида сварок, а именно электроконтактный при помощи специальной машины и алюминотермитная сварка, которая всё чаще переходит в аутсорсинг[4].

Алюминотермитная сварка отличается высокой автономностью, но требует определенных климатических и эксплуатационных условий: температура воздуха не ниже 5°C.

Данный вид сварки заключается в следующем: термит особого состава размещают в подготовленный тигель, который находится над областью стыка двух свариваемых рельс, затем помещенная смесь плавится. Основной задачей расплавленного термита состоит в том, что он прочно и надежно соединит два участка рельс в один.

Данная операция требует определенной температурной области, при нарушении которой вызывается дефект в области свариваемого шва из-за неоднородности[3]. Проводя сварку рельсов во временно сооруженном укрытии с положительной температурой воздуха, например, в палатке и немного усложнив технологию – используя средства предварительного нагрева схема приведена на Рисунке 2, можно получить достаточно высокое качество сварного стыка, которое будет удовлетворять требованиям эксплуатации[6].

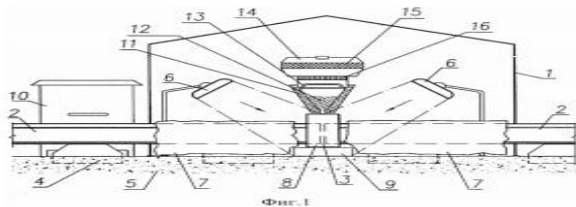


Рисунок 2 – Схема проведения алюминотермитного сваривания

В дальнейшем планируется определить зону остывания на которую стоит проводить нормализацию и произвести сравнение категорий рельс по их выходу из-за дефектов в области сварного стыка.

Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга ОАО «РЖД»). С.128. [Электронный ресурс]. URL: http://cipi.samgtu.ru/sites/cipi.samgtu.ru/files/belaya_kniga.pdf (дата обращения: 29.02.2021).
2. Косенко, С. А. Повышение эксплуатационной надежности рельсов / С. А. Косенко // КазККА Хабаровшысы. – 2012. – №5.– с. 4-8
3. ГОСТ Р 57181-2016 Сварка рельсов термитная. Технологический процесс (Переиздание) – с.31
4. Николин, А. И. Техничко-экономические показатели оптимизации логистической схемы организации рельсварочного производства при передаче его на аутсорсинг / А. И. Николин // Инновационная наука. – 2016. – с. 93-97
5. Тихомирова, Л. Б. Исследование структуры и механических свойств алюминотермитных сварных соединений рельсов / Л. Б. Тихомирова // Вестник ЮУрГУ. Серия"Металлургия". – 2016. – с. 90-95
6. Николин, А. И. Техничко-экономические показатели оптимизации логистической схемы организации рельсварочного производства при передаче его на аутсорсинг / А. И. Николин // Инновационная наука. – 2016. – с. 93-97

ПОЛУЧЕНИЕ АЛМАЗНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ CVD

И.Ю. Чуйкин

Новосибирский государственный технический университет
ily80564773@yandex.ru

Цель исследования – получить алмазные покрытия путём химического парофазного осаждения, а так же показать возможность управления структурой покрытия путём изменения параметров осаждения. В докладе представлена схема установки для нанесения алмазных покрытий и результаты исследования полученных структур методами рамановской спектроскопии КРС и сканирующим микроскопом СЭМ. Научная новизна исследования заключается в раскрытии потенциала данного способа осаждения алмазов в получении NV центров. В результате была реализована экспериментальная установка, исследованы полученные образцы и были выявлены характеристики, влияющие на результат осаждения.

Ключевые слова: алмаз, пленки, CVD синтез

В результате возрастающей потребности в применении материалов, которые обладают специфическим набором свойств, но не могут быть применены широко из-за особенностей их получения. Например, алмаз обладает рекордно высокой твердостью и теплопроводностью, низкой электропроводностью, оптической прозрачностью в широком диапазоне длин волн, химической инертностью, радиационной и термической стойкостью, что обуславливают привлекательность этого материала для использования в различных приложениях. Однако, несмотря на столь очевидные достоинства, широкое применение алмаза сдерживается отсутствием надежного и экономичного источника материала требуемого качества.

На данный момент самым перспективным методом получения алмазов является синтез CVD-алмазов. Аббревиатура расшифровывается, как «осаждение из пара». Второе название процедуры — пленочный синтез. По технологии нужна подложка, на которую помещается алмазная затравка и все это располагается в специальных камерах. В таких камерах создаются вакуумные условия, после чего пространство заполняется газами водорода и метана. Газы разогреваются с помощью СВЧ-лучей до температуры 3000 градусов Цельсия, и углерод, который был в метане, оседает на охлаждаемую основу. Синтетический алмаз, созданный по этой технологии, практически не имеет металлических примесей и мало чем отличается

от натурального. Свойства поликристаллического алмаза во многом определяются микроструктурой кристаллитов. В традиционных пленках CVD алмаза достаточно совершенные кристаллы растут в виде колонн, ориентированных перпендикулярно поверхности, причем с увеличением толщины пленки диаметр колонн увеличивается. Как правило, типичный средний поперечный размер кристаллов составляет величину порядка 10 – 20% от толщины пленки, так что, например, для пленок толщиной 50 мкм характерный размер зерен может составлять 5 – 10 мкм. Такие столбчатые структуры принято называть микрокристаллическим алмазом. Процесс наращивания, так называемых, наноструктурных алмазных пленок сопровождается интенсивной вторичной нуклеацией, что не позволяет разрастаться кристаллитам алмаза, сохраняя их нанометровые размеры даже при значительных (единицы и десятки мкм) толщинах пленок. Добавление и увеличение содержания аргона в газовой смеси позволяет подавить столбчатый рост кристаллитов алмаза и добиться измельчения размера

з

е

р

е

н

д

о

н

а

н

о

у

р

о

в

н

я

в

о По результатам исследования была реализована экспериментальная установка, получены опытные образцы алмазных покрытий, исследована их структура с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) и метода рамановской спектроскопии

е

х

н

а

п

(комбинационное рассеяние света (КРС)), а так же показан возможность управления структурой покрытий путем изменения параметров осаждения.

Список литературы

1. F. Silva, A. Gicquel, A. Chiron and J. Achard Low roughness diamond films produced at temperatures less than 600°C. *Diamond Relat. Mater.*, 2000, 9, 1965–1970.
2. Y. Sakamoto and M. Takaya: Preparation of diamond-coated tools and their cutting performance. *J. Mater. Process. Technol.*, 2002, 127, 151–154.
3. K. Mallika and R. Komanduri Diamond coatings on cemented tungsten carbide tools by low-pressure microwave CVD. *Wear*, 1999, 224, 245–266.
4. F. H. Sun, Z. M. Zhang, M. Chen and H. S. Shen Improvement of adhesive strength and surface roughness of diamond films on co-cemented tungsten carbide tools. *Diamond Relat. Mater.*, 2003, 12, pp.711–718.

СЕКЦИЯ

ПРОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В МАШИНОСТРОЕНИИ, САМОЛЕТОСТРОЕНИИ И АППАРАТОСТРОЕНИИ

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СЕТКИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ПУЗЫРЬКОВЫХ СИСТЕМ

А.Е. Артемьев

Новосибирский государственный технический университет
a.e.artemyev@yandex.ru

Метод, называемый пузырьковым разбиением, основан на наблюдении, что узор плотно упакованных сфер имитирует диаграмму Вороного, из которой можно создать набор хорошо сформированных треугольников Делоне, соединяя центры пузырьков. Учитывая геометрию предметной области и функцию расстояния между узлами, сферы упаковываются на геометрические объекты. Как только домен заполняется сферами, узлы сетки помещаются в центры этих сфер и затем соединяются ограниченной триангуляцией Делоне.

Ключевые слова: метод конечных элементов, сетка элементов, триангуляция

Физическая модель для создания сетки, представленная в этом тезисе как «система пузырьков», изначально была основана на наблюдении за реальными мыльными пузырями, плавающими в жидкости. Эти пузыри плотно упакованы и образуют практически правильный шестиугольный узор. Соединяя центральные точки пузырьков, получается сетка, состоящая из равносторонних треугольников.

Таким образом, основную идею метода построения сетки, можно разделить на два этапа: упаковать сферы близко в область (рис.1.) и соединить центральные точки с помощью триангуляции Делоне (рис.2), которая выбирает «наилучшее» топологическое соединение для набора узлов, избегая создания треугольников с небольшими включенными углами, когда это возможно. Настоящая проблема — это первый шаг, а именно получение оптимальной упаковки сфер, которая удовлетворяет заданному расстоянию между узлами.

Первый шаг решается в 2 этапа. Первый этап — это начальное размещение пузырьков. В предлагаемом методе для начального размещения пузырьков используется иерархическое подразделение:

1. размещение пузырьков на вершинах;
2. размещение пузырьков на кривых;
3. размещение пузырьков на поверхностях;
4. размещение пузырьков на объёмах.

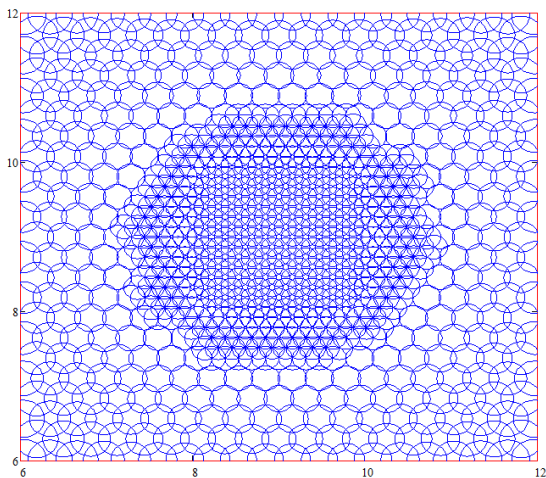


Рисунок 1 – Упаковка пузырьков

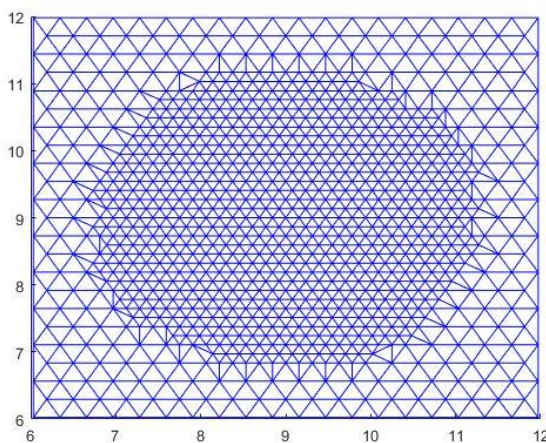


Рисунок 2 – Триангуляция Делоне

При упаковке пузырьков некоторые зазоры и перекрытия неизбежны, поэтому наша цель состоит в том, чтобы максимально

свести эти зазоры и перекрытия к минимуму, впрыснув соответствующее количество пузырьков и разместив их в подходящих местах. Это реализуется следующим образом:

1. принятия первоначального предположения, используя иерархическое пространственное подразделение;
2. определения основанных на близости отталкивающих/притягивающих межпузырьковых силах (подобных силам Ван-дер-Ваальса);
3. выполнение динамического моделирования для конфигурации балансировки силы при адаптивном управлении популяцией пузырьков.

Список литературы

1. Shimada, K., Physically-Based Mesh Generation: Automated Triangulation of Surfaces and Volumes via Bubble Packing, Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 1993.
2. Kenji Shimada, David C. Gossard. Bubble mesh: Automated triangular meshing of non-manifold geometry by sphere packing. In: Proceedings of Solid Modeling'95, Salt Lake City, 1995. 409~419

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЕРМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОЙ ПЛАТФОРМЫ PASCО

Е.А. Белова

Новосибирский государственный технический университет
katyaqqq98@gmail.com

Лабораторная платформа PASCО представляет собой набор деталей, позволяющих собирать макеты разнообразных ферменных конструкций и универсальные средства измерения, усилий и перемещений. Измерительная часть управляется компьютерной программой и позволяет вести измерения как в реальном времени, так и записывать результаты экспериментов с возможностью последующей обработки. Описывается опыт применения наборов PASCО для проведения лабораторных работ по сопротивлению материалов.

Ключевые слова: ферма, статически определимая ферма, Мост Хова.

Фермой называется стержневая система, остающаяся геометрически неизменяемой, если в ней все жесткие узлы заменить шарнирными.

Фермы широко используются в современном строительстве, в основном для перекрытия больших пролётов с целью уменьшения расхода применяемых материалов и облегчения конструкций, например — в строительных больше пролётных конструкциях, типа мостов, стропильных систем промышленных зданий, спортивных сооружений, а также при возведении небольших лёгких строительных и декоративных конструкций: павильонов, сценических конструкций, тентов и подиумов.

Для исследования поведения ферменной конструкции, будем использовать лабораторную платформу Pasco. Возьмем простую статически определимую ферму, на стержнях которой закрепим тензодатчики усилий и подключим их к ПО, для сбора данных.

Статически определимой является ферма, когда для определения усилий в ее стержнях достаточно уравнений статического равновесия (Рисунок 1).

Тензодатчик позволяет измерять усилия сжатия и растяжения в балках и фермовых конструкциях. Для работы он нуждается в усилителе сигнала, который имеется в лабораторном наборе.



Рисунок 1 - Статически определимая ферма

Расчетная схема и ферма с отброшенными связями (на рисунке 2). Составим уравнение равновесия в соответствии с выбранными положительными направлениями осей x и y . Проецируем все силы на оси, получим:

$$\sum X = 0; N_1 = 0; \rightarrow N_1 = 0$$

$$\sum Y = 0; N_2 = P^*; \text{ где } P^* = \frac{P}{0.707} \rightarrow N_2 = \frac{P}{0.707}$$

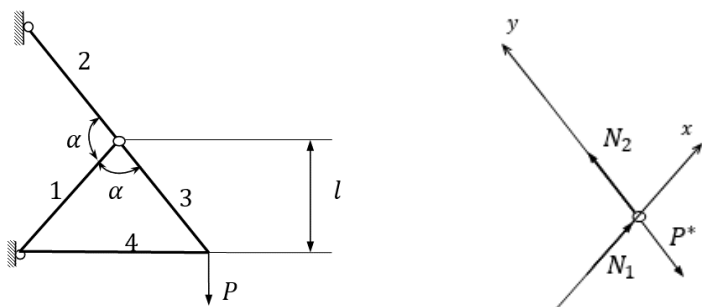


Рисунок 2 - Расчетная схема статически определимой фермы; ферма с отброшенными связями

С помощью платформы PASCO, проведем эксперимент, последовательно нагружая силой статически определимую ферму, полученные данные сведем в таблицу 1.

Таблица 1 - Сравнение результатов для статически определимой фермы

	1 Датчик	2 Датчик		1 стержень	2 стержень
Нагружение					
0.5кг	7.02	-0.15		7.072	0
1кг	13.87	-0.14		14.144	0
2кг	27.85	-0.49		28.289	0
2.5кг	34.76	-0.81		35.361	0
3кг	41.62	-1.19		42.433	0
Погрешность			1.728%		
Разружение					
2.5кг	34.89	-0.82		35.361	0
2кг	27.8	-0.55		28.289	0
1кг	14.06	-0.25		14.144	0
0.5кг	7.09	-0.09		7.072	0
0кг	0.02	-0.05		0	0
Погрешность			1.453%		

Рассмотрим отдельно стоящий мост Хова (рисунок 3-5).

Усилия в стержнях равны:

$$N_1 = N_5 = N_8 = \frac{R_A}{0.707};$$

$$\begin{aligned}
 N_2 = N_4 = R_A; \\
 N_3 = N_7 = -R_A; \\
 N_6 = 2R_A; \quad N_9 = 3R_A.
 \end{aligned}$$



Рисунок 3 - Отдельно стоящий мост Хова, построенный с помощью набора сборки ферменных конструкций PASCO

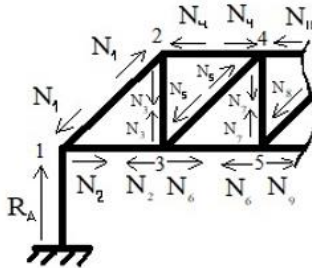


Рисунок 4 - Ферма с отброшенными связями

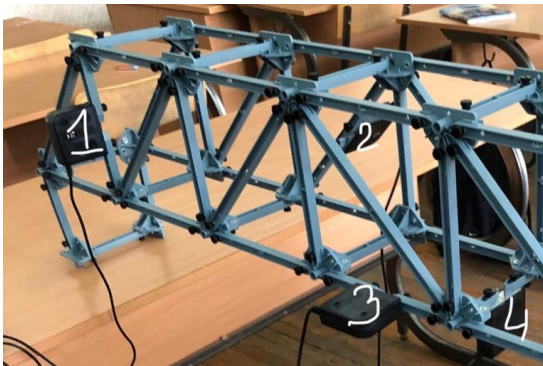


Рисунок 5 - Расположение тензодатчиков на мосту Хова

Сведем результаты в таблицу 2, полученные с помощью эксперимента и подсчитанные теоретически.

Таблица 2 - Сравнение результатов полученные экспериментально и теоретически

	1 Датч ик	2 Датч ик	3 Датч ик	4 Датчик	3 Балка	8 Балка	9 Балка	9. балка в напр. оси Z
Нагружение								
0.5кг	1.16	-1.42	3.32	0.06	1.25	-1.768	5.304	0
1кг	2.07	-2.7	7.72	0.03	2.5	-3.536	10.61	0
2кг	5.29	-5.29	14.05	0.08	5	-7.072	21.22	0
2.5кг	6.58	-6.6	17.45	0.08	4.5	-8.84	26.52	0
3кг	7.95	-7.35	20.66	0.13	7.5	-10.61	31.83	0
Погр ешно сть	2.44 %	26.6 %	33.81 %	0%				
Разгружение								
2.5кг	6.68	-6.67	18.01	0.09	4.5	8.84	26.52	0
2кг	5.4	-5.3	14.53	0.03	5	7.072	21.22	0
1кг	2.78	-2.72	7.26	-0.03	2.5	3.536	10.61	0
0.5кг	1.46	-1.46	3.45	-0.001	1.25	1.768	5.304	0
0кг	0.07	-0.23	0.02	-0.06	0	0	0	0

Для полученных результатов было проведено сравнение аналитического и экспериментальных данных. По ним можно сделать вывод, что погрешность возрастает при большем нагружении ферменной конструкции, это говорит нам о том, что: 1. Влияют внешние факторы; 2. Нужно пробовать закреплять опору жестче; 3. Работать с узлами закрепления.

Список литературы

1. Руководство по эксплуатации 012-12719В
2. Строительная механика летательных аппаратов: Учебник для авиационных специальностей вузов/И. Ф. Образцов, Л. А. Булычев, В. В. Васильев и др.; Под ред. И. Ф. Образцова. — М.: Машиностроение, 1986. — 536 с.

ВЛИЯНИЕ РЕБЕРНОЙ СТРУКТУРЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ СЖАТИИ

Л.М. Ковальчук, Т.В. Бурнышева
Новосибирский государственный технический университет
lol.petrushka@mail.ru, tburn@mail.ru

Рассматриваются сетчатые конструкции регулярной структуры без обшивки с заданной массой. Дискретная модель оболочки реализована в программном комплексе Ansys Mechanical APDL. Проведен вычислительный эксперимент, в котором факторами выступали: число спиральных ребер, толщина реберной структуры и рассматривалось осевое сжатие оболочки типа «полет» и «не полет». Масса конструкции оставалась постоянной. Построены распределения максимальных напряжений в ребрах, собственные формы конструкций, найдены критические нагрузки

Ключевые слова: сетчатая оболочка, ANSYS Mechanical APDL, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов, устойчивость, собственные формы, вычислительный эксперимент

Рассматривается сетчатая оболочка из композиционного материала (углепластик) регулярной структуры при осевой сжимающей нагрузке (режим «полет» и «не полет»). Данные конструкции широко применяются в как силовые элементы агрегатов летательных аппаратов [1]. Структура оболочки включает верхний и нижний шпангоуты, кольцевые и спиральные ребра. Необходимо оценить влияние плотности реберной структуры на прочность сетчатой оболочки и ее устойчивость. Масса конструкции остается неизменной во всех вариантах расчета.

Построение дискретной модели и расчет производится в программном комплексе Ansys Mechanical APDL путем формирования макроса. Задавалась параметрическая модель с входными параметрами: высота - $H(R)$, количество рядов - m , число пар спиральных ребер - N . При построении дискретной модели использовался конечный элемент ВЕАМ4 [2]. Расчет проводился для конструкций с разной плотностью реберной сетки (80, 120, 160, 240 и 320 числом спиральных ребер) (рисунок 1). Параметры моделей рассчитывались с помощью разработанного и реализованного алгоритма в математической среде Mathcad14.

$$N=80, m=6$$

$$N=160, m=11$$

$$N=320, m=21$$

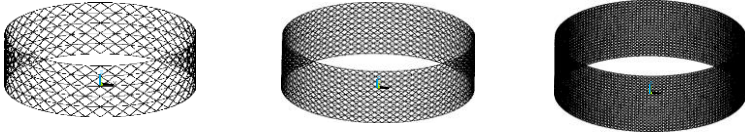


Рисунок 1 – Модели с различной плотностью реберной структуры

Для всех моделей рассчитывались напряжения, определялись частоты и собственные формы к ним, проводился расчет на устойчивость (рисунки 2(а), 2(б)).

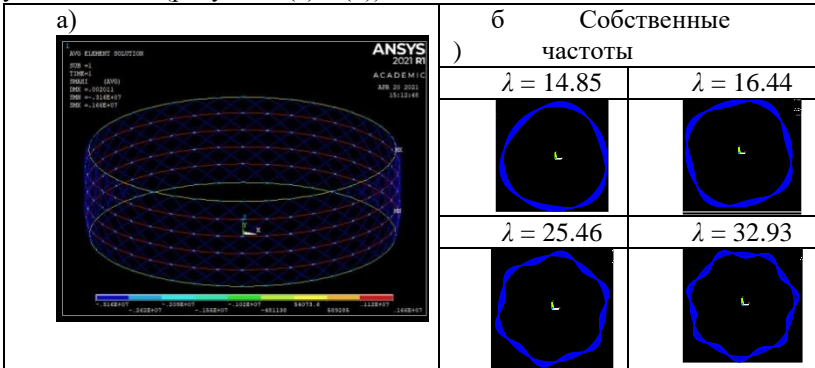


Рисунок 2 – Результаты численного расчета сетки с 80 парами спиральных ребер: а – НДС (режим «не полет»); б- собственные формы и частоты

В результате проведенного вычислительного эксперимента [3] построены поля максимальных продольных напряжений в ребрах с учетом изменения числа пар спиральных ребер и толщины реберной структуры. Расчет конструкции на устойчивость позволил определить критические нагрузки (рисунок 3).

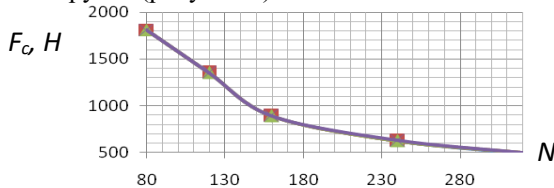


Рисунок 3 – График зависимости критической нагрузки F_c от количества пар ребер N

Таким образом в ходе работы были получены следующие результаты.

1. Разработан и реализован алгоритм расчета параметров реберной структуры с неизменной массой оболочки в математической среде Mathcad14. Для эталонной конструкции были вычислены масса $M=543.883$ кг и объем $V= 0.272$ м³. В ANSYS Mechanical APDL построена дискретная параметрическая модель сетчатой оболочки регулярной структуры без обшивки с двумя типами нагружения.

2. Проведен вычислительный эксперимент. Варьировались параметры: N от 80-320 пар спиральных ребер; δ от 5 до 1.3 мм для спиральных; δ от 15 до 3.2 мм для кольцевых ребер. По результатам расчетов построены поля максимальных сжимающих напряжений для спиральных ребер и поля растягивающих максимальных напряжений в кольцевых ребрах от числа пар спиральных ребер и толщины реберной структуры при двух типах нагружения. Увеличением количества парных спиральных ребер в 4 раза приводит к уменьшению в 3.8 раз значений максимальных сжимающих напряжений в спиральных ребрах и увеличению в 4.5 раз максимальных растягивающих напряжений в кольцевых ребрах при режиме «не полет». В режиме «полет» максимальные сжимающие напряжения в спиральных ребрах падают в 4.3 раза, а максимальные растягивающие напряжения в кольцевых ребрах увеличиваются в 3.3 раза.

4. Анализ моделей на собственные формы и частоты показал, что с увеличением реберной структуры значения частот остается приблизительно неизменным с увеличением номера формы частота изменяется (в случае эталонной модели с 14.85 до 32.93).

С ростом значения собственных чисел число волн увеличивается с 8-12, причем они имеют симметричную структуру. Данное явление объясняется тем, что в конструкциях присутствуют ребра направленные вправо и влево с равным углом наклона ребер к образующей оболочки.

5. Анализ моделей на устойчивость показал, что с увеличением числа пар спиральных ребер критическая нагрузка уменьшается, так как реберная сетка становится тоньше, что способствует уменьшению ребер выдерживать приложенную нагрузку.

Список литературы

1. Васильев В.В. Композитные сетчатые балочные элементы для авиационных конструкций/ В.В. Васильев, А.Ф. Разин// Вопросы оборонной техники. Сер. 15. Композиционные неметаллические материалы в машиностроении.– 2006.
2. Работа в САЕ-пакете ANSYS MECHANICAL: конструкционный анализ методом конечных элементов: метод. указания / сост.: А.О.

Шкловец, В.С. Мелентьев. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 76 с.: ил.

3. Бурнышева Т.В. Разработка и применение методологии вычислительного эксперимента при расчете и диагностики анизотропных конструкций космических летательных аппаратов: дис. ... канд. техн. наук: 05.07.03. 2016 г. Новокузнецк.

ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПРОШИВКА МАЛЫХ ОТВЕРСТИЙ В ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

М.А. Кравченко, А.С. Верещагина

Новосибирский государственный технический университет
mashakravchenko3107@gmail.com, vereshhagina@corp.nstu.ru

Проведен литературный обзор электроэрозионно-электрохимическая прошивки в сплавах. Сформулирована актуальность работы.

Для современных темпов развития требуются все более качественно обработанные поверхности деталей. В связи с таким положением разрабатывают новые способы и совершенствуют имеющиеся. Одним из способов получения малых отверстий в деталях является комбинация электрохимической и электроэрозионной обработки.

Целью данной работы является литературный обзор электроэрозионно-электрохимическая прошивки.

В современной промышленности требуется детали с глубокими точными отверстиями, достаточного малого диаметра, для таких задач используют электрохимическую обработку. Выполнения таких деталей механически, затрачивает большой вклад ручного труда, при этом поверхность низкого качества обработки. Именно поэтому свое эффективное применения нашел электрохимический метод обработки.

Прошивка этим методом производится с помощью полого электрода-трубки, с наружным изоляционным слоем. Для подачи электролита используется трубка, а анод и есть сама заготовка. Образование полостей происходит за счет растворения заготовки под трубкой, регулировка глубины отверстия производится перемещением трубки.

Для диаметра трубки используется правило к его подбору, он должен быть меньше отверстия на 0,025...0,05 мм. В исключительных случаях это разница достигает до 0,2 мм.

Электролит в систему откачивают с помощью циркуляции, возвращаясь по зазору между стенками отверстия и трубки.

В качестве электролитов используют соли, плотность тока зависит от нескольких факторов таких, как интенсивность проочки электролита, состава материала и др. Плотность тока лежит обычно в диапазоне от 1000000 до 3000000 А/м². В ряде случаев она может быть намного выше.

Электроэрозионный метод оказывается в настоящее время единственным, с помощью которого можно выполнить прошивку отверстия сложной конфигурации. В электроэрозионной прошивке в качестве инструмента используется проволока, которая не имеет контакта с обрабатываемой деталью.

Операции производятся на специальных станках в которых используется релаксационный генератор малой мощности. Его преимущество в том, что он имеет широкий диапазон регулирования импульса, а так же интервалов между ними.

Такая обработка производится в воде или в керосине, потому что эти вещества обладают хорошей вязкостью и малой тягучестью, что облегчает удаление продуктов эрозии.

Для отверстий диаметром меньше 0,1 мм используют вольфрамовую проволоку, за ее высокую электроэрозионную стойкость и высокую механическую жесткость. Для придания дополнительной жесткости ее покрывают медью

Каждый из методов имеет свои особенности, а так же сложности, такие как например материал для электроэрозионной прошивки достаточно хрупок, и возникает сложности исполнения.

Эти методы используют совместно благодаря тому, что электроэрозионная составляющая процесса способствует разрушению образующихся окислов, так же тепловой эффект приводит к нагреву электролита, что ускоряет протекания электрохимического процесса, он же в свою очередь разрушает химические связи в металле, ослабляя прочность в приповерхностном слое, снижая расход энергии на электроэрозионной стадии.

При выборе электролита к нему предъявляются следующие требования: он должен хорошо диссоциировать на катион и анион, быть по возможности химически не агрессивным, обладать хорошей электропроводностью, обладать хорошей растворимостью для достижения необходимых концентраций, иметь невысокую кинематическую вязкость.

При данном виде обработки целесообразно использовать полые катоды, через которые подается электролит. Преимущество такого

катода в том, что в зоне обработки происходит его обновления, что в свою очередь влияет на качество поверхности и к скорости процесса.

Заключения: сделан литературный обзор имеющихся данных по электроэрозионно-электрохимическая прошивки малых размеров.

Список литературы

1. Василевская С.И. формообразование глубоких отверстий малого диаметра при электроэрозионно – электрохимической прошивке : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.07 "Технология и оборудование механической и физико-технической обработки" / Василевская Светлана Игоревна ; НГТУ. — Новосибирск, 2020. — 195 с.
2. Основы электротехнологии / М.А. Федин, М.Я. Погребисский, А.О. Кулешов, А.Ю. Чурсин. — Москва: МЭИ, 2020. — 141 с.
3. Ермолаев В.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин / В.В. Ермолаев , А.И. Ильянков.. — Москва: Академия, 2017. — 330 с.
4. Будилов В.В. Теоретические основы электрохимических и электрофизических методов обработки металлов / В.В. Будилов, Э.Л. Варданян, В.Э. Галиев. — Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2017. — 270 с.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ГИРДЕРА ДЛЯ СИБИРСКОГО КОЛЬЦЕВОГО ИСТОЧНИКА ФОТОНОВ

М.В. Липатов

Новосибирский государственный технический университет
lpeinspacial@gmail.com

В данной статье представлен проект сибирского кольцевого источника фотонов (СКИФ), рассмотрены задачи, поставленные для реализации данного проекта, описаны основные технические требования к оборудованию проекта, проблемы реализации поставленных задач, а также показаны возможные пути решения данных проблем и определен предмет дальнейших исследований.

Ключевые слова: СКИФ, синхротронное излучение, гирдер, упругие деформации, внешние вибрации

В феврале 2018 г. Президент Российской Федерации В.В. Путин утвердил строительство в Новосибирске новейшего источника

синхротронного излучения «СКИФ» - Сибирский кольцевой источник фотонов. Локализация СКИФ обозначена вблизи поселка городского типа в Новосибирской области Кольцово, недалеко от государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор»[1]. Активное участие в проектировании и строительстве Сибирского кольцевого источника фотонов – «СКИФ» принимают ученые Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН и Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН[2].

Центр коллективного пользования «СКИФ» включает в себя 3 основные части: ускорительно-накопительный комплекс, предназначенный для генерации синхротронного излучения, комплекс пользовательской научно-исследовательской инфраструктуры, предназначенный для изучения свойств и строения веществ на микро- и наноуровне. Ускорительно-накопительный комплекс включает в себя основное кольцо, являющееся источником синхротронного излучения и инжекционную часть, включающую линейный ускоритель (лиinak), бустерный синхротрон (бустер). Общая схема комплекса представлена на рисунке 1[3].

В проекте разработки центра коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» Новосибирский государственный технический университет имеет задачу разработки, проектирования и изготовления конструкции гирдеров накопителя источника синхротронного излучения. Гирдер – несущая металлоконструкция, предназначенная для расположения группы элементов структуры ускорителя (вигглеров, ондуляторов и шифтеров) одним модулем. Всего требуется изготовить 112 гирдеров трех типоразмеров по длине 3,8, 3,28 и 2,1 метра[4].

Проблемы обеспечения синхротронного излучения высокой яркости заключаются в смещении магнитов друг относительно друга. Влияние на это оказывают следующие факторы: точность изготовления базовой поверхности гирдера, на которой располагается оборудование; прогиб конструкции гирдера под весом оборудования; изменение геометрических размеров конструкции при изменении температуры; наличие собственных резонансных колебаний с источниками вибраций.



Рисунок 1 – Схема ускорительно накопительного комплекса

Главной проблемой обеспечения точности базовой поверхности гирдера является отсутствие станков требуемых габаритов для ее обработки. Как было сказано выше, гирдеры имеют 3 типоразмера, из которых наибольший имеет 3,8 м в длину. Ширина базовой поверхности составляет 0,8 м. Даже имея металлообрабатывающее оборудование таких размеров весьма затруднительно выдержать точность $\pm 0,03$ мм по всей длине гирдера. Кроме всего прочего, необходимо учитывать упругие деформации под весом оборудования накопителя, составляющим 1-2,6 т.

Особое внимание нужно уделить к механической стабильности конструкции по действием внешних вибраций. К источникам внешних вибраций относятся: вспомогательное оборудование источника синхротронного излучения (насосы, трансформаторы и другие силовые и энергетические установки), создающие механические колебания в пределах 10-100 Гц; не малое влияние оказывает движение транспорта по дорогам общего пользования даже находясь на расстоянии нескольких километров. Главная проблема в том, что на некоторых частотах механических колебаний пола собственные колебания гирдера входят в резонанс и усиливаются.

Помимо внешних источников помех, проблемой является создание возможности независимого перемещения гирдера в вертикальном и в горизонтальном направлениях, на регулируемых опорах, для установки поверхностей всех 112 гирдеров в одной плоскости. Механизм, обеспечивающий такую регулировку должен иметь возможность перемещения с высокой точностью для обеспечения погрешности в соответствии с требованиями $\pm 0,1$ мм.

Дальнейшим направлением исследования будет являться поиск решения, представленных в данной работе проблем проектирования и

изготовления гирдеров накопителя, а именно: поиск методов получения приемлемой точности для базовой поверхности гирдера; поиск оптимальных материалов и конструкций, обеспечивающих минимальные упругие деформации конструкции гирдера; повышение механической стабильности гирдера; создание механизма вертикального и горизонтального позиционирования гирдера высокой точности.

На данный момент, автором исследованы возможности решения проблем точного позиционирования гирдеров друг относительно друга. Для этого предлагается применять опоры на гидроцилиндрах с применением специальных гидравлических жидкостей. Во-первых, конструкция гидроцилиндров достаточно проста в сравнении с редукторами с высоким передаточным отношением, применявшихся для позиционирования гирдеров предыдущих источников синхротронного излучения. Во-вторых, автором делается предположение о возможности демпфирования и таким образом сглаживания механических колебаний, передающихся на гирдер от пола комплекса. Данное предположение сделано на основе того, что жидкость не является абсолютно не сжимаемой средой, хотя при решении инженерных задач ее таковой принимают. Например, сжимаемость воды при температуре 20°C составляет $k = 48,9 \cdot 10^{-8} \text{ бар}^{-1}$, а сжимаемость гидравлических жидкостей на углеводородной основе превышает это значение в несколько раз, что дает возможность подбором правильной жидкости добиться необходимой степени демпфирования колебаний.

В заключение вышеописанного, надо сказать, что реализация такого проекта как Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой излучатель фотонов» способно на десятилетия обеспечить Сибирский регион современной инфраструктурой для решения актуальных задач материаловедения, медицины, биологии и других, а также обеспечит выход научных, образовательных организаций на глобальные рынки технологий.

Список литературы

1. Левичев Е.Б. – «СКИФ» - Сибирский кольцевой источник фотонов: презентационный материал; НГТУ НЭТИ. Новосибирск, 2020. 23 с.
2. Электронный ресурс – Подробности: проект экспериментальных станций центра «СКИФ» готов: Новостной ресурс «РБК» – <https://nsk.rbc.ru/nsk/06/02/2019/5c5969169a794765c1db72cf>; дата обращения 06.03.2021

3. ИЯФ СО РАН, НГТУ НЭТИ, НГУ и другие научно-исследовательские организации – Центр коллективного пользования «СКИФ»: Пояснительная записка к проекту создания уникальной инфраструктуры для фундаментальных и прикладных исследований в Новосибирском научном центре; Новосибирск, 2018. 42 с.
4. ИЯФ СО РАН – Сибирский кольцевой источник фотонов: Технические требования на разработку гирдеров накопителя ЦКП «СКИФ»; Новосибирск, 2020. 13 с.

ЗАДАЧА ЛАМЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

О.А. Михайлова

Новосибирский государственный технический университет
olya.31122011@yandex.ru

В данной работе были определены радиальные, тангенсальные и эквивалентные напряжения толстостенной трубы с последующим уменьшением её толщины до тонкостенной. Моделирование стальной трубы было произведено в системе для конечно-элементного анализа Fетар. Подбор размеров конечных элементов был произведен с учетом того, чтобы полученные напряжения отличались от расчетных не более, чем на 5 %.

Ключевые слова: задача Ламе, толстостенная труба, метод конечных элементов

В тонкостенных цилиндрических моделях, которые находятся под внешним и внутренним давлением, предполагается при вычислении, что напряжения равномерно распределены по толщине стенки. Данное допущение на точности расчета оказывает очень малое влияние. В цилиндрах, толщина стенок которых превышает 0.1 радиуса геометрической оси стенки, предположение, приведенное выше, привело бы к большим погрешностям. В 1852-1854 гг. расчет таких цилиндров был дан французским учёным Габриелем Ламе.

Особенностями толстостенных труб является большая прочность и надежность. Это даёт возможность применять толстостенные трубы в условиях повышенных нагрузок.

В данной работе была решена задача Ламе – задача определения напряжений и перемещений в толстостенных цилиндрах. Исследуемая

длинная стальная труба имеет внутренний диаметр 4 см и толщину стенок 5 мм. Стальная труба подвергается равномерно распределенному давлению 270 кгс/см² и наружному равномерно распределенному давлению 90 кгс/см². Будем считать нулю деформацию в направлении оси трубы. Необходимо определить главные напряжения и эквивалентное напряжение в материале трубы на основе энергетической теории прочности.

Запишем выражения для определения радиального и тангенсального напряжений:

$$\sigma_r = \frac{p_B R_B^2 - p_H R_H^2}{R_H^2 - R_B^2} - \frac{(p_B - p_H) R_B^2 R_H^2}{r^2 (R_H^2 - R_B^2)} = -26.47 \text{ МПа};$$

$$\sigma_\tau = \frac{p_B R_B^2 - p_H R_H^2}{R_H^2 - R_B^2} + \frac{(p_B - p_H) R_B^2 R_H^2}{r^2 (R_H^2 - R_B^2)} = 71.59 \text{ МПа};$$

где p_B и p_H – внутреннее и наружное равномерно распределенное давление соответственно; R_B и R_H – внутренний и наружный радиус трубы соответственно.

Запишем выражение для определения эквивалентного напряжения на основе энергетической теории прочности:

$$\sigma_{\text{эkv}} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} = 87.86 \text{ МПа},$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные напряжения ($\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$).

Расчет был произведен в программе MathCad.

В системе для конечно-элементного анализа Femap строим геометрию модели. Затем задаём модуль упругости E , который для стали равен $2.1 \cdot 10^6$ Па и коэффициент Пуассона μ , равный 0.3. Разбиваем на конечные элементы, задаем нагрузку и граничные условия. Перемещения по всем узлам сетки вдоль оси трубы равны 0, а также являются нулевыми повороты относительно осей x и y в узлах сетки, расположенных на торцах толстостенной цилиндрической модели.

В работе были проанализированы различные размеры конечных элементов и сравнение аналитического решения с численным решением (Таблица 1).

Продолжим исследование напряженно-деформированного состояния толстостенной стальной трубы при уменьшении её толщины. Для каждой новой толщины толстостенного цилиндрической модели проводим расчет с использованием двух вариантов размеров конечных элементов. Для всех значений толщины цилиндрической модели возьмем ранее полученной размер конечного элемента 0.0005 м и 0.1 t м, где t – это толщина стенки модели. Значение 0.1t м мы определили из

приведенных ранее результатов, т.к. такое значение размера конечного элемента является приемлемым для достижения погрешности расчетов не более 5%. Уменьшение толщины будет происходить до тех пор, пока труба не окажется тонкостенной. Как мы знаем, если толщина стенки цилиндрической модели, нагруженной радиальной нагрузкой, превышает 0.1 радиуса геометрической оси стенки, цилиндрическая модели является толстостенной. Следовательно, при толщине стенки менее 0.002 м цилиндрическая модель будет тонкостенной.

Таблица 1 – Сравнение аналитического и численного решений

Размер конечного элемента, м	Результат аналитического решения, Па	Результат численного решения, Па	Погрешность, %
0.005	$\sigma_r = -2.647 \cdot 10^7$	$\sigma_r = 19595259$	35.084
	$\sigma_\tau = 7.159 \cdot 10^7$	$\sigma_\tau = 77270600$	7.352
	$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 8.786 \cdot 10^7$	$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 82489576$	6.51
0.001	$\sigma_r = -2.647 \cdot 10^7$	$\sigma_r = 25461686$	3.96
	$\sigma_\tau = 7.159 \cdot 10^7$	$\sigma_\tau = 73365688$	2.42
	$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 8.786 \cdot 10^7$	$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 85744084$	2.468
0.0005	$\sigma_r = -2.647 \cdot 10^7$	$\sigma_r = 25947268$	2.015
	$\sigma_\tau = 7.159 \cdot 10^7$	$\sigma_\tau = 72451341$	1.189
	$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 8.786 \cdot 10^7$	$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 85400436$	2.88

Для полученных результатов также было проведено сравнение аналитического и численного результатов.

По полученным результатам был сделан вывод, что с уменьшением толщины растёт погрешность решения, но в случае размера конечного элемента равного 0.1 толщины стенки цилиндрической модели погрешность не превышает 5%.

Список литературы

1. Беляев Н. М., Соппротивление материалов. – М.: «Наука», 1976. – 608 с.
2. Рычков С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЧАСТИЦ ПОРОШКА ПРИ ПОСАДКЕ С НАТЯГОМ

Д.С. Мосиенко, М.А. Леган
Новосибирский государственный технический университет
legan@hydro.nsc.ru

В процессе разработки и усовершенствования оборудования для холодного динамического напыления прорабатываются различные варианты конструкции центробежного ускорителя частиц порошка. В данной работе анализируется возможность использования четырехлучевого ускорителя при посадке с натягом, расчет необходимого натяга, а также расчет на прочность при посадке с натягом.

Ключевые слова: центробежный ускоритель, оценка прочности, натяг, метод конечных элементов

Метод холодного динамического напыления [1] является перспективным способом нанесения покрытий, имеющим свои преимущества, по сравнению с другими методами. Рассматривается возможность изготовления и эксплуатации четырехлучевого ускорителя частиц порошка.

На основе двухлучевого ускорителя [2] была спроектирована модель четырехлучевого ускорителя (Рисунок 1), предполагая аналогичный способ посадки и закрепления.



Рисунок 1 – Модель четырехлучевого ускорителя

Данная конструкция имеет преимущество по сравнению с двухлучевым ускорителем: коэффициент концентрации напряжений на

поверхности центрального отверстия уменьшается с 3-х до 2-х. Однако, есть и недостатки. Возможно изготовление только из плиты менее прочного алюминиевого сплава В95 вместо В96Ц1, а также возникающие при вращении проблемы с обеспечением натяга посадки ускорителя на вал.

Произведен расчет на прочность без учета натяга при посадке. Расчет произведен в программном пакете ANSYS Workbench 2020 R1, использующем метод конечных элементов. Характеристики материала заданы согласно [3]. Согласно [4] прочность алюминиевого сплава В95очТ2 предполагалась практически одинаковой вдоль и поперек направления проката плиты. В геометрию добавлены скругления для корректной оценки зон концентрации напряжений. Модель разбита на 1366141 элементов (1977390 узлов) SOLID187. Задана нагрузка – скорость вращения 30000 оборотов в минуту. Заданы граничные условия – цилиндрическое закрепление со свободными радиальными перемещениями.

Максимальные напряжения, как и ожидалось, достигаются на поверхности центрального посадочного отверстия вокруг радиального канала для распыления, а также в радиальном луче на расстоянии примерно равном 0.66 от радиуса луча.

Максимальное эквивалентное напряжение в луче составило $4,27 \cdot 10^8$ Па, на поверхности центрального отверстия вблизи радиальных каналов $4,21 \cdot 10^8$ Па. Оба значения превосходят предел текучести материала, но меньше предела прочности. Коэффициент запаса по пределу прочности составил 1,1. Радиальные перемещения поверхности центрального отверстия составили от $3,75 \cdot 10^{-5}$ до $4,25 \cdot 10^{-5}$ м. На большей части внутренней поверхности перемещения не превосходят 40 мкм. Данные результаты означают, что натяг не должен быть меньше 38–39 мкм.

Расчитана посадка с натягом согласно [5]. Материалом втулки выбрана конструкционная сталь, внутренний диаметр втулки равен 0,09 м, крутящий момент привода равен 10 Н·м, параметры шероховатости для ускорителя и втулки равны 0,8 и 0,4 соответственно при сборке с запрессовкой. Выбрана посадка $\varnothing 20 \frac{H7}{u7} \left(\begin{matrix} +0.021 \\ +0.062 \\ +0.041 \end{matrix} \right)$. Максимальное напряжение от натяга $1,468 \cdot 10^8$ Па.

Произведен поверочный расчет посадки с натягом в статичном положении при помощи метода конечных элементов (рисунок 2). Максимальное давление в зоне контакта равно $1,26 \cdot 10^8$ Па, среднее давление в зоне контакта равно $9,7 \cdot 10^7$ Па.

Произведен расчет на прочность при рабочей нагрузке при помощи метода конечных элементов (рисунок 3). Согласно расчету, при нагрузке в 21000 оборотов в минуту происходит проскальзывание, а площади контакта недостаточно, чтобы удержать ускоритель. Максимальное эквивалентное напряжение равно $3,32 \cdot 10^8$ Па, среднее напряжение в зоне контакта равно $2,97 \cdot 10^6$ Па.

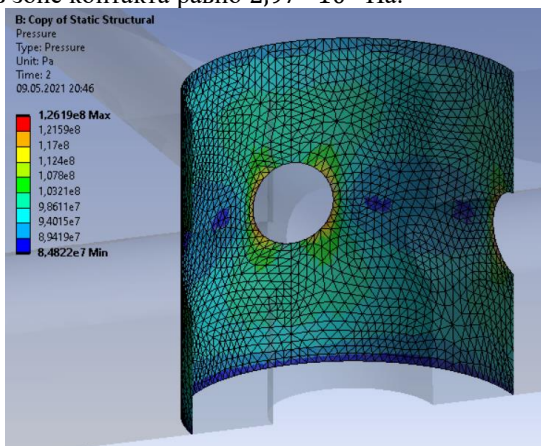


Рисунок 2 – Контактное давление от посадки в натяг в статичном положении

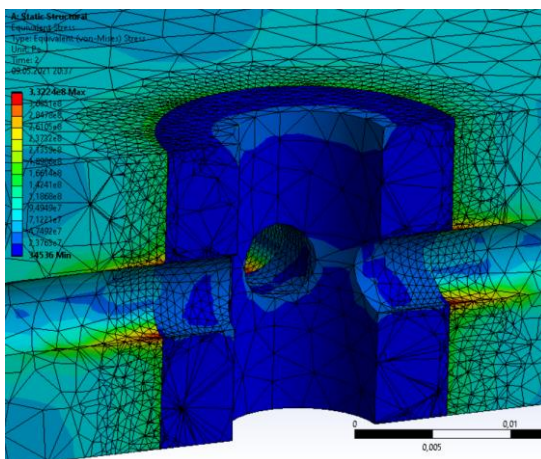


Рисунок 3 – Эпюра эквивалентных напряжений при нагрузке 21000 оборотов в минуту

Подводя итог можно сказать, что конструкция четырехлучевого ускорителя с посадкой в натяг не является работоспособной при заданных параметрах нагрузки. Рекомендуется дальнейшая проработка конструкции с посадкой на ступицу.

Список литературы

1. Оптимизация установки для холодного динамического напыления [Текст] / Д.С. Мосиенко, М.А. Леган // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ //Сборник научных трудов в 9 ч. / под ред. Гадюкиной А.В. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – С. 29–31.
2. Проектирование и расчет напряженно-деформированного состояния центробежного ускорителя частиц порошка [Текст] / М.А. Леган, А.А. Пьянзин, П.И. Зубков, В.П. Зубков, А.В. Таланин // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – № 1 (81). – С. 72–76.
3. ГОСТ 17232–99. ПЛИТЫ ИЗ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.
4. Физическое моделирование технологического процесса формообразования элементов конструкций из алюминиевого сплава В95 в условиях ползучести [Текст] / А.Ю. Ларичкин, К.В. Захарченко, Б.В. Горев, В.И. Капустин // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. - 2016. - № 1 (70). - С. 6-15.
5. ГОСТ 25346–2013. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки. – М.: Стандартиформ, 2014. – 36 с.

РАЗРУШЕНИЕ КРУГОВЫХ СТЕКЛЯННЫХ ПЛАСТИН ПРИ ВДАВЛИВАНИИ СТАЛЬНЫХ ШАРОВ

Д.И. Пилипенко¹, М.А. Леган^{1,2}, А.Н. Новоселов²

¹ Новосибирский государственный технический университет

² Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева
hatoryhanzo734@gmail.com

В статье представлены результаты пробных испытаний по разрушению образцов в виде круговых стеклянных пластин. Данные испытания проводились для того, чтобы предварительно

рассмотреть: каким образом будет разрушаться пластина, проверить качество видеозаписи с USB микроскопа, а также найти оптимальную скорость вдавливания стального шарика в образец.

Ключевые слова: стекло, кольцеобразные трещины, образец, эксперимент

В статье [1] проводилось численное и аналитическое моделирование задачи о разрушении стеклянной пластины, нагруженной стальным шаром. Численный эксперимент проводился в конечно-элементном пакете ANSYS Workbench 19, использовалась формула Войновского-Кригера [2] для нахождения изгибных напряжений на нижней части пластины и решение Хубера [3] для вычисления контактных напряжений. Растягивающие напряжения в окрестности области контакта оказались на порядок больше, чем изгибные. Поэтому, для того чтобы понять каким образом происходит разрушение стеклянной пластины, необходимо провести испытания круговых стеклянных пластин до разрушения. На данном этапе рассмотрено проведение пробных испытаний.

Опишем методику испытаний:

1. Круговую стеклянную пластину диаметром 20 мм и толщиной 3 мм помещаем в выемку цилиндра со сквозным отверстием.

2. Сверху в центр стеклянной пластины кладем стальной шарик диаметром 6 мм.

3. Для фиксации шарика сверху на него устанавливаем цилиндр с лункой.

4. Вся система из нижнего цилиндра с отверстием, пластины, шарика и верхнего цилиндра с лункой выравнивается по оси внешним цилиндром.

5. Снизу под цилиндром со сквозным отверстием устанавливается микроскоп, при этом объектив микроскопа направлен в центр стеклянной пластины через сквозное отверстие цилиндра.

6. Вдавливаем стальной шарик со скоростью 3 мм/ч до разрушения стеклянной пластины. Фиксируем усилие, при котором образуются трещины. Нужно ответить на вопрос: образуются ли кольцевые трещины в окрестности области контакта на верхней стороне пластины перед тем, как происходит разрушение пластины от изгибных растягивающих напряжений на нижней стороне пластины?

На каждый диаметр шара потребуется как минимум 10 пластин. Будет использовано три разных диаметра шара. В итоге планируются испытания 30 пластин.

В ходе пробных экспериментов были разрушены три стеклянных пластины радиусом 20 мм и толщиной 3 мм с использованием стального шарика диаметром 6 мм. Испытания проводились на установке Zwick/Roell Z100 (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Экспериментальная установка Zwick / Roell Z100

Вдавливание стального шара в первые два образца происходило со скоростью 3 мм/ч до разрушения. При покадровом просмотре видеозаписи не было обнаружено образование кольцевых трещин перед разрушением образца (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Последовательность кадров при скорости 3 мм/ч

При испытании до разрушения третьего образца скорость вдавливания шарика была снижена до 0,3 мм/ч, однако и в этом случае

при покадровом просмотре видеозаписи не было видно образования кольцевых трещин (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Последовательность кадров при скорости 0,3 мм/ч

Общий вид разрушенного образца показан на рисунке (Рисунок 4).



Рисунок 4 - Разрушенный образец

Полученные значения усилий P и перемещений пуансона δ при проведении пробных испытаний вынесены в таблицу 1.

Таблица 1 - Полученные результаты

Обозначение образца	№ образца	h_0	P	δ
		мм	Н	мм
А	1	3	709,3	0,144
А	2	3	439,4	0,103
А	3	3	479,1	0,106

В ходе проведения пробных экспериментов были получены значения усилий и перемещений пуансона при разрушении образцов. При этом не было обнаружено появление кольцевых трещин перед разрушением круговой пластины. Несмотря на то, что скорость вдавливания шарика была уменьшена в 10 раз, также не было видно образования кольцевых трещин. При увеличении толщины пластины

можно наблюдать появление кольцевых трещин в окрестности контакта [4]. На основе предварительных экспериментов будут проведены испытания с тридцатью образцами.

Список литературы

1. Пилипенко Д. И. Разрушение хрупких прозрачных материалов вблизи области контакта со стальными шарами / Д. И. Пилипенко, М. А. Леган, Н. В. Федорова // Наука. Промышленность. Оборона: тр. 21 Всерос. науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию победы в Великой Отечественной войне, Новосибирск, 7–9 окт. 2020 г. В 4 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – Т. 1. – С. 55-60.
2. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.: Наука, 1966. – 636 с.
3. Huber M. T. Zur Theorie der Berührung fester elastischer Körper // Ann. Physik. 1904. Bd. 14. - S. 153–163.
4. Леган М. А. Разрушение стекла вблизи области контакта со стальными шарами / М. А. Леган, А. Н. Новоселов, Н. В. Федорова // Прикладная механика и техническая физика. - 2018. – Т. 59, № 4. – С. 149–159. - DOI: 10.15372/PMTF20180418.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕЩИНЫ СВАРНОГО ШВА ПОСРЕДСТВОМ ВЫЧИТАНИЯ ОБЪЕМА В ANSYS WORKBENCH

А.Е. Штрайх, А.Н. Кожевников
Новосибирский государственный технический университет
Kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru

Сварное соединение металлических деталей получило повсеместное использование в силу технологичности, малой массы и дешевизны. Однако, данный тип соединения является достаточно тяжело диагностируемым и подвержен широкому классу дефектов. Данная работа посвящена моделированию трещин в сварных швах в среде конечно-элементного моделирования ANSYS Workbench. Определены этапы построения расчетной модели, рассмотрен подход к внедрению трещины как вычитание малого объема трещины из твердотельной детали сварного шва. Представлены результаты расчета НДС модельной конструкции с учетом трещины и без дефекта.

Ключевые слова: сварное соединение; ANSYS; ANSYS Workbench; трещина; дефект в конструкции

Введение

Сварное соединение получило широкое распространение в машиностроении и строительстве в силу дешевизны, малой массы и других причин. Однако, исследование трещин в сварных швах все еще является сложной задачей. Поэтому актуальной является задача моделирования отдельных типовых дефектов в сварном соединении.

Построение модели

В качестве расчетной модели для исследования выберем реальную конструкцию - платформу экспериментальной опоры ЛЭП (Рисунок 1 и 2). В качестве сварных швов будем использовать отдельный элемент сборочной единицы: каждый сварной шов представлен в модели в виде треугольной призмы. Размеры каждого шва определялись по результатам измерений на реальной конструкции.



Рисунок 1 – Платформа экспериментальной опоры ЛЭП



Рисунок 2 – Вид геометрической конструкции сбоку

После построения твердотельных моделей отдельных элементов сварки, происходит их объединение в расчетную модель [1]. Общий вид полученной модели представлен на рисунке 3.

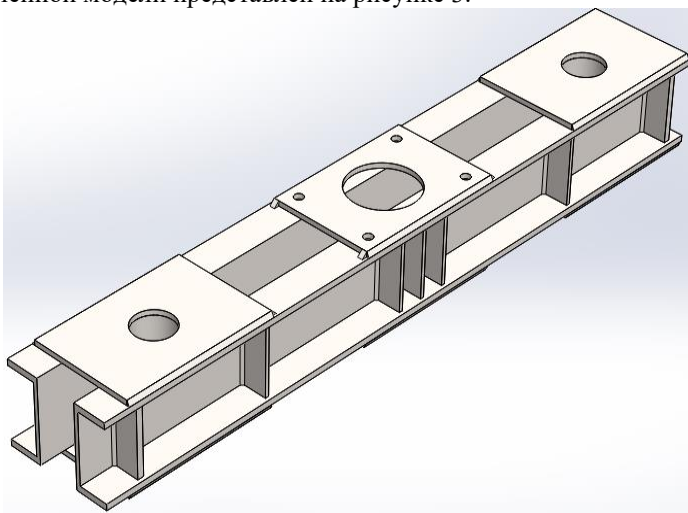


Рисунок 3 – Геометрическая модель

В построенную модель опоры необходимо внести трещину. Для этого создаем твердотельную модель и вычитаем ее из модели исходной конструкции (рисунок 4).

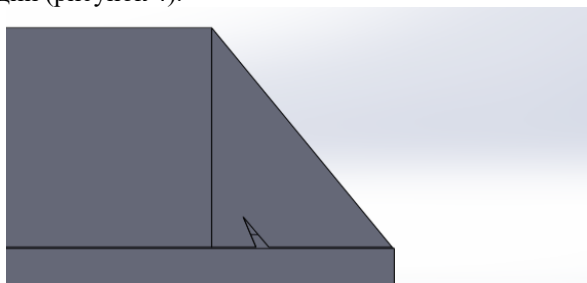


Рисунок 4 – Трещина в сварном шве

Анализ модели в ANSYS Workbench

Задача заключается в том, чтобы задать мелкую сетку конечных элементов для трещины, чтобы лучше показать все процессы, происходящие в ней. Нагрузить тестовой нагрузкой в 100кН. Закрепить модель в местах болтовых соединений. Результатами расчета

выступают: эквивалентные перемещения (рисунок 5), и напряжения (рисунок 6).

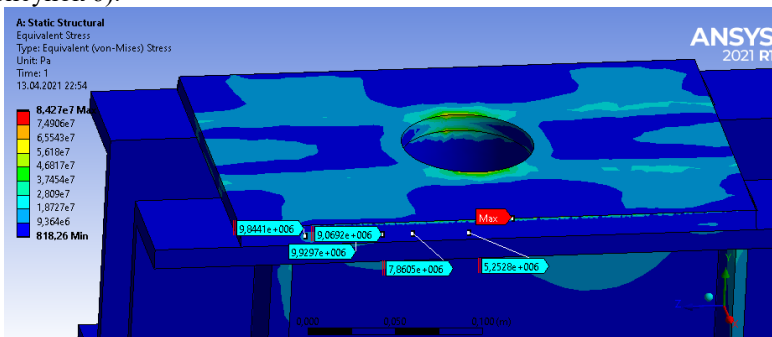


Рисунок 5 – Распределение напряжений в модели без дефекта

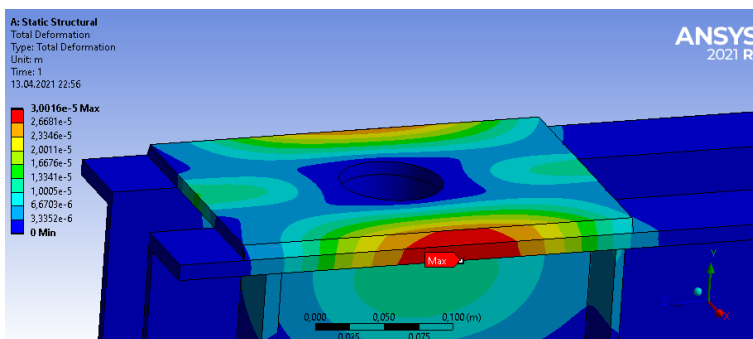


Рисунок 6 – Распределение перемещений в модели без дефекта

Результаты аналогичного расчета с внесенным в сварной шов дефектом представлены на рисунках 7 и 8.

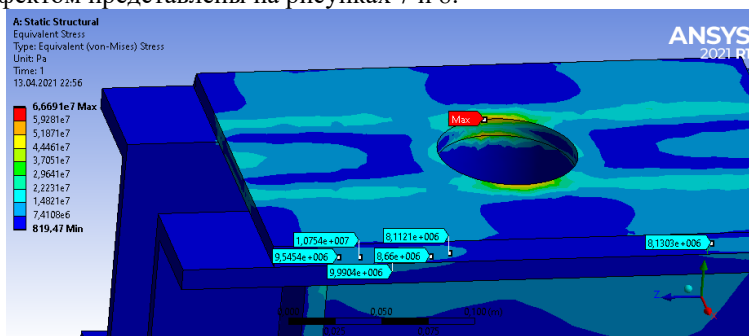


Рисунок 7 – Распределение напряжений в конструкции с дефектом

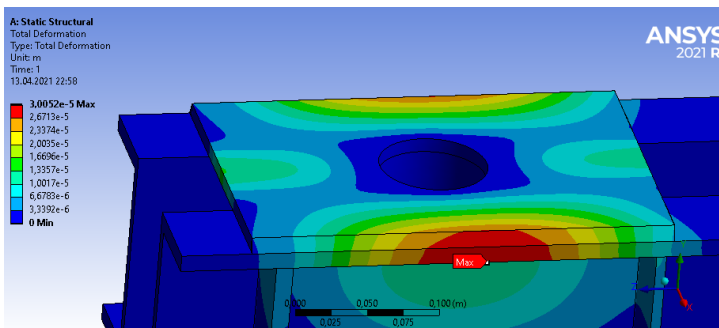


Рисунок 8 – Распределение перемещений в модели с дефектом

Сопоставим рассчитанные величины для конструкции без дефекта и с дефектом (таблица 1).

Таблица 1 – Сводные результаты расчета

Внутренние силовые факторы	Анализ ANSYS Workbench (с дефектом)	Анализ ANSYS Workbench (без дефекта)	Отличие, %
Напряжения, МПа	8,88	8,39	5,59
Перемещения, мкм	3,0052	3,0016	0,11

Вывод

По результатам проведенного расчета в среде ANSYS Workbench можно сделать вывод о том, что в случае появления трещины, есть возможность смоделировать трещину путем вычитания объема, однако возникновение в конструкции трещины выбранной конфигурации не оказывает существенного влияния на напряженно-деформированное состояние модели.

Список литературы

1. Федоров А.Л. Обучение трехмерному моделированию в машиностроительных САПР //Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2018. №6. С. 99-102.
2. Губанов А.Н. Автоматизированная система обучения основам геометрического моделирования в САПР: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.12. – Самарский государственный аэрокосмический университет, Самара, 2003. 135 с.

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ –
ИСТОЧНИК НЕПРИЯТНОГО ЗАПАХА

И.Д. Дорожкина, Г.Т. Амбросова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
IrinaDorozhkina@bk.ru

В работе дана классификация мест интенсивного выделения дурнопахнущих веществ в атмосферу на примере очистных сооружений канализации г.Новосибирска. Рассмотрены известные методы борьбы с неприятным запахом, описан опыт применения реагентов-нейтрализаторов неприятного запаха, приведены результаты исследования физико-химического метода устранения запаха на площадке размещения механически обезвоженного осадка городских сточных вод.

Ключевые слова: очистные сооружения канализации, дурнопахнущие вещества, борьба с запахами, обезвоженный осадок, реагенты

Общеизвестно, что очистные сооружения канализации (ОСК) являются источником распространения неприятного запаха из-за выделения в процессе очистки сточной жидкости дурнопахнущих веществ (ДПВ), которые к тому же относятся к канцерогенным веществам. Присутствие в воздухе ДПВ снижает качество жизни людей, проживающих вблизи от ОСК. Длительное воздействие некоторых веществ на человеческий организм вызывает ряд заболеваний, которые приводят к летальному исходу. Поэтому проблема устранения дурнопахнущих запахов имеет огромное социальное значение [1,3].

Территорию ОСК условно можно разделить на несколько зон по интенсивности выделения ДПВ в атмосферу: зоны с интенсивным и умеренным выделением и зоны, которые не являются источником распространения неприятного запаха. С открытых поверхностей очистных сооружений канализации в атмосферу выделяются: аммиак, метан, сероводород, индол, меркаптаны и многие другие канцерогенные вещества, которые относятся к 1-4 классам опасности [1,2]. Следует так же отметить, что в зависимости от места выброса неприятно пахнущих газов они имеют различный химический состав и концентрацию. Так, в газоздушных выбросах от неочищенных стоков в высокой концентрации присутствует сероводород, меркаптаны, а на территории

площадок депонирования механически обезвоженного осадка очень высока степень выделения аммиака.

В настоящее время известно несколько методов борьбы с неприятным запахом, образующимся на ОСК: биологические, сорбционные, термические, озono-, фото- и плазмо-каталитические, а также комбинированные. Из известных способов к наиболее простым и достаточно эффективным относятся перекрытие сооружений и создание «мокрого барьера». Согласно первому методу, борьба осуществляется перекрытием сооружений, например, песколовков, первичных отстойников и илоуплотнителей. Скапливающийся под перекрытием газ, насыщенный ДПВ, удаляют принудительно и направляют его на газоочистку. Второй метод «мокрого барьера» заключается в использовании водяной завесы, создаваемой диспергированным раствором с реагентом по периметру объекта, являющегося источником образования неприятного запаха [4].

Большой интерес для исследования представляют сооружения, перекрытие которых является нецелесообразным и невозможным. К ним относятся иловые карты, песковые площадки и площадки депонирования обезвоженного осадка. Одним из вариантов устранения неприятных запахов от них является обработка осадка реагентами.

Для проведения эксперимента с территории ОСК города Новосибирска было отобрано 18 ведер обезвоженного осадка, 15 из которых обрабатывались двумя видами реагентов разной концентрации. Реагент №1 представлял собой смесь эфирных масел, альдегидов, терпенов, спиртов, кетонов, ванилина и др. Для проведения эксперимента использовались растворы 15-20% концентрации активных веществ. Распыление производилось только на поверхности осадка, периодичность опрыскивания – 3 раза в неделю. Реагент №2 является смесью эфирных масел, витаминов, минералов, аминокислот и органических экстрактов. Были исследованы растворы реагентов с 15%, 20%, 25% концентрацией активных веществ. Обработке подвергался весь объем осадка, путем разового опрыскивания. Для мониторинга эффективности применения реагентов использовался полевой ольфактометр Nasal Ranger. Результаты эксперимента приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 - Результат обработки осадка реагентом №1

Дата отбора проб	Значения Д/Т при вводе реагента концентрацией, %								
	15	15	15	20	20	20	-	-	-
15.05.2019	7	4	4	4	0	0	15	15	7
17.05.2019	15	7	7	7	7	4	7	15	15

Примечание. В таблице соотношение D/T указывает разбавление до порогового значения.

Испытания реагента №1 выявили, что лучший результат получен при использовании 20% раствора, а именно снижение силы запаха с 15 разбавлений до 0 в сравнении с необработанными образцами. Вблизи контрольных образцов после распыления присутствовал канализационный и земельный запахи. После двух суток запах усилился.

Таблица 2 - Результаты обработки осадка реагентом №2

Дата отбора проб	Значения D/T при вводе реагента концентрацией, %								
	15	15	15	20	20	20	25	25	25
24.04.2020	15	15	15	15	15	15	15	15	15
29.04.2020	15	15	15	15	15	15	15	15	15
07.05.2020	15	15	15	15	15	30	15	15	15
14.05.2020	30	30	30	30	30	30	30	30	30
19.05.2020	30	30	30	30	30	30	30	30	30
09.06.2020	30	30	30	30	30	30	30	15	15

При испытании реагента № 2 снижение силы запаха зафиксировано не было. При использовании растворов с 15% и 20% концентраций реагента у образцов присутствовал стойкий запах сероводорода, при распылении 25% раствора запах сероводорода сменился на земельный. После образования слоя подсушенного осадка запах ощущался в меньшей степени, однако такой же эффект наблюдался и в ведрах с необработанным обезвоженным осадком. Спустя месяц после обработки сила запаха от всех контрольных образцов увеличилась до 30 разбавлений.

Вывод. Реагент №1 показал снижение силы запаха от осадка, однако требуется регулярное его применение. Реагент №2 не может решить проблему устранения запаха.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2);
2. Свицков С.В., Данилович Д.А., Азаров В.Н. Очистные сооружения как источник неприятного запаха: причины, характеристики и методы борьбы. Водоснабжение и санитарная техника. 2016. №7 – 24-32 с.
3. Орлов В.А., Саймуллов А.В., Мельник О.В. Изучение процесса появления дурно пахнущих запахов в канализационных сетях и анализ средств их удаления. Вестник МГСУ. 2020. Т.15. №3 – 409-431с.

4. Свицков С.В. Внедрение технологии уничтожения неприятных запахов «Мокрый барьер» на очистных сооружениях г. Анапа. Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2015. №1 – 66-68 с.

РАЗРАБОТКА МАЛОГО ВОДООХЛАЖДАМОГО СВОДА ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЬЦИЯ УГЛЕРОДИСТОГО

В.В. Золотарев, Б.В. Воробьев, В.А. Сериков
Новосибирский государственный технический университет
zolotoy200896@yandex.ru

Данный доклад посвящен созданию новой конструкции малого свода электродуговой печи для получения кальция углеродистого, с использованием торкрет-массы на внутреннюю поверхность малого свода. Традиционно своды выполняются из огнеупорного материала и имеют малый срок службы. Новая конструкция выполнена из нержавеющей стали с каналами для водоохлаждения. Затраты на его изготовление компенсируются увеличением срока службы в несколько раз.

Ключевые слова: водоохлаждаемый свод, электродуговая печь, торкрет-масса, кальций углеродистый, малый свод

Одним из способов получения кальция углеродистого является его получение в экспериментальной электродуговой печи. Одной из проблем этой печи является прогорание центральной части футерованного свода, выполненного из периклазового кирпича, из-за высоких температур под сводом, где отходящие газы догорают, взаимодействуя с окружающим газом. На данный момент процесс получения кальция углеродистого проводится на электропечи ДС-6 и требует замены свода каждые 2 недели. Замена свода несёт в себе большие финансовые и временные потери. Так как обрушение свода происходит только из-за разрушения центральной части свода, было принято решение заменить её малым водоохлаждаемым сводом.

Комбинированный свод состоит из малого водоохлаждаемого свода, расположенного в центральной части и охватывающего его футерованного свода. Конструкция малого свода представляет из себя металлическую плиту толщиной 80мм и диаметром 1500мм и слой

торкрет-массы толщиной 80мм, как показано на рисунке 1. В плите есть: 3 отверстия диаметром 450 мм для электродов с уплотнениями, водоохлаждаемые каналы и пазы для торкрет-массы.

Для решения тепловой задачи была создана трехмерная модель в ПО ANSYS [1]. В рамках этой задачи исследовалось влияние различных материалов металлической плиты, толщин плиты и торкрет-массы и переменных граничных условий. Для исследования использовались различные материалы и толщины металлической плиты.

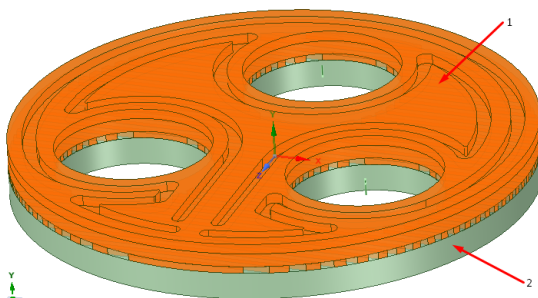


Рисунок 1 - Малый водоохлаждаемый свод:
1 – металлическая плита; 2 – торкрет-масса

Основной целью расчётов являлось проверить, какую тепловую нагрузку оказывает рабочее пространство печи на малый свод. Физические свойства материалов имели зависимость от температуры [2]. Для задания тепловой нагрузки использовались граничные условия третьего рода [3].

На рисунке 2 показана зависимость тепловых потерь от коэффициента теплоотдачи печных газов на внутреннюю поверхность торкрет-массы при температуре печных газов 1700°C.

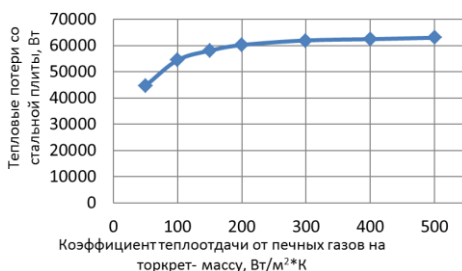


Рисунок 2 - Зависимость тепловых потерь от коэффициента теплоотдачи печных газов при толщине стальной плиты 80 мм

Из рисунка 2 видно, что тепловые потери перестают расти при коэффициенте теплоотдачи от печных газов, превышающем $200 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ из-за того, что значения коэффициентов теплоотдачи с обеих сторон принимают большие значения и термическое сопротивление пограничного слоя газовой печной среды становится очень мало по сравнению с термическим сопротивлением торкрет-массы.

Из рисунка 3 видно, что при уменьшении толщины торкрет-массы растут тепловые потери и когда толщина торкрет-массы становится меньше 20 мм идёт резкий рост тепловых потерь.

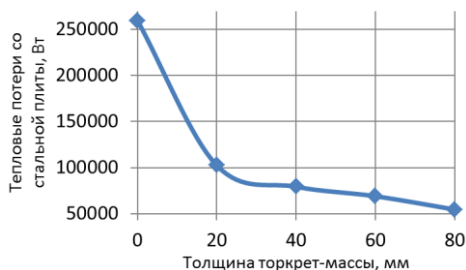


Рисунок 3 - Зависимость тепловых потерь от толщины торкрет-массы при коэф. теплоотдачи печных газов $100 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Как видно из расчёта малый свод из стали 12Х18Н10Т справляется с тепловыми нагрузками при своевременном ремонте торкрет-масс. Применение этой конструкции позволит избежать быстрого износа футерованной центральной части, а футерованная часть свода не создаст значительного увеличения тепловых потерь, получаемых при полностью водоохлаждаемом своде.

Список литературы

1. Компьютерное проектирование. ANSYS : учебное пособие / М.А. Денисов., Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014
2. Физические величины. Справочник. А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 1232 с.
3. В. С. Чередниченко и А. И. Алиферов, Электротехнологические установки и системы. Теплопередача в электротехнологии. Упражнения и задачи: учеб. пособие для вузов, Новосибирск: НГТУ, 2011

ПАКЕТЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШИН РУДНОТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ

А.А. Кондратьев, Л.П. Горева
Новосибирский государственный технический университет
kondratjevarecadi@yandex.ru

В статье рассматриваются проблемы проектирования жесткой части неподвижного токоподвода руднотермической печи, определены оптимальные требования к конструкции, предложены современные решения и проанализированы возможные варианты перешихтовки шин токоподвода. Новые варианты перешихтовок позволяют уменьшить асимметрию вторичного токоподвода в целом.

Ключевые слова: руднотермическая печь, вторичный токоподвод, жёсткий токоподвод, моделирование

В условиях современного мира всё большее значение играет роль защита окружающей среды. Этого можно добиться разными способами: увеличить количество выпуска высококачественной продукции, снизить затраты энергии, уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Для всего этого в настоящий момент используются различные методики расчёта и программы моделирования.

Руднотермическая печь - сложное электротехнологическое оборудование которое требует большого внимания при проектировании или модернизации основных узлов и агрегатов, к примеру улучшение конструкции вторичного токоподвода включает в себя множество расчётов их анализ и выбор оптимального варианта позволяет в итоге снизить энергозатраты, увеличить электрический КПД и получить высокий коэффициент мощности.

Для обеспечения оптимального режима работы руднотермической печи необходимо чтобы короткая сеть отвечала ряду требований:

- Наименьшая длина токоведущих частей,
- Пространственная симметрия контуров фаз,
- Наименьшая площадь охватываемая контуром фазы,
- Правильный выбор проводников (с учетом условий их работы)
- Рациональное использование их сечения.

В данной работе главной задачей является выбор исполнения жёсткого токоподвода. Наиболее рациональна транспозиция проводников, преследующая цель равномерной загрузки их током и получения одинаковых электрических параметров всех фаз. Соблюдение этих условий позволяет мощность, получаемую из

питающей сети, использовать с высоким электрическим КПД и высоким коэффициентом мощности, а в объеме ванны печи равномерно распределить ее, что является основным и наиболее важным требованием технологии.

В настоящей работе использовался прикладной пакет ANSYS Mechanical v 18.2 [2]. Процесс создания модели в ANSYS и расчета по ней был запрограммирован на языке APDL, поддерживаемом системой ANSYS. Это позволило параметризовать задание исходных данных при построении модели и организовывать циклические процессы расчетов сразу комплекса вариантов.

Шинный пакет – наиболее длинная неподвижная часть короткой сети руднотермических электропечей. Один из вариантов конструкции этого участка - ряд прямоугольных шин, обращенных друг к другу широкими сторонами. В шинопакете осуществляют перешихтовку проводников, так как это приводит к заметному уменьшению индуктивного сопротивления за счет бифилиции. Чаще всего чередуются проводники, несущие токи прямой и обратной фазы, но в работе был исследован и другой возможный вариант со смещением шин по вертикальной оси для полноты решения задачи и возможности сравнительного анализа результатов. Традиционная методика [1] позволяет производить расчёты с достаточной точностью, однако не даёт возможности применять новые способы перешихтовки, такие как асимметрично расположенные проводники или шинопакет со смещениями в вертикальной плоскости. Расчёт таких вариантов конструкции жёсткого токоподвода возможен только с помощью моделирования (Рисунок 1).

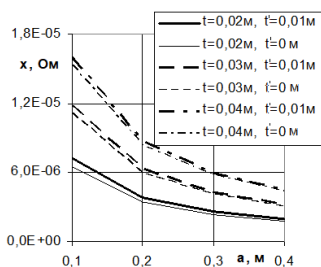


Рисунок 1 - Зависимость и индуктивного сопротивления шинопакета от высоты шин при изменении межцентрового расстояния t и вертикального смещения t' ($n=8$).

Этот график показывает, что с увеличением расстояния между проводниками в пакете t индуктивное сопротивление возрастает. Это

связано с тем, что при увеличении параметра t отрицательная взаимоиндуктивность уменьшается по абсолютной величине, что приводит к росту индуктивного сопротивления. Это позволит более рационально расположить проводники, добиваясь одинакового распределения мощности между фазами для улучшения режима работы и снижения затрат энергии на потерях. Так же электрические параметры короткой сети влияют на трансформатор поэтому при выборе печного трансформатора необходимо знать электрические параметры максимально точно.

Результаты исследования позволят модернизировать жёсткий токоподвод руднотермической печи, обеспечивая повышение эффективности использования энергии за счёт выравнивания нагрузки по фазам.

Список литературы

1. Данцис Я.Б. Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей. Справ. изд./ Я. Б.Данцис, Л. С.Кацевич, Г. М. Жилов и др./ 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия.- 1987.- 320 с.
2. ANSYS, <http://www.ansys.com>

УНИВЕРСАЛЬНАЯ РУДНОТЕРМИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОПЕЧЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСПЛАВОВ И ПЕРЕПЛАВА МЕЛОЧИ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.Д. Кочкин, А.А. Турванова, В.С. Чередниченко
Новосибирский государственный технический университет
jlop2@yandex.ru

Доклад посвящен исследованию, связанному с определением энергетических параметров универсальной ферросплавной печи для сплавов типа феррохром, ферромарганец, ферросилиций. А так же для переработки отходов ферросплавного производства. При анализе использована теория подобия Микулинского, получены результаты близкие к параметрам действующих печей. Полученные данные позволяют произвести расчет геометрических параметров ванны печи и распада электродов универсальной печи.

Ключевые слова: ферросплавы, руднотермия, ферросилиций, феррохром, ферромарганец, электропечи, ферросплавные печи

Среди электрических печей класс рудно-термических печей занимает особое место, так как он характеризуется большим разнообразием технологических процессов, предъявляющих соответственно разнообразные, часто специфические требования к конструкции печи, и большими единичными мощностями, близкими к 100 МВА. Превращение электрической энергии в теплоту происходит как в электрической дуге, так и в обрабатываемых материалах.

Такие ферросплавы, как ферросилиций, феррохром и ферромарганец относятся к, так называемым, большим ферросплавам. Эти ферросплавы занимают лидирующие позиции в объемах производства и сбыта на рынке. В условиях рынка, необходимость в определенном объеме производства может изменяться по ряду причин: снижение спроса из-за более высокой стоимости, уровень качества продукции, ограничения по электрической мощности, сокращения производства, а также по причинам поставки отечественных или чаще импортных аналогичных продуктов по демпинговым ценам или условиям, что делает производство нерентабельным.

Переработка отходов ферросплавного производства является необходимой мерой в современных реалиях. Производство одного только ферросилиция исчисляется десятками тысяч тонн в год. При дроблении ферросилиция образуется до 20% мелких и пылевидных фракции от общего количества ферросплава. Ферросилициевая пыль либо гидротранспортом отправлялась в шламонакопитель, либо складировалась на полигонах, чем существенно загрязняла окружающую среду.

Накопление пыли фракционирования ферросилиция в производственных помещениях создает предпосылки пожаровзрывоопасных ситуаций и нанесения ущерба здоровью обслуживающего персонала. Соединяясь с атмосферой (влагой воздуха), отсева способны выделять горючие газы. Со временем, качество складированного мелкодисперсного ферросилиция ухудшается. Это объясняется постепенным окислением и загрязнением складированного материала, что приводит к снижению показателей эффективности его дальнейшего использования. С учетом объемов производства ферросилиция количество таких отходов ежегодно возрастает приблизительно на 20-30 тыс. тонн, и на сегодняшний день накопления ферросилициевой мелочи измеряются сотнями тысяч тонн. Цена такого материала может составлять до 80% от стоимости соответствующей марки ферросилиция.

Исследуемая универсальная печь имеет возможность ее перевода с одного технологического процесса на другой с минимальными затратами средств и времени.

Переход с минимальными затратами возможен только для печей, чья мощность трансформатора не превышает 16,5 МВА. Такие условия обусловлены тем, что печи малой мощности для приводимых выше ферросплавов имеют минимальные конструкционные отличия друг от друга. В большинстве своем этими отличиями являются: диаметр распада электрода, диаметр и высота рабочего пространства. Такие отличия не требуют больших затрат для изменения конструкции печи, так, как конструкция современных печей предоставляет возможность изменять диаметр распада электродов с помощью определенного одноименного механизма. А размеры рабочего пространства печи могут быть соблюдены с помощью футеровки ванны [1].

Пользуясь теорией подобия Микулинского А.С. [2], были определены необходимые токи и полезные и активные мощности печи для каждого из ферросплавов, а также необходимое напряжение трансформатора по ступеням. Расчеты были выполнены с использованием различных коэффициентов подобия, взятых из Егорову А.В. [3] и Богданова С.П. [4], а также разными параметрами сети, также взятых из вышеперечисленных источников, а также из книг Струнского Б.М.. Полученные данные сравнивались с параметрами действующих руднотермических печей, представленных у Данциса Я.Б. [5].

Сравнительный анализ показал, что использование коэффициентов подобия Богданова С.П. и коэффициентов мощности, данных у Егорова А.В., результаты расчетов, приведенных в таблице 1, более приближены к данным, представленным в книге Данциса Я.Б.

Таблица 1- Полученный данные

Ферросплав	$P_{акт},$ МВт	$P_{пол},$ МВт	$U_{пол},$ В	$I_{эл},$ кА	$U_{л},$ В	т/ч
Ферросилиций 45%	14,7	12,9	73	61,4	155,5	3,1
Ферросилиций 65%	14,2	12,4	-	-	-	-
Ферросилиций 75%	13,4	11,7	75	53,4	183	1,45
Феррохром	13,7	12,9	82	52,5	131	3,4
Ферромарганец						
Под флюсом	14,8	12	55	72,7	181	3,7
Без флюса						5,0

Параметры, приведенные в таблицах Данциса Я.Б. для печей с трансформаторами мощностью 16,5 МВА, приведены при полной

мощности трансформатора выше, чем расчетные. Так для различных сплавов коэффициент $S_{\text{пол}}/S_{\text{тр}}$ равняется: закрытой ФС75 - 1,076; открытой ФС75% - 1,16; для открытой ФХ - 1,02; для остальных печей данные отсутствуют. Используя теорию подобия Микулинского, были получены результаты близкие к параметрам действующих печей. Используя полученные данные можно произвести расчет геометрических параметров ванны печи и распада электродов. Полученные данные могут быть применены для построения электромагнитной и тепловой модели в ПО ANSYS для дальнейших расчетов.

Список литературы.

1. Возможность модернизации рудовосстановительных электропечей при переводе на производство другого сплава// А.Н. Попов, А.Г. Лыков, В.П. Кондрашов// Сталь. 2007. №4. С. 45-48
2. Микулинский А.С. Определение параметров руднотермических печей на основе теории подобия-М-Л.: Изд-во «Энергия», 1961г.- 88с.
3. Егоров А.В. Расчет мощности и параметров электропечей черной металлургии. Учебное пособие для вузов- М.: Изд-во Металлургия, 1990г.-280с.
4. Богданов С.П. Расчет руднотермических печей : методические указания / С.П.Богданов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.- 38с.
5. Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей. Справ.изд./ Данцис Я.Б., Кацевич Л.С., Жилов Г.М. и др./ 2-е изд., перераб. И доп.-М.: Изд-во «Металлургия»,1987г.-320с.

МГД ПЕРЕМЕШИВАНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО РАСПЛАВА ПОСРЕДСТВОМ ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

В.А. Кузнецов, А.Э. Морев
Новосибирский государственный технический университет
glhficcup@yandex.ru

Эффективность перемешивания расплава определяет качество получаемого сплава. Для осуществления перемешивания расплава чаще всего используется низкочастотное бегущее электромагнитное поле, создаваемое многофазной обмоткой индукционных установок. Такие установки имеют большие габариты и требуют наличия дорогостоящих источников питания, а электрический КПД не

превышает 50%. Отличной альтернативой является применение установок с вращающимися постоянными магнитами, которые способны обеспечить сравнительно высокий показатель электрического КПД – 80% и гибкое регулирование частоты в широком диапазоне. В статье представлены результаты численного моделирования магнитогидродинамических процессов в цилиндрической ванне расплава, охваченной вращающейся системой постоянных магнитов.

Ключевые слова: магнитная гидродинамика, цилиндрическая ванна расплава, постоянные магниты, момент сопротивления, активная мощность, поле скоростей

Введение. Разработка технологий получения высококачественных сплавов на основе алюминия получила большое внимание в последнее десятилетие. Наиболее качественно и производительно перемешивание выполняется посредством бегущего или вращающегося электромагнитного поля, которое реализуется посредством систем электромагнитных катушек. Такая реализация имеет ряд недостатков: низкий электрический КПД и коэффициент мощности, большие габариты и высокая стоимость источников питания. Это принуждает к поиску более экономичных и практичных способов МГД-перемешивания расплава. Использование установок с вращающейся системой постоянных магнитов отлично подходит для этой цели. Значительные исследования электромагнитных и тепловых процессов в таких системах уже проведены М. Forzan, А. Jakovičs, S.Lupi. Но исследованиям МГД-процессов уделено меньшее внимание (О. Ben-David). Поэтому исследования, представляемые в данной работе, актуальны как для развития теории, так и для практики их применения.

Постановка задачи. Для исследования электромагнитных и гидродинамических процессов, протекающих в ванне расплава, была разработана численная модель в программном комплексе ANSYS. Эта задача была разделена на стационарную электромагнитную и гидродинамическую с односторонней связью. При решении электромагнитной задачи необходимо получить распределение сил Лоренца, которое будет использовано как источник движения при исследовании гидродинамических процессов. На рисунке 1 показана схема, реализованная при моделировании данной системы.

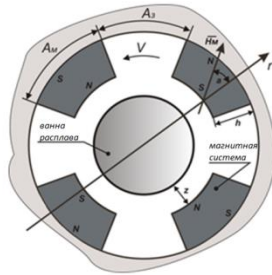


Рисунок 1 - Система магнитогидродинамического перемешивания ванны жидкого металла на базе постоянных магнитов

Результаты численного моделирования. Результаты расчета электромагнитной задачи.

На рисунке 2, а представлена зависимость интегральной активной мощности, выделяющейся в ванне расплава, от скорости вращения магнитной системы при разном количестве пар полюсов. В диапазоне частот 5-22 об/с активная мощность возрастает в ≈ 10 раз в независимости от числа пар полюсов. На рисунке 2, б - зависимость момента сопротивления цилиндрического объема расплава от величины воздушного зазора и скорости вращения системы постоянных магнитов. Момент сопротивления уменьшается при увеличении этих параметров.

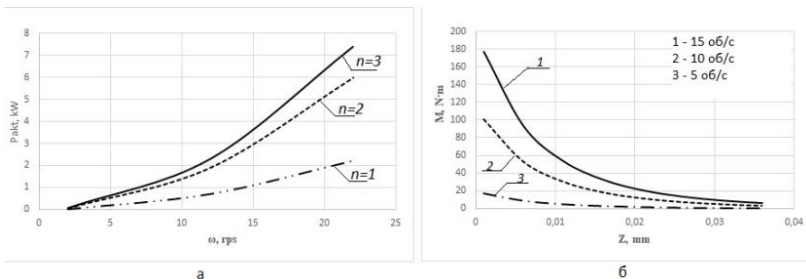


Рисунок 2 - Результаты расчета электромагнитной задачи

На рисунке 3, а представлено распределение скорости движения расплава по радиусу ванны при различных скоростях вращения магнитной системы. Скорость расплава, увеличиваясь от оси к внешней поверхности ванны, достигает максимума и затем уменьшается до нуля у боковой поверхности ванны. На рисунке 3, б представлен график зависимости максимума скорости в расплаве от скорости вращения магнитной системы.

Вывод. Разработанная модель позволила получить зависимости активной мощности и момента сопротивления цилиндрического объема расплава вращающемуся магнитному полю постоянных магнитов.

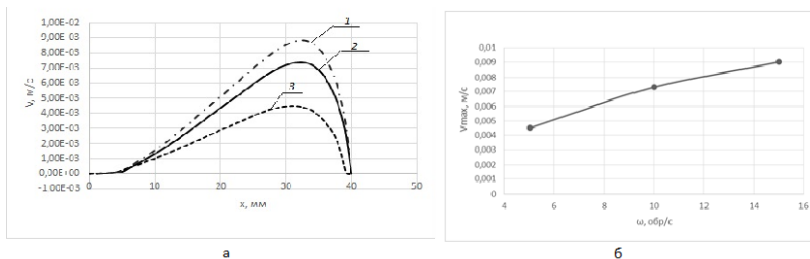


Рисунок 3 - Результаты расчета гидродинамической задачи

Было получено распределение скорости движения расплава в цилиндрической вертикальной ванне и зависимость максимального значения скорости перемещения расплава от угловой скорости вращения системы постоянных магнитов. Расчеты показали, что на продольной оси расплава силовое воздействие при такой конфигурации магнитной системы практически отсутствует. Это требует дополнительных исследований технологических режимов и конструктивного исполнения данной индукционной системы.

Список литературы

1. A new high efficiency technology for the induction heating of nonmagnetic billets [текст] / Dughiero F., Forzan M., Lupi S., Nicoletti F., Zerbetto M. // Heating by electromagnetic sources HES-10. – Padua, 2010 – pp. 531-538.
2. Morev A. E. Study of an aluminium mixing system based on permanent magnets / A. E. Morev, A. I. Aliferov // COMPEL - The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering. - 2020. - Vol. 39, iss. 1. - P. 192-197. - DOI: 10.1108/COMPEL-06-2019-0233.
3. F. Dughiero, M. Forzan, C. Pozza, N. Sempredoni. Permanent Magnet Heater for aluminium strips continuous annealing lines [текст].- International Scientific Colloquium Modelling for Electromagnetic Processing, Hannover, September 16-19, 2014 .-Hannover: Leibniz University of Hannover, 2014, pp 239-244
4. O. Ben-David, A. Levy, B. Mikhailovich. Liquid Metals Mixing with Permanent Magnetic System Impact [текст].- International Scientific Colloquium Modelling for Electromagnetic Processing, Hannover,

September 16-19, 2014 .-Hannover: Leibniz University of Hannover, 2014, pp 51-56

5. Нагрев немагнитных изделий цилиндрического и прямоугольного поперечного сечения в магнитном поле вращающихся постоянных магнитов = Heating of nonmagnetic workpieces of cylindrical and rectangular cross section in the magnetic field of rotating permanent magnets / А. И. Алиферов, В. В. Жуловян, А. Э. Морев, В. А. Промзелев // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. - 2018. – № 4 (41). – С. 30–43. - DOI: 10.17212/1727-2769-2018-4-30-43

ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК МГД-ПЕРЕМЕШИВАТЕЛЕЙ ЖИДКИХ МЕТАЛЛОВ С НЕСИНУСОИДАЛЬНЫМ ТОКОМ

А.Ю. Олзоев, Г.П. Балабанов, В.Н. Тимофеев
Сибирский федеральный университет
viktortim0807@mail.ru

Работа посвящена рассмотрению магнитогидродинамических перемешивателей, питаемых током несинусоидальной формы. Произведен анализ электромагнитных характеристик данных устройств, также построена расчётная модель МГД-перемешивателя. На основе модели получены выражения для нахождения векторных характеристик электромагнитного поля, пригодные для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: перемешивание жидких металлов, несинусоидальный ток, электромагнитная характеристика

В последние годы увеличились выпуск и потребление сплавов на основе алюминия. В технологии выплавки сложных высококачественных сплавов важной операцией является гомогенизация химического состава и температуры расплава (жидкого металла) во всем объеме ванны печи-миксера. Использование МГД-перемешивателей позволяет автоматизировать процесс гомогенизации, сократить время приготовления и уменьшить расход энергии на производство сплавов [1].

Используемые МГД-перемешиватели обычно питаются синусоидальными токами и имеют низкие КПД и коэффициент мощности. Особенно низкая эффективность проявляется при устранении микрон неоднородностей многокомпонентных расплавов на

молекулярном уровне. В связи с этим возможным способом улучшения эффективности МГД-перемешивания является применение питающего тока несинусоидальной формы [2].

Целью настоящей работы является анализ электромагнитных характеристик МГД-перемешивателя жидких металлов с несинусоидальным током.

Анализ осуществлён на основе аналитической модели с использованием рядов Фурье в комплексной форме [3]. Построена расчётная модель МГД-перемешивателя, в которой обмотка индуктора с током представлена в виде линейной плотности тока $J(t, x)$. Эту плотность тока можно представить в виде ряда Фурье с коэффициентами J_{kn} , где k и n – номера временной и пространственной гармоник.

Поскольку плотность тока в индукторе является источником электромагнитного поля (ЭМП), то вектора ЭМП (\vec{E} и \vec{B}) можно также представить в аналогичном виде.

Подключение многофазной обмотки индуктора МГД-перемешивателя жидкого металла к источнику переменного напряжения прямоугольной формы позволяет получать различные формы мгновенной мощности и электромагнитной силы в зависимости от постоянной времени обмотки индуктора. После нахождения характеристик ЭМП и построения графиков мощности с помощью Mathcad (Рисунок 1), можно увидеть, что при применении несинусоидальных токов наблюдаются пульсации мощности и электромагнитной силы.

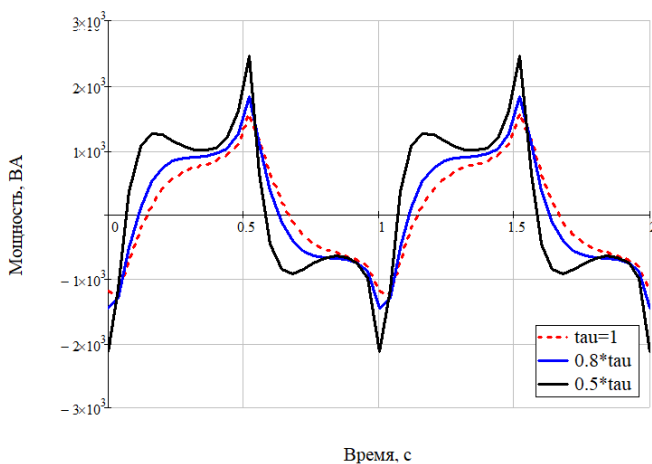


Рисунок 1 – Мгновенное значение полной мощности

Мощность претерпевает пикообразные всплески, которые могут положительно сказаться на устранении микронеоднородностей, например, при добавлении таких легирующих элементов как гафний, используемых при изготовлении сверхпрочных сплавов [4].

Список литературы

1. Применение МГД устройств в металлургии: Учебное пособие / Под ред. В.Н. Тимофеева, Е.А. Головенко, Е.В. Кузнецова – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007.
2. Пат. 2524463 Российская Федерация, МПК F27 D27/00 B01 F13/08. Индукционная установка для перемешивания жидких металлов. /В. Н. Тимофеев, Г. Ф. Лыбзиков, М. Ю. Хацаюк, М. А. Ерёмин; заявитель и патентообладатель Тимофеев Виктор Николаевич. – № 2012146779/02; заявл. 01.11.12; опубл. 27.07.14, Бюл. № 21. – 14 с.
3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники: учебник / Москва: Высшая школа, 1964. – 750 с.
4. Тимофеев В. Н., Лыбзиков Г. Ф., Хацаюк М. Ю., Еремин М. А., Тимофеев С. П., Магнитогидродинамические перемешиватели жидких металлов с несинусоидальными токами // Журнал Сибирского федерального ун-та. Серия: техника и технологии. – 2013. – Том 6. – № 2. – С. 166-177.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ДУГОВОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ СВЕРХВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

В.В. Параско, А.И. Алиферов

Новосибирский государственный технический университет
parasko54rus@mail.ru

В докладе представлены результаты анализа литературных источников по тематике вибрационных и акустических характеристик сверхмощной дуговой сталеплавильной печи. Показаны природа и механизм влияния виброакустических процессов на интенсификацию теплообмена в рабочем пространстве дуговой сталеплавильной печи.

Ключевые слова: Сверхмощная дуговая сталеплавильная печь, интенсификация теплообмена, акустические характеристики

В дуговой сталеплавильной печи интенсивным источником радиационно-конвективного нагрева шихты, а также источником акустического излучения в рабочем пространстве является дуга большой мощности. Неотъемлемая часть горения мощных дуговых разрядов – шумообразование.

Шумообразование в катодных струях создается турбулентными пульсациями давления плазмы, вызванного магнитным полем тока дуги. В конусной части разряда возникают изменения скорости плазмы на границах смешения струи с окружающим газом. Также происходят скачки уплотнений в струе и взаимодействие между ними и турбулентными пульсациями. Начальный участок катодной струи характеризуется большими градиентами скорости плазмы, вызывающими мелкокомасштабную локальную турбулентность, которая становится источником высокочастотных и ультразвуковых колебаний в газах. [1]

В цилиндрической части столба дуги существует мелко и крупноразмерная турбулентность, что вызывает среднечастотный шум. До 35% энергии дуговых разрядов переносится в область анода плазменными осевыми струями [2]. Эта энергия обеспечивает конвективный нагрев металла и генерацию шумовой энергии на аноде в основном в низкочастотном диапазоне [3].

Интенсивность акустических характеристик и частотный диапазон их изменения зависят от мгновенных значений токов в дуговых разрядах. В первый период плавки при проплавлении колодцев наблюдается максимальная плотность звуковой энергии [4]. Возникновение многочисленных электрических разрядов между фрагментами шихты в местах их контактов является причиной дестабилизации процесса протекания токов в фазах. Эти дуговые разряды формализуются как последовательно включенные дуги с основной дугой [5]. Протекающие токи в этот период имеют несинусоидальный характер, который определяет мощность искажения величиной до 30 % от номинальной мощности дуговых разрядов с частотной характеристикой от 1-2 Гц до 8000 Гц. Движение дуговых разрядов имеет импульсный характер, что в результате приводит к возникновению широкополосного спектра шума.

Звуковая волна, которая падает на любую поверхность внутри печи, приводит эту поверхность в колебательное движение. Таким образом, ограждающие конструкции также становятся источниками вибраций и звука, излучая их в окружающее пространство. В рабочем пространстве печи звуковая энергия трансформируется в вибрационную. При этом все элементы конструкции печи, шихта и расплав становятся

проводниками вибрационной энергии. Вибрационная энергия в свою очередь оказывают влияние на тепловые процессы в рабочем пространстве дуговой сталеплавильной печи: на теплообмен при плавлении шихты и ее нагреве в расплаве, на образование паров и капель в рассматриваемой области. Также вибрационные поля интенсифицируют протекание как тепловых процессов, так и термохимических процессов в рабочем пространстве печей.

Вибрационно-акустическое воздействие на область теплообмена от одной среды к другой имеет колебательный характер и обеспечивает увеличение или уменьшение давлений в газодинамических и тепловых пограничных слоях на поверхностях теплообмена. Это порождает локальные вихревые микропотоки газа или расплава в пределах пограничных слоев, в том числе ламинарных на самой поверхности с увеличением степени турбулентности в этой области. Происходит интенсификация энергопередачи от одной среды к другой [1].

Анализ литературных источников показывает, что исследование виброакустических характеристик является актуальным и целесообразным.

Список литературы

1. Сериков А. В. Акустические и вибрационные характеристики сверхмощных дуговых сталеплавильных электропечей: дис. ... канд. тех. наук: 05.09.10/ Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2016. – 147 с.
2. Кручинин, А.М. Теплообменная модель дуги дуговой печи постоянного тока. Ч. 2./ А.М. Кручинин// Электротехнология. - 2012. - № 4. – С. 39-48.
3. Анахов, С.В. Плазмотроны: проблема акустической безопасности. Теплофизические и газодинамические принципы профилирования газоздушных трактов маломощных плазмотронов/ С.В. Анахов, Ю.А. Пыкин. - Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. – 224 с.
4. Чередниченко, В.С. Акустические характеристики дуговых сталеплавильных электропечей/ В.С. Чередниченко, Р.А. Бикеев, А.В. Чередниченко// Электротехнология. - 2015. - № 10. – С. 2- 12.
5. Бикеев, Р.А. Особенности протекания электрических токов в сверхмощных трехфазных дуговых сталеплавильных электропечах/ Р.А. Бикеев, В.С. Чередниченко, В.А. Сериков// Черная металлургия. - 2015. - № 7. - С. 56-61

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПОСЕЛКА «СУЗУН»

Е.Е. Сальников, А.А. Колесникова, Г.Т. Амбросова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
veranda70@gmail.com

Данная работа посвящена описанию состояния системы водоотведения рабочего поселка Сузун Новосибирской области. На сегодня функционирующие очистные сооружения канализации поселка имеют высокую степень амортизации. Поэтому в 2018 году начато строительство нового комплекса очистки сточной жидкости производительностью 1000 м³/сут. К сожалению, анализ проектной документации и обследование технического состояния строящегося объекта показали, что имеются проектные недоработки и строительные дефекты, авторами данной работы рекомендованы мероприятия по их устранению.

Ключевые слова: очистные сооружения канализации, обработка осадка, биологическая очистка, удаление азота, фосфора, Bio Chip, сточная жидкость

В настоящее время в рабочем поселке Сузун Новосибирской области функционируют очистные сооружения канализации (ОСК) на полную биологическую очистку с биофильтрами производительностью 400 м³/сут. В состав сооружений входит: камера гашения напора, решетки с ручным удалением отходов, горизонтальные песколовки с прямолинейным движением воды и ручным удалением песка, двухъярусные отстойники, предназначенные для отстаивания сточной жидкости, обработки сырого осадка и биопленки в анаэробных условиях при мезофильном режиме сбраживания.

ОСК были запроектированы и построены в 80-ых годах прошлого столетия. На сегодня они имеют высокую степень амортизации, в среднем составляющую 70%. В перспективе предполагается подавать на очистку около 1000 м³/сут, из них 400 м³/сут будут поступать по имеющимся канализационным сетям рабочего поселка и 600 м³/сут будут завозиться ассенизационными машинами из выгребных ям, индивидуальной застройки и общественных зданий.

Согласно протоколам анализов выполненных центральной лабораторией аналитико-технических исследований (ЦЛАТИ), показатели сточной жидкости поступающей сетями составляет:

ХПК=1200-1500 мг/л; БПК₅=500-600 мг/л; NH₄=120-144 мг/л; P(ОН)₃=4-6мг/л; рН=6,9-7,2; температура сточной жидкости по данным марта 2021 года составляет 7-9 °С. Стоки поступают крайне не равномерно, коэффициент неравномерности превышает 2,5 (коэффициент неравномерности это отношение максимального расхода к среднему).

Для данного объекта установлены предельно-допустимые концентрации (ПДК) на сброс стоков в водоем рыбо-хозяйственного назначения: ХПК≤30 мг/л; БПК₅≤3 мг/л; взвешенные вещества ≤2мг/л; NH₄≤0,4 мг/л; NO₂≤9 мг/л; фосфор (фосфатов) ≤0,2мг/л ; рН=6,5-8,5; температура не более 40 °С.

Исходя из качества поступающей сточной жидкости, а также требований, предъявляемых к очищенной сточной жидкости, были запроектированы очистные сооружения на полную биологическую очистку с удалением азота методом нитрификации-денитрификации и физико-химическим удалением фосфора.

Согласно принятой схеме, сточная жидкость проходит резервуар усреднитель, камеру гашения напора, ступенчатые решетки, первичные отстойники с тонкослойными модулями, аэротенки с носителями прикрепленных микроорганизмов (Bio Chip), вторичные отстойники отсутствуют, так как предусмотрено прохождение сточной жидкости через слой биоагрузки. Для обработки сырого осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила из аэротенков, предусматриваются аэробные стабилизаторы. Обезвоженный осадок, после фильтр-прессов, направляется на полигон твердых бытовых отходов.

Анализ инженерных решений по технологической схеме очистки сточной жидкости и обработки осадка показал, что:

- 1) фактическая нагрузка на органические загрязнения будет превышать проектную в 3-4 раза, так как согласно проекту ХПК=350мг/л; БПК_{полн}=250мг/л; взвешенные вещества 240мг/л; азот аммония 35мг/л. Т. е. данный комплекс не может обеспечить уровень очистки до ПДК;
- 2) сооружения биологической очистки будут работать в нестабильном режиме, так как рабочая доза активного ила 35 г/л, вместо 2г/л;
- 3) не предусмотрен узел подогрева сточной жидкости, которая в зимний период может охлаждаться в канализационных сетях до 7-9 °С.

В результате технологического обследования строящегося объекта выявлено то, что на сегодня не смонтирована канализационная насосная станция, не завезено и не смонтировано технологическое оборудование, отсутствуют подземные сооружения (резервуар-усреднитель, аэробный стабилизатор). Более того оборудование с системой автоматизации

находилось длительное время (с конца 2018 по март 2021), на открытой площадке и подвергалось влиянию низких температур (до -45 °С). Естественно, гарантировать исправность системы автоматизации нельзя и проверить ее исправность тоже не представляется возможным, так как площадка не запитана электроэнергией.

После изучения проектной документации и обследования технического состояния строящегося объекта, был выполнен поверочный расчет на фактические показатели поступающей сточной жидкости.

Разработаны рекомендации по устранению имеющихся недоработок и строительных недоделок.

Список литературы:

1. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 72 с
2. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. - М.: АСВ, 2002. - 704 с
3. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод / А.Г. Гудков. - Вологда: ВоГТУ, 2002. - 127 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОКА И ВЕКТОРА МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ПО БИМЕТАЛЛИЧЕСКОМУ РУКАВУ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛЯ

В.А. Седых, Л.П. Горева

Новосибирский государственный технический университет
fvclay@yandex.ru

Конструктивное решение в дуговой сталеплавильной печи - биметаллический токопроводящий рукав – используется уже около 20 лет. В нем объединены функции токоподвода и несущей конструкции, удерживающей электрод. Целью данной работы было получить распределение плотности тока и вектора магнитной индукции вдоль части рукава электрододержателя дуговой сталеплавильной печи в программном пакете ANSYS. Это первый этап решения совмещенной электромагнитной и тепловой задачи для оптимизации конструктивных и электрических параметров этого объекта.

Ключевые слова: электрододержатель, биметаллический рукав, численное моделирование, электромагнитное поле

Токопроводящий рукав электрододержателя дуговой сталеплавильной печи объединяет в себе две функции: токоподвод к электроду и удержание электрода. Для этого необходимо, чтобы он выдерживал механические нагрузки, приводящие к деформациям изгиба и кручения, и имел минимальное активное и индуктивное сопротивления, что при его длине 5 - 7 м актуально.

Биметаллическая пластина — пластина, изготовленная из биметалла или из механически соединённых кусков двух различных металлов. В рукаве - это внешний слой меди, обеспечивающий проведение тока, и стали, обеспечивающий прочность конструкции. Толщина медного слоя 6 - 8 мм меньше глубины проникновения электромагнитной волны в медь на частоте 50 Гц (9,6 мм), что обеспечивает близкое к равномерному распределение плотности тока по сечению проводящего слоя. Толщина слоя стали 20 мм.

Для исследования была выбрана система численного моделирования ANSYS, реализующая метод конечных элементов для решения полевых задач. Задача решалась в трехмерной постановке. Для моделирования использовались удельные электрические сопротивления меди, стали и воздушной среды, в которой находилась исследуемая модель, а также значения величин относительной проницаемости материала. Свойства материалов сведены в таблицу 1 [1].

Таблица 1. Свойства материалов при моделировании

Параметр	Воздух	Сталь	Медь
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	$1 \cdot 10^{30}$	$13 \cdot 10^{-8}$	$1,72 \cdot 10^{-8}$
Относительная магнитная проницаемость	1	1	1

На языке программирования APDL написана программа для решения электромагнитной задачи. При этом последовательно реализованы этапы: создание геометрической модели, наложение сетки конечных элементов, наложение граничных условий, решение задачи. Средствами постпроцессора визуализированы электромагнитные процессы в смоделированном биметаллическом объекте (рисунки 1, 2) при токе 40 кА [2].

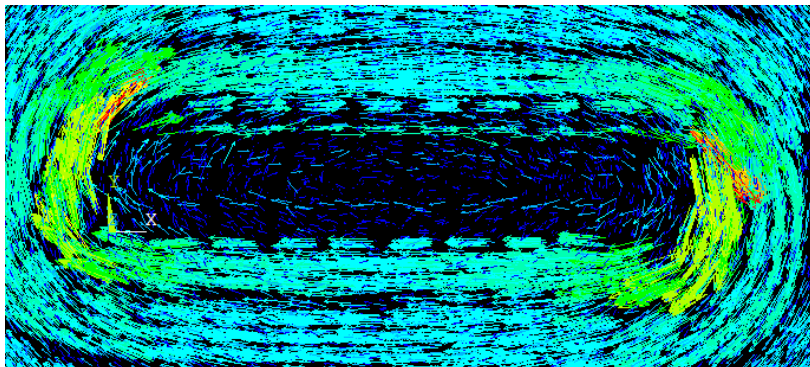


Рисунок 1 - Распределение вектора магнитной индукции

Результаты моделирования позволяют рассчитать индуктивное и активное сопротивления биметаллического рукава и совместно с тепловой задачей помогут рассчитывать выделение активной мощности в стальном слое и уточнить параметры системы охлаждения рукава.

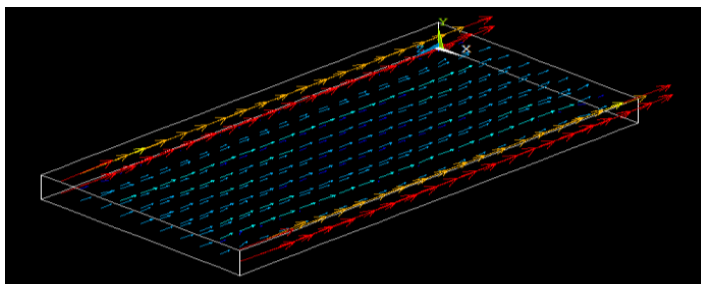


Рисунок 2 – Векторное распределение плотности тока вдоль биметаллической пластины

Список литературы

1. Рудницын М.Н. Справочное пособие по сопротивлению материалов / М. Н. Рудницын, П. Я. Артемов, М. И. Любошиц. Минск: Гос. издат. БССР, 1961. - 516 с.
2. Денисов М. А. Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование: учеб. пособие / М. А. Денисов. Екатеринбург: УрФУ, 2011.- 149 с.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.П. Седяшева, Е.А. Удальцов
Новосибирский государственный технический университет
yulya_0907@mail.ru

Целью исследования является анализ состояния почвы в Российской Федерации и Новосибирской области по микробиологическим и паразитологическим показателям. Представлены данные по долям проб почв, несоответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, проведен анализ динамики доли нестандартных проб почвы, несоответствующих гигиеническим нормативам.

Ключевые слова: почва, загрязнение, микробиологические показатели, паразитологические показатели, селитебная зона, заболевание

Санитарно-биологическая чистота почвенного покрова является одним из основных условий оптимального экологического состояния жизнедеятельности человека и животных. Однако в это же время именно человек и животные являются первопричиной биологического загрязнения [3].

Состояние почвы несет в себе высокий потенциал различных групп патогенных микроорганизмов и геогельминтоза. Особенно он велик вблизи крупных городских центров и населенных мест с развитой сельскохозяйственной промышленностью [1].

На основе данных государственных докладов [2, 3], получены данные о динамике доли нестандартных проб почвы, не соответствующих нормам по микробиологическим (5,62%) и паразитологическим (0,88%) показателям в селитебной зоне Российской Федерации. Наблюдается достоверное снижение показателей. Период с 2000 г. по 2011 г. по микробиологическому показателю является периодом перепадов, и, начиная с 2012 г. имеет наиболее близкие значения к постоянному, в 2019 г. данный показатель снизился на 65 % по сравнению с 2000 г. Доля нестандартных проб по паразитологическим показателям также снизилась на 72,5%.

За период 2012–2019 гг. улучшилось качество почв на территории детских организаций и детских площадок. С 7,53 % в 2012 году до 4,44 % в 2019 году снизилась доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям и с 0,92 % до 0,57 % – по паразитологическим [1].

Однако, наиболее высокий уровень микробиологического загрязнения почв был зафиксирован в 2019 году в ряде субъектов РФ, в том числе – Новосибирской области - 28,12%. Темп прироста (к 2012 г.) составляет 346,3% [1].

Микробиологические и паразитологические показатели доли проб почв в селитебной зоне с превышением гигиенических нормативов в Новосибирской области более чем в 1,5 раза превышают общероссийские показатели.

В период с 2003 по 2019 гг. прослеживается тенденция к увеличению несоответствующих нормативам по микробиологическому и паразитологическому показателям проб почв в селитебной зоне Новосибирской области [2].

Необходимо учитывать социально-эпидемический аспект данной проблемы, так как при контакте человека с загрязненной почвой он может заболеть рядом опасных инфекционных и глистных заболеваний.

При массовом загрязнении почвы создаются возможности для возникновения эпидемических вспышек. Несмотря на то, что почва не является естественной средой обитания большинства патогенных микроорганизмов и геогельминтов, они широко распространены в почвенных субстратах, а также способны длительное время в них сохраняться, играя значительную роль в возникновении эпидемий [3].

Список литературы

1. Почвоведение: учебник для академического бакалавриата / отв. ред. К.Ш.Казеев, С.И.Колесников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 427 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад.–М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020.–299 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Новосибирской области в 2019 году: Государственный доклад. - Территориальное управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области, 2020 - 280 с.

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

С.В. Чуриков, Т.А. Купницкая
Новосибирский государственный архитектурно–строительный
университет, (Сибстрин)
churikovsergey@inbox.ru

Доклад посвящен обзору проблем, возникающих в условиях эксплуатации водозаборных сооружений: биообрастания, понижение уровня воды в источнике. Показано, что часть проблем носит антропогенный характер. Описаны практические методы, применяемые на водозаборах Сибири. Обзор является частью материала, собранного для литературного обзора магистерской диссертации.

Ключевые слова: водозаборные сооружения, биообрастания, понижение уровня воды в источнике, защита от шуги

Обеспечение высококачественной водой населения, промышленности и сельского хозяйства требует практически постоянного совершенствования систем водоснабжения. В данных условиях все большее значение приобретает повышение технической надежности и экономичности сооружений без нанесения ущерба природе и окружающей среде. При этом водозаборные сооружения находятся в начале цепочки водоподготовки, и от их работы зависит работа станции очистки воды и бесперебойное снабжение водой потребителя. Поэтому водозаборные системы требуют постоянного внимания, которое может заключаться в реконструкции, модернизации или устранении проблем в работе.

Одна из самых значимых проблем водозабора – это биообрастания. Обрастания нередко бывают значительными, что приводит к критическим потерям напора во всасывающей системе водозабора и к угрозе остановки насосных станций. Водоприемные окна с сороудерживающими решетками, самотечные, всасывающие и напорные трубопроводы на водозаборах (особенно на зарегулированных источниках) подвержены внутреннему обрастанию гидробионтами, из которых наибольший вред приносят моллюски дрейссены. При таком обрастании существенно возрастает сопротивление трубопроводов, что влечет дополнительные расходы электроэнергии на подачу воды. В связи с этим борьбу с дрейссеной на действующих водозаборах необходимо рассматривать не только как

средство обеспечения бесперебойного водоснабжения, но и как меру экономии электроэнергии. Осложнения в работе водозаборов по причине биообрастаний были на водопроводах многих городов (Москвы, Ростова–на–Дону, Днепропетровска, Донецка, Куйбышева, Калининграда, Дзержинска и др.) Обрастания иногда уменьшали на треть диаметр трубопроводов, а из зарубежной практики известны факты полной закупорки трубопроводов. В процессе эксплуатации водоприемников сороудерживающие решетки и сетки, находящиеся в труднодоступных местах в подводном состоянии, с отсутствием возможности их очистки, подвержены биообрастанию, коррозии, физическому износу, а также возможным повреждениям крупным плавающим мусором (особенно на лесосплавных реках). Срок эксплуатации многих водозаборных сооружений и насосных станций превышает 50 лет. Модернизация и реконструкция подобных водозаборных сооружений позволяют повысить качество подаваемой воды на очистку, снизив тем самым эксплуатационные затраты на очистных сооружениях.

Другая проблема водозаборных сооружений – понижение уровня воды в источнике. Она носит, по большей части, антропогенный характер. Причины понижений уровней – это транзитное землечерпание; добыча минеральных стройматериалов; осветление воды в нижних бьефах водохранилищ и т.д. Однако, в любом случае, разработка проектов мероприятий, компенсирующих посадку, требует надежной методики учета и анализа хронологического графика этого явления. Современные методы контроля посадок основаны на обработке многолетних кривых расходов или построении кривых обеспеченности среднесуточных уровней воды, далеко не всегда дают надежные результаты. Например, на одном из водозаборов для Новосибирска русло реки из Оби врывается до коренных пород, скорость руслового потока во время ледостава 0,9–1 м/с. Снижение горизонта низких вод (ГНВ) ниже расчетного, как показали наблюдения, является следствием размыва русла реки в нижнем бьефе ГЭС и отбора большого количества грунта без учета условий работы водозабора. С 1960 по 1975 годы отбор грунта из русла Оби для строительных целей составил около 20 млн. м³, в результате чего на участке расположения водозабора ГНВ при шугоходе через 18 лет (1957–1975гг.) оказался ниже проектного на 0,7 метра. Этому способствовала также барьерная роль плотины ГЭС, уменьшившей поступление наносов в нижний бьеф: до строительства ГЭС твердый сток у Новосибирска составлял 6,5 млн. м³/год, а к 1975 г. снизился до 4,5 млн. м³/год.

Предотвратить влияние шуги на водозаборы, особенно в условиях Сибири, пока не удастся. Поэтому заслуживают внимания способы, нашедшие применение на некоторых водозаборах. Общеизвестны и распространены следующие методы: подача пара и нагретой воды к водоприемным окнам, обратная промывка, электрообогрев сороудерживающих решеток, обколка льда с устройством майны над оголовками и удаление шуголедовой массы с плавсредств, специальных мостков и трапов. Эти методы направлены на устранение шуголедовых помех непосредственно у водоприемных окон и составляют первую группу. Распространенным способом является обратная промывка сороудерживающих решеток. Длительное применение этого способа на водозаборах городов Кемерово, Омска, Барнаула, Томска и других показало, что он не всегда дает нужный эффект. Электрообогрев, гуммирование стержней решеток, установка деревянных решеток на период шугохода для предотвращения обмерзания решеток, не защищают водоприемные отверстия от закупорки, шугой. К тому же, электрообогрев не может остановить уже начавшийся процесс обмерзания, в связи с чем система обогрева должна включаться заблаговременно, до ожидаемого переохлаждения воды.

Ко второй группе относятся методы и средства, направленные на обеспечение раннего ледостава и предотвращения за счет этого проникания шуги в акваторию водоприемных устройств.

Для повышения надежности указанные способы целесообразно применять в сочетании с другими, проверенными на практике, предотвращающими проникание шуги к водоприемным окнам. Это в основном следующие: снижение скорости входа воды в водоприемные окна; сброс нагретой воды вблизи водоприемных окон; создание водовоздушных завес. Снижение скорости применяется на водозаборе Барнаула (Обь). Сброс нагретой воды у водоприемных окон практикуется на одном из водозаборов Норильска (Норилка) и Рубцовска (Алей).

Список литературы

1. Гаврилюк С.М. Влияние тенденции посадки русла на надежность работы береговых водозаборных сооружений находящихся в длительной эксплуатации / В.Л. Бондаренко, А.В. Кувалкин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2011. - № 2(02). – 15 с.
2. Шевченко Н.А. Совершенствование водозаборов из поверхностных источников, находящихся в длительной эксплуатации: маг. дис.– Тольятти, 2019. – 80 с.

3. Своими силами восстановили мы // Горводоканал. – июнь 2020. – URL: <https://www.gorvodokanal.com/news/2401.html> (дата обращения 09.03.2021)

КОМПОСТИРОВАНИЕ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Т.Т. Шербоев, Е.К. Аганичева, Г.Т. Амбросова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
tsherboev@mail.ru

В работе рассмотрены вопросы компостирования осадков городских сточных вод. Суть метода компостирования заключается в разогреве компостируемого осадка с температурой 65-70⁰С. Разогрев происходит за счёт тепла экзотермических реакций, выделяемого термофильными аэробами. Приведено описание эксперимента по компостированию осадка с использованием нескольких видов наполнителей (опилки, сено, хвоя, измельченная бумага). Данный метод обработки осадка рекомендован для применения в на проектируемых и строящихся очистных сооружениях канализации Республики Саха (Якутия), отличающейся особо сложными природно-климатическими условиями.

Ключевые слова: очистные сооружения канализации, неприятный запах, утилизация осадков, сточная жидкость, компостирование осадка

Проблема практически всех ныне функционирующих очистных сооружений канализации Российской Федерации заключается в необходимости утилизации образовавшихся органических осадков. Осадки городских сточных вод являются причиной не только загрязнения воздушного бассейна неприятно пахнущими газами, но и загрязнения грунтовых вод, а также водоёмов.

Нормативные ограничения, которые постоянно ужесточаются, заставляют предприятия, производящие осадки, соблюдать новые правила обработки и вывоза осадков, которые направлены на решение следующих вопросов: снижение объемов осадков, хранение их в течение длительных периодов, обеззараживание, изменение структуры, биологическая стабилизация, улучшение агрономических свойств [1].

Компостирование осадков позволяет решить все вышеперечисленные задачи при условии, что соответствующие технологии тщательно контролируются. Суть метода заключается в смешивании обезвоженных сырых или стабилизированных органических осадков с наполнителем (опилками, деревянной стружкой, торфом, листвой, соломой, хвоей, рублеными веточками, торфом, бумагой, органическим текстилем, измельченной корой деревьев, органическими отходами предприятий пищевой промышленности) в разных соотношениях, например, 0,5:1, 1:1, 1,5:1, 2:1. После смешения осадок находится в буртах, где смесь разогревается за счёт тепла экзотермических реакций до температуры 65-70°C, обеззараживается, освобождается от неприятных запахов и может использоваться в качестве сбалансированного высокосортного органоминерального удобрения для технических или сельскохозяйственных культур. Последующее высушивание простого материала продолжается до 30 дней.

Процесс компостирования органических осадков включает две фазы: первая продолжается 1-3 недели и характеризуется активным развитием микроорганизмов. Температура осадка в это время увеличивается до 50-80°C за счёт развивающихся в осадке аэробных процессов; в результате происходит его обеззараживание с одновременным снижением биомассы. Вторая фаза представляет собой этап созревания компоста, её длительность составляет от двух недель до 3-6 месяцев в зависимости от условий компостирования и используемого соотношения наполнителя и осадка. Температура осадка на данном этапе снижается до 40°C и ниже. В таком осадке развиваются в основном простейшие и членистоногие организмы. С увеличением температурных показателей воздуха активизируется процесс разложения органических веществ. Готовый компост отличается рыхлой структурой со средней влажностью 40-50%, без запаха, с высоким содержанием биогенных элементов, требуемых для интенсивного роста растений [2].

К достоинствам компоста можно отнести, прежде всего, возможность реализации полученного продукта. Компостирование не требует высококвалифицированного обслуживающего персонала, метод не энергоёмкий, легкодоступный в реализации и быстро окупаемый. Кроме того, он улучшает санитарное состояние объектов, являющихся источником образования органических осадков [3].

На кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета была проведена большая серия опытов по изучению процессов

компостирования осадка с использованием четырех видов наполнителей: древесные опилки, сосновая хвоя; мелко измельченное сено и бумага (рисунок 1). В эксперименте использовался обезвоженный после центрифуг осадок очистных сооружений канализации города Новосибирска влажностью 75%. Первоначально было изучено соотношении обезвоженного осадка и наполнителя по массе 1:0,2. Смесь осадка и наполнителя размещалась в горшки, дно и боковые стенки которых были утеплены синтетическим материалом. Верхняя часть горшков закрывалась полиэтиленовой пленкой с небольшими отверстиями для выхода продуктов распада и поступления кислорода в толщу приготовленной смеси.



Рисунок 1 - Наполнители для ускорения процесса компостирования: 1-опилки; 2-хвоя; 3-сено; 4-бумага

После приготовления проб, они были размещены в помещении с контролируемой температурой. Осадок перемешивали через каждые три дня с обязательным замером температуры компостируемой массы внутри горшка. В начале эксперимента неприятный запах сероводорода и аммиака был очень сильным, после обработки (10-15 суток в зависимости от использованного наполнителя) осадок имел запах прелой земли и имел рассыпчатую структуру. Эксперимент показал, что из использованных наполнителей наиболее эффективной углеродсодержащей добавкой являются опилки.

Результаты настоящих исследований будут использованы при эксплуатации строящихся объектов по очистке сточных вод рабочих поселков Республики Саха (Якутия). Для Якутии вопрос размещения осадков городских сточных вод является особенно актуальным. Вечная мерзлота не позволяет производить качественное обезвоживание осадка в естественных условиях.

Вывод. Таким образом, анализ литературных данных и серия проведенных опытов показали, что на сегодня для малых объектов, предназначенных для очистки сточных вод, наиболее приемлемым,

доступным, достаточно эффективным и надежным является метод компостирования осадка, благодаря которому происходит не только обеззараживание осадка, но и устранение неприятного запаха.

Список литературы:

1. Решетов Н.Г. Проблемы очистки и утилизации осадков сточных вод / Н.Г. Решетов, А.С. Олейник // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2001. – №1. – С. 126-129.
2. Рудакова А.О. Применение активного ила в качестве исходного технологического сырья для производства органического удобрения (на примере ПАО «КуйбышевАзот» г. Тольятти: маг. дис.– Тольятти, 2019.- 101 с.
3. Аганичева Е.К., Амбросова Г.Т., Шербоев Т.Т. Сравнительный анализ методов обработки, обезвоживания и утилизации осадков городских сточных вод / XX Международная научно-практическая конференция.- Ч I, 14-15 декабря 2020г.

**ИНФОРМАЦИОННО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
СЕКЦИЯ
ТЕХНИКА, АВТОМАТИКА
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОПЫТОВОГО БАССЕЙНА.
МОДУЛЬ СБОРА ДАННЫХ

И.Н. Гречко, А.В. Ботвинков
Сибирский государственный университет водного транспорта
grechkoivan@yandex.ru

Доклад И. Гречко посвящён актуальным техническим проблемам Комплекса Судовой Гидродинамики. Автором было проведено обследование аппаратного обеспечения регистрационно-вычислительного комплекса (РВК) прямого опытового бассейна и изучены возможные методы решения выявленных проблем. В результате проведённой работы был разработан план модернизации РВК, выполнение которого значительно улучшит основные показатели системы

Ключевые слова: гидродинамика, водный транспорт, опытовый бассейн, модернизация ИС, разработка аппаратного обеспечения, Arduino

Основу экспериментальной базы Комплекса Судовой Гидродинамики СГУВТ составляет прямой опытовый бассейн, расположенный в лабораторном корпусе академии. Бассейн введен в эксплуатацию в 1975 г. Он представляет собой бетонную чашу длиной 69 м, шириной 6,9 м и максимальной глубиной 3,4 м. В нем смонтирована система, приводящая в движение модель судна. Датчики, расположенные на модели, фиксируют гидродинамические данные и отправляют их на регистрационно-вычислительный комплекс (РВК). РВК базируется на ЭВМ «PENTIUM», структурная схема которого приведена на рис.1.

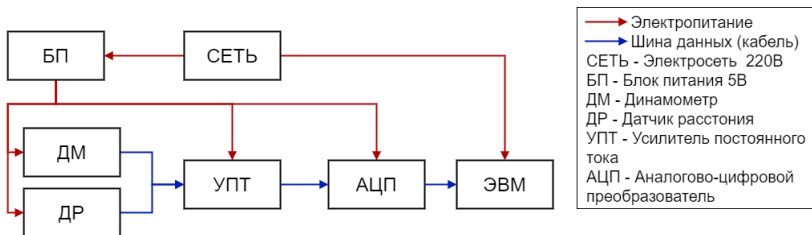


Рисунок 1 – Структурная схема РВК

Весь комплекс работает от общего блока питания, подающего стабилизированное напряжение 5 В. Сигналы от динамометров и датчика расстояния усиливаются в усилителе постоянного тока до напряжения 6 В (порогового напряжения срабатывания микросхем аналогово-цифрового преобразователя). Информация в виде машинных кодов подается на внешний порт ЭВМ и фиксируется в ее оперативной памяти. Усилитель и преобразователь рассчитаны на одновременное считывание и обработку информации с 8 каналов.

Существующая система имеет ряд серьёзных недостатков:

- Установленный АЦП, принимающий аналоговый сигнал с динамометров, значительно устарел (не совместим с современным оборудованием) и искажает выходной цифровой сигнал;
- Передача данных от усилителя к АЦП происходит по изолированному кабелю длиной 70 метров, что создаёт неудобства при движении модели и также способствует искажению сигнала;
- Отсутствие датчика скорости модели не позволяет проводить некоторые гидродинамические расчёты.

Для устранения вышеперечисленных недостатков был разработан план модернизации аппаратного обеспечения РВК:

1. Замена устаревшего АЦП на новый, разработанный на базе платформы Arduino Uno;
2. Разработка нового устройства на базе платформы Arduino Uno для передачи данных от АЦП к устройству-обработчику по WiFi;
3. Разработка нового устройства на базе платформы Arduino Uno для сбора, обработки и передачи данных от АЦП на ЭВМ;
4. Включение в систему датчика скорости движения модели.

Проведение модернизации аппаратного обеспечения системы сбора и обработки данных РВК опытового бассейна по разработанному плану позволит значительно повысить точность получаемых экспериментальных данных (за счёт более совершенного АЦП) и улучшить ремонтпригодность (благодаря использованию устройств на базе доступной платформы Arduino).

Список литературы

1. Лебедев О.Ю., Лабораторный практикум в опытовом бассейне: учебное пособие [Текст] / О.Ю. Лебедев, А.А. Девяткин. – Новосибирск: НГАВТ, 2011.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОПЫТОВОГО БАССЕЙНА. МОДУЛЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В.В. Исаков, С.В. Моторин
Сибирский государственный университет водного транспорта
demozor.ru@gmail.com

Доклад В. Исакова посвящён актуальным техническим проблемам Комплекса Судовой Гидродинамики. Автором было проведено обследование программного обеспечения регистрационно-вычислительного комплекса (РВК) прямого опытового бассейна и учтены существующие недостатки системы. В результате проведённой работы была выявлена необходимость в создании нового специализированного приложения для компьютера РВК и определены требования к нему

Ключевые слова: гидродинамика, водный транспорт, опытовый бассейн, модернизация ИС, разработка ПО

Основу экспериментальной базы Комплекса Судовой Гидродинамики СГУВТ составляет прямой опытовый бассейн, расположенный в лабораторном корпусе академии. Бассейн введен в эксплуатацию в 1975 г. Он представляет собой бетонную чашу длиной 69 м, шириной 6,9 м и максимальной глубиной 3,4 м. В нем смонтирована система, приводящая в движение модель судна. Датчики, расположенные на модели, фиксируют гидродинамические данные и отправляют их на регистрационно-вычислительный комплекс (РВК).

РВК базируется на процессоре «PENTIUM 1», который на сегодняшний день является устаревшим и имеет значительный износ, а установленное ПО не может корректно работать на 64-разрядных процессорах. В связи с этим необходимо провести модернизацию системы, целью которой будет повысить точность экспериментальных данных РВК и его ремонтпригодность.

Для модернизации программного обеспечения системы сбора и обработки данных РВК необходимо разработать новое приложение на ПК с использованием ЯП Python 3 для приёма, обработки и графического отображения полученных с АЦП гидродинамических данных. На основании обследования существующего приложения РВК и потребностей его пользователей были сформулированы следующие требования к разрабатываемой программе:

- 1) Иметь возможность приёма входных данных с USB порта;
- 2) Корректно работать на современных процессорах и ОС;
- 3) Иметь открытый исходный код;
- 4) Выполнять следующие функции:
 - а) Получать данные от 8 входных каналов (иметь возможность как параллельного приёма от 8 USB-портов, так и последовательного через один порт);
 - б) Строить график по данным каждого канала в режиме реального времени;
 - в) Производить тарировку (перевод у.е. в реальные единицы измерения);
 - г) Отображать скорость модели в режиме реального времени;
 - д) Вычислять среднее значение скорости модели на заданном промежутке времени;
 - е) Вычислять среднее значение у.е. на заданном промежутке времени;
 - ж) Задавать точку отсчёта графика;
 - з) Масштабировать сетку графика;
- 5) Иметь удобный и понятный интерфейс;
- 6) Иметь сопроводительную документацию (Help и подобные инструкции).

Разработанное по этим требованиям приложение расширит возможности по обработке гидродинамических данных (благодаря новым функциям), повысит удобство использования (за счёт сопроводительной документации) и повысит ремонтпригодность РВК (станет возможным заменить устаревший компьютер на более современный на базе 64-разрядного процессора).

Список литературы

1. Лебедев О.Ю., Лабораторный практикум в опытовом бассейне: учебное пособие [Текст] / О.Ю. Лебедев, А.А. Девяткин. – Новосибирск: НГАВТ, 2011.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФУЗИОННЫМ ШПРИЦЕВЫМ НАСОСОМ

К.В. Некрасов, А.В. Павлов
Новосибирский государственный технический университет
k.nekrasov@ngs.ru

Работа посвящена разработке модуля человеко-машинного интерфейса управления инфузионным насосом. Проведен анализ рынка инфузионных насосов и осуществлено сравнение с разрабатываемой системой, выявлены их основные недостатки. Вариант устранения недостатков анализируемых насосов рассмотрен в рамках данной работы.

Ключевые слова: инфузионный насос, интерфейс, ЧМИ, человеко-машинный, медицинское изделие, приборостроение

Хороший интерфейс отличается удобством использования, он позволяет продукту, к которому применяется данный интерфейс, стать понятным и изучаемым для пользователя. На данный момент, из-за возникновения сложных управляемых систем, удобство использования становится основным требованием к разрабатываемым интерфейсам. Удобство - свойство продукции, при наличии которого установленный пользователь может применять продукцию в определенных условиях использования для достижения установленных целей с необходимой результативностью, эффективностью и удовлетворенностью[1].

Цель работы: разработать модуль человеко-машинного интерфейса для управления инфузионным шприцевым насосом.

Объект исследования: существующие инфузионные насосы и решения, связанные с их управлением и интерфейсом.

Задачи:

1. Исследовать современные инфузионные насосы на рынке на предмет улучшения или вариантов избавления их от недостатков.
2. Разработать такой модуль, который будет избавлен от выявленных недостатков конкурентов.
3. Разработать эргономичный интерфейс

Большая часть современных инфузионных насосов разработана с использованием простого, с точки зрения визуального отображения, интерфейса. Тип дисплея и сложность интерфейса напрямую зависит от многофункциональности устройства. Чем больше задач оно выполняет,

тем сложнее будет управление им. Для отображения визуальной информации самых простых инфузионных насосов используются символная индикация, такой оснащен насос SINO SN-50C6 (Китай). Данный насос поддерживает один режима работы и отображает на дисплее всего 2 значения: объем и скорость инфузии. ЖК дисплеем оснащен насос Армед LINZ-8A (Россия), который также поддерживает один режим работы и. Насос Beyond BYZ-810 (Китай) оснащен информационно емким монохромным LCD дисплеем. Данный тип дисплея необходим, т.к. в памяти насоса имеется библиотека препаратов, которая отображается на дисплее, три режима работы и гибкие настройки насоса. В современных насосах В. Braun (Германия) используются контрастные цветные дисплеи, которые помимо отображения дисплея используются для индикации различных нестандартных ситуаций, в том числе тревогу.

Исходя из анализа современных инфузионных устройств, в них можно выделить основные недостатки:

1. Управление вышеперечисленными устройствами, производится при помощи гибких клавиш или энкодеров, закрепленных на передней панели, рядом с дисплеем. Данное управление не всегда является эргономичным и интуитивно понятным.
2. Системы безопасности насоса не являются дистанционными, т.е. ограничены дальностью световой и аудио индикаций.

Разрабатываемый модуль призван исправить данные недостатки.

Для разрабатываемого модуля был выбран цветной TFT дисплей 3,5' с сенсорной резистивной панелью, с помощью которого производится основное управление, а также дублирующие гибкие клавиши. Данный дисплей выбран в связи с высокой сложностью разрабатываемого изделия. Инфузионный насос, для которого разрабатывается модуль интерфейса, поддерживает 10 режимов работы, такие как: «Скорость», «Время», «Вес», «Трапезия» и т.д., а также гибкие настройки инфузии, настройка режимов безопасности. Дисплей был выбран исходя из требований, предъявляемых пользователями. Весь модуль и пользовательский интерфейс был разработан, основываясь на человеко-ориентированном подходе. Этот подход увеличивает результативность, эффективность, доступность и устойчивость систем, удовлетворенность пользователей и производительность их труда[2]. Пользователями являются медицинский персонал больниц и специалисты экстренной помощи. Выбранный дисплей имеет большую диагональ, для размещения на ней крупных кнопок управления и текста с увеличенным шрифтом. Резистивный тип сенсорной панели был выбран, для того чтобы насосом можно было пользоваться не снимая

медицинские перчатки. Всё управление продублировано на физические гибкие клавиши для использования насоса в вертолетах специальных служб.

В разрабатываемом модуле добавлена возможность дистанционного мониторинга вливания. Насос при помощи встроенного Wi-fi модуля передает на пост медсестры, оборудованный компьютером, основные параметры, в том числе сигнал о нестандартной ситуации.

Программное обеспечение для разрабатываемого модуля было написано на языке программирования C, с использованием открытой библиотеки, для разработки интерфейсов встраиваемых устройств, LVGL.

В результате работы были выявлены основные недостатки современных инфузионных насосов, а также предложен вариант их компенсации. На основе существующей библиотеки был разработан новый эргономичный интерфейс, для управления разрабатываемым инфузионным насосом.

Недостатком разработанной системы можно назвать использование большого количества иностранных компонентов.

Список литературы

1. ISO/TR 9241-100:2010 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 100. Введение в стандарты на эргономику программного обеспечения
2. ISO 9241-210:2010 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

СЕКЦИЯ

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГОРЫНКА С УЧЁТОМ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО СЕГМЕНТА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ – ПРОСЬЮМЕРОВ

Н.С. Супроненко
Новосибирский государственный технический университет
nik-supronenko8@mail.ru

Целью работы является оценка и получение информации о рынке просьюмеров и их влиянии на развитие энергетического рынка. Объектом исследования является рынок просьюмеров.

Ключевые слова: энергоснабжение, возобновляемые источники энергии, просьюмеры, микрогенерация, рынок энергетики

Ограниченность природных запасов и возрастающая сложность добычи ископаемого топлива, вкпе с глобальным загрязнением окружающей среды подталкивает человечество прилагать усилия в поиске возобновляемых, альтернативных источников энергии. Вместе с сокращением вреда экологии от новых энергоресурсов ожидают минимальных показателей себестоимости всех циклов транспортировки, переработки и производства.

Актуальность использования нетрадиционных источников энергии будет непрерывно возрастать, требуя ускорения процессов поиска и внедрения. Уже сегодня большинство стран на государственном уровне вынуждены внедрять программы, снижающие расход энергии, тратя на это огромные средства и урезая собственных граждан в правах.

На фоне этой трансформации индустрии возник новый сегмент потребителей, в руках которого оказались новые возможности и технологии, — так называемые просьюмеры. Термин принадлежит американскому футурологу ЭлвинуТоффлеру, автору книги «Третья волна» (TheThirdWave). Считается, что определено образовано от слов «производитель» (producer) и «потребитель» (consumer). Но есть и другое трактование: объединение слов «потребитель» (consumer) и «профессиональный пользователь» (professionaluser). Обе версии подразумевают активное участие потребителей в процессе создания товаров и услуг, которые им необходимы[2].

Люди, которые решили разработать новые современные системы электроснабжения, использующие один или несколько возобновляемых источников энергии, с целью получения необходимого количества и качества энергии, обеспечения бесперебойной подачи энергии, повышения уровня надежности и стабильности энергосистемы, а также уменьшения уровня экономических затрат, столкнулись с проблемой избытка энергии. Удовлетворяя собственные потребности в энергопользовании, потребители и в то же время производители энергии, то есть просьюмеры, имеют неиспользованный остаток произведенной энергии и пришли к выводу, чтобы излишнее количество энергии не исчезало, его следует использовать рационально, например отдавать во внешнюю сеть или продать другим потребителям. Таким образом, сами пользователи энергии становятся так называемыми микрогенераторами энергии и это оказало влияние на рынок энергетики.

Федеральное правительство РФ внесло в Госдуму законопроект, освобождающий владельцев микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) от налога на доходы физлиц (НДФЛ) при продаже электроэнергии. Предполагается, что это создаст условия для появления новой категории игроков на розничном рынке — просьюмеров, то есть потребителей энергии, одновременно являющихся ее производителями. Казалось бы, теперь каждый домовладелец может создать свое РАО ЕЭС в миниатюре и почувствовать себя энергомагнатом. Но все не так просто. Частная микрогенерация — явление, широко распространенное в США и Европе, но новое для России. До недавнего времени само понятие "микрогенерация" не было даже прописано в законодательстве. В феврале нынешнего года Госдума приняла в первом чтении законопроект, юридически закрепивший статус микрогенерации и упрощающий подключение таких объектов к общим электросетям. К объектам микрогенерации отнесли установки мощностью не более 15 кВт, используемые для собственных нужд. Их владельцы смогут продавать излишки электроэнергии бытовым компаниям. В основном речь идет о возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), главным образом солнечных панелях и ветрогенераторах. В мире существуют две основные схемы поддержки микрогенерации: взаимозачет электроэнергии (netmetering) и "зеленый тариф" (feed-in-tariff). Взаимозачет предполагает, что владелец микрогенерирующей установки поставляет в сеть излишки электроэнергии, которые не может потребить сам. А в моменты пикового потребления или в случае, если использование микрогенерации невозможно по погодным

условиям, получает электроэнергию из сети в зачет поставленных ранее объемов. Если по итогам расчетного периода он потребил больше электроэнергии, чем поставил, то компенсирует разницу по обычному тарифу. Если наоборот — то может использовать излишек в последующих периодах или получить выплаты от энергокомпании. "Зеленый тариф" позволяет владельцу микрогенерации получить выплаты по повышенной ставке за поставленную в сеть электроэнергию. В России предполагается использовать вариант с взаимозачетом.

Однако ожидать взрывного роста частной генерации на основе ВИЭ в России пока не стоит. Дело в экономической стороне вопроса. По закрепленным в принятом в феврале законопроекте правилам, гарантирующие поставщики могут приобретать у микрогенератора энергию по свободной нерегулируемой цене, которая будет примерно в 2 раза ниже той, по которой просьюмер покупает энергию как потребитель. Из платы за энергию, поставленную микрогенератором в сеть, будут изъяты сетевой тариф на передачу и сбытовая надбавка. Подобная экономическая модель приведет к тому, что срок окупаемости микрогенерирующих установок в лучшем случае будет равен сроку их службы, поэтому говорить о какой-то выгоде пока не приходится. Кроме того, из числа возможных просьюмеров исключены многоквартирные жилые дома — под предлогом слишком сложной процедуры проведения решения о торговле электроэнергией через общие собрания собственников жилья и с целью избежать дополнительных технических коллизий. Мешает быстрому развитию микрогенерации на основе ВИЭ и природный фактор. Например, Петербург совершенно точно не будет лидером по использованию энергии солнца, а использование ветродвигателя требует стабильной ветровой нагрузки на заданной высоте. Исходя из этого сегодня планируемый объем розничного рынка микрогенерации эксперты оценивают как крошечный.

Возможно, ситуация изменится через какое-то время, когда стоимость солнечных панелей и ветроустановок снизится настолько, что это сделает возможным получение прибыли от их использования для продажи электрической энергии. Пока же, опираясь на мировой опыт, эксперты советуют расширять нижний порог мощности минимум в 2 раза, включать в число просьюмеров многоквартирные жилые дома, предоставлять налоговые вычеты владельцам микрогенерации, приобретающим российское оборудование. А кроме того, рассмотреть возможность перехода от взаимозачета к "зеленому тарифу". Только тогда у микрогенераторов появится стимул заниматься торговлей, а не

просто потреблять чистую природную энергию. Но пока правительство предпочитает совершать лишь базовые действия. Впрочем, на фоне того, что еще год назад микрогенерация вообще не регулировалась на государственном уровне, и это уже прогресс[3].

Список литературы

1. Григораш О. В., Пугачев Ю. Г., Военцов Д. В. Возобновляемые источники электроэнергии: состояние и перспективы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С. 24 – 25.
2. Перспективы развития и применения альтернативных источников энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promdevelop.ru/industry/perspektivnost-razvitiya-i-primeneniya-alternativnyh-istochnikov-energii/>- Загл. с экрана.
3. Появление просьюмеров на российском энергорынке. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dp.ru/a/2019/09/01/Sam_sebe_generator - Загл. с экрана.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Е.А. Бурнос

Новосибирский государственный технический университет
Qwertylord1998@gmail.com

Целью работы является информационная аналитика зарядных станций постоянного тока для электромобилей, для повышения количества и качества зарядных станций с наиболее подходящими параметрами для условий разных регионов. Объектом исследования являются зарядные станции постоянного тока для электромобилей.

Ключевые слова: зарядная станция, постоянный ток, электромобиль, возобновляемые источники энергии

В современном мире, который очень быстро меняется, на сегодняшний день электромобили начинают занимать значительную часть автопарка мира. Парк электромобилей в мире к началу 2021 года превысил 10 миллионов штук. Продажи в 2020 году составили около 3,2 миллиона единиц, увеличившись на 43% по сравнению с 2019 годом, несмотря на пандемию коронавируса и карантинные ограничения. При

этом продажи автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) сократились на 12%. Спрос на электромобили вырос за счет общемировой экологической проблемы, а также из-за постоянно изменяющихся цен на топливо.

Владение электромобилем, существенно экономит финансы на обслуживание, ввиду отсутствия большого количества агрегатов в отличие от автомобилей на ДВС. Преимущества перехода на электромобили велики, но не нужно забывать об условиях среды, где эксплуатируется данный транспорт.

Инфраструктура электромобилей слабо развита в России, а для поездки в другие города такие машины практически не пригодны.

Данная работа посвящена исследованию схемотехнических решений и алгоритмов управления зарядных станций постоянного тока для развития инфраструктуры обслуживания, что позволит более комфортное использование электромобилей и увеличит их эксплуатацию.

Зарядная станция — элемент городской инфраструктуры, представляющий электроэнергию для зарядки аккумуляторного электротранспорта, такого как электромобили, электробусы, электроскутеры, электросамокаты, гироскутеры, сигвеи, электровелосипеды и т.п.

Количество зарядных станций на сегодняшний день составляет около 400 штук по всей стране. Учитывая неравномерное распределения зарядных станций по стране, основная часть приходится на Москву и Санкт-Петербург. Таким образом, проблема разработки инфраструктуры зарядных станций для электромобилей является чрезвычайно актуальной.

На данном этапе развития электротранспорта, именно недостаточно развита инфраструктура сервиса и зарядки, может стать решающим фактором, ограничивающим рост количества электротранспорта.

С развитием электротранспорта европейские и американские производители электротехнического оборудования, приступили к производству устройств, необходимых для зарядки электромобилей. Для унификации и создания стандартизованных разъёмов и режимов зарядки аккумуляторных батарей электромобилей, было принято решение разработать ряд стандартов, характеризующих режим и способ зарядки электромобиля. В создании таких стандартов приняла участие Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC). Результатом работы комиссии стал перечень международных стандартов, систематизирующих и регулирующих способы подключения зарядных устройств к

электромобилю (виды коннекторов), а также описывающих 21 допустимые режимы зарядки электромобилей. Собственно последние как раз и описаны в стандарте IEC 61851-1, согласно которому возможны следующие варианты подзарядки:

- Mode 1 – медленная зарядка переменным током от бытовой сети. Класс стандартных бытовых розеток варьируется в различных районах мира. В большинстве европейских стран стандартные розетки часто рассчитаны на напряжение 230 В, силу тока 16 А и выдают мощность до 3,7 кВт. Зарядка при таком режиме может занять от 8 до 14 ч;

- Mode 2 – медленная зарядка переменным током от бытовой сети с использованием системы защиты от поражения электрическим током, расположенной внутри кабеля;

- Mode 3 – медленная или быстрая зарядка переменным током с использованием специального разъёма, в котором реализована система защиты и контроля за ходом зарядки электромобиля. В этом случае зарядка производится переменным током до 32 А при напряжении до 380 В и мощности до 22 кВт. Время зарядки может составлять от 4 до 5 ч;

- Mode 4, он же стандарт CHAdeMo – быстрая зарядка постоянным током силой до 125 А при напряжении до 550 В и мощности до 50 кВт с использованием внешнего источника питания. Время зарядки – 15- 40 мин.

Видно, из перечисленных вариантов Mode 4 имеет наивысшую скорость зарядки, что уменьшит очереди на зарядных станциях и время ожидания заряда электромобиля.

Так же существуют ГЭК – гибридный электрокомплекс. К примеру, солнечные зарядные станции представляют собой обычные навесы для автомобилей, рядом с которыми установлены зарядные устройства. На навесах или крышах ближайших зданий находятся фотоэлектрические панели, которые и вырабатывают необходимую электроэнергию для подзарядки электротранспорта. Установленная мощность солнечных зарядных станций может варьироваться в довольно широких пределах – от 500 Вт до 100 кВт и более. А так как энергия Солнца не постоянна во времени, многие из этих станций имеют подключение к электрической сети, а некоторые даже оборудованы аккумуляторными батареями для перераспределения энергии во времени. При таком способе заряда электромобиля уменьшается потребляемая мощность из сети, а основная нагрузка идет на возобновляемые источники энергии.

Структурно-функциональная модель гибридного энергетического комплекса представлена соответствующей схемой (рисунок 1) Данная схема была получена в результате анализа структуры и принципов

работы существующих на сегодняшний день зарядных станций и станций замены АКБ, как сетевых, так и работающих от возобновляемых источников энергии, и актуальна для ГЭК, включающих один из этих типов станций подзарядки.

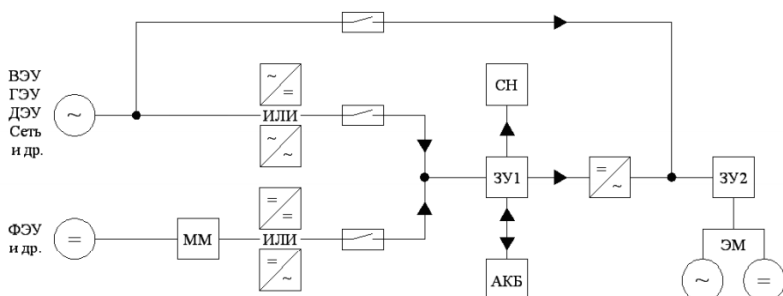


Рисунок 1. - Структурно-функциональная схема ГЭК

На рисунке 1 введены следующие обозначения: ВЭУ – ветроэлектрическая установка, ГЭУ – гидроэлектрическая установка, ДЭУ – дизельная электрическая установка, ФЭУ – фотоэлектрическая установка, ММ – устройство отбора максимальной мощности, АКБ – аккумуляторная батарея, СН – собственные нужды ГЭК, ЗУ – зарядное устройство, ЭМ – электромобиль.

Так как использование таких установок затруднено отсутствием у них возможности обеспечения гарантированного энергоснабжения, то для преодоления этого затруднения в схеме присутствуют аккумуляторы энергии, а именно типовые аккумуляторные батареи для зарядных станций и аккумуляторные батареи электромобилей для станций замены АКБ. Помимо этого, надёжность электроснабжения также обеспечивается за счёт наличия резервных источников питания: электрической сети и отдельных дизельных электроустановок.

Что же касается самих станций подзарядки, то здесь они не обозначены, а показаны лишь их основные элементы, а именно: зарядные устройства, с помощью которых осуществляется подзарядка аккумуляторов электрических транспортных средств, и, в случае со станциями замены, некоторый запас аккумуляторных батарей электромобилей, который необходим для нормальной работы станций.

Список литературы

1. Революта. Зарядная инфраструктура. Электротранспорт. МОЭСК-EV. Революта, М., 2011-2013.

2. А.С. Мартынов, В.В. Семикашев. Консолидированный обзор «Эффективность использования ВИЭ, местных видов топлива и вторичных энергоресурсов в регионах России», Тематическое сообщество «Энергоэффективность и Энергосбережение», 2011;
3. Смертельные гонки: электромобили вступили в борьбу с бензином: 1995-2013.
4. Штанг А. А., Щуров Н. И., Пантелеев В. И., Сизганова Е. Ю., Прокушев Ю. А. Основы электрического транспорта: Методические указания к выполнению курсовой работы для бакалавров техники и технологии. –Красноярск. 2008. – 90с;

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЭСКАЛАТОРА

С.С. Жук

Новосибирский государственный технический университет
sergey.zhuk.97@mail.ru, kucher@corp.nstu.ru

Данная статья посвящена исследованию областей, связанных с разработкой, эксплуатацией и конструкцией тоннельного эскалатора. Представлены общие сведения о типах эскалатора, основных параметрах, используемом электродвигателе и системе управления эскалатором. Определены пути предстоящей работы, которая будет заключаться в разработке системы управления электроприводом эскалатора на основе асинхронного электропривода с короткозамкнутым ротором. В дальнейшей работе будет представлено моделирование системы векторного управления двигателем эскалатора методом подчиненного регулирования.

Ключевые слова: эскалатор, энергопотребление, лестничное полотно, поручень, электропривод, асинхронный электродвигатель

Эскалатор является одним из основных видов электрического транспорта в развитых городах и агломерациях. В связи с продолжающимся строительством метрополитенов и общественных зданий, эскалаторостроение развивается нарастающими темпами, поэтому эскалаторы являются одним из самых наиболее востребованных и удобных средств вертикального транспорта.

Основное преимущество эскалаторов заключается в их высокой производительности – для тоннельного эскалатора производительность

будет равна 10000 - 15000 пассажиров в час. В сравнении с лифтами, пассажирам не приходится ожидать посадки и начала движения. Также по эскалатору можно передвигаться, ускоряя тем самым процесс транспортировки. В случае аварийной остановки, эскалатор можно использовать в качестве лестницы.

Как показали исследования, эксплуатируемые в настоящее время эскалаторы, не отвечают современным нормам и стандартам, так как выполнены на основе таких технических решений, которые были заложены около десяти лет назад. К таким решениям можно отнести: повышенное энергопотребление, короткий межремонтный срок, устаревшая схема устройства эскалатора, недогрузка электрического двигателя.

Оценивая вышеперечисленные решения, которые являются основными недостатками эскалаторов, можно сделать вывод, что для модернизации и обновления эскалатора и его электропривода, необходимо определить жёсткие требования, важнейшими из которых являются: экономичное энергопотребление, обновление системы электропривода, увеличение безопасности пассажиров при работе эскалатора, увеличение межремонтного срока, оптимальный выбор электродвигателя, оптимизация скорости движения лестничного полотна.

Тоннельные эскалаторы (Рисунок 1) предназначены для перемещения большого пассажиропотока, поэтому отличаются большой длиной, высотой подъема, шириной и скоростью несущего полотна, что накладывает особые требования к прочности конструкции и надежности тормозов [1].

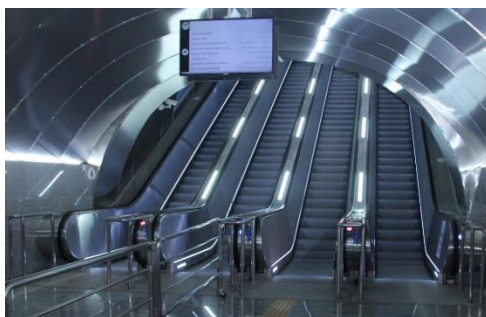


Рисунок 1 – Тоннельные эскалаторы

Для тоннельного эскалатора установлены следующие эксплуатационные параметры [2]:

1. Скорость движения полотна – 0,75-1 м/с;
2. Угол наклона – 25-30°;
3. Высота балюстрады – 0,9 – 1 м;
4. Высота подъёма – до 75 м;
5. Ширина ступени – от 600 до 1000 мм;
6. Пропускная способность – до 15000 чел/час.

Двигатели постоянного тока требуют существенных затрат при покупке и эксплуатации. С развитием полупроводниковой электроники, появилась возможность производства недорогих микропроцессорных преобразователей частоты, с помощью которых стало возможно полноценно управлять скоростью двигателями переменного тока в широком диапазоне регулирования. Системы управления движением с использованием двигателей переменного тока и преобразователей частоты, обходятся дешевле и проще подобных систем управления двигателями постоянного тока.

Для режима работы эскалатора характерна переменная нагрузка электропривода в течение всего цикла работы. Пассажиропоток становится максимальным в часы пик и нагрузка на электропривод возрастает, а к концу дня при уменьшении количества пассажиров, нагрузка существенно снижается и эскалатор работает практически в холостую. Продолжительность часов пик не превышает 3 - 4 часов в сутки, что составляет 15 - 20% от времени работы эскалатора. Также следует отметить, что средняя загруженность эскалаторов в часы пик не превышает 30% от теоретической пропускной способности. При этом приводной электродвигатель по требованию правил устройства и безопасной эксплуатации эскалаторных установок выбирают по максимальной эксплуатационной нагрузке. В результате, электропривод эскалатора метрополитена значительную часть времени работает с недогрузкой, что сопровождается снижением КПД и $\cos \varphi$.

Векторное управление применяется в том случае, когда в процессе эксплуатации нагрузка может меняться на одной и той же частоте, т.е. нет четкой зависимости между моментом нагрузки и скоростью вращения, а также в случаях, когда необходимо получить расширенный диапазон регулирования частоты при номинальных моментах, например, 0...50 Гц для момента 100% или даже кратковременно 150 - 200% от номинального момента, что позволяет существенно увеличить диапазон управления, точность регулирования, повысить быстродействие электропривода. Этот метод обеспечивает непосредственное управление вращающим моментом двигателя. Вращающий момент определяется током статора, который создает возбуждающее магнитное поле.

При непосредственном управлении моментом необходимо изменять, кроме амплитуды, и фазу статорного тока – вектор тока. Векторный способ управления преобразователем частоты позволяет осуществлять гораздо более качественное управление электродвигателем. Настройка такого преобразователя требует глубоких познаний в области устройства электропривода и электрических машин [3].

На сегодняшний день, в работе произведен обзор и анализ классификации эскалаторов, разобрана конструкция и основные параметры эскалатора, определена мощность электродвигателя, выбрана система векторного управления методом подчиненного регулирования.

В дальнейшем будет произведены расчеты параметров, необходимых для синтеза математической модели и системы управления двигателем эскалатора, моделирование системы векторного управления асинхронного двигателя эскалатора, синтезированной методом СПР для проверки корректности синтеза САУ и ее работоспособности.

Список литературы

1. Эскалатор это - определение, обслуживание, эксплуатация. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gidlestnic.ru/vidy-i-tipylestnits/eskalator-travolator>.
2. Размеры эскалаторов: требования стандартов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lift-import.ru/info/articles/razmery-eskalatorovtrebovaniia-standartov>.
3. Терехин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учеб. пособие / В.Б. Терехин. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 292 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ НЕФТИ НА ВЫХОДЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

В.В.Солонко, Е.А. Спиридонов
Новосибирский государственный технический университет
vickeey97@gmail.com

Промежуточные насосные станции предназначены для повышения давления перекачиваемой жидкости в магистральном трубопроводе и располагаются по трассе в соответствии с гидравлическим расчетом. В работе проведен анализ объекта автоматизации; обоснован выбор способа регулирования давления в сети нефтепровода – с помощью регулируемого электропривода магистрального насосного агрегата; проведен анализ разомкнутой системы управления электропривода магистрального насосного агрегата; осуществлен расчет системы автоматического регулирования давления в магистральном нефтепроводе; разработана функциональная схема автоматизации и общая схема АСУ ТП; выполнен выбор средств автоматизации на каждом уровне АСУ.

Ключевые слова: резервуарные парки, промышленный контроллер, контрольно-измерительные приборы

В связи с увеличением объемов нефтедобычи и глубины её переработки внутри страны имеет место быть увеличение количества и ежегодного оборота резервуарных парков. Необходимо придавать большое значение качественному и количественному учету нефтепродуктов, обеспечению надежности и безопасности эксплуатации, сокращению потерь.

На типовой промежуточной насосной станции обычно устанавливают четыре последовательно соединенных главных насоса: три рабочих и один резервный. Для головных станций, на которых откачка нефти производится из безнапорных резервуаров, перед главными насосами устанавливают два подпорных, один рабочий и один резервный, поэтому там важно их регулировать.

Предмет исследования- повышение уровня знаний в области регулирования давления и нагнетании промежуточной насосной станции.

Цель работы - повышение энергоэффективности на промежуточной насосной станции.

КПД частотного преобразователя очень высокое и составляет порядка 98 %. При этом из сети потребляется практически только активная составляющая тока нагрузки. Микропроцессорная управляющая система обеспечивает высокое качество управления электродвигателем и контролирует множество его параметров, предотвращая тем самым возможность возникновения аварийных ситуаций. При использовании преобразователя частоты появляются следующие технические возможности: регулирование скорости от нуля до номинальной и выше номинальной; плавный разгон и торможение; ограничение тока на уровне номинального в пусковых, рабочих и аварийных режимах.

Автоматизация освобождает человека от необходимости непосредственного управления механизмами.

В автоматизированном процессе производства роль человека сводится к наладке, регулировке, обслуживании средств автоматизации и наблюдению за их действием. Эксплуатация средств автоматизации требует от обслуживающего персонала высокой техники квалификации. Промежуточные насосные станции могут вовсе не иметь оперативного обслуживающего персонала и управляться дистанционно из центрального диспетчерского пункта. Отсюда так важно их регулировать - диспетчер в случае необходимости может включать и выключать центробежные насосы промежуточных станций, а также контролировать давление и производительность перекачки, температуру подшипников и корпус насосов и электромоторов, сорт перекачиваемого продукта при последовательной перекачке и другие параметры.

Список литературы

1. Насосы нефтяные магистральные [Текст]. – Сумы: Насосэнергомаш, Керимов, М.З. Трубопроводы нефти и газа / М.З. Керимов. – М.: Наука, 2002. – 256 с.
2. Колпаков, Л.Г. Центробежные насосы магистральных нефтепроводов [Текст]. – М.: Недра, 1985. – 184 с.
3. Меньшов, Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности [Текст]: Учеб. для вузов. / Б.Г.
4. Меньшов, М.С. Ершов, А.Д. Яризов М.: ОАО —Издательство —Недра, 2001. – 487 с.
5. Туманский, А.П. Оптимизация режимов перекачки по магистральным трубопроводам с перекачивающими станциями, оборудованными частотно-регулируемым приводом/А.П. Туманский; Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2005. – №8. – с.11-14

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА КОЧЕНЁВО

М.С. Бурлягина

Новосибирский государственный технический университет
marinka9880@gmail.com

В статье разрабатывается оптимальный вариант схемы газораспределительной сети поселка Коченево. В основу положена идея разработки наиболее эффективной сети распределения газа по потребителям, с возможностью локализации аварийных участков, также учитывалось расположение муниципальных объектов (больниц, школ и т.д.). Также в ходе данной работы было выбрано все необходимое оборудование и разработана схема управления данной системой.

Ключевые слова: газоснабжение, схема, критерии оптимизации, экономическая целесообразность, резервирование

Автоматизация и совершенствование технологических процессов вызывает необходимость повышения качества расходуемого энергоносителя. Оптимальным, по сравнению с другими видами топлива, является природный газ [1]. Помимо этого, применение газа в качестве топлива позволяет значительно повысить условия быта населения, также улучшить воздух в городах и промышленных центрах.

Распределительные сети газоснабжения являются сложными многокольцевыми системами, экономичное проектирование которых осуществляется на базе современных методов оптимизации с учетом вероятностного характера функционирования и обеспечения высокой надежности подачи газа потребителям.

Для экономичного и бесперебойного потребления газа, необходимо разработать такую схему газораспределительной сети, чтобы имелась возможность локализовать аварийный участок. Для достижения данной цели нужно учитывать конфигурацию населенного пункта, расположение муниципально важных объектов, также необходимо выбрать оборудование для автоматизации процесса газоснабжения.

Учитывая все вышеперечисленные факторы влияющие на конфигурацию схемы газоснабжения, была разработана схема газораспределительной сети круглой конфигурации смешанного типа. Проанализировав данную схему, было выявлено, что необходимо 25 запорных устройств, используемых для локализации аварийных участков.

Для выбора нужных дециметров трубопровода был произведен расчет годового и часового потребления газа. В следствии чего, годовой расход газа составил 962 м3/год, а часовой 466,3 м3/ч. Также была рассчитана сеть газоснабжения низкого давления, путем подсчета которой были рассчитаны путевой, эквивалентный, транзитный и расчётный расходы газа. Используя полученные расчеты можно определить среднюю удельную потерю давления, с помощью которой по номограмме были определены труб: 25, 40, 63, 75, 110 и 140 мм.

Еще одним важным пунктом данной работы является выбор всех необходимых датчиков контроля на газораспределительной сети и газораспределительном пункте, помимо этого одним из важных устройств в автоматизированной системе является ПЛК. По итогам сравнения характеристик всех необходимых контрольно-измерительных приборов были выбраны следующие устройства: датчик температуры THERMOCONT TS, датчик давления ЭНИ-100, датчик расхода SCHMIDT ® SS 20.600, задвижка с электроприводом 15/40-42 AUMA, газовый фильтр ФГ-50-1.2, регулятор давления газа RG/2MCS RCS020000 120 и контроллер Siemens SIMATIC S7-1200, с его комплектующими: центральный процессор Siemens SIMATIC S7-1200, блок питания SIMATIC S7-1200, модуль коммуникационный CM 1241 RS4, модуль дискретного ввода/вывода 6ES7223-1BL32-0XB0, 2 модуля аналогового ввода SIMATIC S7-1200, рейка для крепления модулей.

Для управления техническим процессом работы ГПП и непосредственно самой газораспределительной сети был разработан интерфейс автоматизированного рабочего места оператора. Который включает в себя несколько окон: основное окно оператора, журнал тревог, окно трендов и окно, отображающее всю газораспределительную сеть. На основном окне оператора изображена вся структура ГПП, и кнопки открытия дополнительных окон. В окне газораспределительной сети оператор может наблюдать какой из участков открыт(закрыт), открывать или закрывать необходимые клапана.

Одним из важнейших пунктов было написание программы для работы контроллера, для осуществления автоматизированного управления ГПП и газораспределительной сетью.

Также были рассчитаны все необходимые денежные затраты, которые в общем составили 6 811 305 руб.

В ходе выполнения данной работы был автоматизирован процесс подачи газа в городе Коченево. Который осуществляется путем подачи газа через распределительную сеть, разработанную конкретно под

данный город, на протяжении которых установлены контроль-измерительный приборы, для определения аварийных ситуаций. Также был автоматизирован процесс работы газораспределительного пункта. И было разработано системное обеспечение данного проекта.

Список литературы

1. Ионин, А.А. Газоснабжение: учебник / А.А. Ионин. – 4-е изд. – М.: Изд-во Стройиздат, 1989. – 439 с.
2. Голик В.Г. Газоснабжение населенного пункта: учебное пособие / В.Г. Голик. – Саратов: Изд-во СГТУ, 1995. – 68 с.
3. Бирюков, В. В. Оборудование нефтегазовых производств: учебник / В.В. Бирюков, А.А. Штанг. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 514с. (Серия «Учебники НГТУ»).

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО (ЧАСТНОГО) ДОМОСТРОЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

М.Р. Кузнецов, А.А. Штанг
Новосибирский государственный технический университет,

Целью работы является проектирование автоматизированной системы частично автономного энергообеспечения жилого индивидуального (частного) домостроения (коттеджа) на базе возобновляемых источников энергии [1]. Скорость развития систем автономного электроснабжения, снижение стоимости технологий их производства и одобрение новых законопроектов государством, в том числе Постановление №299 от 2 марта 2021 года, которое обязывает энергосбытовые компании заключать с гражданами договора на покупку электроэнергии от их частных мини систем возобновляемой генерации, позволяют внедрять рассматриваемую систему частным лицам в свои дома. В работе предлагается повышение энергетической эффективности коттеджа путем интеграции системы дополнительного энергоснабжения на основе фотоэлектрических модулей (ФЭМ). В результате проведенных мощностных расчетов и подбора элементов системы автоматизации энергоснабжения установлено, что внедрение ФЭМ существенно снизит потребление электроэнергии из сети зданием, а также позволит создать

автономную систему электроснабжения исследуемого объекта при отключении основного источника электроэнергии.

Ключевые слова: Солнечная энергетика, возобновляемые источники энергии, повышение энергоэффективности

В России доля солнечной энергетики в структуре генерирующих мощностей составляет 0,55% от общей выработки электричества. Однако ситуация быстро меняется. Российские солнечные электростанции в 2019 году выработали 1,3 млрд кВт*ч электроэнергии, что на 70% больше, чем годом ранее. На полную мощность - 100 МВт - вышла Старомарьевская СЭС на Ставрополье. Она стала крупнейшей солнечной электростанцией в России. Ежегодно она сможет выдавать в единую энергетическую систему страны более 150 миллионов кВт*ч электроэнергии.

В связи со скоростью развития систем автономного электроснабжения и ежегодным снижением стоимости технологий их производства актуально спроектировать и рассчитать установку дополнительного электроснабжения для частных зданий, которая позволит повысить их энергоэффективность. Увеличение энергоэффективности достигается путем появления ВИЭ, которые обеспечивают собственные нужды здания, что позволяет снизить потребление энергии из сети, а также создают возможность отдачи электроэнергии в сеть [2][3].

С целью установления параметров системы дополнительного электроснабжения рассчитана мощность электрооборудования в коттедже площадью 100 м², где проживает семья из 4 человек.

Рассчитана среднесуточная инсоляция при различных углах ориентации солнечной панели, основанный на соотношениях (1-2), для местности, в которой расположен коттедж – Новосибирская область, 55° с.ш. Найден оптимальный угол наклона панели для получения наибольшего количества электроэнергии. Сравнительная таблица 1 показывает изменение количества получаемой электроэнергии от изменения угла наклона панели в различные сезоны. [4].

$$I_{op_i}^{col} = I_{zop_i}^{col} \frac{\cos \theta_i}{\sin \alpha_i},$$
$$I_{op_i}^{diff} = I_{zop_i}^{diff} \frac{1 + \cos \beta_i}{2}, \quad (1)$$
$$I_{op_i}^{omr} = I_{zop_i}^{omr} \rho_g \frac{1 + \cos \beta_i}{2},$$
$$I_{op_i}^{полн} = I_{op_i}^{col} + I_{op_i}^{diff} + I_{op_i}^{omr} \quad (2)$$

Таблица 1 – Зависимость излучения от угла наклона солнечной панели

Сезон	$I_{\text{ор.сут}}^{\text{полн}}$, кВт·ч/м ²				
	0, град	40, град	55, град	70, град	90, град
Лето	5,5	5,5	5	4,4	3,4
Апрель- Сентябрь	4,9	5,1	4,8	4,3	3,3
Октябрь-Март	1,5	2,3	2,8	2,4	2,3
Год	3,2	3,7	3,6	2,8	2,7

При расчете энергопотребления коттеджа, площадь которого составляет 100 м², где проживает полная семья из 4 человек, получено значение 12кВт·ч в сутки.

Также в ходе расчета определен оптимальный угол наклона панелей относительно горизонта, из таблицы 1 следует, что оптимальное значение составило 40°, при котором расчетное значение солнечного излучения на ориентированную поверхность составляет в самый короткий световой день 3,1кВт·ч, что составляет 25% от суточного потребления коттеджа.

Разработан алгоритм работы спроектированной системы, позволяющий дому автоматически переключаться с электроснабжения от сети на питание от аккумуляторов, в которых хранится накопленная электроэнергия от солнечных панелей.

Выбор современных технических средств автоматизации, а также расчет и подбор элементов системы электроснабжения с учетом продолжительности светового дня будет произведен исходя из фактического размера крыши, а также учитывая себестоимость готовой установки и срок окупаемости.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 58033-2017. Здания и сооружения. Словарь. Часть 1. Общие термины
2. Удалов С. Н., Возобновляемая энергетика, Новосибирск: Издательство НГТУ, 2016. - 606 с.
3. Бирюков В.В. Основы преобразования энергии в электротехнических системах [текст]. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2015. – 351 с.
4. Каушинг Ф. Системы возобновляемых источников энергии [текст]. – Астана: Издательство Фолиант, 2013. – 432 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Д.Т.Кожуганова, А.А. Погосян, Л.И. Жовтовский
Новосибирский государственный технический университет
kozhuganova.2016@stud.nstu.ru

Разработка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – одно из наиболее перспективных направлений развития современной гражданской и военной авиации. Данная работа позволит более детально исследовать характеристики БПЛА и выявить его слабые и сильные стороны. Тем самым усовершенствовать аппарат и расширить область его применения. Одним из самых перспективных направлений в области летательных аппаратов с коротким взлетом и посадкой является разработка аэродинамических схем построенных по типу «летающее крыло», которое будет рассмотрено в данной работе.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА), разработка, «летающее крыло».

Объект исследования - планер

Предмет исследования - количественная оценка влияния различных факторов на эффективность беспилотного летательного аппарата.

Цель и задачи исследований:

Цель исследований – повысить эффективность беспилотного летательного аппарата за счет увеличения дальности и времени полета.

Задачи исследований:

- а) провести сравнительную характеристику типов БПЛА
- б) определить параметры необходимой лабораторной установки для проведения качественного экспериментального исследования;
- в) посредством опытов и полученных результатов выявить определяющие факторы влияющие на повышение энергоэффективности БПЛА.

Обзор и функции исследуемого объекта

В настоящее время перспективы развития боевой беспилотной авиации (БПЛА военного назначения, так называемых дронов) обусловлены целым рядом факторов. Прежде всего, постоянно возрастающей ценой пилотируемых самолетов и вертолетов, ростом стоимости обучения пилотов для них – в то время как для решения достаточно широкого круга задач наличие человека сегодня не является обязательным. По этой причине наметившаяся тенденция к росту

процента боевых вылетов БПЛА в будущем сохранится. Помимо этого, во многих странах ведутся активные работы по разработке принципиально новых моделей и конструкций планера-беспилотника, который был бы рассчитан на повышенные нагрузки в сравнении с пилотируемой авиацией, а также по оснащению такого рода аппаратов совершенными системами управления для упрощения работы наземного оператора устройства.

Не стоит сбрасывать со счетов и человеческую жизнь – самое ценное, что у нас есть. В этом плане использование БПЛА – это возможность уменьшения человеческих жертв среди летчиков. С учетом того, что современные средства ПВО стали не только совершенным оружием, но и получили широкое распространение в мире, это становится еще более актуальным.

В качестве объекта исследования рассмотрим БПЛА типа «летающее крыло». В общем случае «летающее крыло» – разновидность схемы «бесхвостка» с редуцированным фюзеляжем, роль которого играет крыло, несущее все агрегаты, возможно и экипаж, а также полезную нагрузку.

Особенностью «летающих крыльев», по сравнению с другими типами БПЛА, является отсутствие фюзеляжа, а также больших плоскостей управления, что снижает удельную массу планера и дает возможность существенно увеличить массу полезной нагрузки или запас топлива. Для военного применения очень важно, что формы такого самолета очень легко оптимизировать для снижения эффективной площади рассеяния (ЭПР) и радиолокационной заметности самолета. ЭПР – площадь некоторой фиктивной плоской поверхности, расположенной нормально к направлению падающей плоской волны и являющейся идеальным и изотропным переизлучателем, которая, будучи помещена в точку расположения цели, создает в месте расположения антенны радиолокационной станции ту же плотность потока мощности, что и реальная цель.

Структура объекта

В общем виде можно выделить следующие проектные параметры внешнего облика ЛА типа «летающее крыло»:

1. Связь массы и облика
 - 1.1. Нагрузка на крыло
2. Планёр
 - 2.1. Форма крыла в плане
 - 2.2. Профилировка
 - 2.3. Вертикальные поверхности
 - 2.3.1. Наличие центрального киля

2.3.2. Наличие и расположение (в долях размаха) парных килей

2.3.3. Наличие винглетов

2.4. Органы управления и механизации (при совпадении параметров двух поверхностей они считаются работающими совместно: элевоны, флапероны и т.д.)

2.4.1. Расположение и относительные геометрические параметры рулей высоты

2.4.2. Расположение и относительные геометрические параметры элеронов

2.4.3. Наличие, тип, расположение и относительные геометрические параметры закрылков

2.4.4. Наличие, тип, расположение и относительные геометрические параметры предкрылков

2.4.5. Тип путевого управления

2.4.6. Геометрические параметры рулей направления (или аэродинамических щитков)

3. Двигательная установка

3.1. Тип двигателя

3.2. Количество двигателей

3.3. Компоновка ДУ

3.4. Тип ВЗУ

Компоновка типа «летающее крыло» характеризуется стремлением по возможности вынести из потока все элементы, не создающие значительной подъёмной силы с передачей их функций крылу. В отличие от других аэродинамических схем, это не находит выражения в конкретных жёстко определённых признаках внешнего облика. «Идеальное» ЛК представляет собой летательный аппарат, состоящий только из крыла (без иных выступающих элементов), внутри коего размещается полезная нагрузка, топливо, двигатели и т. д.

Однако в реальных ЛА этой схемы полностью обойтись без внешних элементов не удаётся. Практически всегда у «летающих крыльев» отсутствует горизонтальное оперение, зачастую нет и вертикального; при этом устойчивость обеспечивается особой формой крыла, управляемость по тангажу и крену – рулями на его задней кромке (так же, как у «бесхвостки») а управляемость по курсу – либо координированным разворотом, либо несимметричным увеличением аэродинамического сопротивления, посредством задействования тормозных устройств на концах крыла. Вместе с тем, известен ряд примеров летательных аппаратов, в которых в той или иной степени реализуется интегральный подход, но могут присутствовать двигатели

во внешних гондолах, редуцированный корпус (фюзеляж), вертикальное и даже горизонтальное оперение.

Список литературы:

1. Соболев Д.А. Столетняя история «летающего крыла». - М.: Русское авиационное акционерное общество, 1998. - 288 с.
2. Лемко О.Л. Летающие крылья. История и возможные пути развития. - Киев:НЦ ВВС ВСУ, 2001. - 90 с.
3. Гусейнов А.Б., Трусов В.Н. Проектирование малозаметных летательных аппаратов. - М.: Изд-во МАИ, 2014. - 288 с.
4. Гусейнов А.Б., Низов Д.Е. Анализ способов снижения показателей заметности воздухозборников летательных аппаратов в радиолокационном диапазоне длин волн // Труды МАИ. 2014. № 78. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=53564>
5. Northrop J.K. The development of all-wing aircrafts // 35th Wilbur wright memorial lecture Northrop Northrop Northrop URL: <http://www.nurflugel.com/Nurflugel/Northrop/northrop...>

ПАКЕТЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШИН РУДНОТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ

А.А. Кондратьев, Л.П. Горева
Новосибирский государственный технический университет
kondratjevcardi@yandex.ru

В статье рассматриваются проблемы проектирования вторичного токоподвода руднотермической печи, определены оптимальные требования к конструкции, предложены современные решения и проанализированы возможные варианты перешихтовки жёсткого токоподвода.

Ключевые слова: руднотермическая печь, вторичный токоподвод, жёсткий токоподвод, моделирование

В условиях современного мира всё большее значение играет роль защита окружающей среды. Этого можно добиться разными способами: увеличить количество выпуска высококачественной продукции, снизить затраты энергии, уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Для всего этого в настоящий момент используется различные методики расчёта и программы моделирования.

Руднотермическая печь - сложное электротехнологическое оборудование которое требует большого внимания при проектировании или модернизации основных узлов и агрегатов, к примеру улучшение конструкции вторичного токоподвода включает в себя множество расчётов их анализ и выбор оптимального варианта позволяет в итоге снизить энергозатраты, увеличить электрический КПД и получить высокий коэффициент мощности.

Для обеспечения оптимального режима работы руднотермической печи необходимо чтобы короткая сеть отвечала ряду требований:

- Наименьшая длина токоведущих частей,
- Пространственная симметрия контуров фаз,
- Наименьшая площадь охватываемая контуром фазы,
- Правильный выбор проводников (с учетом условий их работы)
- Рациональное использование их сечения,

В данной работе главной задачей является выбор исполнения жёсткого токоподвода. Наиболее рациональна транспозиция проводников, преследующая цель равномерной загрузки их током и получения одинаковых электрических параметров всех фаз.

Соблюдение этих условий позволяет мощность, получаемую из питающей сети, использовать с высоким электрическим КПД и высоким коэффициентом мощности, а в ванне печи равномерно распределить ее между фазами (или электродами), что является основным и наиболее важным требованием технологии.

В настоящей работе использовался прикладной пакет ANSYS Mechanical v 18.2 [2]. Процесс создания модели в ANSYS и расчета по ней был запрограммирован на языке APDL, поддерживаемом системой ANSYS. Это позволило параметризовать задание исходных данных при построении модели и организовывать циклические процессы расчетов сразу комплекса вариантов.

Шинный пакет – наиболее длинная неподвижная часть короткой сети руднотермических электропечей. Один из вариантов конструкции этого участка - ряд прямоугольных шин, обращенных друг к другу широкими сторонами. В шинопакете осуществляют перешихтовку проводников, так как это приводит к заметному уменьшению индуктивного сопротивления за счет бифиляции. Чаще всего чередуются проводники, несущие токи прямой и обратной фазы, но в работе был исследован и другой возможный вариант со смещением шин по вертикальной оси для полноты решения задачи и возможности сравнительного анализа результатов. Традиционная методика [1] позволяет производить расчёты с достаточной точностью, однако не даёт возможности применять новые способы перешихтовки, такие как

асимметрично расположенные проводники или шинопакет со смещениями в вертикальной плоскости. Расчёт таких вариантов конструкции жёсткого токопровода возможен только с помощью моделирования (Рисунок 1).

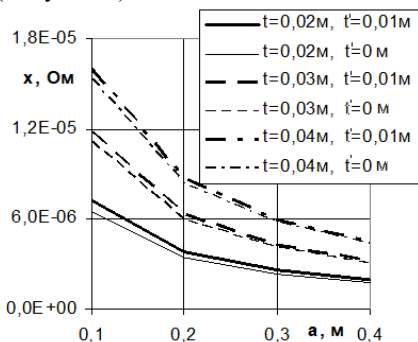


Рисунок 1 Зависимость индуктивного сопротивления шинопакета от высоты шин при изменении межцентрового расстояния t и вертикального смещения t' ($n=8$)

Этот график показывает, что с увеличением расстояния между проводниками в пакете t индуктивное сопротивление возрастает. Это связано с тем, что при увеличении параметра t отрицательная взаимоиндуктивность уменьшается по абсолютной величине, что приводит к росту индуктивного сопротивления. Вертикальное смещение мало влияет на итоговый результат, так как смещение намного меньше высоты шины. Однако это позволит более рационально расположить проводники добиваясь одинакового распределения мощности между фазами для улучшения режима работы и снижение затрат энергии на потерях, так же не маловажно, что электрические параметры короткой сети очень сильно влияют на трансформатор поэтому при выборе печного трансформатора необходимо знать электрические параметры максимально точно, а для максимального срока службы всех агрегатов нагрузка на каждую фазу должна быть равномерной.

Результаты исследования позволят модернизировать жёсткий токопровод руднотермической печи, обеспечивая повышение эффективности использования энергии за счёт выравнивания нагрузки на фазы.

Список литературы:

1. Данцис Я.Б. Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей. Справ. изд./ Я. Б.Данцис, Л. С.Кацевич, Г. М. Жиллов и др./ 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия.- 1987.- 320 с.
2. ANSYS, <http://www.ansys.com>

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Д.П. Кравченко, А.А. Штанг

Новосибирский государственный технический университет
a_stang@mail.ru

Целью работы является проектирование пункта электростанции (ЭС) для электромобилей с комбинированной системой электроснабжения. Необходимость использования значительных объемов мощности для быстрого заряда аккумуляторной батареи (АКБ) электромобиля вызывает высокую нагрузку на существующие сети электроснабжения, что является одной из причин, препятствующей развитию зарядной инфраструктуры. В работе предлагается уменьшение влияния нагрузки на сеть путем интеграции комбинированной системы электроснабжения на базе фотоэлектрических модулей (ФЭМ) и АКБ в электростанцию.

Электростанция, комбинированная система электроснабжения, система управления электроснабжением

Глобальный автопарк состоит из более 7,2 млн. электромобилей и плагин-гибридов. Анализ состояния рынка электромобилей (ЭМ) демонстрирует ежегодное увеличение объемов продаж. При этом один из сценариев дальнейшего роста автопарка ЭМ предполагает достижение уровня в 250 млн. ед. [1]. Для поддержания текущих темпов продаж возникает потребность в развитой зарядной инфраструктуре, интеграция которой в существующие городские электросети сопровождается увеличением нагрузки на них и, как следствие, необходимостью их расширения и строительством дополнительного источника электроэнергии. В качестве решения проблемной ситуации предлагается использовать комбинированную систему

электропитания зарядной станции на базе фотоэлектрических модулей и аккумуляторных батарей.

В качестве основного источника электроэнергии ЭЭС в г. Новосибирске выбрана тяговая сеть 600 В постоянного тока. С целью установления параметров системы электропитания от ФЭМ проведен расчет среднесуточной инсоляции при разных углах ориентации солнечной панели для указанной местности. В ходе этого, определен оптимальный угол наклона панели относительно горизонта, равный 30° [2]. Площадь, занимаемая ФЭМ составила 20 кв. м, что позволяет разместить массив панелей в условиях плотной городской застройки на навесной конструкции ЭЭС или прилегающей территории.

Разработана структурная схема комбинированного электропитания ЭЭС (рисунок 1). В систему входят АКБ, обеспечивающее хранение выработанной электроэнергии, контроллер заряда на базе DC-DC преобразователя, осуществляющий отбор электроэнергии с параметрами, соответствующими точке максимальной мощности ФЭМ и реализующий функции заряда АКБ и DC-DC преобразователь, согласующий уровни напряжения в соответствии с выбранным стандартом зарядки ЭМ.

В качестве DC-DC преобразователя выбрана и рассчитана полумостовая топология. Основными преимуществами которой являются минимальное количество реактивных элементов и наличие всего двух полупроводниковых ключей, что позволяет не только сэкономить пространство, занимаемое зарядным устройством, но и минимизировать затраты [3].

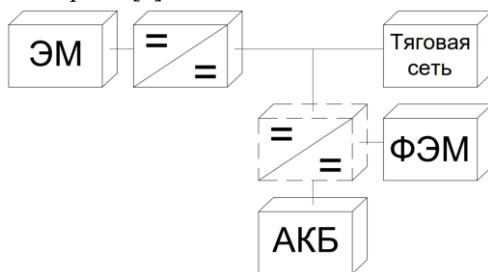


Рисунок 1 – Структурная схема комбинированного электропитания электрозарядной станции.

Разработанный алгоритм работы позволяет ЭЭС автоматически подключать источники электропитания исходя из текущих условий. Так, если ФЭМ способны обеспечить компенсацию мощности, требуемой для заряда ЭМ, и уменьшить нагрузку на сеть, то поток

энергии направлен напрямую от них через DC-DC преобразователь. При недостаточной мощности ФЭМ или ее отсутствии пик потребления электроэнергии сглаживается потоком мощности от накопителей энергии. В случае полного отсутствия электроэнергии в системе дополнительного электроснабжения передача электроэнергии в транспортное средство реализована от тяговой сети через DC-DC преобразователь.

В результате выбора современных технических средств автоматизации, а также расчета и подбора элементов системы электроснабжения установлено, что количество приходящей энергии с учетом ее преобразования 8 фотоэлектрическими модулями и DC-DC преобразователями достаточно для обеспечения до 10% полного заряда АКБ электромобиля средней емкости 50 кВт*ч. А параллельная работа ФЭМ и накопителей суммарной энергоемкостью 19,2 кВт*ч позволяет снизить нагрузку на сеть до 60% в процессе заряда.

Список литературы

1. International Energy Agency, Global EV Outlook 2020 – 2020. – 276 с.
2. Каушинг Ф., Системы возобновляемых источников энергии, Астана: Издательство Фолиант, 2017. – 432 с.
3. Allan Agatep, Mason Ung, Design and Simulation of V2G Bidirectional Inverter and DC-DC Converter. 2011. – 100 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ГОРОДА ИСКИТИМ

А.В. Бердюгина

Новосибирский государственный технический университет
lulula1one8@gmail.com

В данной работе рассмотрена газораспределительная сеть для города Искитим. Предмет исследования: состав и режимы работы газораспределительной сети. Целью исследования является разработка проекта надежной автоматизированной системы газоснабжения населения, коммунально-бытовых и промышленных потребителей района, позволяющей свести роль оператора к минимуму.

Газораспределительная сеть, газорегуляторный пункт, датчики, контроллер, программирование, задвижки, SCADA, автоматизация, расход газа, безопасность, эксплуатация

Газовая промышленность является одним из самых динамичных, быстро развивающихся секторов экономики. Развитие добычи газа достигается за счет увеличения количества потребления газа, которое осуществляется, во-первых, путем увеличения объемов использования его в городах, уже газифицированных к настоящему времени, а во-вторых, за счет газоснабжения новых населенных пунктов и городов, в том числе в сельской местности.

На сегодняшний день многие системы газоснабжения населённых пунктов устарели и требуют реконструкции с внедрением современных технологических процессов. Они должны обеспечивать бесперебойную и безопасную подачу газа потребителям, отличаться простотой и удобством в эксплуатации и предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов для производства профилактических, ремонтных и аварийно-восстановительных работ [1]. Поиск вариантов оптимизации систем по структуре, применяемому оборудованию и степени механизации является актуальной темой для учёных и инженеров. Одним из главных методов, используемых в работе, является анализ. Так, была получена информация о газораспределительных сетях, изучен рынок технических средств автоматизации и оборудования, рассмотрены технические характеристики приборов, произведен выбор необходимой среды программирования.

Согласно данным за 2020 год, население Искитима составляет 56 тысяч человек, а общая площадь населенного пункта равна примерно 30 квадратным километрам. В большинстве случаев, разделение на кварталы осуществляется взаимно перпендикулярными улицами. Исходя из численности населения, была выбрана двухступенчатая система газоснабжения, включающая в себя газопроводы высокого и низкого давлений. Прямоугольная конфигурация города позволяет выбрать смешанную схему газопроводов высокого давления [2], которая является наиболее надёжной в эксплуатации и с меньшими капитальными затратами. Схемы газопроводов низкого давления (Рисунок 1) приняты индивидуально для каждого из микрорайонов (участков), преимущественно – кольцевые и тупиковые.

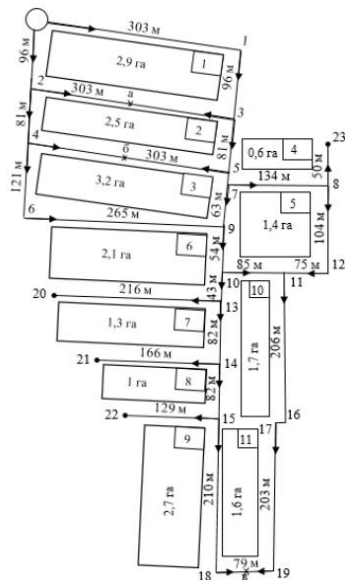


Рисунок 1 – План участка и трасса СНД микрорайона

Расчёт годового потребления газа ведётся в соответствии с нормами потребления и численностью населения по отдельным видам нагрузок [4-5]. Общий годовой и максимальный часовой расходы газа составили 41 900 тыс. м³/год и 20 440 м³/час соответственно. В ходе расчёта сети низкого давления (СНД) были определены параметры каждого из участков, такие как длина участка (Рисунок 1), расход газа и средняя удельная потеря давления, выбраны соответствующие диаметры трубопровода.

Проект предусматривает работу ГРП на основной рабочей линии с возможностью ручного регулирования давления на выходе в диапазоне от 180 до 220 кПа, в автоматическом режиме с выходным давлением – 200 кПа, переключение на обводную линию в случае необходимости остановки основной рабочей, сопровождающееся снижением давления до 0 на всех участках, обратное переключение с байпаса на основную линию. Оператор осуществляет запуск ГРП в работу, переключение линий, имеет возможность регулировать давление на выходе ГРП, осуществляет наблюдение за технологическими параметрами (температура, давление в контрольных точках и объём газа (счётчик)). В случае нарушения хода технологического процесса оператор получает сообщение с указанием к дальнейшим действиям.

Полученные данные о СНД, информация, собранная при анализе технологического процесса работы ГРП, составленные таблицы КИПиА, в дальнейшем использовались при выборе оборудования и датчиков. Результатом стал выбор термометра, газовых счётчиков и датчиков давления и оборудования (завдвижек, электроприводов, газовых фильтров, регулятора давления, предохранительно-запорных клапанов и предохранительно-сбросных клапанов). В качестве ПЛК выбрана модульная система ControlLogix, учтено количество модулей, необходимых для корректной работы.

Средой программирования выбран CoDeSys. Код программы на языке ST для функционирования газораспределительной сети написан после предварительного составления алгоритмов работы соответствующих процессов. Для разработки АРМ оператора была выбрана SCADA – система InTouch. Разработка экранных форм оператора обеспечивает удобный мониторинг и регулирование технологического процесса. В результате работы произведена автоматизация системы, разработан принцип управления и контроля над СНД. На примере рассмотренных участка СНД, ГРП и трассы 1-ой ступени газораспределительной сети возможна реализация управления всей сетью города с одного автоматизированного рабочего места.

Список литературы

1. Бирюков В.В. Оборудование нефтегазовых производств: учебник / В.В. Бирюков, А.А. Штанг. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 514 с. (Серия «Учебники НГТУ»)
2. Голик В.Г. Газоснабжение населенного пункта: учеб. Пособие. – Саратов: Изд-во СГТУ, 1995. – 68 с.
3. Интегрированные системы проектирования и управления. Лабораторный практикум. SCADA/HMI-система Wonderware InTouch. Ч. 1: методические указания к лабораторным работам / Новосиб. Гос. Техн. Ун-т; [сост. Е.А. Спиридонов]. – Новосибирск, 2011. – 39, [1] с.; ил. Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167585 – Загл. С экрана
4. Ионин А.А. Газоснабжение [текст] / А.А. Ионин. – Москва: Стройиздат, 1989. – 439 с.
5. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Северинец Н.Л., Вигдорчик Д.Я.; под общ. ред. Н.Л. Стаскевича. – Л. : Недра, 1990. – 762 с.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

А.Н. Бублик

Новосибирский государственный технический университет

bublik2016@stud.nstu.ru

В результате научной работы были выполнены следующие задачи: выявлены элементы тягового электропривода электромобиля с помощью сравнительного анализа различных типов тяговых электрических двигателей и электрических преобразователей, определены модели электрической машины и электрического преобразователя по условиям требуемой номинальной мощности, рассмотрены зависимости данной мощности от изменяемых в ходе движения по циклам параметров, определена ориентировочная стоимость комплекта выбранного синхронного тягового электродвигателя и трёхфазного инвертора косвенным методом, исследованы вредные и опасные производственные факторы, возникающие при работе с электрооборудованием, и меры защиты от них.

Ключевые слова: тяговый электропривод, электромобиль, циклы движения, имитационная модель

Целью научной работы является повышение энергоэффективности электромобиля путём увеличения длины пробега с помощью уменьшения удельного расхода электроэнергии.

К решению данной проблемы привела работа научных работников Тюменского государственного нефтегазового университета – Маняшин А.В. и Маняшин С.А. В своей научной статье «Методика определения и использования типичных ездовых циклов автомобиля» [1], где учёные говорят об оценке топливной экономичности автомобилей с помощью типичных ездовых циклов. В ходе ознакомления с данной работой удалось перейти от автомобиля к современным электромобилям. Проблематика при этом переводится на определение номинальной мощности электродвигателя, что является на данный момент одной из актуальных проблем в электротехнике.

Данная цель достигается, прежде всего, выбором исходной модели легкового автомобиля, а также элементов тягового электропривода. Для электромобиля на базе автомобиля Mazda CX-5 решено было использовать синхронный двигатель на постоянных магнитах, регулирование которого происходит с помощью трёхфазного инвертора

на IGBT-транзисторах с векторным управлением. Данный выбор обусловлен максимальной энергоэффективности всего электропривода.

В ходе разработки имитационной модели дополнительно учитывался момент нагрева двигателя с помощью метода среднеквадратичного тока [2]. При дальнейшем моделировании по циклу движения US06 определена необходимая номинальная мощность электродвигателя в 68,17 кВт. Такую мощность могут обеспечить модели синхронного электродвигателя («ОРИОН-18-2М-02») и тягового инвертора («ДТИ-100Н»).

Корректировка цикла движения, массы электромобиля и профиля пути позволило выявить, что в случаях движения при полной загрузке по циклу US06 обеспечивается не бесконечная, но длительная возможность транспортировки (часовая мощность электродвигателя в 83 кВт не превышена). А при движении в уклон равный 23 ‰, с учётом прошлых особенностей, необходимо уже ограничивать динамику перемещения электромобиля, так как требуемая номинальная мощность электродвигателя составит 96,32 кВт. Данное решение предпочтительнее варианта замены на более мощный электродвигатель, потому что нормальное движение при большинстве вариаций изменяемых параметров обеспечиваются.

В ходе исследовательской работы удалось разработать имитационную модель, которая позволяет определять требуемую номинальную мощность тягового электродвигателя электромобиля по заданным циклам движения. Отличительной особенностью данной модели является возможность корректировки массогабаритных показателей, что позволяет учитывать различные типы легковых автомобилей, профиля пути и самих циклов движения.

Помимо использования данной модели в проектировании электромобиля, как основной задачи, можно настроить модель на исходные параметры для различных марок электромобилей. Тогда имелась бы возможность для интересующихся людей рассмотреть некоторые диаграммы характеристик и увидеть, например, нагрузки, динамические показатели или величину запаса хода при поездке с определёнными условиями (циклом движения, профиля пути).

Список литературы

1. Маняшин А.В., Маняшин С.А. Методика определения и использования типичных ездовых циклов автомобиля / А.В. Маняшин, С.А. Маняшин // Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт: т. 5. Москва: Изд-во ООО «Издательский дом Медиа Паблицер», 2011. - №3 – С. 28 - 30.

2. Штанг А. А., Щуров Н. И., Пантелеев В. И., Сизганова Е. Ю., Прокушев Ю. А. Основы электрического транспорта: Методические указания к выполнению курсовой работы для бакалавров техники и технологии. Красноярск. 2008. - 90с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ УЗЛА РЕДУЦИРОВАНИЯ И СЕПАРАЦИИ ГАЗА

И.Б. Герцен

Новосибирский государственный технический университет
gercen_ilia98@mail.ru

В данной работе произведен анализ технологического процесса с точки зрения объекта автоматизации, подобраны технические средства автоматизации для системы управления узлом редуцирования и сепарации газа, разработан графический интерфейс автоматизированного рабочего места оператора и алгоритм работы программируемого логического контроллера. Проработаны вопросы, связанные с охраной труда и безопасностью жизнедеятельности, произведен расчет себестоимости проекта.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, газокompрессорная станция, редуцирование газа, сепарация газа

Внедрение современных автоматизированных систем управления на предприятиях нефтегазовой отрасли позволяет обеспечить эффективную работу производств, повысить качество выпускаемой продукции, обеспечить безаварийность и безопасность, увеличить производительность труда [1].

Попутный нефтяной газ с месторождений по отдельным линиям с определенным давлением и температурой поступает в конденсатоуловитель для улавливания залповых забросов жидкости из подходящих газопроводов, далее через узел замера и редуцирования поступает в фильтр-сепараторы для улавливания капельной жидкости и механических примесей.

Узел редуцирования давления газа — система для снижения давления транспортируемого газа с целью передачи его из газопровода с более высоким давлением в газопровод с более низким давлением.

Сепарация газа — это удаление механических примесей (например, песок, глина) и капельных жидкостей.

Автоматизированная система управления технологическим процессом по добыче и переработке нефти и газа представляет из себя целый комплекс технического и программного обеспечения, который дает возможность получать необходимую информацию о состоянии объекта в реальном времени, анализировать ее, отображать через графики и таблицы, заносить в архивные базы для будущего использования.

Для определения объема работы была реализована схема автоматизации, разработана общая таблица сигналов узла редуцирования и сепарации газа. Выбраны средства автоматизации такие как датчики, комплектующие для контроллера, задвижки и т.д. Метод выбора датчиков осуществлялся путем определения параметров измеряемой среды, так же необходимо учитывать взрывоопасную зону [2].

Приборы полевого уровня должны соответствовать ГОСТу 12.2.020-76 [4].

На базе контроллера Schneider Electric и дополнительными модулями аналоговых и дискретных сигналов построен средний уровень АСУ ТП. Разработка программного обеспечения осуществлена в среде программирования CodeSys на текстовом языке ST (согласно стандарту МЭК 61131-3).

Для проверки работоспособности функций системы, с помощью CodeSys, были смоделированы различные ситуации, такие как перелив уровня, превышение давления на задвижке и т.д. Разработанная система отработала все внештатные ситуации согласно разработанному алгоритму действия.

В заключении необходимо отметить, что полученная схема автоматизации узла позволит модернизировать систему в будущем. Подобранный оборудование со средним сроком службы 9,3 года позволит окупить себя. Разработанная инструкция позволит в кратчайшие сроки обучить персонал, что минимизирует сроки внедрения автоматизированной системы в действующую.

Список литературы

1. Автоматизация технологических процессов нефтяной и газовой промышленности: Учебник для вузов / С.М.Горев. – Петропавловск - Камчатский: КамчатГТУ, 2003 – 121с.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации: учебное пособие/ В.Я. Баранов и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 847 с

3. Проектирование АСУ ТП: метод. пособие. / А.Л.Нестеров – СПб.: ДЕАН, 2006.

4. ГОСТ 12.2.020-76. Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащищенное. Общие требования: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28.09.1976 №2224.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСУШКИ ГАЗА МЕТОДОМ АБСОРБЦИИ

И.Д. Рудич

Новосибирский государственный технический университет
dlyauniversal@yandex.ru

В научной работе произведена автоматизация технологического процесса осушки газа методом абсорбции. Произведен анализ технологической характеристики объекта управления и затем осуществлен выбор устройств: контрольно-измерительных приборов, исполнительных устройств и контроллера. Разработана программа для программируемого логического контроллера в среде программирования CoDeSys. Далее разработан интерфейс автоматизированного рабочего места оператора в SCADA-системе InTouch. Кроме того, произведён расчет себестоимости проекта, выполнена оценка экономической эффективности проекта, рассмотрены возможные опасные и вредные факторы, представлены требования к обеспечению охраны труда работников.

Ключевые слова: компрессорная станция, осушка газа, метод абсорбции, объект управления, автоматизированная система управления, технологический процесс, контрольно-измерительные приборы, промышленный контроллер, CoDeSys, SCADA-система, InTouch, автоматизированное рабочее место

Переход нефтегазовой промышленности на автоматизированные системы управления позволяет обеспечить снижение себестоимости, увеличение выпуска и улучшение качества продукции, снижение потребности в численности персонала, повышение долговечности и надежности машин [1].

Целью исследования является повышение качества параметров газа на газокomppressorной станции при абсорбционной осушке. В качестве

предмета исследования рассматривается установление зависимости требуемых параметров осушенного газа от таких факторов, как давление, температура и уровень триэтиленгликоля (вещества абсорбера). Поэтому для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи: анализ технологического процесса осушки газа методом абсорбции на газокompрессорной станции и определение возможных аварийных ситуаций, возникающих во время производства, способов их устранения, а также выбор современного производственно-технического оборудования для реализации предложенных решений автоматизации.

Первым шагом являлся анализ технологической карты, в рамках которой определена таблица сигналов, необходимых для мониторинга и управления данным технологическим процессом [2]. Далее, согласно технологическому регламенту, основываясь на цене и степени взрывозащищенности оборудования, был произведен выбор технических средств автоматизации полевого уровня: датчики уровня, давления, температуры и приводы запорной арматуры [3]. В результате выбрано современное контрольно-измерительное оборудование, соответствующее поставленным требованиям.

На основе метода весовых коэффициентов путем анализа и сравнения выбран промышленный логический контроллер модульного типа Modicon M580 фирмы Schneider Electric, который имеет большой объем памяти, достаточное количество аналоговых и дискретных сигналов, а также поддержку языков стандарта МЭК 61131-3. На основании таблицы сигналов объекта автоматизации к нему также были подобраны необходимые модули [4].

Далее, был разработан алгоритм управления технологическим процессом и написан код программы в среде CoDeSyS, который состоит из основного алгоритма пуска технологического процесса при нормальных условиях и остановки при аварийных ситуациях, а также алгоритм условия переключения на другую линию при засорении фильтра и алгоритм контроля и поддержания уровня ТЭГ.

Также в среде Wonderware Intouch был разработан человеко-машинный интерфейс, включающий в себя мнемосхемы узла осушки газа на газокompрессорной станции и его оборудования. Проведена настройка системы обмена данными между верхним и средним уровнем АСУ ТП посредством создания OPC сервера, а также проведена настройка сигнализации и архивирования данных [5]. Таким образом организовано автоматизированное рабочее место оператора для управления технологическим процессом осушки газа, который включает в себя управление и мониторинг технологических параметров

и производственного оборудования.

Результатом исследования является создание автоматизированной системы управления узлом осушки газа на газокompрессорной станции, которая обеспечивает необходимый уровень качества продукции и безопасности производства, а также минимизирует шанс возникновения аварийных ситуаций. Отличительной особенностью данной системы является возможность работы в ручном и автоматическом режиме, реализованным программным путем, что обеспечивает высокую степень надежности технологического процесса.

Список литературы

1. Горев, С.М. Автоматизация технологических процессов нефтяной и газовой промышленности [Текст]. Курс лекции Ч.1. – Петропавловск - Камчатский: КамчатГТУ, 2003 – 121с.
2. GasTechnology. Отраслевой аналитический журнал [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gas-technology.ru/> – Загл. с экрана.
3. Проектирование АСУ ТП [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://revolution.allbest.ru/radio/00284742_0.html – Загл. с экрана.
4. Мятеж, С.В. Промышленные контроллеры [Текст]: учебное пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 160 с.
5. Спиридонов, Е.А. Интегрированные системы проектирования и управления. Ч. 2: лабораторный практикум SCADA/HMI-система Wonderware InTouch / Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: Е.А. Спиридонов, С. В. Мятеж]. –Новосибирск, 2012. – 29, с.: ил., табл.

УПРАВЛЕНИЕ МАГИСТРАЛЬНЫМИ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ НЕФТЕПРОВОДА

Д.Г. Цамалаидзе, В.М. Кавешников
Новосибирский государственный технический университет
dtsamalaidze98@mail.ru

В работе рассматриваются магистральные насосные агрегаты, установленные на нефтеперекачивающей станции, необходимые для перекачки нефти по нефтепроводу. Предлагается система управления для минимизации нерациональных потерь при транспортировке, обеспечивающей минимальный удельный расход потребление электроэнергии на тонно-километр перемещаемого продукта.

Ключевые слова: Магистральный насосный агрегат, нефтепровод, нефтепровод, нефть, энергия, прокачка

Ведущей отраслью российской промышленности является нефтяная промышленность, которая включает в себя добычу нефти из недр земли, системы транспортировки, комплексов по очистке топлива и производству продукции.

Т.к. большая часть нефтепромыслов находится далеко от мест переработки или сбыта нефти, поэтому одной из важнейших задач для развития отрасли является доставка нефти и (или) нефтепродуктов.

Существуют различные способы доставки нефти: трубопроводный, автомобильный, железнодорожный, водный. Экономически эффективным, надежным и экологически безопасным способом транспортировки нефти являются нефтепроводы. В настоящее время по трубопроводам перекачивается более 90% нефти, которая добывается в СНГ.

Для перекачки нефти по магистральным нефтепроводам используются магистральные насосные агрегаты (МНА), расположенные на головных и промежуточных нефтеперекачивающих станциях (НПС).

В дальнейших исследованиях используются данные МНА применяемые на Казахстанско – Китайском трубопроводе.

Значительную долю (до 70 %) затрат электроэнергии на транспортировку, как показывает анализ баланса электроэнергии, приходится на основное технологическое оборудование. Поэтому актуальной является проблема снижения затрат на электроэнергию потребляемую МНА.

Целью работы является синтез системы управления МНА для минимизации энергопотребления при сохранении качества переходных процессов в системе.

Для снижения потребления энергии на перекачку предлагается использование частотного управления магистральными насосными агрегатами. Предполагается применение преобразователей частоты (ПЧ) с промежуточным звеном постоянного тока, встроенными в систему регулирования давления на выкиде МНА с учетом входного давления и вязкости перекачиваемого продукта. Учитывая, что на МНА применяются высоковольтные асинхронные электродвигатели, необходимо принять во внимание особенности оптимального управления ими с точки зрения снижения электропотребления. Предполагаемая структурная схема оптимальной системы приведена на

рис. 1, где ОР - оптимальный регулятор, ПЧ – преобразователь частота, АД – асинхронный двигатель, Н – насос.

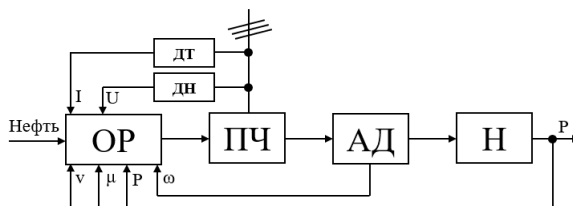


Рисунок 1 – Структурная схема оптимальной системы

При выполнении работы использовались аналитические методы оптимального управления структурного моделирования, теории автоматического управления, математического описания асинхронных двигателей и транзисторных высоковольтных преобразователей частоты, а также методы оптимизации насосных установок с частотным управлением.

Разрабатываемая система может быть внедрена на трубопроводах при перекачке различных жидких продуктов, обеспечивая теоретически минимальное значения потребления энергии на тонна*км

Список литературы:

1. Бирюков В.В. Оборудование нефтегазовых производств / В.В.Бирюков, А.А.Штанг. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. - 514 с. (Серия" Учебники НГТУ").
2. Анализ резервов энергосбережения при управления насосными агрегатами нефтеперекачивающих станций Украины / Канюк Г.И., Андреев А.В., Мезеря А.Ю., Князева В.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

А.В. Рубцов

Новосибирский государственный технический университет

rubcov.sasha@gmail.com

Работа посвящена оценке энергетической эффективности ветроэнергетической установки с вертикальной осью вращения при внедрении системы ориентирования лопастей. В работе приведен расчет энергетической эффективности вертикальной ветроэнергетической установки с системой ориентирования лопастей на основании данных, полученных в результате цифрового моделирования системы ориентирования лопастей и аналитического расчета, выполненного с использованием основных положений методологических основ проектирования вертикальных ветроэнергетических установок.

Ключевые слова: вертикальная ветроэнергетическая установка, ветроэнергетическая установка система ориентирования лопастей

Целью работы является приблизительная оценка энергетической эффективности вертикальной ветроэнергетической установки с системой ориентирования лопастей (ВВУ с СОЛ) по сравнению с аналогичной ВВУ без СОЛ.

Целесообразность внедрения СОЛ в состав ВВУ объясняется тем фактом, что коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) классических ВВУ на практике находится в диапазоне 0,09...0,48 [1]. Это означает что более половины энергии ветра не участвует в преобразовании механической энергии, создаваемой вращением ротора ветроколеса, в электрическую.

Энергетическую эффективность ВВУ с СОЛ $\Delta_{эф}$ можно оценить с помощью выражений (1) и (2).

$$\Delta_{эф} = \frac{P_{ВВУСОЛ} - P_{ВВУ}}{P_{ВВУ}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$P_{ВВУСОЛ} = P_{ВВУСОЛ} - P_{СОЛ} \quad (2)$$

где $P_{ВВУСОЛ}$ – электрическая мощность, вырабатываемая ВВУ с СОЛ, Вт; $P_{СОЛ}$ – электрическая мощность, потребляемая СОЛ, Вт; $P_{ВВУ}$ – электрическая мощность, вырабатываемая ВВУ без СОЛ.

Расчет электрической мощности, вырабатываемой ВВУ с СОЛ был проведен на основании параметров реальной модели ВВУ. Технические параметры ВВУ представлены в таблице [2].

Таблица 1 – Технические параметры ВВУ

P_H , кВт	$D_{ВК}$, м	L_L , м	H_L , м	n_L	$V_{H.В}$, $\frac{м}{с}$	$n_{ВК}$, $\frac{об}{мин}$
2	2,5	2,635	1,054	5	10	105

На рис.1 приведена схема (вид сверху) устройства, реализующего предлагаемый способ управления лопастями ротора ветроустановки с вертикальной осью вращения [3].

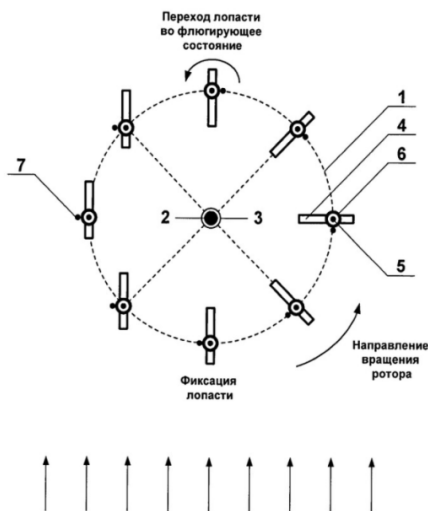


Рисунок 1 – Принцип работы СОЛ

Устройство содержит ротор ветряка 1, имеющий возможность вращения относительно вертикальной оси 2 в подшипниковом узле вращения и передачи мощности 3. По окружности ротора ветряка 1 равномерно размещены лопасти ротора 4.

Каждая лопасть ротора 4 установлена на вертикальной оси мотор-редуктора 5, смещенной от оси равновесия на лопасти ротора 4, относительно которой результирующий вращающий момент лопасти ротора 4 под действием ветрового напора равен нулю, с возможностью вращения лопасти ротора 4 относительно вертикальной оси лопасти 5 в подшипниковом узле вращения 6 и оснащена электромагнитным тормозом 7 положения лопасти ротора 4.

Фиксатор положения 7 фиксирует лопасть ротора 4, обеспечивая ее ориентацию по радиусу ротора ветряка 1, а после снятия фиксации

лопасть ротора 4 автоматически переходит в свободное состояние с ориентацией по ветру за счет неравенства нулю результирующего вращающего момента лопасти ротора 4 под действием ветрового напора.

Для реализации СОЛ необходимо чтобы каждая из лопастей приводилась в движение электродвигателем. В процессе выполнения работы было принято решение о использовании мотор-редукторов постоянного тока МРП-90 [4].

Электрическую мощность, потребляемую СОЛ, можно найти по выражению (3):

$$P_{\text{СОЛ}} = P_{\text{мр}} \cdot n_{\text{дв}} \quad (3)$$

где $P_{\text{н.дв}}$ – номинальная потребляемая мощность мотор-редуктора, Вт; $n_{\text{дв}}$ – количество мотор-редукторов; $\eta_{\text{н.дв}}$ – коэффициент полезного действия мотор-редуктора в номинальном режиме работы.

$$P_{\text{СОЛ}} = 100 \cdot 5 = 500 \text{ Вт}$$

Найдем значением мощности, получаемой ВВУ с СОЛ за один оборот ВК. Как видно из рис.1 за один поворот ВК угол между нормалью к площади лопасти и направлением ветрового потока изменяется 0° до 90° градусов дважды.

$$P_{\text{л1}} = \frac{n_{\text{л}} \cdot 2}{3600} \cdot \int_0^{90^\circ} \frac{\rho \cdot S_{\text{л}}}{2} \cdot (V_{\text{н.в}} - \cos(\alpha) - V_{\text{вк}})^2 \cdot V_{\text{вк}} \cdot da \quad (4)$$

где ρ – плотность воздуха, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $S_{\text{л}}$ – площадь лопасти, м^2 . Тогда мощность, получаемая лопастями за один час:

$$P_{\text{л.сумм}} = P_{\text{л1}} \cdot n_{\text{вк}} \cdot 60 \quad (5)$$

Используя выражение (2), получим:

$$P_{\text{ВВУСОЛ}} = P_{\text{л.сумм}} \cdot 0,769 - P_{\text{СОЛ}} = 3228 \cdot 0,769 - 500 = 2728 \text{ Вт}$$

где 0,769 – коэффициент учитывающий суммарное КПД ВВУ.

$$\eta_{\text{ВВУ.сумм}} = \eta_{\text{вк}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{пр}} \quad (6)$$

где $\eta_{\text{вк}} = 0,9$ – КПД ветроколеса ВВУ, $\eta_{\text{г}} = 0,9$ – КПД генератора, $\eta_{\text{пр}} = 0,95$ – КПД преобразователя. Тогда по выражению (1) получим:

$$\Delta_{\text{эф}} = \frac{2728 - 2000}{2000} \cdot 100\% = 36,41\%$$

В результате проведения оценки энергетической эффективности было получено, что ВВУ с СОЛ на 36,41% эффективнее аналогичной ВВУ без СОЛ при номинальных условиях эксплуатации. На дальнейших этапах исследования планируется синтез системы автоматического управления лопастями ВВУ и проведение цифрового моделирования СОЛ с целью определения энергетической эффективности ВВУ с СОЛ с большей точностью и оценки предельно допустимых условий эксплуатации выбранных мотор-редукторов.

Список литературы

1. Аубакиров, Р. Д. Пример расчета параметров ветроэнергетической установки для потребителя малой мощности / Р. Д. Аубакиров, А. О. Вирайло, Е. В. Гаврилович. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 28.2 (132.2). — С. 1-7.
2. Электронный каталог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://astana-com.kz/www/vetrogeneratoriy-vertikalnogo-tipa/>
3. Пат. 2525998 РФ. F03D/06. Способ управления лопастями ротора ветряка с вертикальной осью вращения [Текст] / Кашманов, И. А. – № 20122149268/06 ; заяв. 19.11.2012 ; опубл. 20.08.2014, Бюл. №23.
4. Электронный каталог электроприводов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gearmotor.ru/ig-90gm.htm>

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА ПОЛНОПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Д.А. Котин, И.В. Чернов, М.Е. Мосин, В.Н. Бутенко
Новосибирский государственный технический университет
yagrik531@gmail.com

Ежегодно количество автомобилей в мире возрастает в связи с их сниженным влиянием на экологию. К сожалению, в России эта тенденция до сих пор не наблюдается, так как своих разработок у нас практически нет. Применение в автомобиле двух или более электродвигателей позволяет использовать электронный дифференциал, который имеет ряд преимуществ перед механическим. В данной статье мы рассмотрим систему электронного дифференциала с четырьмя электродвигателями. В связи с высокими требованиями по быстрдействию и точности будем использовать датчики скорости и потокосцепления.

Ключевые слова: электромобиль, электродвигатель, электронный дифференциал, быстрдействие, датчик скорости, датчик потокосцепления

С каждым годом в мире растет количество выпускаемых автомобилей, а вместе с их ростом усиливается влияние продуктов горения бензина на окружающую среду, влияние это, к сожалению, негативное. Исходя из этих причин, производители все больше начинают выпускать электрические автомобили. В зависимости от

применения и условий езды автомобиля могут быть оснащены полным приводом, и, как и для многоприводных электромобилей, для достижения лучших показателей управляемости и устойчивости необходимо применение колесного дифференциала. В данной работе будут рассмотрены принципы разработки электронного дифференциала для полноприводного электромобиля с двигателями на каждом колесе.

В чем проблема и для чего вообще нужен ЭД? Когда происходит поворот, каждое колесо проходит разное расстояние, при этом если они вращаются с одинаковой скоростью, то внутренние колеса будут проскальзывать, тем самым ухудшается управляемость и контроль электромобиля. Чтобы этого избежать необходимо замедлить внутренние колеса и ускорить внешние, при этом величина, на которую будут ускорены и замедлены колеса, должна зависеть от величины скорости транспортного средства и от радиуса дуги, по которой происходит поворот. На рисунке 1 представлена структурная схема, показывающая, как формируются сигналы задания скорости для каждого из четырех колес в зависимости от скорости и от угла поворота руля. Сигнал задания скорости $\omega_{зад}$ пропорционален силе нажатия педали газа. Сигнал задания угла поворота δ пропорционален углу поворота руля.

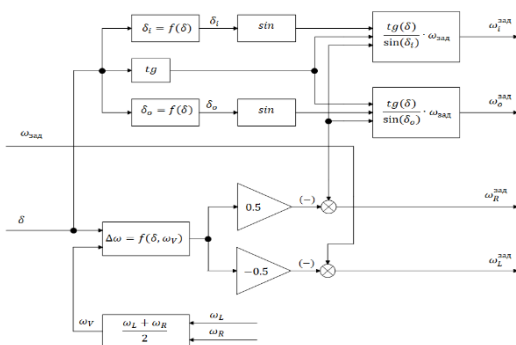


Рисунок 1 – Структурная схема алгоритма работы электронного дифференциала

Зависимости, показанные на рисунке 1, были получены, исходя из анализа геометрии поворота транспортного средства. Применяя формулы, известные из геометрии и физики, получили уравнения для скоростей каждого колеса, формулы получены на основе модели рулевого управления Аккермана-Жанто, представленной на рисунке 2.

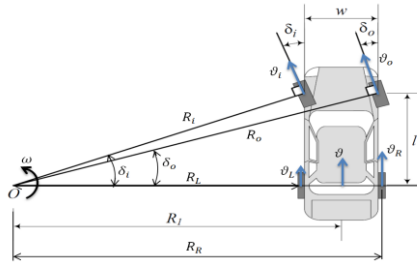


Рисунок 2 – Модель рулевого управления Аккермана-Жанто

Обозначения на рисунке 2:

- L – длина колесной базы;
- w – ширина колесной базы;
- V – линейная скорость движения автомобиля;
- δ – угол поворота;
- R – радиус поворота;
- ω – угловая скорость движения автомобиля вокруг оси вращения;

Уравнения скоростей каждого колеса:

$$\omega_i = \omega_{\text{зад}} \frac{tg\delta}{\sin\delta_i} \quad (1)$$

$$\omega_0 = \omega_{\text{зад}} \frac{tg\delta}{\sin\delta_0} \quad (2)$$

$$\omega_R = \omega_{\text{зад}} \left(1 + \frac{w \cdot tg\delta}{2l}\right) \quad (3)$$

$$\omega_L = \omega_{\text{зад}} \left(1 - \frac{w \cdot tg\delta}{2l}\right) \quad (4)$$

Следует обратить внимание на то, что передние колеса поворачиваются на разный угол. Это сделано для того, чтобы центр окружностей, по которым движутся все колеса, находился в одной точке.

Для каждого двигателя есть свой инвертор (преобразователь частоты), вместо звена постоянного тока ПЧ имеется батарея. Сигналы управления на каждый инвертор формируются электронным дифференциалом. Сигналы текущей скорости и потокосцепления ротора снимаются датчиками либо вычисляются наблюдателем.

В качестве способа управления было выбрано векторное управление, т.к. оно в отличие от скалярного управления обеспечивает лучшие динамические характеристики.

Было проведено цифровое моделирование, чтобы оценить динамику переходных процессов.

На рисунке 3 показаны переходные процессы по скорости каждого из колёс и болида в целом. Проанализировав графики, приходим к выводу, что нам удалось подобрать коэффициенты регуляторов так, чтобы сделать перерегулирования скорости как можно меньше, а также добиться удовлетворительного времени регулирования.

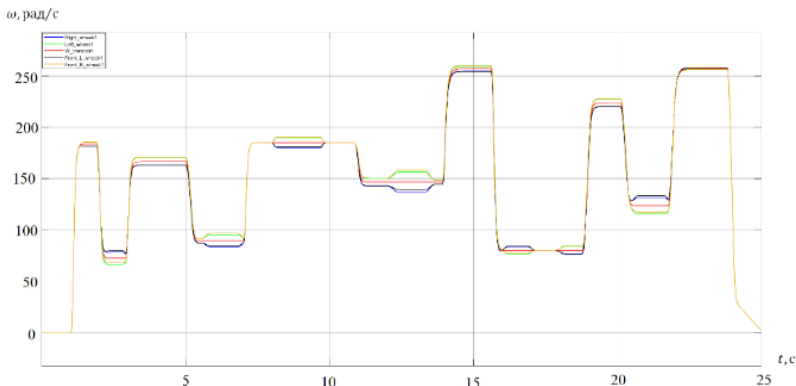


Рисунок 3 – Переходный процесс по угловой частоте вращения

В дальнейшем запланировано произвести моделирование переходных процессов по скорости и по моменту с ещё большими вариациями по текущей скорости, сигналу задания и углу поворота. Также планируется провести испытание работы электронного дифференциала на реальных двигателях.

Список литературы:

1. A. Haddoun et al., “Modeling, analysis and neural network control of an EV Electrical Differential,” IEEE Trans. Industrial Electronics, vol. 55, n°6, pp. 2286-2294, June 2008.
2. A. Haddoun, F. Khoucha, M. E. H. Benbouzid, and D. Diallo, “SDTC neural network traction control of an electric vehicle without differential gears,” in Proc. IEEE VPPC, Arlington, TX, Sep. 2007, pp. 259–266.
3. З. Панкратов В.В. П. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов / В.В. Панкратов, Д.А. Котин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 150 с.

ДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ РУЛЯ

А.С. Нагорный, Б.М. Боченков
Новосибирский государственный технический университет
andrey-s-n2016@yandex.ru

В настоящее время автомобили имеют широкое распространение в мире. Они являются неотъемлемой частью жизни для многих людей. Поэтому разрабатывается множество вспомогательных систем в автомобиле. Одним из разрабатываемых видов таких систем является усилитель руля, который предназначен для облегчения управления направлением автомобиля, но при сохранении необходимой «обратной связи».

Ключевые слова: электропривод, испытательный стенд, автомобиль, электромеханический усилитель руля

В мировой практике основными концепциями построения электромеханического усилителя руля (ЭМУР) являются безредукторный тип и два редукторного типа: «колоночный», «шестереночный».

Общая особенность редукторных систем заключается в следующем: в качестве исполнительного механизма применяется высокоскоростной двигатель постоянного тока.

Учитывая особенности таких электрических двигателей (большая частота вращения ротора при малом крутящем моменте на валу) приходится применять редукторы с механическими расцепителями, что приводит к новым проблемам. Так, например, возникает препятствие самовозврату рулевого колеса в центральное положение при движении автомобиля, а при выходе системы управления из строя редуктор создаёт существенный тормозящий момент вплоть до заклинивания рулевого механизма. Эти особенности делают систему более сложной, а именно: вводить активный самовозврат руля, применять механический расцепитель. Все это, вместе взятое, делает систему недостаточно надежной.

Поскольку рулевое управление автомобиля - один из самых важнейших узлов автомобиля, то вышеупомянутые недостатки будут препятствовать широкому распространению электромеханических усилителей рулевого управления автомобиля.

Основной причиной применения коллекторного двигателя постоянного тока в качестве исполнительного механизма является

относительная простота управления, так как для формирования управляющего воздействия достаточно одноканального ШИМ.

ЭМУР «колоночного» типа (Column – type), в котором редуктор расположен непосредственно под рулевой колонкой. Автомобиль с ЭМУР такого типа изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Расположение ЭМУР колоночного типа в автомобиле.

ЭМУР «шестерёночного» типа (Pinion – type), в котором редуктор прикреплён к шестерне стойки и к шестерённому узлу. Блок ЭМУР этого типа расположен в отсеке двигателя автомобиля, по этой причине производится в более защищенном варианте, т. к. на него воздействуют тепло, выделяемое двигателем, и вода, попадающая снаружи. Блок управления наоборот помещается в салоне автомобиля и таким образом не подвергается воздействию тепла и воды. Автомобиль с ЭМУР такого типа изображен на рисунке 2.

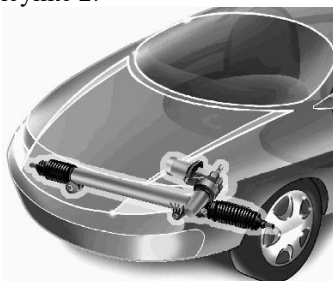


Рисунок 2 - Расположение ЭМУР шестереночного типа в автомобиле.

Изобретение ЭМУР безредукторного типа стало возможным после появления новых исполнительных механизмов. В качестве исполнительного механизма в ЭМУР данного типа применяется

высокомоментный тихоходный синхронный двигатель магнитоэлектрического возбуждения (СДМВ).

На рисунке 3 представлена обобщенная функциональная схема ЭМУР, который состоит из исполнительного механизма (СДМВ) и модуля управления.

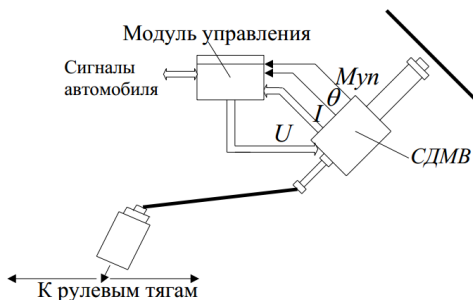


Рисунок 3 – Функциональная схема ЭМУР безредукторного типа.

СДМВ предназначен для преобразования электрической энергии бортовой сети автомобиля в механическую энергию компенсирующего крутящего момента на валу рулевого механизма. Как показано на рисунке 3, исполнительный механизм врезан в вал рулевого механизма без дополнительного редуктора и механического расцепителя. Момент, усиленный СДМВ, через червячный механизм передается к рулевым тягам, с помощью которых производится поворот передних колес. Такая конструкция ЭМУР позволила максимально упростить механическую часть ЭМУР. Это позволило уменьшить габариты блока ЭМУР, повысить надежность устройства и, как следствие, повысить безопасность вождения автомобиля.

Изучить устройство ЭМУР и стенда для исследования ЭМУР. Провести синтез системы управления с возможностью большей динамической настройки, в том числе непосредственно водителем под свои предпочтения.

Список литературы:

1. А.И. Борниченко, В.Г. Данько, А.И. Яковлев «Аэродинамика и теплопередача в электрических машинах»; Москва, «Энергия», 1974. – 559 с;
2. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / сост. И. П. Копылов, Б. К. Клоков. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – Т. 1. – 456 с.: ил;
3. Г.Б. Пинский, В.В. Домбровский, «Расчет явнополюсных синхронных машин», Ленинград, Энергоатомиздат, 1984. – 133 с.;

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕКАЧКОЙ НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ПУНКТЕ СБОРА НЕФТИ

Д.С. Соболев, В.М. Кавешников
Новосибирский государственный технический университет

В данной работе представлено исследование системы автоматического управления перекачкой нефтяной эмульсии на пункте сбора нефти. Раскрыта цель работы и рассматривается объект исследования, описываются задачи автоматизации и функциональная схема системы.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод, насос, преобразователь частоты

Транспортировка нефти от места добычи к потребителю является одним из основных источников доходной части бюджета России. Целью данной работы является проектирование системы автоматического управления, обеспечивающей надежную и эффективную работу пункта сбора нефти за счет оптимального управления режимами работы технологического оборудования, обнаружения и ликвидации отклонений, предупреждения аварийных ситуаций.

НПС или нефтеперекачивающая станция – это комплекс различного рода оборудования и сооружений, главным предназначением которого является создание (при помощи насосов) в нефтепроводе давления для перекачки нефти от нефтепромыслов или нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) до конечной точки по магистральному нефтепроводу. [1] Нефтеперекачивающая станция (НПС) предназначена для компенсации потерь давления, вызванных трением нефтепродукта о стенки нефтепровода, а также изменением потенциальной энергии потока (изменение высоты).

Нефтяной насос – обязательное оборудование резервуара, задействованного в работе с нефтью и ее продуктами. Необходим для транспортировки рабочей среды принудительным способом при закачке, выдаче материалов и перемещении внутри нефтебазы.

По исполнению нефтяной насос представляет собой гидравлический агрегат, устанавливаемый в резервуар для нефтепродуктов для их транспортирования. Подбирается по типу рабочей среды (насос для светлых нефтепродуктов или темных) и объемам транспортировки.

Магистральная гидравлическая техника должна обеспечивать производство высокими показателями стабильной работы и надежности, давать хорошие напоры и быть максимально экономичной.

Магистральная техника бывает двух видов: спиральной одноступенчатой и многоступенчатой секционной. При этом вся она горизонтально-центробежная.

Для перекачки нефти по магистральным нефтепроводам применяют центробежные основные и подпорные насосы. Для нормальной работы основных магистральных насосов необходимо иметь определённое избыточное давление на входе, которое ещё называют кавитационным запасом, т.е. давление, необходимое для предотвращения кавитации.

Подача, которую могут обеспечить многоступенчатые аппараты, достигает 710 кубических метров в час, одноступенчатые при этом могут предоставить подачу до 10000 кубометров в час.

Температура жидкости при работе с магистральной техникой не должна быть выше 80 °С. Некоторые конструкции могут работать с температурами до 200 °С.

Основной задачей автоматизации технологических процессов перекачки нефти по магистральным трубопроводам является поддержание необходимых технологических режимов, принятых на основании технологических расчетов, а также экономичной и безаварийной работы нефтепроводов.

Рассмотрим функциональную схему системы перекачки нефтяной эмульсии (Рисунок 1).

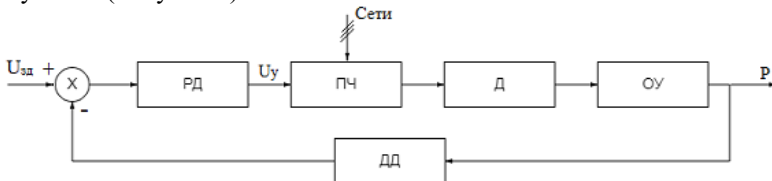


Рисунок 1- Функциональная схема системы перекачки нефтяной эмульсии

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

$U_{зд}$ — сигнал задания давления;

РД — регулятор давления;

ПЧ — преобразователь частоты, через который преобразовывается энергия из сети;

Д — асинхронный двигатель;

ОУ — объект управления (насос перекачки нефтяной эмульсии);

ДД — датчик давления;

U_y — сигнал управления;

P — давление.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- 1) Определение критериев эффективности работы системы.
- 2) Сравнительный анализ известных методов оптимизации процессов в системе в смысле критериев по п.1.
- 3) Разработка подходящего для применения выбранных критериев математического описания системы.
- 4) Определение структуры и параметров регулятора давления, обеспечивающего оптимальное (или близкое к нему) значение выбранных критериев.
- 5) Проверка полученных результатов с помощью математического моделирования.

Список литературы

1. МАГИСТРАЛЬНЫЕ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДЫ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proofoil.ru/Fuelpipeline/Fuelpipeline14.html/>
2. Машины и оборудование газонефтепроводов: Учебник для ВУЗов. Ф.М.Мустафин и др. – Уфа: ГОФР, 2009 – 576 с.: ил.
3. МАГИСТРАЛЬНЫЕ НЕФТЕПРОВОДЫ. Нефтеперекачивающие станции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proofoil.ru/Oilpipeline/oilpumpstation.html/>

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Д.А.Черемшанова

Новосибирский государственный технический университет
dar.cheremshanova@gmail.com

Работа посвящена исследованию и синтезу адаптивной системы векторного управления асинхронным электроприводом. На первых этапах работы внимание уделено математическому описанию асинхронного электропривода, выбранного в качестве объекта управления. Далее рассмотрена система векторного управления электроприводом, ее структура и принцип работы, указаны основные контуры регулирования. Процесс адаптации системы управления электроприводом, может позволить упростить систему путем исключения какого-либо датчика из ее структуры. После происходит проверка результатов синтеза путем моделирования разработанных алгоритмов управления двигателем в программном пакете MATLAB.

Ключевые слова: система векторного управления, адаптация, идентификация, асинхронный двигатель

На сегодняшний день электропривод переменного тока является самыми распространенным видом электрических машин, и большинство строятся на базе асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Они находят применение во всех областях деятельности человека, где необходимо преобразование электрической энергии в механическую. Процесс производства электродвигателей переменного тока достаточно прост, технологичен и почти полностью автоматизирован.

Электрические машины переменного тока имеют целый ряд преимуществ, в сравнении с машинами постоянного тока:

- отсутствует ограничение по предельной мощности;
- возможность питания статора от сети с напряжением в десятки киловольт;
- отсутствует щеточно-коллекторный узел, что значительно позволяет сократить эксплуатационные затраты на электродвигатель переменного тока;
- современные пусковые устройства, называемые «мягкие пускатели», нерегулируемых электроприводов переменного тока позволяют производить более экономичные и надежные в эксплуатации электроприводы.

Сегодня, электроприводом 21 века считается электропривод с асинхронными короткозамкнутыми двигателями с современными преобразователями частоты на базе силовых модулей MOSFET и IGBT транзисторов, и микропроцессорным управлением. Конструкция и устройство асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представлено на рисунке 1.

В данной работе рассмотрен асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором средней мощности серии 4А, предназначенный для нормальных условий работы в различных отраслях промышленности. Выбранный двигатель серии 4А225М4У3, рассчитан на работу от сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц и имеет степень защиты IP44.

В обычных системах управления двигателем, параметры объекта являются и принимаются, либо стационарными - не изменяются во времени, либо нестационарными - изменяются во времени. Но также, существуют системы, в которых параметры объекта изменяются неизвестным образом и эти изменения параметров, могут привести к

изменениям качества процесса управления двигателем или даже привести к потере устойчивости системы.

Адаптация — это процесс изменения параметров, структуры систем или управляющих воздействий на основе информации, получаемой во время управления, с целью достижения определенного, необходимого качества управления при начальной неопределенности и/или изменяющихся условиях работы.

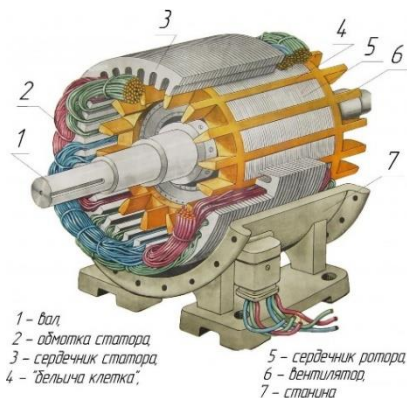


Рисунок 1 - Конструкция и устройство асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

На данный момент можно выделить две группы причин применения принципов адаптации. Во-первых, целесообразно применять адаптацию при изменчивости и сложности характеристик объектов, и внешней среды. Выделяют климатические, механические, нагрузочные дестабилизирующие факторы внешней среды, а также изменения в системе питания. Во-вторых, адаптацию применяют в связи с ростом требований к точностным и технико-экономическим характеристикам систем.

Адаптивные системы с идентификацией (с самонастройкой) являются наиболее универсальными и могут подходить для управления широким рядом двигателей, различающихся как по мощности, так и по приложенной нагрузке.

Отказавшись от каких-либо датчиков в электроприводе, возникает необходимость косвенного определения ряда координат состояния. Чаще всего такими координатами являются частота вращения ротора и фаза ориентирующего (опорного) вектора – вектора потокосцеплений ротора – относительно неподвижного статора. Вычисление их оценок

осуществляется на основе измеренных токов и напряжений статора двигателя с помощью специальных алгоритмов идентификации (идентификаторов). Наибольшее распространение на сегодняшний день получили адаптивные системы с идентификацией (АСИ), замкнутые по выходной координате рисунок 2.

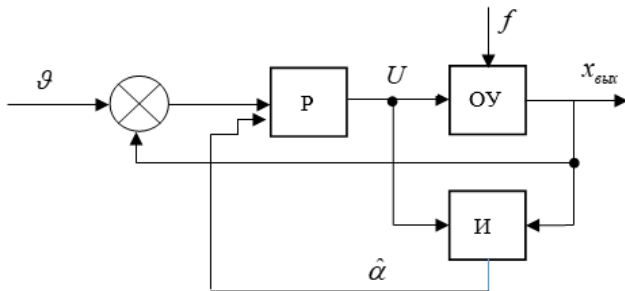


Рисунок 2 – Укрупненная структурная схема адаптивной системы объектом управления с идентификацией

Область применения систем векторного управления асинхронным электроприводом без использования каких-либо датчиков, пристроенных к валу двигателя или встроенных в двигатель, определяется некоторыми условиями, которые может потребовать заказчик:

- 1) в приводе требуется регулирование электромагнитного момента на валу двигателя;
- 2) установка датчика скорости на вал двигателя невозможна, по условиям эксплуатации, технологическим, стоимостным или прочим ограничениям;
- 3) механизм предъявляет повышенные требования к быстродействию привода;
- 4) не требуется высокая статическая точность и широкий диапазон регулирования скорости.

Таким образом, после выбора типа асинхронного двигателя в качестве объекта управления и системы управления электроприводом, для структурного и параметрического синтеза алгоритма идентификации, необходимо будет решить следующий ряд задач:

1. выбрать тип идентификатора и его структуру;
2. выбрать методику сравнения координат состояния;
3. выбрать тип и расчет параметров регулятора идентифицируемой величины.

Первичное подтверждение корректности синтеза алгоритмов управления, идентификации и адаптации, будет осуществлено в среде MATLAB посредством дальнейшего цифрового моделирования.

Список литературы

1. Нестеров С. А. Адаптивные системы управления: Конспект лекций. СПб.: Факультет технической кибернетики СПбГПУ, 5. 9 с.
2. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: ГОУВПО ИГЭУ, 2008. – 298 с.
3. Панкратов В.В., Маслов М.О. Задачи синтеза алгоритмов идентификации для бездатчиковых асинхронных электроприводов с векторным управлением и вариант их решения Опубликовано: Силовая интеллектуальная электроника. – 2007. – №1(6).
4. Виноградов А., Сибирцев А., Колодин И. Адаптивно-векторная система управления бездатчикового асинхронного электропривода серии ЭПВ //Силовая электроника. – 2006. – № 3. – С. 46–51.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ

И.А. Пензева, Д.П. Пензев

Новосибирский государственный технический университет
irishka-akimova@mail.ru

При транспортировке нефти по магистральному трубопроводу, значительные издержки приходятся на потребление энергии насосным оборудованием нефтеперекачивающей станции. Поэтому создание энергоэффективной автоматизированной системы нефтеперекачивающей насосной станции значительно снизит производственные потери. В работе рассматривается автоматизированная система управления нефтеперекачивающей насосной станции, в частности, разработка мер по модернизации системы и внедрению измерительного оборудования, направленная на повышение энергоэффективности системы управления.

Ключевые слова: нефтеперекачивающая насосная станция, автоматизированная система управления, измерительное оборудование, структурная схема, энергоэффективность

Различные процессы в нефтегазовой отрасли могут осуществляться механическим способом, а именно на неавтоматизированном оборудовании ручным управлением человека. Такое управление является много затратным, что приводит к снижению производительности. Поэтому автоматизированное управление является целесообразным. В настоящее время автоматизация технологических процессов играет важную роль в промышленности. Она выступает в качестве важнейшего параметра для увеличения производительности и совершенствования условий труда [4]. Поэтому существует и строятся значительно много объектов промышленности. Промышленные предприятия должны быть оборудованы современными автоматизированными системами управления, которые требуют постоянного повышения производительности. Неизбежным следствием этого становится введение новых мощностей промышленного электрооборудования. В то же время к существующим и вводимым потребителям электроэнергии предъявляются серьезные требования. Так, энергоэффективность должна соответствовать современным подходам к потреблению энергоресурсов. Низковольтная нагрузка промышленных предприятий составляет существенную часть потребления мощности промышленного предприятия. В связи с этим, задача анализа эффективности и оптимизации энергопотребления низковольтной нагрузки является актуальной [2].

Чтобы повысить эффективность энергопотребления работы насосной станции необходимо выполнить следующие вопросы:

- исследование насосной станции;
- внедрение измерительного оборудования;
- оценка эффективности работы;
- разработка методов по повышению энергоэффективности.

Большое количество энергопотребления в нефтяной отрасли приходится на насосные установки. Существует несколько способов регулирования подачи насоса [1].

Первый способ – дросселирование. С помощью автоматической или механической регулирующей арматуры увеличивается гидравлическое сопротивление на общем для всей системы напорном участке трубопровода.

Вторым способом является перепуск - поддержание постоянного напора насоса. При снижении расхода насосного агрегата регулятор осуществляет перепуск жидкости из напорного патрубка во всасывающий. Регулирование данным способом более экономично, чем способом дросселирования, в таком случае подача и напор насоса постоянны, его рабочая точка находится в оптимальном

эксплуатационном диапазоне. Однако при уменьшении загрузки потребление энергии при таком методе не является оптимальным, поскольку электродвигатель продолжает работать в режиме, близком к номинальному.

Третий способ – частотное управление работой насосного агрегата. Изменение скорости вращения рабочего колеса приводного двигателя насоса. Данный способ целесообразен в системах с частыми и сильными колебаниями расхода жидкости, а также в случае высокой стоимости электроэнергии [3]. При снижении частоты вращения ниже номинальной, возникает снижение производительности насоса, а также его напора и мощности. Чем ниже частота вращения, тем меньше насос потребляет электроэнергии.

Целью исследования является повышение энергоэффективности нефтеперекачивающей насосной станции посредством выявления наиболее эффективного способа регулирования электропривода нефтеперекачивающего насосного агрегата, расчет и выбор наиболее подходящей по всем параметрам с целью снижения энергопотребления автоматизированной системы управления.

На первом этапе был проведен анализ методов регулирования подачи центробежного насоса. Была выдвинута гипотеза о том, что автоматическое регулирование скоростью и напором насоса, позволит увеличить энергоэффективность системы управления нефтеперекачивающей насосной станцией.

Далее была составлена математическая модель двигателя переменного тока, дополненная моделью центробежного насоса. Моделирование проводилось в программном пакете MATLAB Simulink. А также составлен математический план полного факторного эксперимента.

В качестве системы управления была выбрана система подчиненного регулирования приводным двигателем насосного агрегата станции. Далее был проведен структурный и параметрический синтез системы автоматического управления насосным агрегатом.

В результате исследования синтезированная система автоматического управления насосным агрегатом, полностью удовлетворяет заданным требованиям, то есть автоматизированная система управления нефтеперекачивающей насосной станции энергоэффективна, о чём свидетельствуют показатели качества переходных процессов основных управляемых координат насосного агрегата.

Список литературы

1. Сибикин Ю.Д., Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. Учебник. Книга 2. – М.: РадиоСофт, 2015. – 440 с.
2. Муталлимов М., Алиев Ф., Методы решения задач оптимизации при эксплуатации нефтяных скважин. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 172 с.
3. Закожурников Ю. А. Подготовка нефти и газа к транспортировке. – Харьков: ИнФолио, 2010. – 176 с.
4. Алекперов В. Ю. Нефть России: прошлое, настоящее и будущее [Текст] / В. Ю. Алекперов. – Нефть и газ, 2006. – 432 с.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ РУЛЯ С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОМЕНТА

А.Г. Кузьмичева, Б.М. Боченков
Новосибирский государственный технический университет
arinochka.ku@gmail.com

В современном мире сложно представить человека, у которого не было своего автомобиля, ведь он является средством передвижения и постоянным помощником человека. Во многих больших городах России, можно встретить огромный транспортный поток на дорогах, и, следовательно, увеличены и количества аварий. Поэтому один из факторов безопасного вождения это вспомогательные системы в автомобиле. Одним из разрабатываемых видов таких систем является усилитель рулевого управления. Усилитель рулевого управления – электромеханическая система автомобиля, которая предназначена для снятия усилия, которое прикладывается к рулевому колесу, чтобы облегчить управление автотранспортом.

Ключевые слова: усилитель руля, регулирование момента, бесторсионные датчики

Одним из возможных способов создания гидроусилителя рулевого управления является электропривод редуктора, этот способ стал уже классическим. Небольшой высокоскоростной мотор и коробка передач используются для создания еще одного момента на рулевой колонке. Редукционная версия электромеханического усилителя руля (ЭМУР) для обеспечения ее функциональности требует реализации так называемого режима «самовозврата».

В настоящее время режим «самовозврата» различных производителей реализуется путем организации системы управления без обратной связи, то есть крутящий момент на выходном валу не поддается измерению и не может регулироваться. Это вызывает много проблем, таких как: возникновение статических ошибок; возникновение низкочастотных пульсаций момента, обусловленных характеристиками электродвигателя; отсутствие «ощущения на дороге» у водителя из-за наличия сил трения механизма трансмиссии.

Крутящий момент на выходном валу рулевой колонки ЭМУР определяется следующим выражением:

$$M_k = \lambda \cdot M_{pk} \quad (1)$$

где M_k - крутящий момент на выходном валу рулевой колонки, действующий на руль, Н · м; M_{pk} - момент на рулевом колесе водителя, Н · м; λ - усиление.

Крутящий момент, измеренный M_{pk} , используется для обеспечения этого режима. Значение этого момента поступает в систему управления, на выходе которой этот момент усиливается коэффициентом λ .

В мировой практике существует несколько основных концепций построения ЭМУР: безредукторный тип, шестереночный тип и колоночный тип.

Каждый из этих типов имеет свои преимущества и недостатки и используется в разных транспортных средствах.

Колоночный тип ЭМУР - это система управления, в которой электродвигатель передает дополнительную силу на рулевую стойку . Он имеет две версии: с двумя передачами и с параллельным приводом (рисунок 1).

Один из возможных вариантов построения системы типа «колоночного» - это уже классическая коробка передач. Высокоскоростной двигатель и коробка передач используются для создания ещеодного момента нарулевой колонке. Совместная разработка Авто ВАЗа с ОАО «Авиа агрегат» и ООО «АЭС Эметрон» привела к установке электромеханического усилителя руля в семействе Лада Калина. [1]



Рисунок 1 - Схема рулевого управления редукторного ЭМУР колонного типа

Второй вариант конструкции колонного типа ЭМУР - это использование электропривода без зубчатых колес. Безредукторный ЭМУР состоит из мехатронного блока на основе синхронного двигателя с возбуждением от постоянных высокоэнергетических магнитов.[2] Внутри этого ЭМУР расположена измерительная система (рисунок 2).

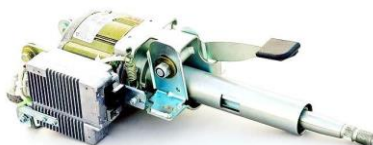


Рисунок 2 - Безредукторный ЭМУР колонного типа, выпускаемый АО «Автоэлектроника» (г. Калуга)

Подводя итоги проведенного анализа можно утверждать, что введение в рулевое управление усилителя задействовано для снижения энергетических затрат водителя и, в последствии, повышение комфортного управления водителем своегоавтомобиля, а также снижение времени реакции и повышение безопасности.

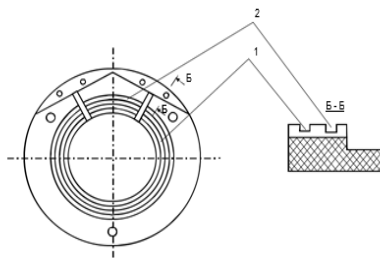
Датчики крутящего момента (ДКМ) используются для преобразования крутящих моментов, действующих на рабочие валы машин, в электрические сигналы.

В зависимости от типа чувствительного элемента, ДКМ может быть тензометрическими, оптическими, магнитоупругими, индуктивными и постоянными магнитными датчиками.

В оптических индуктивных датчиках и датчиках с постоянными магнитами основным элементом является относительно жесткий

торсионный вал, что приводит к разрыву силовой цепи рабочего вала. Цель датчиков в измерении угла кручения этого торсиона.

Корпус датчика крутящего момента (рисунок 3) прикреплен к корпусу электромеханического усилителя руля и остается неподвижным относительно валарулевого колеса и валаротора двигателя. В корпусе образованы две канавки, в которые встроены катушки датчика крутящего момента



**Рисунок 3. - Корпус датчика крутящего момента:
1 – паз для первой катушки; 2 – паз для второй катушки**

Когда ток протекает через катушки, они создают магнитное поле, которое проникает в два отверстия, одно из которых установлено на валу рулевого колеса, а другое связано с ротором двигателя.[3]

Задачами работы являются:

1. Изучить устройство бесторсионных датчиков момента и способ их установки.
2. Провести анализ математической модели системы рулевого управления автомобиля с редукторным ЭМУР;
3. Разработать алгоритм формирования сигнала на выработку выходного момента редукторного ЭМУР, обеспечивающий высокую статическую и динамическую точность управления ЭМУР

Список литературы

1. Тюрин М.В. Разработка и исследование алгоритмов управления электромеханическим усилителем руля / Б.М. Боченков, М.В. Тюрин// Электроприводы переменного тока: Материалы международной научно-технической конференции, Екатеринбург: УГТУ, 2005. С. 215-219.
2. Свидетельство на полезную модель 15325 Рос. Федерация, МПК В 62 D 5/04. Электромеханический усилитель руля автомобиля./Болоян Н.А., Боченков Б.М., Деряжный И.Е. и др.; заявитель и обладатель ООО

«НИИ Автоматики и силовой электроники». - № 2000109037/20; заявл. 11.04.00; опублик. 10.10.00, Бюл. № 28.

3. Боченков Б.М. Бесконтактные двухзонные электроприводы синхронными двигателями магнитоэлектрического возбуждения для металлорежущих станков: Диссертация канд. техн. наук: 05.09.03 / Боченков Борис Михайлович - Новосибирск, 1988 г. -177 с.

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

Т.В. Грызунова

Новосибирский государственный технический университет
kucher@corp.nstu.ru.

В данной работе представлено математическое описание и результаты моделирования модели шагового двигателя, а именно его скорости который будет использован в электроприводе солнечной установки. Также в работе проведены итоги анализа результатов моделирования скорости достоинств и недостатков полученных результатов.

Ключевые слова: модель шагового двигателя, солнечная установка, электропривод

На сегодняшний день, для осуществление актуальной идеи выработки альтернативной экономически выгодной солнечной энергии, необходимо постоянно анализировать и совершенствовать существующие разработки систем управления солнечными батареями, а также отслеживать современные тенденции развития техники. Модернизация необходима не только для самих солнечных панелей, но и для их системы управления.

В качестве двигателя системы управления электроприводом солнечной установки, был выбран шаговый двигатель (ШД). В представленной работе приведено математическое описание шагового двигателя, который в последствии будет использован для системы управления солнечной установкой.

Выполнив обзорный анализ источников [1-2], можно определить базовую математическую модель на основе уравнений Лагранжа-Максвелла, описывающих основные моменты процесса электромеханического преобразования энергии. Согласно [3], можно

выделить систему уравнений, описывающую электромагнитные процессы преобразования энергии для 2х фазного шагового двигателя.

$$\left\{ \begin{array}{l} U_A = i_A R_A + L \frac{di_A}{dt} + \omega p \psi \sin(p\theta) \\ U_B = i_B R_B + L \frac{di_B}{dt} - \omega p \psi \cos(p\theta) \\ M_E = p\psi(i_B \cos(p\theta) - i_A \sin(p\theta)) - M_{ст max} \sin(2p\theta) \\ J_{дв} \frac{d\omega}{dt} = M_E - M_C - M_{ст} \\ \omega = \frac{d\theta}{dt} \end{array} \right. \quad (1)$$

В системе (1) введены следующие обозначения: U , i , R , ψ – напряжение, ток, сопротивление и амплитудное значение потокоцепления фазы; θ , ω , $J_{дв}$, p – угол поворота, угловая частота вращения ротора, момент инерции ротора, число пар полюсов ротора; M_E – суммарный электромагнитный момент; $M_{ст max}$ – амплитудное значение статического фиксирующего момента, определяемого постоянными магнитами ротора; M_C – момент статического сопротивления вала двигателя.

В качестве примера, рассмотрим уже заранее выбранный для солнечной установки двигатель отечественной компании Stepline, модель SL57STH56-2804. Паспортные данные которого приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры ШД

Параметры	Спецификация
Номинальное напряжение, U	2.5 В
Ток фазы, I	2.8 А
Сопротивление фазы, R	0.9 Ом
Индуктивность фазы, L	2.5 мГн
Момент инерции ротора, J	300г· см ²
Число пар полюсов, p	100

Реализация модели в программе Matlab 2018b Simulink представлена на рисунке 1.

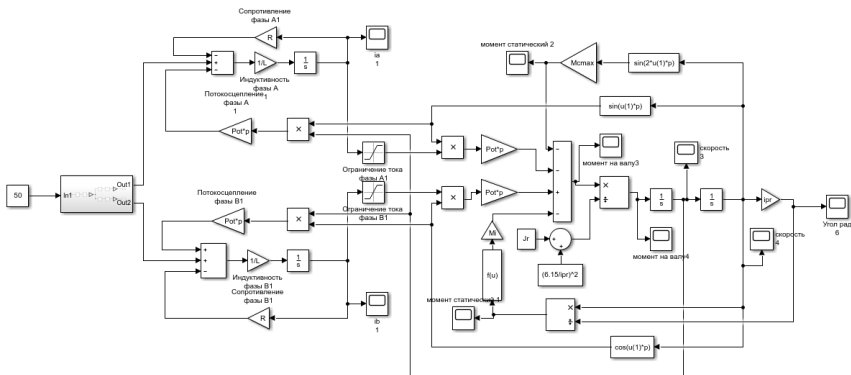


Рисунок 1 – Модель 2х фазного ШД

Математическое моделирование проводилось при следующих условиях:

- не учитывается насыщения магнитопровода, магнитная цепь электрической машины линейна, нет падения магнитного напряжения;
- не учитывается взаимная индуктивность обмоток;
- отсутствует влияние вихревых токов в магнитопроводе;
- рабочий зазор распределен равномерно, сердечники гладкие;
- за счет принимаются только основные гармоники тока, МДС, ЭДС.

Приведенный статический момент к валу двигателя представляет собой некоторую функцию

$$M_c = f(\alpha) \quad (2)$$

где α - угол поворота вала двигателя для вращающегося движения. Отсюда приведенный момент сопротивления

$$M_c^{пр} = M_i \frac{\alpha_{установки}}{\alpha_{двигателя}} = \frac{M_i}{i_{пр}}, \quad (3)$$

где $i_{пр}$ - передаточное число

Переход к углу регулирования положением солнечной панели осуществляется с помощью введения передаточного числа, а именно отношения угла поворота вала двигателя к углу поворота солнечной установки. Угол поворота солнечной панели заранее задается, который необходимо устанавливать для каждого конкретного региона.

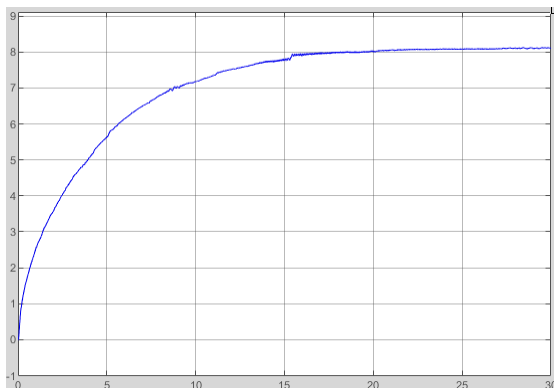


Рисунок 2 – Переходный процесс по скорости

Подводя итоги произведенного моделирования шагового двигателя, можно сделать следующие выводы. График переходного процесса скорости достигает установившегося режима, при этом быстродействие модели необходимо корректировать. Величина перерегулирования отсутствует, а процесс аperiodический. Есть недочеты в виде небольших колебаний, но эти недостатки планируется решить при помощи системы управления шаговым двигателем, которую планируется проектировать для этого двигателя в составе с солнечной установкой и дополнительными настройками самой модели электропривода солнечной установки.

Список литературы

1. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления; пер. с англ. М.: Энергоатомиздат. 198. 200 с.
2. Емельянов А.В., Шилин А.Н. Шаговые двигатели: учебное пособие. ВолгГТУ. Волгоград, 2005. 48 с.
3. Chirila A., Deaconu I., Navrapescu V., Albu M., Ghita C. On the model of a Hybrid Stepper Motor. In: Proc IEEE international conference on industrialelectronics; 2008. P. 496-501.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

А.А. Митин, Е.А. Спиридонов
Новосибирский государственный технический университет
mitin.alex322@gmail.com

В данной работе произведена автоматизация технологического процесса станции водоснабжения, где в качестве электропривода используется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Управление двигателем осуществляется за счет регулирования частоты вращения двигателя и изменения давления в магистрали. Работоспособность синтезированной системы управления электродвигателем проверена посредством цифрового моделирования. Также разработано автоматизированное рабочее место в SCADA-системе для наблюдения за работой водонапорной станции. Кроме того, произведён анализ опасных и вредных факторов, расчёт тоземления, экономической эффективности, капитальных затрат и срока окупаемости частотного управления

Ключевые слова: насосная станция, частотное регулирование, двигатель, программируемый логический контроллер, автоматизированная система управления

Внедрение современных автоматизированных систем управления на предприятиях нефтегазовой отрасли позволяет обеспечить эффективную работу производств, повысить качество выпускаемой продукции, обеспечить безаварийность и безопасность, увеличить производительность труда.

Таким образом в целях повышения эффективности уже действующей станции была произведена автоматизация.

Проанализировать технологический, определить общее количество сигналов в системе, подобрать необходимо оборудование, разработать верхний и нижний уровень управления системой. Разработать инструкцию для управления SCADA системой.

Для определения объема работы была реализована схема автоматизации, разработана общая таблица сигналов насосной станции. Выбраны средства автоматизации такие как датчики, комплектующие для контроллера, задвижки, аппаратура силовой части. Метод выбора датчиков осуществлялся путем определения параметров измеряемой среды, так же необходимо учитывать взрывоопасную зону.

На базе контроллера СТК500 построен верхний уровень. Разработка

программного обеспечения осуществлена в среде программирования CodeSys. Проверки работоспособности выполнена с помощью ОРС сервера.

В заключении необходимо отметить, что полученная схема автоматизации узла позволила модернизировать систему. Подбранное оборудование окупается за 1,85 года. Разработанная инструкция позволит в кратчайшие сроки обучить персонал, что минимизирует сроки внедрения автоматизированной системы в действующую.

Список литературы

1. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. - СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отд-ние, 2000
2. Проблемы построения энергосберегающих преобразователей частоты для электроприводов насосных станций / В.О. Астанин, А.В. Гордейчик, В.В. Панкратов, А.В. Попов, А.П. Усачев 2002. — С. 7 - 8.
3. Бургин Б. Ш. Системы управления электроприводами: Лекции для сту- дентов/Новосиб. электротех. ин-т. - Новосибирск, 1991.
4. Станция группового частотного управления "СЧ400". Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sibmech.ru/elektroprivod-i-avtomatizaciya/produktsya/stancii-chastotnogo-upravleniya/seriya-SCH400/> (дата обращения: 2021-04-04).

ДВУХДВИГАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В.А. Горников, Д.А. Котин
Новосибирский государственный технический университет
slava98mail.ru@mail.ru

В данной работе предлагается концепция лабораторного стенда, включающего в себя два типа двигателя переменного тока. Рассмотрены основные преимущества от применения асинхронных и синхронных двигателей. Для системы частотно-регулируемого электропривода на основе данных двигателей предложены исследуемые параметры и поставщики электрооборудования. Приведена схема предполагаемой лабораторной установки.

Ключевые слова: частотно-регулируемый электропривод, учебно-научный стенд, асинхронный двигатель, синхронный двигатель с постоянными магнитами

В настоящее время наблюдается отставание уровня технического оснащения лабораторных аудиторий вузов современным технологическим оборудованием. Материально-техническая база учебного заведения оснащена в основном устаревшим учебно-лабораторным оборудованием, обладающим схожими функциональными возможностями. Результатом отсутствия должной материальной базы является неподготовленность студентов к практической деятельности по окончании высшего учебного заведения. Поэтому оснащение лабораторных аудиторий современным лабораторным оборудованием, которое находит применение в производственной практике, является на сегодняшний день актуальной задачей [1].

На сегодняшний день асинхронные двигатели (АД) применяются в подавляющем большинстве случаев благодаря своей надежности (отсутствие щеточно-коллекторного узла), простоте конструкции и обслуживания, а также низкой стоимости и сравнительно малым затратам на эксплуатацию. Двигатель можно пустить напрямую от трехфазной питающей сети и при необходимости от однофазной сети с использованием фазосдвигающего элемента, что особенно актуально для фермерских хозяйств, где доступ к трехфазной сети затруднителен. Благодаря развитию частотно-регулируемого электропривода (ЧРЭП), стало возможным двухзонное регулирование частоты вращения двигателя в широком диапазоне с использованием принципов скалярного и векторного управления. Таким образом, с учетом всего вышеперечисленного АД получили широкое распространение во всех отраслях промышленности, поэтому они являются приоритетной целью для изучения и разработки новейших алгоритмов управления, позволяющих повысить надежность и снизить стоимость всего электропривода (ЭП) [2].

Синхронные двигатели с постоянными магнитами (СДПМ) обладают абсолютно жесткими характеристиками, небольшой инерцией при значительном моменте, работают с повышенным коэффициентом мощности, что создает уменьшение расхода энергии и снижает потери. КПД синхронного двигателя выше, а массогабаритные показатели лучше при той же мощности асинхронного двигателя. Синхронные электродвигатели имеют момент вращения, который прямо пропорционально зависит от напряжения сети, которое регулируется током возбуждения подобно двигателю постоянного тока (ДПТ). Эти факторы делают выбор СДПМ более энергоэффективным и надежным решением по сравнению с АД. До недавнего времени пуск и регулирование скорости СДПМ было затруднено, однако с развитием

ЧРЭП при использовании датчиков положения ротора (ДПР) и принципа векторного управления удалось улучшить показатели регулирования скорости СДПМ. В связи с этим область применения СДПМ постоянно расширяется и в перспективе данные двигатели могут стать заменой АД в некоторых отраслях промышленности. Таким образом, изучение работы СДПМ и разработка алгоритмов управления им является весьма актуальной и перспективной задачей [2,3].

Учитывая все вышесказанное, в целях улучшения уровня технического оснащения лабораторных аудиторий предлагается спроектировать учебно-научный стенд, включающий в себя как АД, так и СДПМ. В основе концепции данного стенда лежит сравнительный анализ двух типов двигателей при различных характерах нагрузки. Предлагается осуществить оценку диапазона регулирования скорости, КПД при различных сигналах задания на частоту вращения, а также показателей качества при переходных процессах таких, как время регулирования и перерегулирование. На основе полученных данных студентам предлагается сделать вывод об эффективности применения того или иного типа двигателя для различных механизмов. В перспективе имеется возможность осуществить анализ используемых в данном стенде алгоритмов управления приводами и предложить более совершенные законы управления ЧРЭП.

На данный момент на материально-технической базе университета в основном используется электрооборудование фирм Danfoss, SEW EURODRIVE и ИЕК. Первые две компании являются зарубежными, поэтому при работе с ними могут возникнуть трудности такие, как нестабильное ценообразование, зависящее от курса иностранной валюты, и возможные перебои в поставках вследствие нестабильной геополитической ситуации. Компания ИЕК является отечественной и известна на рынке России и СНГ уже более 21 года. Данная компания поставляет продукцию, обладающую необходимыми для создания стенда функциональными возможностями, а также предоставляет приемлемые региональные цены на свои изделия. В условиях нестабильности валюты и геополитической ситуации компания ИЕК является предпочтительным вариантом в бюджетном сегменте электрооборудования. Однако компания не занимается производством СД, поэтому его придется приобрести уже у другой компании, например, SEW EURODRIVE.

Схема предполагаемого стенда представлена на рисунке 1.

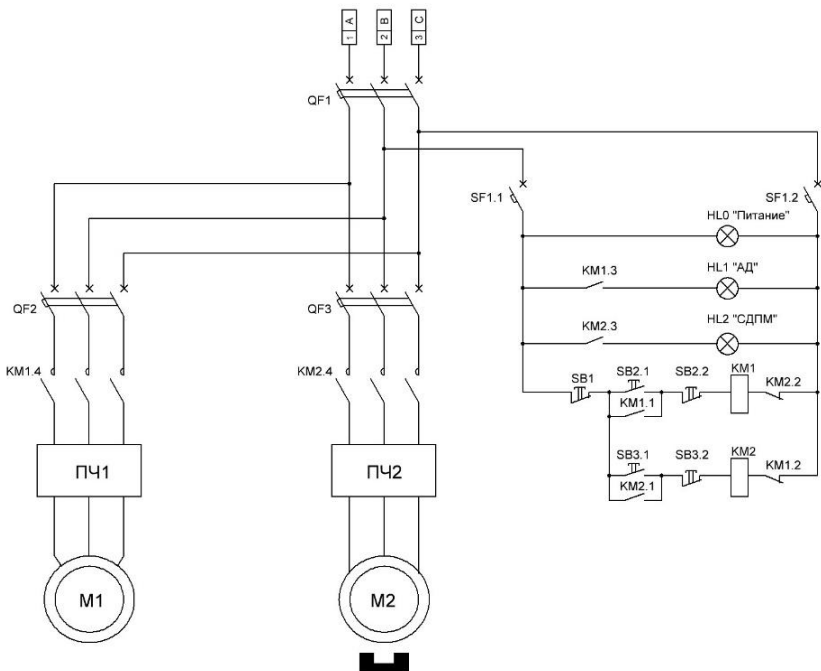


Рисунок 1 – Схема учебно-научного стенда

Список литературы

1. Аристов Е.В., Хузин Р.А. Создание учебных стендов на основе современного оборудования: статья. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.
2. Петухов С. В., Кришьянис М. В. Электропривод промышленных установок: Учебное пособие / сост. С. В. Петухов, М.В. Кришьянис. – Архангельск: Изд-во С(А)ФУ, 2015. – 303 с.
3. Забудский Е.И. Электрические машины. Ч. 3. Синхронные машины. Учебное пособие для вузов. – Москва: МГАУ, 2008. - 195 с

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗДАТЧИКОВЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

А.И. Васильева, Е.С. Кучер
Новосибирский государственный технический университет
masterpiece.show@gmail.com

На сегодняшний день асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором (АД КЗР) имеют широкое применение. Однако идентификация параметров данных машин довольно часто является затруднительной. Более того, включение в конструкцию различных датчиков может быть слишком трудоемко или нежелательно. При этом для реализации системы автоматического управления двигателем, необходима информация о состоянии скорости вращения ротора АД КЗР и электромагнитном моменте. В связи с этим появляется необходимость использовать специальные обобщительные алгоритмы и реализующие их устройства, имеющие обобщительное название «наблюдатели».

Ключевые слова: электропривод, наблюдатель, векторное управление, бездатчиковое управление, система подчиненного регулирования

Система управления асинхронным двигателем в данной работе, реализуется в соответствии с принципом векторного управления. Который позволяет разделить каналы управления частотой вращения ротора и магнитным состоянием машины.

Для синтеза систем векторного управления АД, модель асинхронного двигателя представляется в ортогональной системе координат, ориентированной по какому-либо из векторов потокосцепления (главному или ротора).

Векторное управление особо актуально в системах управления приводами, к которым предъявляются повышенные требования по быстродействию, где необходимо отсутствие перерегулирования, требуется широкий диапазон регулирования скорости вращения вала АД и малая чувствительность к динамической нагрузке.

К асинхронным двигателям особого назначения применяются адаптивные системы управления. К методам синтеза адаптивных систем управления относится метод локализации. Основой для этого метода является идея локализации возмущений и собственных свойств объекта управления посредством замыкания внутреннего контура быстрых движений.

Принцип локализации реализуется благодаря «глубоким» обратным связям и принципу разделения движений. Все вышеупомянутые методы и принципы гарантируют близость характеристик системы управления к наперед заданным «желаемым» движениям. [1]

Для реализации систем векторного управления АД, необходима информация об опорном векторе потокосцепления для осуществления последующего ориентации по нему.

Информацию о векторах потокосцеплений АД можно получать при помощи измерительных приборов, которые являются частью конструкции двигателя, также, для измерения скорости вращения ротора требуются дополнительные внешние датчики. Данная необходимость может стать серьезной проблемной ситуацией при конструировании АД, так как реализация дополнительных датчиков усложняет конструкцию привода, и, следовательно, снижает его надежность, а также требует больших материальных затрат.

Для решения данной проблемы на сегодняшний день прибегают к более современным и эффективным способам получения информации о неизменяемых координатах состояний механизмов. Для этого используют специальные вычислительные алгоритмы и реализующие их устройства, имеющие обобщенное название «наблюдатели».

Данные алгоритмы могут применяться как в датчиковых, так и в бездатчиковых приводах. В их основу также заложены модели электромагнитных процессов, происходящих в двигателе. Наблюдатели строятся, как следящие системы и, кроме модели, содержат еще регулятор адаптирующей модель к реальным процессам, происходящим в двигателе или приводе. В зарубежной литературе они называются MRAS – наблюдателями (Motor Referanse Adaptive System), или адаптивной системой эталонной моделью. [2]

В данной работе в качестве объекта управления (ОУ) рассмотрен асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором (АД КЗР) средней мощности серии 4A225M4У3 [3]. Конструктивные особенности данного двигателя представлены на рисунке 1.

Паспортные данные рассматриваемого асинхронного электродвигателя и расчеты, необходимые для определения параметров синтеза математической модели и систем управления электродвигателем, выполнены в среде цифровой среде MATLAB и представлены в виде m-файла.

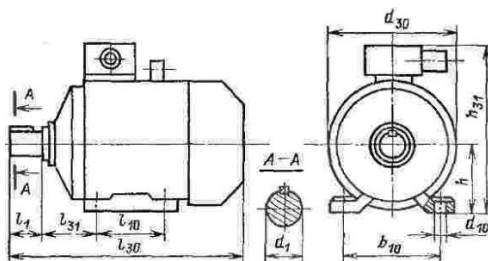


Рисунок 1 – Конструкция электродвигателя 4A225M4У3

Цель данной работы – исследование систем векторного управления бездатчиковым асинхронным электроприводом, представляющее собой математическое и компьютерное моделирование систем автоматического регулирования (САР) АД и переходных процессов САР с целью дальнейшего их сравнения.

Задачи исследования, проводимого в рамках данной работы:

- представить математическую модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в соответствии с принципами векторного управления;
- синтезировать систему векторного управления АД методом системы подчиненного регулирования (СПР);
- синтезировать систему автоматического управления АД методом локализации;
- синтезировать наблюдатель скорости вращения ротора и вектора потокоцепления ротора АД по принципу адаптивной системы с эталонной моделью (АСЭМ);
- сравнить свойства синтезированных систем векторного управления бездатчикового АД.

Список литературы

1. Панкратов В.В. Специальные разделы современной теории автоматического управления: учеб. пособие /В.В. Панкратов, Е.А. Зима, О.В. Нос. — Новосибирск: НГТУ, 2007. — 220с.
2. Калачев Ю. Н. Наблюдатели состояния в векторном электроприводе / Ю.Н. Калачев – Москва: 2015. – 80 с.
3. Кравчик. А. Э. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982 – 504 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИЕЙ

П.Н. Манякова

Новосибирский государственный технический университет,
koteulfud@gmail.com

В данной научной работе рассмотрена структура и назначение газокompрессорной станции, описаны виды компрессорных станций, а также процесс работы компрессорной станции по двум технологическим схемам обвязки - с последовательной и параллельной типами обвязки газоперекачивающих агрегатов, а также приведены основные отличия обвязок. Рассмотрен основной элемент газокompрессорной станции – газоперекачивающий агрегат и описано назначение каждой его составляющей – центробежный компрессор (нагнетатель) и привод. Приведены основные технологические требования к газокompрессорной станции, газоперекачивающему агрегату, центробежному нагнетателю и электроприводу.

Ключевые слова: электрический газоперекачивающий агрегат, газокompрессорная станция, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, электродвигатель

Газ, двигаясь по газопроводу, теряет давление, что приводит к уменьшению пропускной способности трубопровода и снижению температуры газа. Для повышения давления газа через одинаковые промежутки на трассе газопровода устанавливают компрессорные станции (КС).

На газопроводе располагают следующие виды КС [1]:

1. головные КС, куда газ поступает после месторождения;
2. линейные КС, которые устанавливаются друг от друга на расстоянии 100-150 км на трассе газопровода;
3. дожимные КС, которые устанавливаются на подземных хранилищах газа;
4. газораспределительные КС, которые устанавливают около потребителей газа.

На КС предполагает технологическая обвязка оборудования, которая позволяет принимать на КС газ из трубопровода, очищать газ от примесей и влаги в специальном оборудовании (пеллуловители, сепараторы), распределять потоки газа для сжатия и регулировать схемой загрузки газоперекачивающего агрегата (ГПА), охлаждать газ после компримирования, подавать газ в трубопровод для дальнейшей

транспортировки, при необходимости сбрасывать газ в атмосферу из всех трубопроводов КС через свечные краны; а также проводить газ по транзитному трубопроводу, минуя КС.

В настоящее время существуют следующие схемы принципиальных обвязок ГПА:

1. С последовательной обвязкой ГПА, которая характерна для неполнонапорных нагнетателей для обеспечения степени сжатия газа, равной 1,45 и больше. Схема позволяет осуществить работу от одного до трех последовательно работающих ГПА.

2. С параллельной коллекторной обвязкой ГПА, которая характерна для полнонапорных нагнетателей для обеспечения степени сжатия газа до 1,45. Схема обеспечивает только параллельную работу нескольких работающих ГПА.

Схема КС с последовательной обвязкой сложнее в управлении из-за большого числа запорной арматуры, также она не позволяет использовать в работе любые ГПА (работа КС возможна только при всех работающих ГПА в обвязке). Также при такой схеме присутствуют потери газа из-за возможной негерметичности «режимных» клапанов [2].

Непосредственное компримирование газа для его последующей транспортировки по магистральному газопроводу происходит в ГПА, который включает в себя центробежный нагнетатель (компрессор) и его привод. Также в состав ГПА входят системы контроля, управления, защиты, системы масло-связки, масло-уплотнителя; система электросилового питания.

В качестве привода в ГПА может использоваться газотурбинный двигатель или электродвигатель синхронный или асинхронный (ЭД). Газотурбинный двигатель позволяет регулировать частоту вращения компрессора и таким образом, изменять режим работы ГПА, но по сравнению с ЭД он сложнее в управлении и контроле с точки зрения автоматизации из-за его динамичности.

Асинхронный ЭД обеспечивает высокую надежность, высокие энергетические и регулировочные характеристики, минимальные затраты на ремонт, экологическую чистоту, пожаровзрывобезопасность и простоту автоматизации и управления ротором двигателя.

К минусам электрических ГПА (ЭГПА) можно отнести рост электроэнергии, который влечет за собой рост эксплуатационных затрат.

Обвязка ГПА зависит от типа нагнетателя, а количество ГПА – от их мощности, требуемой степени сжатия газа и производительности газопровода.

В составе ГПА для привода компрессора, применяют синхронные и асинхронные ЭД мощностью 4000-12500 кВт. Чаще всего применяются синхронные и асинхронные ЭД типа СТД-4000-2, СТД-12500-2 и АЗ-4500-1500.

В данной работе будет рассматриваться именно АД из-за простоты конструкции, низкой ценовой категории и малых затрат на эксплуатацию.

ЭД должен быть снабжен аппаратной защитой, обеспечивать термодинамическое равновесие во время срабатывания защитных аппаратов. При возникновении аварийной ситуации, необходимо предусматривать экстренное торможение ЭД. Климатическое исполнение ЭД должно соответствовать ГОСТу 15150-69. [3]

Основные параметры компрессора определяются по ГОСТ 23194-83. [4]

Расчетное давление ГПА: 5,5 – 7,45 – 8,3 МПа для ЛКС и 1,2 – 0,6 – 0,3 МПа для ГРС.

Конструкция компрессора не должна допускать попадания газа в машинный зал.

Рабочий диапазон регулирования частотой вращения ротора компрессора (70-105)% от номинальной частоты вращения ротора.

Конструкция ГПА должна обеспечивать удобство ремонта.

Система управления АД должна обеспечивать регулирование частотой вращения ГПА, газоподачи или давления на выходе (при необходимости).

На КС необходимо присутствие запорной арматуры с возможностью как дистанционного, так и ручного управления для экстренного отключения КС при аварийных ситуациях, или для проведения очистных или других технологических работ в трубопроводах. Также на нагнетательных шлейфах необходимо устанавливать обратные клапана для предотвращения обратного потока газа из газопровода. Необходимо присутствие продувочных свечей для принудительного аварийного сброса газ в атмосферу из обвязки КС. В случае аварийной ситуации необходимо дублирование команды на экстренную остановку КС.

Требования к пожарной безопасности должны соответствовать ГОСТу 12.1.004-91 [5].

В дальнейшем в работе планируется осуществить выбор АД в соответствии с техническими требованиями, рассчитать его параметры для составления математического описания и структурной схемы объекта управления для итогового моделирования в среде Матлаб. По

полученным переходным процессам планируется создать алгоритм системы управления АД для эффективного управления работой ЭГПА.

Список литературы

1. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: Учебник для вузов / А.М. Шаммазов, В.Н. Александров, А.И. Гольянов [и др.] – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 404 с.
2. Газоперекачивающие агрегаты магистральных газопроводов: учебное пособие / М.Б.Хадиев. Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2004.– 318 с.
3. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.12.69 №1394.
4. ГОСТ 23194-83. Нагнетатели центробежные для транспортирования природного газа. Основные параметры: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 августа 1983 г. №3967.
5. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.91 №875.

БЕЗРЕДУКТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ЛИФТА НА БАЗЕ ТИХОХОДНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

И.И. Ратников, Е.С. Кучер
Новосибирский государственный технический университет
skripach_98@mail.ru

В настоящее время наметилась устойчивая тенденция в применении частотно-регулируемого электропривода в механизмах лифтов. В представленной работе рассматриваются возможные варианты электроприводов лифтов, представлены преимущества и недостатки, и перспективы развития. В частности, особое внимание уделено безредукторному электроприводу лебедки лифта на основе тихоходного асинхронного двигателя.

Ключевые слова: электропривод, лифт, безредукторная лебедка, тихоходный асинхронный двигатель

Подъемно-транспортные машины являются наиболее действенным и доступным средством механизации. Основная задача которой является значительное облегчение выполняемых погрузочно-разгрузочных, транспортных работ, требующих применение тяжелого физического труда.

Электропривод лифта, это сложнейшее электромеханическое оборудование. При проектировании электропривода лифта к нему предъявляются жесткие требования. Движение кабины лифта должно осуществляться без ощутимых толчков при старте и остановке, скорость подъема и опускания кабины должна поддерживаться на определенном уровне в независимости он массы перемещаемого объекта. Система управления должна обеспечить точное позиционирование кабины лифта на этажной площадке.

Сегодня, наиболее распространенным электроприводом лифта, который частично удовлетворяет требованиям типовых диаграмм движения, является электропривод на основе двухскоростного асинхронного двигателя (АД) совместно с червяным редуктором и нерегулируемой системой управления[1]

На рисунке 1 представлена конструкция редукторной лебедки лифтовой установки, где введены следующие обозначения: 1 – червячный редуктор; 2 – канатоведущий шкив; 3 – колпак; 4 – штурвал; 5 – рама; 6 – подрамник; 7 – упругий амортизатор; 8 – чашка; 9 – муфта; 10 – клеммная коробка; 11 – двухскоростной асинхронный электродвигатель; 12 – колодный тормоз.

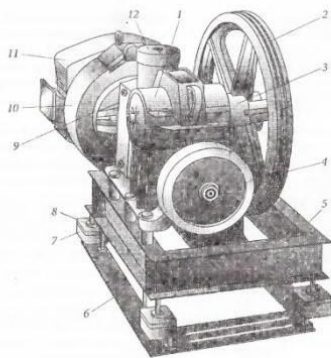


Рисунок 1 – Конструкция редукторной лебедки лифтовой установки

Возможность технического развития редукторных лифтовых лебедок ограничены. Для повышения комфортности лебедок на основе двухскоростного АД с червяным редуктором, возможна модернизация системы управления – применение регулируемых систем управления электроприводом. Но в таких случаях неоправданно увеличивается себестоимость на переоборудование и расходы на эксплуатацию лифта. [2]

Вследствии развития микроэлектроники и систем управления электроприводами, следующим шагом на пути развития электроприводов лифтов стали безредукторные лебедки. Такие лебедки в своей структуре включают специальный тихоходный асинхронный двигатель (ТАД), для обеспечения требуемой номинальной линейной скорости перемещения кабины и преобразователь частоты, который обеспечивает необходимые значения скорости и ускорения кабины.

На рисунке 2 представлена безредукторная лебедка и приняты следующие обозначения: 1 — рама; 2 — отводной блок; 3 — опора привода; 4 — канатоведущий шкив; 5 — тормозной диск; 6 — электродвигатель; 7 — электромагнитный тормоз; 8 — датчик обратной связи по скорости (энкодер).

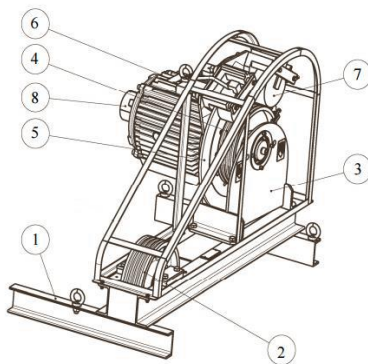


Рисунок 2 – Безредукторная лебедка с ТАД

Если сравнить различные виды электроприводов лебедки, которые представлены на рисунках 1 и 2, то безредукторная лебедка выгодно отличается от редукторной меньшими массогабаритными показателями из-за отсутствия в своей структуре редуктора. Основными преимуществами безредукторного электропривода можно считать [3]:

1) отсутствие редуктора, которое сказывается на существенном уменьшении механической части лебедки;

2) высокая комфортность поездки – повышение комфортности в виду уменьшения шумов, плавности пуска и останова;

3) показатели, которые являются следствием исключения редуктора – низкий уровень шума и вибраций перемещения кабины,

ТАД в безредукторном электроприводе лифта, выгодно отличается от применения общепромышленных АД: низкой скоростью вращения, следовательно высоким моментом, низкой частотой напряжения питания, уменьшением кратности пусковых токов.

Применение ТАД совместно с цифровой системой управления лебедки лифта, дает возможность реализации гибких алгоритмов управления электроприводом лифтовой лебедки и обеспечения необходимых характеристик электропривода: точность позиционирования, высокая комфортность поездки.

Список литературы

1. Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д. П. Волкова — М: изд-во АСВ, 1999. — 480 стр. с илл.
2. Борисов Ю.М., Соколов М.М. Электрооборудование подъемно-транспортных машин: учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1971. — 375с.
3. Архангельский Г.Г. Современные тенденции и перспективы развития лифтостроения // Стройпрофиль. — 2008. — №7. — С.94-96.

СЕКЦИЯ РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

AVoIP ИНТЕГРАЦИЯ МУЛЬТИМЕДИА СИСТЕМЫ

А.А. Андронов, А.В. Никулин
Новосибирский государственный технический университет
a.nikulin@corp.nstu.ru

Рассмотрены и использованы основные методы приёма и передачи Аудио-Видео сигналов, и управления мультимедиа систем, продемонстрированы основные устройства, задействованные в системе, их отличительные признаки, и выгодные качества при использовании. Продемонстрирован один из вариантов построения мультимедиа системы на основе AVoIP протоколов.

Ключевые слова: аудиосигнал, видеосигнал, интеграция мультимедиа, HDMI, AV, HDCI, COM, NVX, HDBaseT

В рамках исследования интеграционных методов был разработан и реализован достаточно удобный для демонстрации проект мультимедиа систем

Данный проект был реализован на основе ТЗ поступившего от заказчика, помещение предполагалось использовать и рассматривать как комбинированное, с широким функционалом, объединяющем в себе и конференц-зал и актовый зал. Стол для совещаний предполагал 17 участников, и использование конференц-системы микрофонов, в данном помещении уже была смонтирована такая система и её необходимо было интегрировать в новую систему с заменой блока управления. Для приглашенных лиц предполагалось 2 зоны общей вместимостью до 60 человек. Также предусмотрена трибуна выступающего и место секретаря или оператора совещания.

Аналогично большинству проектов подобного толка в этой системе предусмотрена работа с ВКС и проведение сеансов ВКС, и более того, в данном проекте необходимо транслировать видеосигнал в ВКС с трех разных точек. Каждое место делегата комплектуется персональным компьютером сигнал с которого по необходимости должен быть транслирован на основное средство отображения, в данном проекте были использованы жидкокристаллические профессиональные панели на 75 дюймов, а также при необходимости определенный видеосигнал должен быть выведен на каждый монитор всех делегатов. Одним из требований была необходимость установки интерфейсного лючка, объединяющего в один источник видеосигнала несколько

различных интерфейсов, а именно: HDMI, DisplayPort, VGA+Audio, USB Type-C. Для решения этой задачи были задействованы коммутаторы-передатчики по HDMI SID-X2N компании Kramer.

Данное устройство позволяет объединить разные интерфейсы и даже типы сигнала и передать требуемый по среде передачи. С развитием нового типа USB – Type C, на данном разьеме реализуется множество различных интерфейсов, в данном случае Type C при помощи преобразователя был передан на DVI являющийся аналогом HDMI.

Также одним из требований по техническому заданию был отказ от аналоговой передачи аудио, и для решения этой задачи был задействован протокол Dante, а также по совокупности факторов было принято решение полностью отказаться от аналоговой коммутации в системе и реализовать полностью виртуальную систему матричной коммутации как видео так и аудио сигнала, посредством использования энкодеров/декодеров системы NVX от компании Crestron. Структура системы представлена на (Рис. 1).

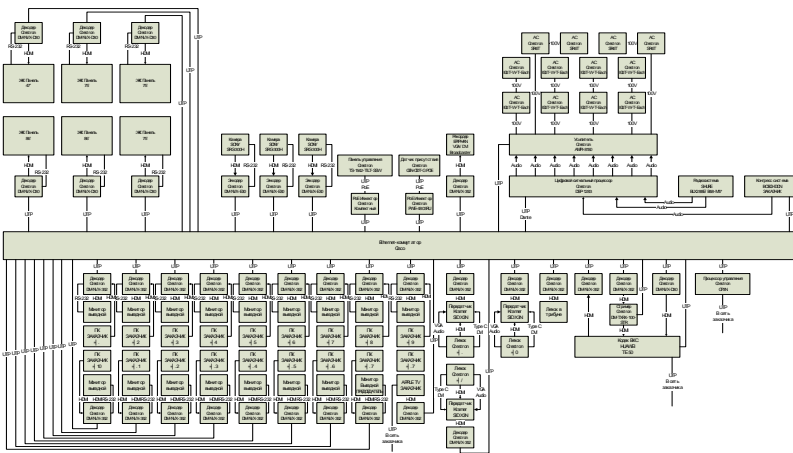


Рисунок 1 - Схема структуры мультимедиа системы

В данной системе основным и самым интересным устройством является DM-NVX-352(Рис. 2), сочетающий в себе одновременно и энкодер и декодер, и в зависимости от положения в системе, конфигурируемый под нужды. Данное устройство укомплектовано входными и выходными портами HDMI, сочетающие функции коммутатора видео 2 в 1 в режиме энкодера с выводом видео-петли на выход HDMI и коммутатора NVX-сети и локального источника на

выход HDMI. Интерфейсами управления COM(RS-232), IR выполненные на блоке клемм, два порта Ethernet, один из них оптический SFP+ порт, подключение аудио на блоке клемм и USB для подключения консоли.

Данное устройство является одним из самых ярких представителей нового поколения AVoIP кодеков, выполнено и работает в проприетарной сети NVX, кодеки соответственно являются проприетарными и в открытом доступе не представлены. Благодаря такому решению стало возможным объединение всех видов NVX устройств в единую инфраструктуру, что привело к значительной экономии средств на устройствах с которых не требуется трансляция сигнала с аудио, к примеру.

За коммутацию и обработку сигналов отвечают два процессора управления, один из них – модификация известного по предыдущей работе CP3, но по требованию технического задания необходимо изолировать систему от локальной вычислительной сети банка, но необходимо иметь возможность снятия статистики в ЛВС банка, для этого задействован процессор CP3N имеющий дополнительный отдельный Ethernet порт. Управление всей системой с точки зрения логики производится по LAN мультимедиа системы. Второй процессор это цифровой сигнальный процессор от компании Crestron – DSP-1283, в данной системе потенциал ЦСП раскрыт полностью, все устройства являющиеся источниками аудио посредством кодеков введены в Dante сеть и на мощностях процессора происходит обработка Dante-сигналов, а так же подавление акустического эха, коммутация аудио на потребителей, эмбеддирование(встраивание аудиосигнала) и деэмбеддирование(изъятие) посредством кодеков DM-NVX-352.



Рисунок 2 - DM-NVX-352 и подписи интерфейсов устройства.

Таким образом сегодня развитие мультимедиа интеграции позволило не только передать без потерь и задержек все сигналы системы, но и сделать это управляемо, по одному кабелю, и с высоким разрешением видеосигнала.

Список литературы

1. Основы телевидения, радиосвязи и видеотехники: учеб. Пособие / С.П. Новицкий, Н.Э. Унру. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 76 с.
2. Системы цифрового телевидения и радиовещания / Под ред. Н.С. Мамаева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 254 с.: ил.
3. Цифровое телевидение / [М. И. Кривошеев и др.] ; под ред. М. И. Кривошеева М. М.: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2014. – 481 с.: ил.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ МОДУЛЯ СБОРА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАЛОРИМЕТРА СУПЕР С-Т ФАБРИКИ

А.А. Глушак^{1,2}, В.В. Жуланов²

¹Новосибирский государственный технический университет

²Институт ядерной физики СО РАН

aaglushak@mail.ru

Данная работа посвящена созданию проекта цифровой обработки выходных сигналов сцинтилляционных счетчиков в модулях сбора данных регистрирующей аппаратуры электромагнитного calorиметра Супер с-т фабрики. В работе приведены этапы разработки алгоритма обработки сигналов, описания основных компонентов, используемых в проекте, а также результаты моделирования их работы.

Ключевые слова: регистрирующая аппаратура, канал обработки сигналов, канал обработки сигналов, блок вычислителя

Универсальный магнитный детектор является одной из основных частей ускорительного комплекса. Одной из частей детектора является электромагнитный calorиметр. Для измерения энергии фотонов в нем применяются быстрые неорганические кристаллы. В проекте нового ускорительно-накопительного комплекса Супер с-т фабрика [1] предлагается использовать быстрые неорганические кристаллы йодистого цезия (CsI).

Для накопления и обработки большого числа получаемых с калориметра данных разрабатывается электронная система регистрации [2]. Электронные блоки должны обрабатывать сигналы сцинтилляционных счетчиков, появляющихся с частотой 30 МГц, с точностью не менее 10^{-3} .

Целью работы является разработка алгоритма работы модуля сбора данных регистрирующей аппаратуры электромагнитного калориметра Супер с-т фабрики. Исходя из цели работы, были поставлены задачи составления алгоритма работы модуля сбора данных, его реализации на языке описания аппаратуры VHDL и отладки работы алгоритма с помощью моделирования.

Модуль сбора данных состоит из 2 частей: аналоговой и цифровой. Аналоговая часть формирует входные сигналы заданной формой и оцифровывает получившиеся импульсы. Цифровая часть выполняет обработку оцифрованных значений и вычисляет характеристики сигналов (амплитуда, время появления и качество подгонки). На Рисунке 1 представлена блок-схема проекта цифровой обработки сигналов для четырехканального прототипа модуля сбора данных.

Оцифрованные значения в последовательном виде на входе программируемой пользователем вентильной матрицы (ППВМ, FPGA) переписываются в параллельный вид, затем записываются в кольцевой буфер. Генератор адресов, находящийся в кольцевом буфере, определяет адреса записи сигналов. После появления сигнала запуска системы (сигнала первичного триггера) система управления данными запускает работу генератора адресов и вычислителя, определяет очередность обработки каналов. В блоке вычислителя по оцифрованным значениям определяются основные характеристики. После этого данные о сигналах упаковываются и передаются в коллектор через премопередатчик.

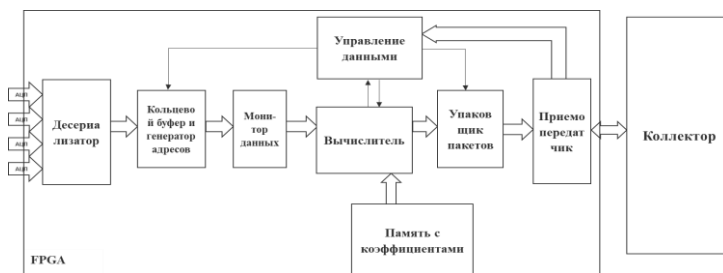


Рисунок 1 – Проект цифровой обработки сигналов

В ходе работы над проектом цифровой обработки сигналов каждый компонент был описан на языке описания аппаратуры VHDL, его работа проверялась с помощью моделирования. После этого получаемые характеристики в ходе работы проекта цифровой обработки сравнивались с результатом компьютерного моделирования работы алгоритма вычисления характеристик. Точность получаемых значений составила 10^{-3} .

Список литературы:

1. Супер Чарм – Тау фабрика. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ЧАСТЬ 1 (физическая программа, детектор)/ В.В. Анашин, А.В. Анисёнков, В.М. Аульченко и др.–Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 2018. – 136 с.
2. В. М. Аульченко «Структура и алгоритм функционирования аппаратуры многоканального кристаллического калориметра для работы при больших нагрузках» [Текст]/ Аульченко В. М., Жилич В. Н., Жуланов В. В. и др.// Автометрия. Т. 51, №1. -Новосибирск, 2015. - С.39- 47

СИНТЕЗ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСПИСАНИЯ НГТУ

А.М. Ермолин, Н.М. Мальхин, А.В. Никулин
Новосибирский государственный технический университет
a.nikulin@corp.nstu.ru

В тексте работы описан процесс синтеза приложения для отображения расписания Новосибирского государственного технического университета. Кроме того, показана актуальность решаемой задачи. Особо хочется отметить, что помимо непосредственно отображения расписания проектируемое приложение позволяет обмениваться файлами и заданиями, узнавать о начале вебинара и осуществлять прямой переход на его страницу. Интерфейс приложения интуитивно понятен и соответствует современной концепции мобильных приложений. В дальнейшем планируется портировать приложение на другие платформы.

Ключевые слова: мобильное приложение, Java, Android, расписание

В современном мире человеку нужно быстро обмениваться сообщениями, получать актуальную информацию и быть в курсе

последних новостей. В настоящее время Интернет помогает решить эту проблему. Однако не всегда есть возможность получить доступ к компьютеру и открыть браузер, поэтому все больше и больше пользователей используют мобильные устройства, поскольку они всегда под рукой.

Учащимся и преподавателям требуется всегда быть в курсе расписания, обмениваться информацией о домашних заданиях, консультациях, мероприятиях и т. д.

Изучив информационную инфраструктуру НГТУ, мы обнаружили ряд проблем, с которыми студенты, преподаватели и сотрудники вуза сталкиваются каждый день. Список проблем включает в себя невозможность просмотра информации при отсутствии подключения к Интернету, неудобный показ на мобильных устройствах и невозможность сохранить выбор своей группы и другие настройки. Для решения этих проблем нам пришла в голову идея создать единое мобильное приложение для вуза.

Объектом исследования работы является мобильное приложение для ОС Android, предназначенное не только для отображения расписания занятий студентов и преподавателей, но и для обмена заданиями, файлами и интеграции с учебными сервисам НГТУ. Целевой аудиторией работы являются студенты и преподаватели НГТУ всех факультетов и курсов.

На данный момент нами создан рабочий прототип приложения (Рисунок 1) с такими заявленными функциями, как отображение расписания для заданной группы, возможность выгружать и загружать файлы для определенных занятий. Кроме того, заложены базовые компоненты для работы с API и учебными сервисами НГТУ, такие, как авторизация в аккаунт НГТУ и получение информации об авторизованном в данный момент студенте. Помимо этого, продолжается работа над улучшением пользовательского интерфейса и удобства работы с приложением.

В процессе разработки были использованы среда разработки Android Studio, а также библиотека HTTP-клиента Retrofit [1] и библиотека поддержки AndroidX [2]. Код в проекте пишется в соответствии с общепринятыми принципами и паттернами написания чистого кода [3]. Также было задействовано публичное API НГТУ, предоставленное Центром Информатизации Университета, доступ к которому осуществляется асинхронно при помощи обозначенной выше библиотеки Retrofit. Вывод полученной информации осуществляется компонентами из библиотеки поддержки AndroidX, в список которых входят CardView, для отображения карточек отдельных занятий, и

ViewPager2, для отображения страниц с занятиями по дням недели. Кроме того, для некоторых функций созданы отдельные экраны, переключающиеся по нажатию, например, экран загрузки файлов (Рисунок 2).

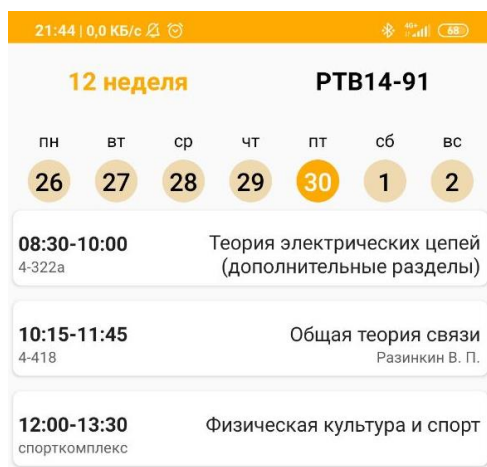


Рисунок 1 – Снимок главного экрана приложения

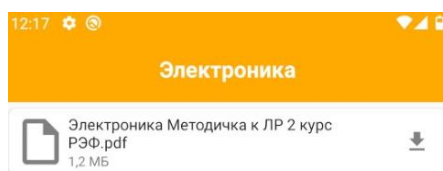


Рисунок 2 - Снимок экрана загрузки файлов

Новизна нашего приложения заключается в предоставлении дополнительных средств по взаимодействию с учебными сервисам НГТУ. Например, просмотр оценок из личного кабинета студента, уведомления о назначении и начале вебинаров прямо в приложении, загрузка дополнительных файлов (методички и прочие учебные материалы), а также карта кампуса и автоматическая установка будильников к началу занятий.

Наше приложение ориентировано на всех преподавателей и студентов НГТУ, использующих смартфоны на базе ОС Android 5.0 и выше. В дальнейшем планируется портировать приложение на другие платформы.

Список литературы

1. Square, Inc. Retrofit : A type-safe HTTP client for Android and Java. 2021. URL: <https://square.github.io/retrofit/> (дата обращения: 28.04.2021).
2. Google LLC. AndroidX Overview. // Android Developers. 2021. URL: <https://developer.android.com/jetpack/androidx> (дата обращения: 28.04.2021).
3. Мартин Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг. — СПб.: Питер, 2019. — 464 с.: ил.

РЕАЛИЗАЦИЯ АТАКИ ПОВТОРНОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНОЛОГИИ SDR

В.А. Агеенко, А.А. Иванников, Е.В. Некрасова, А.Б. Черкасов
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
601edu@bk.ru

В работе рассмотрена уязвимость дистанционно управляемых устройств, использующих незашифрованные цифровые каналы связи для передачи радиосигналов. Представлена реализация атаки повторного воспроизведения с использованием программного обеспечения GNU Radio и gqrx на базе технологии SDR на примере обычной радиоуправляемой модели. Предложен краткий обзор на возможный вариант предотвращения атаки повторного воспроизведения.

Ключевые слова: атака повторного воспроизведения, радиоуправляемая модель, SDR-технология, GNU-радио

На сегодняшний день большинство устройств используют для передачи незашифрованные сигналы, что делает возможным их перехватить, а затем воспроизвести повторно. Данный тип атак называется герлау или же playback атакой.

Подвержены данному типу атак дистанционно управляемые ворота, шлагбаумы, вообще любые радиоуправляемые устройства, которые не используют шифрование канала.

Данную уязвимость мы разберем на примере обычной радиоуправляемой модели, которая имеет возможность движения вперед и назад.

Для начала нужно просмотреть радиоэфир при помощи любой программы, которая позволяет визуализировать спектр и слушать эфир, например, `gqrx`. [1]

Затем настраиваемся на нужную частоту, в нашем случае это частота, на которой работает пульт радиоуправления, и нажимаем на любую из кнопок на пульте, чтобы он начал передавать сигнал.

Поскольку мы знаем его частоту, то в этот момент мы можем наблюдать на спектре сигнал пульта и собственно осуществить его запись, но есть одно важное замечание: при записи части спектра необходимо настраиваться немного в сторону от нужного сигнала, поскольку большинство SDR устройств из-за своей структуры имеют `DS bias`. [2] Данная проблема проявляется в виде достаточно большого пика на нулевой частоте, а если мы изначально при записи настроимся немного вбок от самого сигнала, то пик `DC bias` и необходимый сигнал не будут мешать друг другу.

Дальше работа будет происходить в `GNU Radio Companion`, где мы соберем простой граф, который позволит настроится на необходимую частоту и визуализировать сигнал. [3]

В качестве источника сигнала выберем наш файл с записанными квадратурами, далее поставим блок `Frequency Xlating FIR Filter`, данный блок может переносит сигнал по частоте, производить фильтрацию и децимацию.

Переносим наш сигнал на нулевую частоту, фильтруем его, чтобы отбросить лишние частоты и производим децимацию для уменьшения частоты дискретизации. Данная процедура в разы упрощает работу с сигналом, поскольку уменьшает нагрузку на систему, `CPU` в частности.

При конфигурации `Frequency Xlating FIR Filter` используем класс `firdes` и вызовем метод `lowpass` со следующими параметрами (1, `samp_rate`, `samp_rate / (2 * decimation)`, `transition_bw`). [4] Для простоты восприятия можно избавиться от комплексной части сигнала при помощи блока `Complex to Mag`.

Имея данную информацию, мы получаем возможность эмулирования пульта управления для последующего манипулирования через компьютер. Поскольку в нашем случае модель имеет только два вида движения данные операции будут излишне, но ход действий аналогичен для более сложных структур, которые могут выполнять более обширный спектр движений.

В ходе данной работы была рассмотрена и реализована уязвимость повторного воспроизведения из списка `OWASP` (англ. `Open Web Application Security Project`). В качестве решения данной проблемы можно рассматривать использование зашифрованного канала связи,

однако недостатком является заметное уменьшение быстродействия системы, поскольку уйдет время на шифрование и дешифрование сигнала, а также возрастет цена на само оборудование. Именно из-за этих причин данная проблема так и не потеряла свою актуальность.

Список литературы

1. Welcome to gqrx // Gqrx SDR URL: <https://gqrx.dk/> (дата обращения: 25.04.2021)
2. Measurements for DC Chokes // Voltech URL: https://www.voltech.com/Articles/104-023/1_What_Is_DC_Bias_And_When_Should_It_Be_Tested (дата обращения: 26.04.2021)
3. GNU Radio - The Free & Open Source Radio Ecosystem // GNU Radio URL: <https://www.gnuradio.org/> (дата обращения: 27.04.2021)
4. Frequency Xlating FIR Filter // GNU Radio wiki URL: https://wiki.gnuradio.org/index.php/Frequency_Xlating_FIR_Filter (дата обращения: 28.04.2021)

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА РАЗРЕЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

А.С. Карасев, М.А. Степанов

Новосибирский государственный технический университет
lexys30@gmail.com

От способа разрежения антенной решетки зависит ряд ключевых параметров, используемых для оценки ее качества. В данном тезисе рассмотрены краевой и произвольный способы разрежения линейной антенной решетки из 128 элементов. Приведены результаты синтеза для двух типов разрежения и исследована зависимость рассматриваемых параметров антенных решеток при иных размерах. Найден оптимальный способ разрежения.

Ключевые слова: разреженная антенная решетка, генетический алгоритм, произвольное разрежение, краевое разрежение

Рассматривается линейная эквидистантная антенная решетка с амплитудным распределением Хэмминга, элементарными излучателями которой являются изотропные антенны.

Разрежение осуществляется при помощи подвида эволюционного алгоритма – генетического. В качестве начального поколения генерируются случайные равновероятные последовательности нулей и единиц, где ноль является неактивным излучателем. Исследуются два способа разрежения элементов вдоль апертуры антенной решетки: произвольный и краевой. Под краевым подразумевается гарантированный процент активных излучателей в центре разреженной антенной решетки (РАР).

В качестве критерия качества для сравнения результатов синтеза используются вторичные параметры, характеризующие направленность антенных решеток – коэффициент направленного действия (КНД), максимальный уровень боковых лепестков (УБЛ) и ширина главного лепестка (ШГЛ) [1].

Результаты оптимизации для разреженных антенных решеток с различными процентами активных излучателей приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Оптимизация РАР размером 128 элементов

Активные излучатели РАР, %	КНД, дБи		УБЛ, дБ		ШГЛ, °	
	произв.	краевой	произв.	краевой	произв.	краевой
100	19.71		-42.63		1.1	
85	19.06	19.65	-23.73	-38.22	1.2	1.1
70	18.40	19.55	-20.22	-33.28	1.2	1.2
55	17.19	19.26	-16.88	-29.61	1.3	1.2
40	15.98	18.98	-14.45	-26.47	1.3	1.3
25	13.83	18.37	-11.63	-22.24	1.5	1.3

Таким образом, сильные колебания в зависимости от способа разрежения претерпевает только КНД и УБЛ, тогда как ширина главного лепестка остается на приблизительно одинаковом уровне. Тогда как падение КНД вполне ожидаемо, то резкий спад уровня боковых лепестков противоречит результатам, полученным для РАР с равномерным амплитудным распределением [2]. Для дальнейшего подтверждения, рассмотрим РАР других размеров (Таблица 2).

Таблица 2 – Оптимизация РАР разных размеров

Размер РАР	Активные излучатели РАР, %	КНД, дБи		УБЛ, дБ	
		произв.	краевой	произв.	краевой
64	75	15.67	16.59	-20.55	-37.15
	50	13.97	16.17	-14.51	-28.19
	25	11.20	15.92	-9.01	-20.74
128	75	18.62	19.59	-20.68	-34.98
	50	16.87	19.18	-14.89	-29.24
	25	13.83	18.37	-11.63	-22.24
256	75	20.87	21.73	-22.49	-33.02
	50	19.35	21.47	-17.20	-28.80
	25	16.58	20.71	-12.49	-23.36

Графически отобразить разницу в КНД полученных решеток можно при помощи множителей антенной решетки (Рисунок 1).

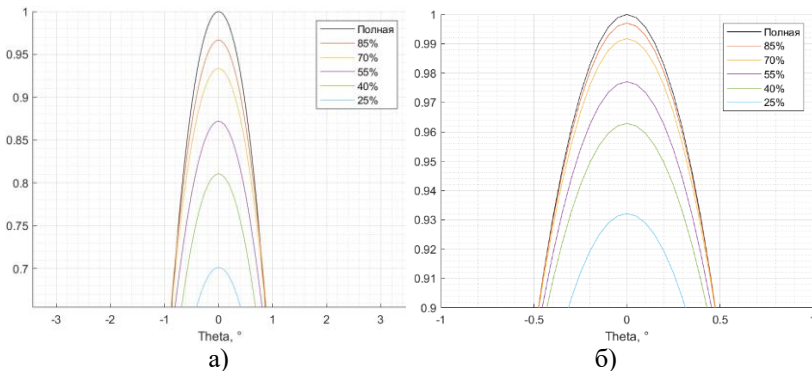


Рисунок 1 – Множители РАР размером 128 элементов: а – произвольное разрежение, б – краевое разрежение.

Исходя из полученных данных, при краевом разрежении характеристики РАР на порядок выше подобных при произвольном разрежении. Наименее заметно отличие между способами разрежения при его малом проценте (более 80% активных элементов). Подобная зависимость сохраняется для разреженных антенных решеток различных размеров. Благодаря таким отличиям в технических характеристиках и удобству производства, в промышленности используют краевой метод разрежения.

Список литературы

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1988. – 432 с.
2. Юрцев О.А., Шалапин И.Ф. Сканирование в разреженной антенной решетке со случайным расположением излучателей в апертуре // Доклады БГУИР. – 2015. – №8 (94).

СИНТЕЗ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА СТЕРЕОФОНИИ

В.А. Мазярова, М.А. Степанов
Новосибирский государственный технический университет
v.mazyarova@yandex.ru, m.stepanov@corp.nstu.ru

В данной статье речь пойдёт о разработке рабочего интерфейса для исследования эффекта стереофонии.

Ключевые слова: лабораторный стенд, синтез звука, C++ Builder, бинуральность слуха, стереофония, кажущийся источник звука

Введение

При исследовании восприятия стереофонического эффекта решающее значение играют механизмы пространственного слуха человека и прежде всего механизмы образования кажущихся источников звука, их локализации и пространственной демаскировки. Сам по себе стереоэффект определяется двумя факторами: разностью во времени прихода сигнала к левому и правому уху и разностью интенсивности бинауральной пары сигналов. Таким образом, для полноценного исследования стереоэффекта необходимо реализовать рабочую модель структуры, показанной на рисунке 1.

Принцип работы этой структуры заключается в том, что Генератор подаёт звук на два канала (левый и правый), каждый из которых может регулировать сигнал по амплитуде и, дополнительно, изменять время прихода сигнала на головной телефон канала (Г.Т. на схеме). При этом, надев головные телефоны, слушатель будет ощущать звук в определённой точке пространства, это называется Кажущимся источником звука (КИЗ). Предположим, что слушатель находится на оси симметрии Y системы воспроизведения, а излучаемые головными телефонами сигналы не имеют различий по времени ($\Delta\tau = 0$) и уровню громкости ($\Delta N = 0$) и получены от одного и того же источника звука. В

этом случае звучания обоих головных телефонов сливаются в единый звуковой образ, который кажется слушателю расположенным посередине линии базы громкоговорителей в точке 0. Этот звуковой образ является кажущимся, его появление возможно, если сигналы, излучаемые громкоговорителями, статистически связаны (коррелированы). По мере снижения коэффициента корреляции между каналными сигналами КИЗ локализуется всё менее четко, его протяжённость увеличивается, и при уменьшении коэффициента корреляции $R(\Delta t)$ сигналов левого и правого канала до значения 0,05-0,015 наступает разрыв КИЗ на два действительных источника звука.

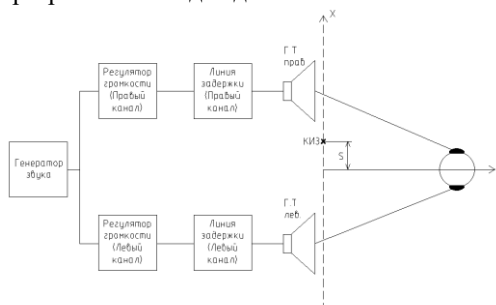


Рисунок 1 - Структурная схема модели для исследования стереоэффекта.

1. Методика

В результате был создан рабочий интерфейс Рис.2.

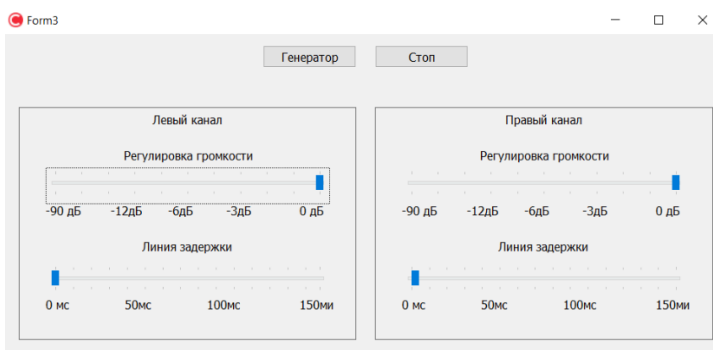


Рисунок 2 - Рабочий интерфейс для исследования эффекта стереофонии

На рабочую область было добавлено 2 ползунка для регулировки громкости звука правого и левого каналов, соответственно, и ещё 2 ползунка для регулировки фазы правого и левого каналов. Также кнопки «Генератор» и «Стоп» будут запускать сигнал и останавливать его.

Для воспроизведения звука будет использоваться программный интерфейс DirectSound. Зададим формат воспроизводимого звука:

- Тип аудио сигнала - его мы зададим как РСМ (pulse code modulation) или, в переводе на русский, ИКМ (импульсно кодовая модуляция). Это значит, что звук будет преобразован с помощью импульсно кодовой модуляции. В основу идеи при разработке формата РСД легла Теорема Котельникова, суть которой в том, что непрерывный сигнал можно представить в виде интерполяционного ряда, состоящего из дискретных отсчетов, по которым можно заново восстановить сигнал. Чтобы была возможность восстановить приблизительно исходное состояние сигнала, частота дискретизации должна равняться как минимум удвоенной верхней граничной частоте этого сигнала.

- Количество каналов – зададим равным 2, так как сигнал от генератора разносится по двум каналам: левому и правому.

- Частоту дискретизации – исходя из Теоремы Котельникова частоту дискретизации возьмём, как минимум, вдвое больше максимальной частоты сигнала. Принято считать, что частотный диапазон человеческого слуха 20...20000 Гц (иногда указывается 16...22000 Гц), следовательно, частота дискретизации

$$f_{\text{д}} = 2 * 22000 = 44000 \text{ Гц.}$$

- Размер отсчета – возьмём равным 16 бит. Этого значения хватит для чистого воспроизведения звука.

Воспроизводимый звук будем читать из музыкального файла, который предварительно конвертировали в формат wav и преобразовали к параметрам 16 бит, моно, 44 кГц.

2. Результаты и обсуждения

Был выполнен рабочий интерфейс для исследования эффекта стереофонии. Таким образом, прочитав файл и записав его в память, мы можем воспроизводить звук и производить регулировку звуковых каналов путём изменения амплитуды и/или задержки одного канала относительно другого.

Список литературы

1. Архангельский, А. Я. Программирование в С++Builder 6 / А. Я. Архангельский. М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 2003.

2. Глушаков, С. В. Программирование в среде Borland C++Builder 6 / С. В. Глушаков, В. Н. Зорянский, С. Н. Хоменко. Харьков: Фолио, 2003.
3. Сурков, К. А. Программирование в среде C++Builder / К. А. Сурков, Д. А. Сурков, А. Н. Вальвачев. Минск: Попурри, 1998.
4. Шамис, В. А. Borland C++Builder 6. Для профессионалов / В. А. Шамис. СПб.: Питер, 2003.

РЕВЕРСИВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ С СИНХРОННЫМ ВЫПРЯМЛЕНИЕМ В ИСТОЧНИКАХ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

А.Г. Панько, А.В. Никулин
Новосибирский государственный технический университет
anfisaranko@mail.ru

В данной работе проведён обзор по теме реверсивных преобразователей напряжения, их теоретическое обоснование, изучение топологий и принципиальных схем. Изучены принципы работы подобных преобразователей в проанализированных статьях. Выявлены недостатки и предложен способ их устранения. Спроектирована новая принципиальная схема и алгоритм работы реверсивного преобразователя напряжения для частного случая применения в источниках бесперебойного питания. Увеличен теоретический КПД за счет уменьшения количество электронных компонентов и применения двухтактного преобразователя напряжения.

Ключевые слова: реверсивный преобразователь напряжения; ИБП; одноконтный преобразователь, двухтактный преобразователь; трансформатор.

Количество потребителей энергии растет с каждым годом. За счет этого учащаются случаи перебоя в электроснабжении. ИБП используются, чтобы избежать фатальных ошибок в работе устройств. Существует много различных ИБП, и все они решают разные задачи. Найти устройство, соответствующее определенным техническим характеристикам, непросто.

В данной статье рассматривается использование РПН в устройстве со следующей топологией (Рисунок 1).

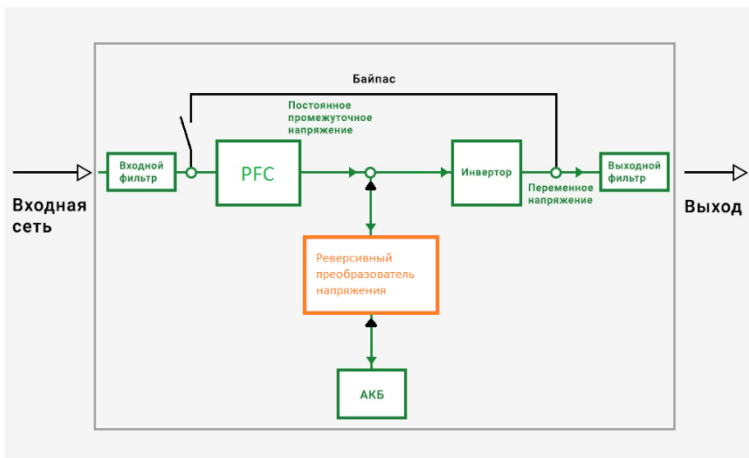


Рисунок 1 - Блок-схема ИБП

Устройство состоит из входного фильтра, корректора частоты, реверсивного преобразователя постоянного напряжения, инвертора, аккумулятора, выходного фильтра и байпаса. Принцип работы ИБП данного типа в данной статье не рассматривается, так как не является предметом изучения. Целью данной работы является разработка одного из блоков ИБП - реверсивного преобразователя постоянного напряжения.

В ходе изучения литературы по теме реверсивных преобразователей научный интерес вызвала работа авторов Пьера-Андре Фарина, Рудольфа Динджера, Эрика Заурера [1]. В данной статье рассматривается реверсивный преобразователь напряжения с и принцип его работы в ИБП. В процессе изучения материала были выявлены недостатки представленного устройства.

Так, представленное в статье устройство (Рисунок 2) не изолированное: оба источника соединены общим проводом. Это недостаток, поскольку такая топология может быть небезопасной. Также этот преобразователь несимметричный. То есть одна часть периода частоты преобразования тратится на накопление энергии дросселем, а другая на ее возврат в нагрузку. Это означает, что КПД такого устройства будет недостаточно высоким из-за более высокого уровня импульсных токов по сравнению с двухтактной топологией.

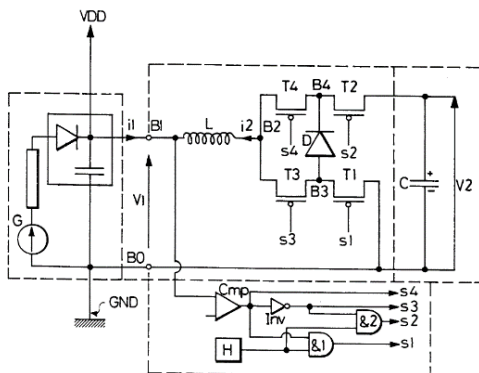


Рисунок 2 - Реверсивный преобразователь DC / DC

Для гальванической изоляции, обеспечивающей безопасность, преобразователь имеет трансформатор. Транзисторы открываются и закрываются попарно синхронно, T1 и T3 при передачи положительной полуволны напряжения, T2 и T4 для отрицательной. Это значит, что КПД нашего устройства будет выше, потому что импульсные токи в двухтактной схеме как минимум в 2 раза меньше. Таким образом, можно применять более дешевые транзисторы. Топология предлагаемого устройства представлена на рисунке 3.

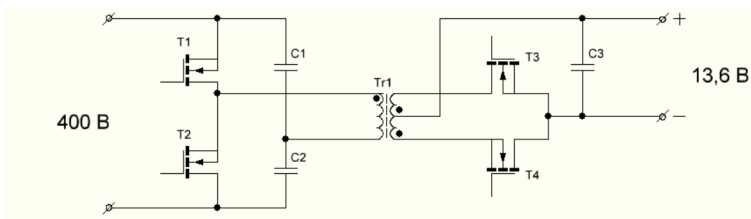


Рисунок 3 - Реверсивный преобразователь DC / DC с синхронным выпрямлением

Таким образом устранение вышеперечисленных недостатков и является целью данной работы.

Для достижения желаемых результатов необходимо сделать следующее:

1. Разработать схему;
2. Смоделировать работу схемы в среде LTspice17;
3. Сравните результаты с известными аналогами;

4. Реализовать схему.

Таким образом, получено устройство, которое имеет теоретическое преимущество перед устройствами, представленными в изученных статьях [1,2]. Эти преимущества необходимо подтвердить путем моделирования в среде LTspice17 и практической реализации в схеме ИБП.

Список литературы

1. Пьер-Андре Фарин, Рудольф Динджер, Эрик Заурер. Схема непрерывного электропитания, регулируемая обратимым преобразователем. Патент США, No. 5862046, 1999 – 2 с.
2. Хуан-Джен Чиу, Ли-Вэй Линь. Двухнаправленный преобразователь постоянного тока в постоянный для системы вождения электромобилей на топливных элементах. США: IEEE, 2006 – 951 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЗВЕШИВАЮЩЕЙ ФУНКЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ЧАСТОТНОЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ АНАЛИЗА СПЕКТРА

Д.А. Пахтусов, И.С. Савиных

Новосибирский государственный технический университет

isavinykh@mail.ru

Осуществлён анализ спектра с применением взвешивающей функции Блэкмана и взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки. Произведено сравнение спектров, полученных при использовании этих функций для анализа двухтонального сигнала.

Ключевые слова: взвешивающая функция, анализ спектра, частотная выборка

Введение

Спектральный анализ – это один из методов обработки сигналов, который позволяет оценить частотный состав измеряемого сигнала [1, 2]. При анализе спектра, из-за конечности выборки сигнала появляются негативные эффекты такие как, размывание спектра, просачивание спектральных составляющих и «эффект частотокола». При анализе сигнала с использованием дискретного преобразования Фурье предполагается, что функция периодическая. Если это не так или период сигнала не совпадает с интервалом анализа, то в анализируемом сигнале сформируются разрывы, которые приведут к искажению

спектра. Для устранения данных эффектов используют взвешивающую функцию, на значения которой умножаются значения отсчетов выборки сигнала. Применение взвешивающей функции с одной стороны уменьшает размытие спектра сигнала, а с другой увеличивает ширину главного лепестка спектра. Следовательно, стоит основательно подходить к выбору взвешивающей функции, учитывая необходимость соблюдать баланс между разрешением по амплитуде и разрешением по частоте [1, 2].

2. Взвешивающие функции

В данной работе рассмотрен анализ двухтонального сигнала с использованием взвешивающей функции Блэкмана, приведённой в соотношении (1), и взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки [3], приведенной в соотношении (2). Обе рассматриваемые взвешивающие функции представляют собой усеченный косинусный ряд.

$$w[n] = 0.42 + 0.5 \cdot \cos\left(\frac{2\pi k(n-a)}{N}\right) + 0.08 \cdot \cos\left(\frac{4\pi k(n-a)}{N}\right). \quad (1)$$

$$w[n] = 0.4244 + 0.4973 \cdot \cos\left(\frac{2\pi k(n-a)}{N}\right) + 0.07829 \cdot \cos\left(\frac{4\pi k(n-a)}{N}\right); \quad (2)$$

3. Анализ спектра

Результаты расчета спектра для двухтонального сигнала при использовании взвешивающей функции Блэкмана и взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки, представлены на рис. 1.

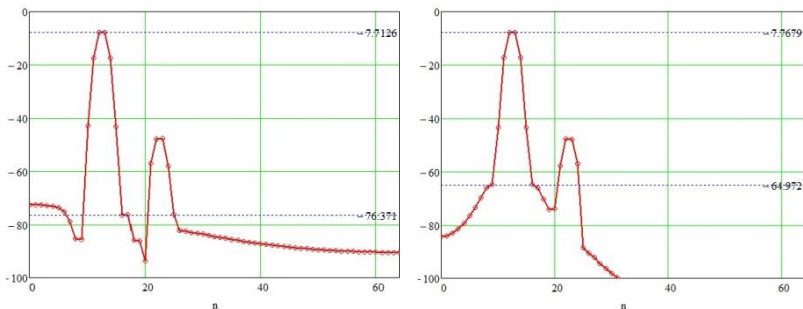


Рисунок 1 – Спектр сигнала, взвешенного, а) окном, полученным методом частотной выборки; б) окном Блэкмана

Из рис.1. видно, что уровень побочных составляющих спектра относительно большего тона сигнала в случае применения взвешивающей функции Блэкмана составил -57 дБ, а в случае взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки -68,8 дБ.

Выводы

Таким образом, спектр, рассчитанный с применением взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки, имеет меньший уровень побочных составляющих более, чем на 11 дБ, по сравнению со спектром, рассчитанным с применением взвешивающей функции Блэкмана. Следовательно, является целесообразным рассмотрение возможности анализа спектра при использовании взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки.

Список литературы

1. Ifeachor E.C. Digital signal processing: a practical approach / E.C. Ifeachor, B.W. Jervis. - New York : Prentice Hall, 2002. - 933 p.
2. Lyons R.G. Understanding digital signal processing. - NJ: Prentice Hall, 2011. - 954 p.
3. Платонова И. Н. Синтез взвешивающей функции методом частотной выборки / И. Н. Платонова, И. С. Савиных // Интеллектуальный потенциал Сибири (РНСК): сб. науч. тр. 26 регион. науч. студ. конф., Новосибирск, 22–24 мая 2018 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Ч. 2. – С. 143 –145.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАМЕРЫ ПРЯМОЙ КАЛОРИМЕТРИИ

И.С. Писарев, А.В. Юпашевский, А.С. Казьмина
Новосибирский государственный технический университет
ilya.pisarev91@gmail.com

В работе рассматривается оценка влияния герметичности закрытой калориметрической системы на характер ее нагрева. Производится рассмотрение картины теплораспределения, снятой на стенках камеры прямой калориметрии, полученной с помощью тепловизора, а также, анализируя полученные данные, делается вывод о необходимых изменениях, для уменьшения тепловых потерь.

Ключевые слова: прямая калориметрия, измерение энергообмена человека, биокалориметр, теплоемкость, герметичность

Герметичность биокалориметра оценивалась по скорости выходного потока, а также по полученным картинам теплораспределения снятых с помощью телевизора.

Оценка влияния герметичности калориметрической камеры на характер нагрева была проведена с помощью двух экспериментов.

В камеру помещался нагреватель с выделяемой мощностью равной 100 Вт и обдувался воздухом со скоростью потока составляющей 0,0010 м³/с. В ходе эксперимента регистрировалась скорость выходящего потока, а также разность температур на входе и выходе из камеры.

Скорость выходящего потока до герметизации камеры составляла 0,00017 м³/с, так как воздух, нагнетаемый в камеру, выходил через отверстия. После герметизации скорость выходящего потока возросла до 0,0008 м³/с.

Результатом герметизации являются кривые нагрева, представленные на рисунке 1.



Рисунок 1 – Кривая нагрева до герметизации и после

С помощью тепловизора была получена картина теплораспределения на стенках, позволяющая оценить теплотери, а также герметизацию камеры.

Теплораспределение представлено на рисунке 2.

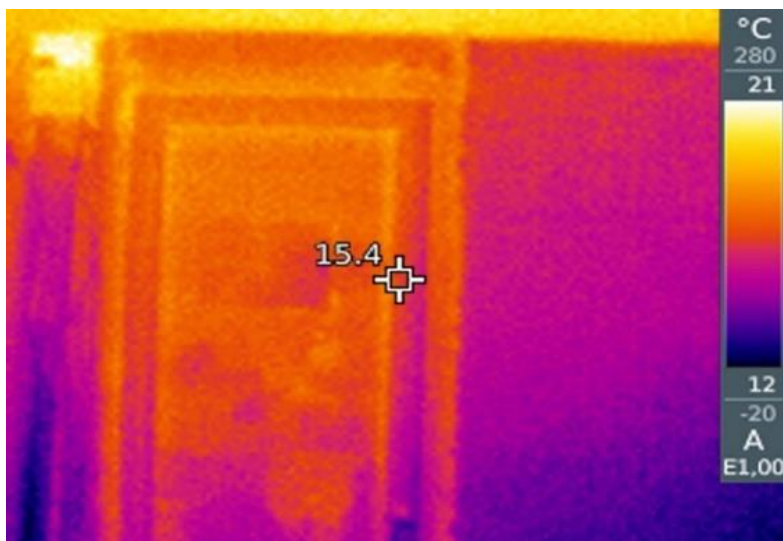


Рисунок 2 – Теплораспределение на стенках камеры прямой калориметрии

По полученной картине теплораспределения был сделан вывод о недостатках конструкции, основные потери приходились на швы и материалы, теплопроводность которых больше, чем у теплоизолятора.

В ходе работы проведена оценка влияния герметичности на характер ее нагрева.

После получения теплораспределения на стенках биокалориметра, были выявлены дефекты на которых сосредоточены основные теплопотери, поэтому требуется дополнительная обклейка камеры теплоизолятором.

Список литературы

1. Rao M, Koenig E, Li S, Klebanov L, Marino L, Glass L, Finberg L. Direct calorimetry for the measurement of heat release in preterm infants: methods and applications. *J Perinatol*. 1995 Sep-Oct;15(5):375-81.
2. А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. Изд. 2-е, исп. и доп. — М.: Олимпия Пресс, 2005. — 528 с.
3. Юпашевский А. В. Разработка камеры для измерения энергообмена человека методом прямой калориметрии: Магистерская Диссертация / А. В. Юпашевский. — Новосибирск: НГТУ, 2020. — 97с.

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Ю.А. Платонов, А.Н. Игнатов
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
platonov.yura2013@gmail.com

Разработка электронных устройств на отечественной базе данных, не уступающих по совокупности технико-экономических показателей зарубежным аналогам, является актуальной задачей для Российской Федерации.

Создание параметрических моделей и баз данных в персональных компьютерах помогут проанализировать и найти перспективные устройства для решения поставленных задач.

В настоящей работе предлагается разрабатывать устройства на основе анализа базы данных отечественных и зарубежных устройств.

Ключевые слова: электронная база данных, параметрическая модель, автоматизированный поиск

Введение

На сегодняшний день технологии ещё не позволяют изготавливать устройства с идеальными параметрами во всех аспектах одновременно, в связи с чем разработчики микросхем вынуждены идти на компромисс, отдавая предпочтение ключевым параметрам.

Чтобы разработать качественное устройство, нужно проанализировать разработки зарубежных и отечественных производителей техники.

Электронная промышленность освоила широкий спектр электронных устройств, что создало проблему, именуемую «тиранией количеств». У инженеров-разработчиков электронной техники имеется много альтернативных вариантов. Выбор оптимального устройства возможен только при тщательном анализе огромных массивов отечественной и зарубежной справочной литературы [2,3].

Поэтому актуальным решением данной проблемы будет разработка параметрической модели и базы данных в ЭВМ, которые помогут проанализировать и найти перспективное интегральное устройство для решения поставленных задач. Такие модели и базы являются дополнением автоматизированной системы управления (АСУ), внедряемой на предприятиях и в высших учебных заведениях [2,3].

При создании параметрической модели и базы данных перспективных электронных устройств решаются задачи:

- сравнение технологических и экономических параметров;
- анализ достижений зарубежного и отечественного производства усилителей;
- расшифровка зарубежных, отечественных показателей или параметров;
- вывод на печать ряда перспективных компонентов;
- приведение размерности каждого параметра или показателя;
- предоставление исходных и актуальных источников информации;
- установление лучших компонентов.

Параметрическая модель электронных устройств

Важной задачей в составлении любой базы данных является анализ каждого параметра или показателя устройства. Для этого нужно создать некий банк данных, в нашем случае параметрическую модель, которая будет представлять собой информационный массив, содержащий набор данных о параметрах и показателях электронного устройства [2,3].

Параметры устройства выбираются из справочной литературы и электронных ресурсов. При отсутствии показателей отдельных параметров оборудования в источниках информации необходимо их экспериментальное определение. Если нет возможности экспериментального определения недостающих параметров, то параметрическая модель и база данных получится не полной. Для работы на ЭВМ в таком случае свободные места приходится заполнять условными знаками. В том случае, если известна неполная совокупность параметров некоторых компонентов ЭТ и отсутствует возможность их экспериментального определения, выбор оптимальных компонентов ЭТ является приближенным [2,3].

Учет количества неизвестных параметров m_{hj} по сравнению с общим числом параметров m , характеризующим каждый компонент ЭТ производится с помощью коэффициента неопределенности:

$$K_{hj} = \frac{m_{hj}}{m} \quad (1)$$

При создании параметрической модели необходимо установить наиболее важные параметры электронного устройства. Для этого необходимо проанализировать как можно больше достоверных источников информации (справочной литературы и электронных

ресурсов ведущих производителей микросхем), а также выявить весовую значимость отдельных параметров микросхем [2,3].

После определения основных параметров исследуемого устройства можно приступить к созданию самой параметрической модели. Она составляется так, чтобы параметры и показатели были расположены в порядке важности.

Заключение

В работе предлагается использовать методику автоматизированного поиска перспективных электронных устройств при разработках электронной продукции.

Внедрение методики позволяет оценить возможности отечественной и зарубежной электроники, а также выявить перспективные разработки в данной области для электронной промышленности РФ.

Предлагается для каждого класса электронных компонентов использовать параметрические модели, представляющие собой совокупность технико-экономических показателей и параметров, а разработчику учитывать их значимость для конкретных электронных устройств.

Методика позволяет получать ранжированные ряды компонентов и если в них преобладают зарубежные типы, то для отечественных предприятий актуально проведение работ по их импортозамещению [2].

Список литературы

1. А.Н. Игнатов Микросхемотехника и наноэлектроника: Учебное пособие. – Спб.: Издательство «Лань», 2011. – 528 с.
2. А.Н. Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных Классическая электроника и наноэлектроника: Учебное пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск. Изд-во СибГУТИ, 2019.
3. А.Г. Алексеенко Применение прецизионных аналоговых микросхем / А.Г. Алексеенко, Е.А. Коломбет, Г.Н. Стародуб. – М.: Радио и связь, 1987 – 280 с.
4. В.С. Гутников Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л. : Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
5. С.В. Якубовский, Н.А. Барканов, Л.И. Ниссельсон Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1985. – 432 с.

МАТРИЧНЫЙ ИМИТАТОР ЭХОСИГНАЛОВ ТРЕХПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ПОПЕРЕЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ АНТЕНН

Т.И. Сабитов, А.В. Киселев
Новосибирский государственный технический университет
sti0@mail.ru

Рассмотрена двумерная матрица излучателей применительно к имитации радиолокационных целей для трехпозиционной системы, антенны которой расположены поперек фюзеляжа летательного аппарата. Получены соотношения для расчета координат излучателей сфокусированной на три точки матрицы. Результаты подтверждены с помощью численного эксперимента.

Ключевые слова: матричный имитатор, трехпозиционная система

Для имитации отражений от радиолокационных объектов в лабораторных условиях используют комплексы полунатурного моделирования. Среди них наиболее перспективными являются матричные имитаторы (МИ) [1, 3, 4]. Они обеспечивают возможность имитации радиолокационных целей в любых угловых положениях с любой скоростью перемещения по требуемой траектории. Для простейшей матрицы из двух излучателей положение точечной цели определяется соотношением [2]:

$$\Delta\xi = \frac{L}{2} \cdot \frac{z_0^2 - 1}{1 + 2z_0 \cos \psi + z_0^2}, \quad (1)$$

где $z_0 = E_2/E_1$ и ψ – отношение амплитуд и разность фаз сигналов в точке приема соответственно, L – расстояние между излучателями.

В случае многопозиционных систем излучатели фокусируют на точки приема, то есть добиваются синфазности сигналов излучателей, чтобы имитируемая цель наблюдалась в одном и том же положении. [3, 4].

Применительно к трехпозиционным системам, получены результаты по фокусировке излучателей для систем с горизонтальной симметрией, где оси диаграмм направленности ориентированы по нормали к плоскости расположения приемных антенн [4].

Данная работа направлена на развитие полученного результата применительно к горизонтально симметричным трехпозиционным системам с поперечным расположением антенн. То есть оси их

диаграмм направленности расположены в плоскости расположения антенн (Рисунок 1).

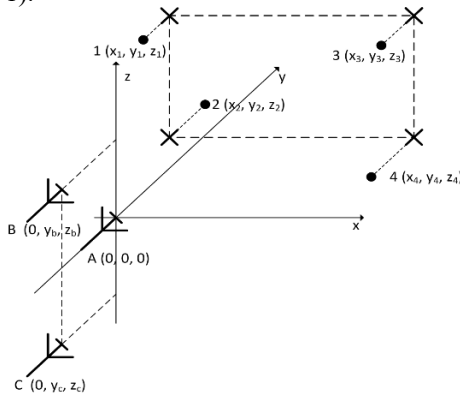


Рисунок 1 – Конфигурация двумерной матрицы применительно к трехпозиционной системе

Данную антенную конфигурацию можно рассматривать как ранее исследованную трехпозиционную [!!], но повернутую на 90 градусов. Тогда искомые соотношения для расчета координат излучателей могут быть получены с использованием поворотной матрицы:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix}.$$

Тогда излучатели двумерной матрицы лежат в одной плоскости в углах прямоугольника и образуют горизонтально симметричную конфигурацию. Считая x - и y -координаты 1-го излучателя заданным (Рисунок 1), получаем соотношения для расчета его z -координаты и координат 3-го излучателя:

$$z_1 = -k\lambda \sqrt{\frac{x_1^2 + (y_1 - y_b)^2}{4z_b^2 - k^2\lambda^2} + \frac{1}{4}}, \quad y_3 = y_1 + \frac{n^2\lambda^2}{2y_b} - \frac{n\lambda}{y_b} \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}, \quad (2)$$

$$x_3 = \sqrt{x_1^2 + (y_1 - y_b)^2 - (y_3 - y_b)^2},$$

где λ – длина волны, n, k – целые числа, определяющие конфигурацию.

На основе соотношений (2) для значений $\lambda = 0,03$ м, $y_b = -0,3$ м, $z_b = 0,5$ м получена 10-точечная матрица. Координаты излучателей верхней половины: $x = (-4,187; -2,264; 0; 2,264; 4,187)$ м, $y = (2,95; 4,492; 5; 4,492; 2,95)$ м, $z = (0,808; 0,808; 0,808; 0,808; 0,808)$ м.

С помощью численного эксперимента на основе известного соотношения для модели моноимпульсного пеленгатора [5] была осуществлена апробация матрицы. Результаты представлены на Рисунке 2, где \times – цель, наблюдаемая антенной А, $+$ – цель, наблюдаемая антенной В, \bullet – цель, наблюдаемая антенной С, \circ – задаваемые положения цели

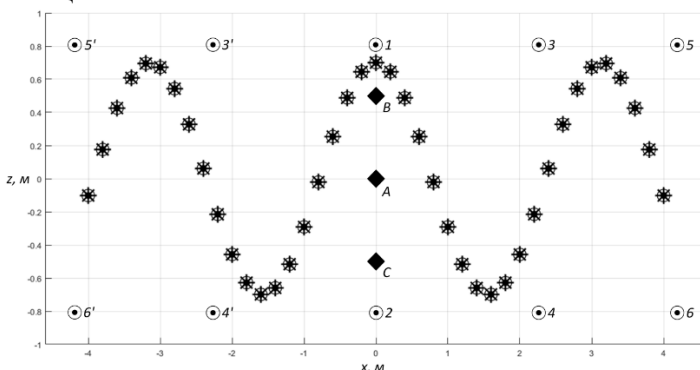


Рисунок 2 – Результаты численного эксперимента

Из результатов эксперимента видим, что имитируемая цель наблюдается антеннами в одних и тех же задаваемых положениях.

Таким образом, полученные соотношения могут быть использованы в разработке матричных имитаторов эхосигналов трехпозиционных радиолокационных систем. Исследование выполнено при финансовой поддержке в рамках реализации программы развития НГТУ, научный проект №С21-14.

Список литературы

1. Haghghi, K., Rafeinia, F.: 'System for generating virtual radar signatures'. United States Patent 10520586 B2, December 2019
2. Островитянов Р. В., Басалов Ф. А. Статистическая теория радиолокации протяженных целей./ Р. В. Островитянов, Ф. А. Басалов – М.: Радио и связь, 1982. – 232 с.
3. Kiselev A. V. Simulating an object's altitude for two-position systems / A. V. Kiselev, T. I. Sabitov, M. A. Stepanov // Journal of Computer and Systems Sciences International. - 2020. – Vol. 59, iss. 2. – P. 217–222.

4. Kiselev A. V. Simulation of Objects for a Three-position Radar System [Electronic resource] / A. V. Kiselev, T. I. Sabitov // 1 International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE), Novosibirsk, 10-11 Dec. 2020. - Novosibirsk : IEEE, 2020. - P. 28-31.
5. Канащенков А.И., Меркулов В.И. Радиолокационные системы многофункциональных самолетов. Т.1. РЛС – информационная основа боевых действий многофункциональных самолетов. Системы и алгоритмы первичной обработки радиолокационных сигналов. – М.: Радиотехника, 2006. – 656 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИМИТАЦИИ ОТРАЖЕНИЙ ОТ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ОБЪЕКТА

А.В. Таюров, А.В. Киселев
Новосибирский государственный технический университет
ya.antoha.rt@gmail.com

Рассмотрен синтез математической модели, которая способна замещать отражения от распределённого радиолокационного объекта. Показана способность «блуждания» кажущегося центра излучения. Аргументирована возможность использования модели для имитации эхосигналов объекта при помощи сравнения результата численного эксперимента с теоретическими данными.

Ключевые слова: «блуждающая» точка, распределённый объект, флуктуации КЦИ

Распределённый объект всегда представляется как совокупность множества отражающих точек на его поверхности [1]. Элементарные эхосигналы от множества точек, взаимодействуя между собой, образуют суммарный сигнал, характеристики которого изменяются случайным образом. При радиолокационном наблюдении это проявляется в виде «блуждания» единственной точки по угловым координатам.

Для изучения свойств сигнала такого объекта синтезируем его математическую модель.

Равномерно расположив на плоскости ($M = 1000$) излучателей модели определим сигнал каждого из них как:

$$\dot{S}_{m,n} = \sqrt{F_r(x_m, y_m, z_m, n)} \cdot (\cos(\omega_m \cdot n \cdot T_d) + j \cdot \sin(\omega_m \cdot n \cdot T_d)),$$

где m – номер излучателя модели, $m = 1 \dots M$,

n – номер временного отсчёта, $n = 1 \dots N$,

T_d – период дискретизации, с,

$F_r(x_m, y_m, z_m, n)$ – интенсивность сигнала с координатами x_m, y_m, z_m в момент времени n .

Зададим равные интенсивности сигналов и различные частоты, распределённые равномерно в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$.

Положение результирующей точки – кажущегося центра излучения (КЦИ) определим, применив пеленгационное соотношение (1) [2, стр.13]. Для этого выполним «взвешивание» полученных сигналов коэффициентами суммарного и разностного каналов. Вычислив суммы сигналов в соответствующих каналах, найдём отношение их действительных частей, которое определит координату КЦИ.

$$f_{\gamma_n} = \operatorname{Re} \left(\frac{\dot{U}_{\Delta\gamma_n}}{\dot{U}_{\Sigma\gamma_n}} \right) = \operatorname{Re} \left(\frac{\sum_{m=1}^M (\gamma_m \cdot \dot{S}_{m,n})}{\sum_{m=1}^M \dot{S}_{m,n}} \right), \quad (1)$$

где γ – обобщённая координата (x или y),

$\dot{U}_{\Delta\gamma_n}, \dot{U}_{\Sigma\gamma_n}$ – сигналы разностного и суммарного каналов соответственно.

Положение точки будет изменяться при каждом новом временном отсчёте. Её «блуждание» приведено на рисунке 1.

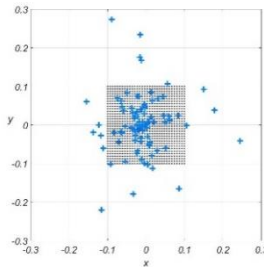


Рисунок 1 – «Блуждание» КЦИ

Увеличим время наблюдения для проведения статистического анализа. Как видно из рисунка 2, распределение, полученное в результате численного эксперимента, может аппроксимироваться распределением Стьюдента с двумя степенями свободы [1], которое в

свою очередь используется для описания угловых шумов распределённых объектов.

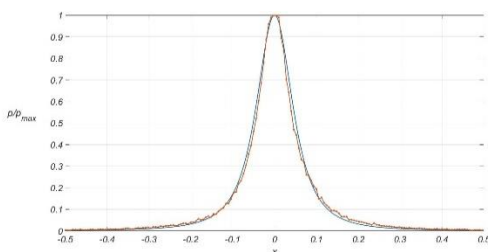


Рисунок 2 – Нормированное распределение вероятностей положения КЦИ

Таким образом, показано, что данная математическая модель может быть использована для замещения отражённых от объекта сигналов.

Список литературы

1. Островитянов Р.В., Басалов Ф.А. Статистическая теория радиолокации протяженных целей. / Р. В. Островитянов, Ф. А. Басалов – М.: Радио и связь, 1982. – 232 с.
2. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. / А.И. Леонов, К.И. Фомичев – М.: Радио и связь, 1984. – 312 с.

СИНТЕЗ ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЗВЕШИВАЮЩИХ ФУНКЦИЙ, ЗАДАНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИМИ РЯДАМИ

К.В. Чернышов, И.С. Савиных

Новосибирский государственный технический университет
isavinykh@mail.ru

Произведен синтез КИХ-фильтров нижних частот методом взвешивания с использованием взвешивающей функции Блэкмана и взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки. Получены величины максимальной неравномерности в полосе пропускания и минимального затухания в полосе заграждения, а также ширины полос перехода. Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности применения взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки вместо функции Блэкмана.

Ключевые слова: взвешивающая функция, конечная импульсная характеристика, метод взвешивания.

Введение

Метод взвешивания предоставляет собой несложный и гибкий способ нахождения коэффициентов фильтра [1, 2]. Метод взвешивания заключается в получении коэффициентов фильтра по элементарным перемножением отсчетов идеализированной импульсной характеристики и отсчетов взвешивающей функции [1, 2]. Одной из проблем метода взвешивания является нахождение подходящей взвешивающей функции. Данная работа посвящена оценке возможности применения взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки [3] для синтеза фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтров).

2. Синтез КИХ-фильтра нижних частот

Для оценки возможности использования взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки был рассмотрен фильтр нижних частот со следующими параметрами: граничная частота полосы пропускания $f_{\Pi} = 4$ кГц, граничная частота полосы заграждения $f_3 = 5$ кГц, ширина полосы перехода $\Delta f_{\Pi} = 1$ кГц, частота дискретизации $f_d = 15$ кГц. Для этих данных было определено количество коэффициентов фильтра, равное 79. Также были рассчитаны отсчеты идеализированной импульсной характеристики, отсчеты взвешивающих функций и коэффициенты фильтров.

3. Анализ АЧХ

АЧХ для полос пропускания и заграждения фильтра синтезированного с использованием взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки (МЧВ), представлены на рисунке 1. Уровень неравномерности в полосе пропускания составил 0,00037 дБ, затухания в полосе заграждения – 85,51 дБ, а полоса перехода составила 983 Гц.

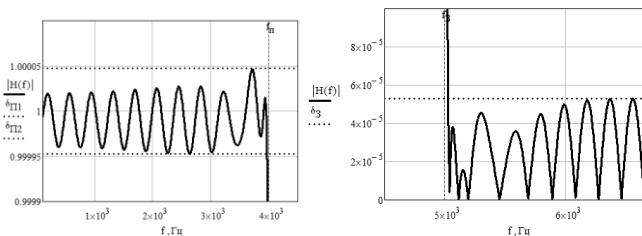


Рисунок 1 – АЧХ при применении взвешивающей функции МЧВ

АЧХ для полос пропускания и заграждения фильтра синтезированного с использованием взвешивающей функции Блэкмана представлены на рисунке 2. Уровень неравномерности в полосе пропускания составил 0,0013 дБ, затухания в полосе заграждения – 75,26 дБ, а полоса перехода составила 1063 Гц.

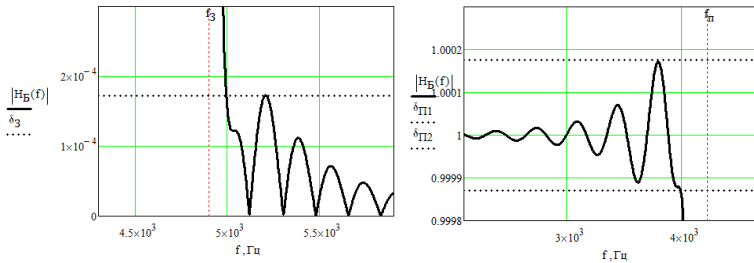


Рисунок 2 – АЧХ при применении взвешивающей функции Блэкмана

Выводы

Как видно из графиков АЧХ уровень пульсаций фильтра синтезированного с помощью взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки заметно меньше уровня пульсаций фильтра синтезированного с помощью взвешивающей функции Блэкмана. Полоса перехода первого фильтра немного уже, чем у фильтра, синтезированного с помощью взвешивающей функции Блэкмана. Следовательно, можно сделать вывод о целесообразности использования взвешивающей функции, полученной методом частотной выборки, вместо взвешивающей функции Блэкмана при синтезе КИХ-фильтров.

Список литературы

1. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание / : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992с. : ил. – Парал. тит. англ.
2. Lyons R.G. Understanding digital signal processing. - NJ: Prentice Hall, 2011. - 954 p.
3. Платонова И. Н. Синтез взвешивающей функции методом частотной выборки / И. Н. Платонова, И. С. Савиных // Интеллектуальный потенциал Сибири (РНСК): сб. науч. тр. 26 регион. науч. студ. конф., Новосибирск, 22–24 мая 2018 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Ч. 2. – С. 143–145.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ «ЛОЖНОЙ ЗЕМЛИ»
В ТРАНСФОРМАТОРАХ НАПРЯЖЕНИЯ

А.В. Авдюхин, О.И. Лаптев
Новосибирский государственный технический университет
Avdykhin2001@mail.ru

Выполнено экспериментальное возбуждение явления «ложной земли» в трансформаторе напряжения в лабораторной установке. Разработана математическая модель испытательной схемы и трансформатора напряжения. Сопоставлены опытные и расчётные осциллограммы ложного сигнала о замыкании на землю на дополнительной вторичной обмотке трансформатора напряжения.

Ключевые слова: Электромагнитные трансформаторы напряжения, феррорезонанс, ложная земля

Электромагнитные трансформаторы напряжения подвержены повреждениям и нарушениям нормальной работы из-за феррорезонансных явлений. Феррорезонанс – это колебательный процесс между ёмкостью сети и индуктивностью трансформатора. В сетях 6-35 кВ существует режим феррорезонанса в трансформаторах напряжения, называемый «ложной землей» [1]. В этом режиме на выводах дополнительной вторичной обмотки ТН появляется напряжение, сигнализирующее об однофазном замыкании на землю, которого на самом деле нет. Это явление мало изучено, т.к. возникает только в сетях с очень малой ёмкостью фазы на землю (порядка единиц нанофард) и не приводит к повреждению трансформатора напряжения. Тем не менее, возникновение «ложной земли» может приводить к неверной работе защит от замыкания на землю, ложным отключениям оборудования и перерывам в энергоснабжении потребителей.

В 2019г. введён в действие новый национальный стандарт ПНСТ 319-2018 на измерительные трансформаторы напряжения, в котором в том числе регламентированы методики испытаний ТН на стойкость к разным режимам феррорезонанса [2]. При этом испытания на стойкость к «ложной земле» сводится просто к подаче напряжения на выводы трансформатора, что неправильно и не позволяет проверить стойкость ТН к этому режиму феррорезонанса. Таким образом, исследование явления «ложной земли» с целью понимания его природы, параметров

сети, при которых оно возникает и способов защиты ТН от него является актуальной.

Задачей этой исследовательской работы является экспериментальное возбуждение режима «ложной земли» в трансформаторе напряжения, разработка математической модели ТН и сравнение результатов эксперимента с результатами математического моделирования. В качестве испытуемого образца использовался трансформатор напряжения типа НТМИ-6. Ёмкость конденсаторов, моделирующих ёмкость фазы сети на землю, равна 1,28 мкФ.

Схема замещения испытательной установки приведена ниже (Рисунок 1).

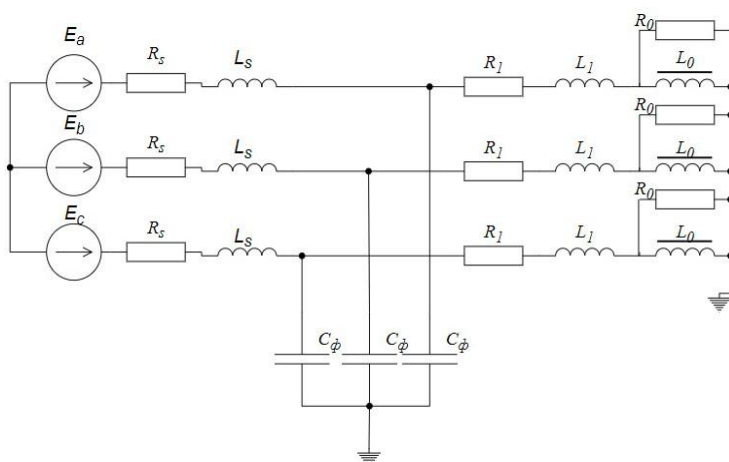


Рисунок 1 – Схема замещения испытательной установки

В схеме: E_a, E_b, E_c – ЭДС фаз источника; R_s, L_s – внутреннее активное сопротивление и индуктивность (импеданс) источника; C_ϕ – конденсаторы, моделирующие ёмкость фазы сети на землю; R_1, L_1 – сопротивление постоянному току и индуктивность рассеяния обмотки ВН ТН; L_0 – нелинейная индуктивность магнитопровода ТН; R_0 – сопротивление, моделирующее потери в стали магнитопровода ТН.

Результаты измерения напряжения на дополнительной вторичной обмотке ТН, и его сравнение с напряжением, полученным при помощи компьютерного моделирования приведены на рисунке 2. Из рисунка видно, что на дополнительной вторичной обмотке ТН появляется напряжение, частотой 150 Гц, по амплитуде достигающее 30 В (действующее – порядка 22,7 В). Такое напряжение превышает уставку

защиты от замыкания на землю 10...15 В. Таким образом, возникший при испытании процесс однозначно можно отнести к явлению «ложной земли» (так как однофазного замыкания на землю в испытательной схеме не было). Из рисунка также видно, что опытная и расчётная осциллограммы хорошо согласуются, что свидетельствует о достоверности полученной математической модели.

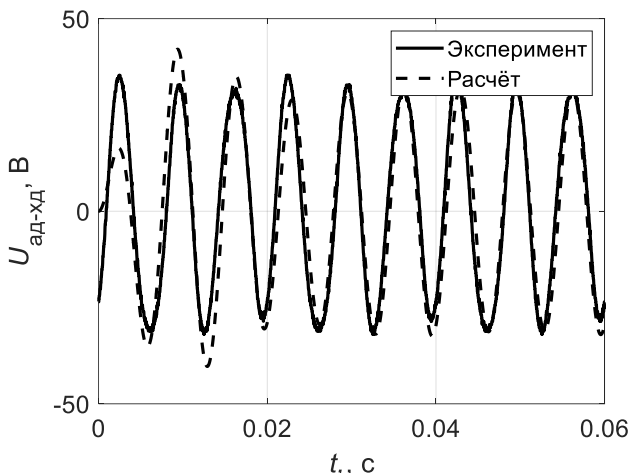


Рисунок 2 – Сравнение опытного и расчётного напряжений на дополнительной обмотке ТН при «ложной земле»

Экспериментально подтверждена возможность возникновения явления «ложной земли» в сети с малой (1-2 нФ) ёмкостью фазы на землю и ТН типа НТМИ-6. Данный вид феррорезонанса возникает на частоте 150 Гц. Результаты компьютерного моделирования согласуются с экспериментальными данными, что свидетельствует о достоверности разработанных математических моделей.

Список литературы

1. Зихерман М.Х. Трансформаторы напряжения для сетей 6-10 кВ. Причины повреждаемости // Новости электротехники №1 (25), 2003.
2. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Трансформаторы измерительные. Часть 3. Технические условия на индуктивные трансформаторы напряжения. ПНСТ 319-2018.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.Д. Гриньков, Н.А. Стрельников
Новосибирский государственный технический университет
grinkovaleksandr97@gmail.com

Статья посвящена исследованию ключевых вопросов, связанных с влиянием отклонений напряжения на работу асинхронных двигателей. Актуальность данной работы состоит в том, что при отклонениях напряжения на выводах асинхронного двигателя изменяются: частота вращения ротора, значение потерь активной мощности и потребление реактивной мощности. Это приводит к изменению экономических показателей, характеризующих работу двигателей, что отражается на энергетической эффективности промышленного предприятия. Поэтому предложенная методика расчета ущерба от работы асинхронных двигателей при отклонениях напряжения на промышленном предприятии позволит оценить влияние изменения напряжения на работу асинхронных двигателей при различных коэффициентах загрузки.

Ключевые слова: Асинхронные двигатели, отклонение напряжения, ущерб, энергетическая эффективность

Большое влияние на работу асинхронных двигателей, которые являются наиболее распространенными электроприемниками в промышленности, оказывает отклонение напряжения, нормы которого представлены в ГОСТ 32144-2013 [1].

Отклонение напряжения от номинального значения является одним из основных показателей качества электроэнергии и происходит довольно часто.

Целью данного исследования является повышение энергетической эффективности промышленного потребителя за счет снижения значения суммарного ущерба от работы асинхронных двигателей при отклонениях напряжения.

Объектом исследования являются асинхронные двигатели типа АИР 250 S2 с номинальной мощностью 75 кВт и АИР 250 M2 с номинальной мощностью 90 кВт, расположенные на территории промышленного предприятия.

Предмет исследования – влияние отклонений напряжения на работу асинхронных двигателей при разных значениях коэффициентов загрузки.

В процессе работы асинхронных двигателей при отклонениях напряжения изменяются дополнительные потери активной мощности, которые определяются по формуле [3]:

$$\delta P = \Delta P_U - \Delta P, \quad (1)$$

где: ΔP_U - потери активной мощности при напряжении отличном от номинального, кВт; ΔP - потери активной мощности при напряжении, равном номинальному, кВт.

Дополнительное потребление реактивной мощности, вызванное отклонениями напряжения, определяется по формуле [3]:

$$\delta Q = \Delta Q_U - \Delta Q, \quad (2)$$

где: ΔQ_U - потребление реактивной мощности при напряжении отличном от номинального, кВАр; ΔQ - потребление реактивной мощности при напряжении, равном номинальному, кВАр.

Помимо этого, при отклонениях напряжения изменяется частота вращения ротора асинхронного двигателя. Данную зависимость можно выразить следующим образом [3]:

$$n = n_c \left(1 - k_3 \frac{U_{\text{ном}}^2}{U^2} S_{\text{ном}} \right), \quad (3)$$

где: n_c – синхронная частота вращения ротора двигателя, об/мин; k_3 – коэффициент загрузки асинхронного двигателя; $S_{\text{ном}}$ – номинальное значение скольжения; $U_{\text{ном}}$ – номинальное значение напряжения, В.

Все рассмотренные изменения работы асинхронных двигателей при отклонениях напряжения приводят к возникновению суммарного экономического ущерба, который определяется по формуле [2,3]:

$$Y_{\text{Ад}} = Y_{\text{акт}} + Y_{\text{реак}} + Y_{\text{частвр}}, \quad (4)$$

где: $Y_{\text{акт}}$ - ущерб от изменения потерь активной мощности, руб.; $Y_{\text{реак}}$ - ущерб от изменения реактивного потребления, руб.; $Y_{\text{частвр}}$ - ущерб от изменения частоты вращения ротора двигателя, руб.

Результаты расчета суммарного ущерба от работы двигателей типа АИР 250 S2 и АИР 250 M2 представлены ниже (Таблица 1).

Таблица 1 – Значение суммарного ущерба от работы двигателей при различных коэффициентах загрузки

Отклонение напряжения, %	У _{ад} , руб				
	K _з =0,3	K _з =0,5	K _з =0,7	K _з =0,9	K _з =1
-10	- 44735,4	-23334	8806,1	107027,7	138490,6
-7,5	- 34453,5	- 19121,4	3992,4	76429,5	99192,7
-5	- 23607,8	- 13801,7	1061,4	20747	63256,4
-2,5	- 12123,6	-7376,3	-217,5	9273	30219,5
+2,5	12609,2	8175,4	1712,3	-7314	-12525,5
+5	25780,6	17927,5	4612,4	-11821	-21933,7
+7,5	39513,2	27294	8926,8	-15667,5	-30219,2
+10	53730,7	37932,2	14272,5	-30219,2	-36004,6

Таким образом, можно сделать вывод, что при коэффициентах загрузки близких к единице значение суммарного ущерба от работы асинхронных двигателей возрастает при уменьшении отклонения напряжения. Поэтому с целью повышения энергоэффективности рассматриваемого промышленного предприятия необходимо при высоких коэффициентах загрузки поддерживать на зажимах электродвигателей значение напряжения больше, чем номинальное значение, вплоть до предельно допустимого значения.

При низких коэффициентах загрузки значение суммарного ущерба от работы асинхронных двигателей возрастает при увеличении отклонения напряжения. Поэтому для повышения энергоэффективности предприятия необходимо при низких коэффициентах загрузки поддерживать на зажимах электродвигателей значение напряжения меньше, чем номинальное значение.

При коэффициенте загрузки равном 0,7 для повышения энергоэффективности предприятия необходимо поддерживать близкое к номинальному значению напряжение на зажимах электродвигателей.

Список литературы

1. ГОСТ 32144–2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.

2. Перова, М.Б. Управление качеством сельского электроснабжения / М.Б. Петрова, В.М. Санько; под ред. В.А. Воробьева. – Вологда: Легия, 1999. – 214 с.
3. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с.

«ЧАС ЗЕМЛИ» ГЛАЗАМИ ЭНЕРГЕТИКОВ

В.А. Кравченко, А.Г. Русина
Новосибирский государственный технический университет
vladimir.kravch98@gmail.com

В статье рассмотрены мнения экспертов в области энергетики по вопросу акции «Чая Земли». Методом исследования является анкетный опрос экспертов. В работе уделено внимание техническим, экономическим и экологическим эффектам от акции «Час Земли».

Ключевые слова: «Час Земли», оперативно-диспетчерское управление, экология, электропотребление, энергосбережение

Человечество на протяжении долго времени удовлетворяло свои потребности за счет природы и ее ресурсов. В связи с этим к 1970-м годам стали актуальны вопросы о необходимости охраны природы и рационального использования ресурсов во избежание кризиса [1].

Уже в нынешнее время Всемирным Фондом Дикой Природы (WWF) была предложена акция «Час Земли», это самая массовая и широко известная в мире экологическая акция, проводимая с 2006 года. Целью акции является привлечение внимания к необходимости ответственного отношения к природе и ресурсам планеты. Суть акции заключается в прекращении использования электроэнергии 27 марта с 20:30 до 21:30.

Цель работы состоит в изучении трудностей для энергетиков в регулировании нагрузки в период «Часа Земли». Объектом данного исследования является оперативно-диспетчерское управление, а в качестве предмета выступают трудности оперативно-диспетчерского управления в условиях данной акции. В результате проведенного исследования было опрошено 106 экспертов в области энергетики. Данный метод позволил получить мнения экспертов об акции «Час земли» и систематизировать информацию о факторах влияния данного мероприятия на процесс управления в электроэнергетике.

Согласно проведенному опросу выяснилось, что абсолютное большинство респондентов знают об экологической акции, среди которых 70% не были участники и не планируют участвовать в будущем в данном мероприятии. Наиболее частыми ответами о целях проведения акции «Час Земли» являются следующие: обратить внимание на проблемы экологии, обратить внимание на бережное и рациональное использование электроэнергии, оказать благоприятное воздействие на экологию за час, воспитать в подрастающих поколениях экологичные ценности. Респонденты отмечают необходимость реализации экологической рекламы в современном обществе, используя энергосберегающие технологии в следующих форматах: в виде рекламы в социальных сетях, в формате видеороликов, проведении тематических мероприятий в учебных заведениях.

Эксперты отмечают нанесение существенного вреда для электрических станций и для энергосистемы в целом ввиду непредвиденного отключения потребителей электроэнергии. Согласно опросу в случае такого отключения сброс мощности и ее набор (после восстановления электроснабжения) на электрических станциях является трудоемким, что связано с пониженным КПД ТЭЦ, КЭС, и приводит к излишнему износу оборудования. Дисбаланс выработки и потребления электроэнергии может спровоцировать возникновение системной аварии в энергосистеме. С другой стороны, часть респондентов считает, что бытовая нагрузка не оказывает столь существенного вклада в потребление электроэнергии, поэтому их отключение помогает «сгладить» вечерние пики в графике потребления.

Респонденты отмечают наличие негативного экономического эффекта в результате массового отключения потребителей, проявляющегося в перерасходе топлива при повторном запуске генераторов ТЭС по сравнению с номинальной работой. Приверженцы противоположной точки зрения не отмечают оказание сильного экономического эффекта по причине функционирования потребителей 1-й категории электроснабжения. При этом вопрос об экологическом эффекте акции респонденты отмечают отсутствие влияния по причине несоизмеримости возможных последствий от данного мероприятия.

Таким образом, чтобы проанализировать ответы экспертов стоит обратить внимание на информацию по графикам различных ОДУ от Системного Оператора (СО ЕЭС) [3]. Начиная с 2009 г (начальный год проведения акции «Час Земли» в РФ), в графиках выработки и потребления электроэнергии не происходит существенных изменений в момент акции на протяжении более 10 лет. Графики – типичны:

существует наличие утреннего и вечернего максимумов нагрузок. Следовательно, отключение части бытовых потребителей действительно имеет положительный характер, «сглаживая» вечерний пик графика нагрузки. Однако, в случае массового участия в акции потребителей 2-й и 3-й категорий, возможны последствия в виде системной аварии, чтобы предотвратить которую вынуждены будут отработать средства противоаварийной автоматики (ПА). А резкое возобновление электроснабжения приведет к увеличенному пусковому току в линиях, что может привести к неправильной работе устройств релейной защиты.

Экономический эффект от неиспользованного первичного ресурса нивелируется простоем оборудования, работой в режиме холостого хода трансформаторов на станциях, потерями активной мощности в линиях электропередачи в следствии не потребления выработанной мощности, излишний износ оборудования в процессе восстановления энергоснабжения может привести к внеплановому ремонту оборудования и др.

Экологический эффект от меньшего количества выбросов вредных веществ в атмосферу в период прерывания энергоснабжения в свою очередь нивелируется тем, что розжиг десятков котлов на ТЭЦ приведет к повышенным выбросам в атмосферу тех же вредных веществ. Резкие перепады нагрузки могут привести к неправильной работе силового оборудования станций и подстанций, что может спровоцировать пожар, что скажется на загрязнении окружающей среды не только в виде выбросов вредных веществ в атмосферу.

По итогу были рассмотрены различные эффекты от непредвиденного отключения значительного числа потребителей, которое может произойти как вследствие аварии, так и по причине слепого следования различных акций, как «Час Земли». Пока процент участников акции небольшой, то их влияние на работу энергосистемы незаметно. Однако тенденция поддержки данной акции со стороны крупных компаний, таких как Ford, Toyota, Samsung, Lenovo, Microsoft, Google, Свеза, РЖДСтрой, ПАО РОССЕТИ могут повлиять на рост численности участников. В связи с этим необходимо проводить акции по теме экологии без возможных угроз для энергосистемы, а постоянно действующая социальная реклама позволит закрепить ценности в обществе. Реализовывать рекламу можно по подобию советских социальных плакатов, эффективность которых была отмечена экспертами в ходе опроса.

Список литературы

1. Алимов А. А. Экология в России XXI века: Проблемы и решения // [Общество. Среда. Развитие \(Terra Humana\)](#), №4, 2014, с. 183-185.
2. Абрамов Р.А., Лебедев Ю.А. К вопросу об управлении электроэнергетикой // *Современные проблемы науки и образования.* – 2015. – № 1-1.
3. Официальный сайт СО ЕЭС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.so-ups.ru/> (Дата обращения: 05.04.2021).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ПРОЦЕССА В ПРОВОДНИКЕ

Ю.Н. Любецкая, Н.А. Черненко

Новосибирский государственный технический университет
lyubeczka2103@gmail.com

В статье представлены результаты моделирования теплового процесса, возникающего в токопроводящем элементе при протекании тока с использованием программного комплекса Comsol Multiphysics.

Ключевые слова: Моделирование тепловых процессов, Comsol Multiphysics

При усовершенствовании технологии производства проволочно-керамических резисторов важно понимание тепловых процессов, возникающих как при протекании тока в нормальном режиме работы устройства, так и при аварийных ситуациях. Для того чтобы обнаружить в теле резистора зоны повышенного нагрева, необходимо провести моделирование тепловых процессов.

Среди существующих компьютерных программ моделирования предназначенных для проектирования различных технических задач. Был выбран программный комплекс Comsol Multiphysics, позволяющий увидеть модель в трехмерном пространстве. Также эта программа имеет большой функционал по сравнению с другими программными комплексами [1].

При моделировании теплового процесса в токоведущем элементе проволочно-керамического резистора решались более простые задачи, например, были составлены модели проводника без изоляции и с изоляцией. Это необходимо для обучения правильного использования функций в программном комплексе. Для этого были спроектированы более простые составляющие токоведущего элемента резистора –

модель 1 «Проводник в изоляции» (Рисунок 1), модель 2 «Проводник в виде спирали» (Рисунок 2). В качестве проводника и изоляции из «Библиотеки свойств материалов» были выбраны материалы из «сплавы железа и никеля» и «теплозащитные покрытия» и присвоены им необходимые физические свойства [2-3]. Был установлен тип теплового потока, так для модели 2 – естественная конвекция, для модели 1 – принудительная. Диапазон значений тока составил от 2 А до 9,9 А: минимальный ток определен длительным рабочим током проволочно-керамического резистора, а максимальный - длительно-допустимым током для нихромовой проволоки диаметром 0,6 мм. Время протекания тока составило 10 с – время работы резистора [4].

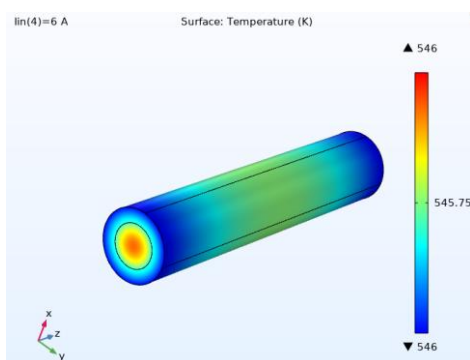


Рисунок 1 – Результаты моделирования токоведущего элемента (модель 1)

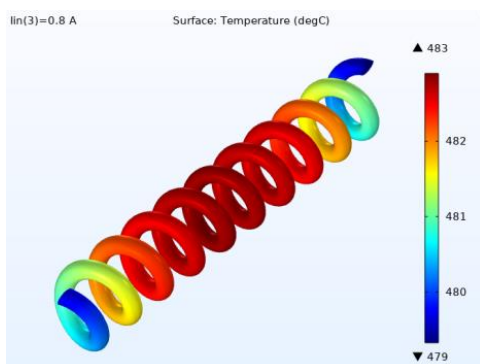


Рисунок 2 – Результаты моделирования токоведущего элемента (модель 2)

Для разработанной модели токоведущего элемента (модель 2) построим зависимости температуры нагрева проводника при протекании тока по результатам моделирования в Comsol Multiphysics и проведя аналитический расчет, используя выражение [5]:

$$t_k = e^{\frac{I^2 \cdot \text{TKp} \cdot \tau \cdot \rho}{S^2 \cdot c \cdot d}} \cdot (\text{TKp}^{-1} - t + t_0) + t - \text{TKp}^{-1},$$

где: I – ток, А; S – сечение проводника, м²; c – теплоемкость материала, Дж/кг·К; d – плотность материала, кг/м³; TKp – температурный коэффициент, К⁻¹; ρ – удельное сопротивление, Ом·м; t – температура, при которой определялись параметры TKp и ρ, К; t₀ – начальная температура проводника, К; t_к – конечная температура проводника, К.

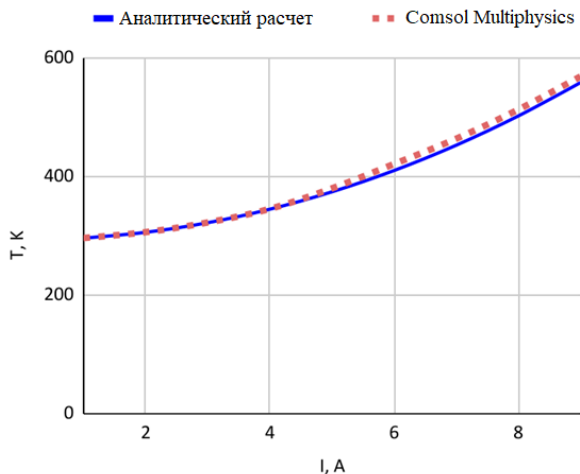


Рисунок 3 – Температура нагрева токоведущего элемента (модель 2) при протекании тока

Как видно из рисунка 3 разработанная модель токоведущего элемента имеет отклонения при значении тока, превышающем 5 А, но в целом полученные зависимости между собой согласуются.

Список литературы

1. Беззубцева М.М., Волков В.С., Аналитических обзор пакетов прикладных программ для моделирования энергетических процессов потребительских энергосистем АПК, М.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет Номер: 6-2, 2015. – с. 191-195.
2. Справочник по электротехническим материалам. В 3 т. Т. 2 / под ред. Корицкого Ю. В. [и др.]. - М., 1987. - 463 с.: ил.

3. Справочник по электротехническим материалам. В 3 т. Т. 3 / под ред. Корицкого Ю. В. и др. - Л., 1988. - 726 с.: ил.
4. Целебровский Ю. В. Резисторы для заземления нейтрали сети 6–35 кВ / Ю. В. Целебровский // Режимы заземления нейтрали сетей 3–6–10–35 кВ : докл. науч.-техн. конф. – Новосибирск : ГРЦО, 2000. – С. 122–129.
5. Целебровский Ю. В. Электротехническое материаловедение. Сборник практических заданий: учебное пособие / Ю. В. Целебровский, Н. А. Черненко; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 146 с. : ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Я.Ю. Малькова, Р.А. Уфа
Томский политехнический университет,
yamalkova96@gmail.com

Необходимость удовлетворения растущего спроса на электроэнергию обуславливает широкое распространение объектов на основе возобновляемых источников энергии в мировой электроэнергетике. Наблюдается рост единичной установленной мощности и суммарной установленной мощности данных объектов, ввиду чего все более значимым становится влияние возобновляемой генерации в процессе эксплуатации на режим работы электроэнергетической системы. Таким образом, определяет себя задача выбора оптимальной конфигурации данных объектов с учетом характера их влияния. В статье представлено обоснование применения итерационного метода расчета при решении обозначенной задачи в программной форме на примере тестовой 15-узловой IEEE схемы.

Ключевые слова: Возобновляемая генерация, итерационный метод, оптимальная конфигурация, критерии оптимизации, точность расчета

Оптимальность конфигурации, то есть мощности и размещения относительно сети, объекта на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) определяется минимальным из возможных значений целевой функции. В свою очередь, целевая функция может быть представлена одним или множеством критериев оптимизации

технического, экономического, экологического характера и др. В рамках данной работы целевая функция представлена двумя критериями оптимизации: потерями активной мощности и отклонением уровня напряжения от номинального значения.

Программную реализацию определения оптимальной конфигурации внедряемого объекта ВИЭ осуществим на основе итерационного метода расчета [1]. Данный метод назван так потому, что вычисление ведется до тех пор, пока разность значения расчетного параметра на $i+1$ -ой и i -ой итерации не будет меньше наперед заданной величины ошибки расчета. Возможно два представления итерационного метода расчета.

В первом представлении расчет ведется относительно мощностей нагрузок, расположенных в узлах исследуемой схемы, а также сопротивлений линий связи.

Во втором представлении расчет выполняется относительно перетоков и потерь активной и реактивной мощности на линиях связи, которые определяются в том числе напряжением узлов схемы, а также сопротивлений линий связи.

Обоими представлениями выполнен расчет напряжений в узлах тестовой четырехузловой схемы [2]. Число итераций определено равным 50.

Проведена верификация полученных результатов, определяющих пригодность применения итерационного метода для определения оптимальной конфигурации объекта ВИЭ при внедрении его в сеть, посредством сборки модели тестовой схемы в программном комплексе MATLAB директории Simulink и запуска расчета встроенной функцией LoadFlow. Полученные результаты свидетельствуют о достаточной точности обоих представлений итерационного метода для обозначенных целей.

Приведем результат работы выполненной программной реализации на примере тестовой 15-узловой IEEE схемы [3].

Для представленных расчетных случаев ограничение диапазона допустимых мощностей объекта ВИЭ составляет 100%, 150% и 200% мощности нагрузки узла установки. Учтено ограничение на соответствие уровня напряжения всех узлов схемы требованиям стандартов: отклонение $-5\%...+5\%$ от номинального значения. Весовые коэффициенты обоих критериев оптимизации установлены равными 0,5. Результаты работы программной реализации разработанного алгоритма представлены ниже (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты работы программной реализации

Максимум диапазона мощностей, $\% P_{\text{нагр}}$	100%	150%	200%
Целевая функция, о.е.	0,9433	0,9204	0,9008
$P_{\text{ВИЭ}}$, кВт	140	210	280
$N_{\text{ВИЭ}}$	11	11	11

На основании представленных результатов, можем заключить, что оптимальная конфигурация объекта ВИЭ определяется критериями оптимизации, входящими в целевую функцию, а также соответствующими весовыми коэффициентами. Таким образом, для каждой расчетной схемы обозначенная оптимизационная задача решается индивидуально в соответствии с накладываемыми ограничениями на величину режимных параметров сети, допустимых мощностей объекта ВИЭ и др.

Список литературы

1. Идельчик В.И. Расчеты установившихся режимов электрических систем / В.И. Идельчик; под ред. В.А. Веникова. – М.: «Энергия», 1977. – 192 с.
2. Малькова Я.Ю. Влияние распределенной генерации на величину токов короткого замыкания / Я.Ю. Малькова, Р.А. Уфа, А.А. Суворов // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2020. – № 1-1. – С. 119-122.
3. Sughakar T.D. Modeling and Simulation of Distribution Network with the Integration of Distribution Generator using Matlab / T.D. Sughakar, M.R. Rajan, K.N. Srinivas, R.R. Prabu, T.V. Narmadha, and M.M. Krishnan // Indian Journal of Science and Technology, 2016. – Vol. 9. – No. 12. – P. 1-7.

РАЗРАБОТКА ПАРКИНГ СИСТЕМЫ РОТОРНОГО ТИПА ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Р.А. Мосин, Е.С. Кучер

Новосибирский государственный технический университет

kucher@corp.nstu.ru

В данной статье представлено обоснование актуальности модернизации традиционных парковок, путем внедрения автоматизированных механизированных парковочных комплексов, в частности парковочного комплекса роторного типа. Представлены общие сведения о роторном типе паркинг систем, его принципе работы и конструктивные особенности. Определены пути предстоящей работы, которая будет заключаться в разработке паркинг системы роторного типа на основе асинхронного электропривода с короткозамкнутым ротором в совокупности с частотным преобразователем. В дальнейшей работе будет представлено моделирование частной системы автоматического управления двигателем с учетом требуемых параметров нагрузки электропривода, а так же при определенных климатических условиях.

Ключевые слова: Автоматизированный паркинг, роторный тип паркинг систем, электропривод переменного тока, асинхронный двигатель

Наиболее распространенные механизированные паркинг системы представляют собой различные комплексы из металлоконструкций. Стоимость таких систем сравнительно невелика, но обладает значительно лучшим коэффициентом полезного места в сравнении с традиционными парковками [1].

Кинематическая схема роторного паркинга приведена на рисунке 1, представляет собой механизм, который состоит из электродвигателя (1), редуктора (2), цепных звезд (3), цепи (4) и дисковых тормозов (5) [2].

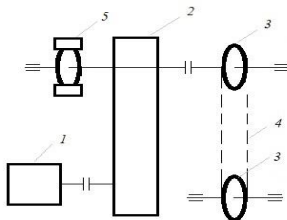


Рисунок 1 – Кинематическая схема приводного механизма роторного паркинга

Основное назначение асинхронного электропривода роторного паркинга - регулирование скорости механизмов подъема и передвижения в некотором диапазоне скоростей. В первую очередь, тип электропривода зависит от физических принципов регулирования скорости конкретных видов двигателей.

Основное назначение приводного механизма роторной парковки это вертикально-циркуляционное вращение парковочных паллет с автомобилями, поднимая их на определённый уровень, обеспечивая подачу свободной паллеты в нижнюю точку для осуществления парковки или вывода автомобиля из парковочной системы. Приводной механизм роторной парковки представляет собой комплект из электропривода и червячного редуктора, преобразующего и передающего крутящий момент на следующий элемент – приводную шестерню, а так же тормозная система дискового типа.

Параметры электропривода определяют быстрдействие работы роторного паркинга. А система автоматического управления электроприводом позволяют осуществить плавную работу системы роторного паркинга, в частности плавную остановку парковочной платформы на требуемом уровне. Для перемещения платформ роторного паркинга, с наибольшим быстрдействием выбран асинхронный электропривод с преобразователем частоты и подобран соответствующий редуктор.

Регулирование скоростью двигателей переменного тока путем изменением частоты напряжения подводимого к статору по существу весьма экономически эффективно и может обеспечить плавное регулирование скорости двигателя в больших диапазонах. Для обеспечения этого способа регулирования скорости двигателя, нужно применение преобразователя, которое позволит плавно регулировать частоту напряжения и по определенному закону изменять напряжение переменного тока.

Для определения расположения платформ, необходимо воспользоваться датчиками положения, при помощи которых возможно будет обеспечить необходимую точность фиксации платформ при подаче автомобиля его владельцу. Среднее время подачи автомобиля составляет в районе 1.5 минуты, а максимальное время подачи автомобиля не должно превышать 3 минут.

Разгон и торможение приводов с использованием частотного преобразователя осуществляется по S-образному закону, что обеспечивает плавное нарастание моментов и усилий во всех узлах и механизмах крана. Поскольку управляемое торможение выполняет сам электропривод, а тормоз служит для удержания механизма после

полной остановки, существенно уменьшается раскачивание груза после остановки.

В ходе работы над проектом были изучены системы роторного паркинга. В качестве основного исполнительного механизма для максимально возможного быстрого действия был выбран асинхронный электропривод с короткозамкнутым ротором и преобразователем частоты, а так же подобран соответствующий редуктор. Для определения расположения платформ использованы датчики положения, при помощи которых стало возможным обеспечить необходимую точность фиксации платформ, для подачи автомобиля его владельцу. А так же в настоящий момент работа находится на стадии написания математического описания процессов роторного паркинга. В дальнейшей работе планируется моделирование САУ с тремя контурами регулирования, с учетом выбранных параметров: количество платформ для расположения авто, габариты и вес платформы, а так же возможно допустимые нагрузки при заполнении всех мест автомобилями.

Список литературы

1. Науменко Е. Ю. Организация парковочного пространства в общей системе дорожного движения в городах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2012. – 16 с.
2. 10 самых невероятных современных автомобильных парковок 2015. [Электронный ресурс] // Интернет-проект Novate.Ru. – 2015. – URL: <https://novate.ru/blogs/160115/29597/> (дата обращения 20.10.2019)
3. Ягузинская И. Ю., Типушова И. О. Современные автоматизированные системы парковки автомобилей [Электронный ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95585.htm> (дата обращения 20.10.2019)

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ

М.Р. Отузбаев, В.З. Манусов
Новосибирский государственный технический университет
otuzbaev-m@mail.ru

В работе рассматривается вопрос диагностирования текущего технического состояние высоковольтного трансформатора по пяти балльной шкале путем применения искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: Диагностика, искусственная нейронная сеть, силовой трансформатор

Большое количество основного высоковольтного оборудования в энергосистеме России находятся на исходе своего нормативного срока службы. Одновременная замена такого большого числа оборудования невозможна в силу ограниченности ресурсов предприятий. Также в некоторых случаях замена оборудования может быть не целесообразна, так как оборудование может работать в удовлетворительном состоянии, хотя исчерпала свой нормативный срок службы. Учитывая эти два условия, возникает необходимость в планомерной замене оборудования. Для определения текущего технического состояния оборудования необходимо применять автоматизированные системы мониторинга и диагностики (АСМД) [1]. Данные системы могут определить состояния оборудования без вмешательства в его работу.

Силовые трансформаторы являются одними из основных оборудования в энергосистеме. Надежность силового трансформатора уменьшается в течение его срока службы из-за различных процессов старения. Данный процесс происходит естественным образом из-за морального и физического износа в период нормальной эксплуатации. После истечения данного периода количество отказов трансформатора увеличивается, поэтому необходимость в наблюдении за оборудованием возрастает. Также скорость ухудшения надежности трансформатора может увеличиться из-за влияния факторов ухудшения или возникновения аварийных случаев. В теории различают дефективное состояние, т.е. обратимое, и неисправное состояние, однако на практике не всегда данное различие однозначно. Определение состояния оборудования должно определяться с помощью диагностических тестов.

Как правило невозможно точно оценить надежность и эксплуатационную нагрузку силового трансформатора, поэтому вместо этого используют более качественные оценки состояния оборудования.

Шкала оценки технического состояния высоковольтного трансформаторного оборудования была взята из руководства CIGRE по методам управления жизненным циклом силового трансформатора (Рисунок 1) [2].

1	Нормальное состояние
2	Удовлетворительное состояние
3	Дефективное состояние
4	Неисправное состояние
5	Отказ

Рисунок 1 – Категории состояний по CIGRE

Оценка текущего технического состояния высоковольтного трансформатора является задачей классификации. Для решения данной задачи в качестве классификатора использовалась искусственная нейронная сеть (ИНС). Обоснованием применения ИНС является необходимость одновременного анализа большого количество параметров для определения текущего технического состояния трансформатора:

- частичные разряды и тангенсы диэлектрических потерь каждой фазы;
- концентрация каждого газа в баке трансформатора;
- температура в разных частях трансформатора;
- положение реле, РПН и т.д.

Модель искусственной нейронной сети была составлена, обучена и протестирована с помощью, открытой нейросетевой библиотеки Keras на языке программирования Python [3]. В качестве модели использовался многослойный персептрон с различными функциями активации. Входной слой ИНС состоит из 23 выходных нейронов, каждый нейронной которой соответствует диагностическому параметру. Выходной слой состоит из 5 нейроном, каждый нейрон которой соответствует определённой оценки из шкалы. В ходе анализа было рассмотрено два варианта ИНС: с одним скрытым слоем и двумя скрытыми слоями. Рассматривались варианты с различным количество нейроном в каждом скрытом слое. В качестве оптимизатора использовался оптимизатор Adam (adaptive moment estimation). Метрикой качества модели была доля правильных ответов:

$$accuracy(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l [a(x_i) = y_i] \quad (1)$$

где: a – заданная модель, X – пространство входных нейронов, x_i – значение i -го входного нейрона, y_i – целевое значение, l – количество случаев.

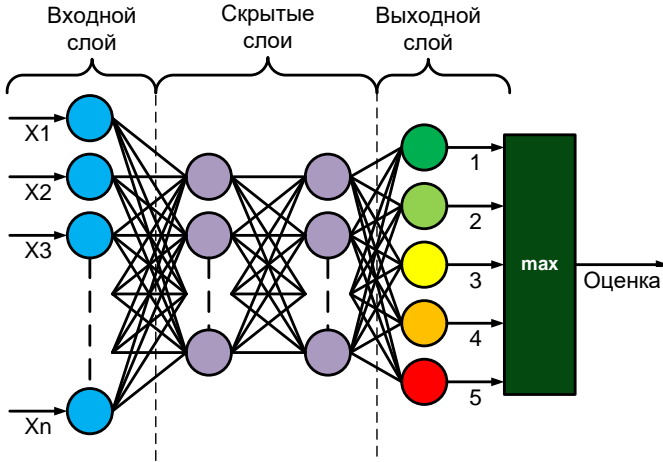


Рисунок 2 – Архитектура искусственной нейронной сети

В результате настройки модели максимальная точность на обучающей выборке составила 98 %, а на тестовой выборке – 96 %.

Внедрение ИНС для оценки текущего технического состояния силового трансформатора позволит оценивать состояния оборудования режиме реального времени без выведения его в ремонт. С помощью данной модели можно сократить издержки по обслуживанию оборудования и предотвращения аварийных ситуаций.

Список литературы

1. СТО 34.01-12-001-2020 Технические требования по оснащению силовых трансформаторов 35 кВ и выше первичными датчиками контроля автоматизированных систем мониторинга и технического диагностирования.
2. CIGRE Guidelines for Life Management Techniques for Power Transformers // Scribd URL: <https://ru.scribd.com/document/244781271/Cigre-Guidelines-for-Life-Management-Techniques-for-Power-Transformers-pdf>
3. Keras API reference // Keras URL: <https://keras.io/api/>

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6-35 КВ

Н.Н. Сергеев, Н.А. Черненко
Новосибирский государственный технический университет
veegresatikin3102@gmail.com

В статье приведен анализ технического состояния электрических сетей среднего класса напряжения. Анализируются данные электрических сетей ПАО «Россети» за период 2016-2020 гг. Исследуются причины аварийных отключений в электрических сетях 6-35 кВ ПАО «Россети Сибирь».

Ключевые слова: Объект электроэнергетики, техническое состояние электрической сети, аварийное отключение, недоотпуск электроэнергии

Современная электроэнергетика представляет собой исключительно важную отрасль экономики, поскольку от нее зависит функционирование как государства в целом, так и отдельных промышленных объектов и систем жизнеобеспечения населения. Согласно статье 3 Федерального закона 26.03.2003 N 35-ФЗ «Об электроэнергетике» объектами электроэнергетики называются имуществовые объекты, непосредственно используемые в процессе производства, передачи электрической энергии, оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике и сбыта электрической энергии, в том числе объекты электросетевого хозяйства [1]. В настоящее время основными показателями мониторинга технического состояния распределительных электрических сетей являются статистика аварийных отключений и недоотпуск электроэнергии. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 21 января 2004 г. N 24 «Об утверждении стандартов раскрытия информации субъектами оптового и розничных рынков электрической энергии» сетевые организации обязаны раскрывать информацию об аварийных отключениях и об объеме недопоставленной в результате таких отключений электрической энергии [2].

На рисунке 1 представлена диаграмма, составленная на основе предоставленных дочерними электросетевыми компаниями ПАО «Россети» сведений за период 2016-2020 гг. и отражающая число зарегистрированных аварийных отключений и количество недопоставленной в результате этих отключений электроэнергии [3].



Рисунок 1 – Данные о количестве аварий и недоотпуске электроэнергии за период 2016-2020 гг. (ПАО «Россети»)

Из данных диаграммы можно сделать вывод, что отношение объема недопоставленной электроэнергии к общему числу технологических нарушений существенно различается между компаниями. Это значит, что итоговый недоотпуск электроэнергии зависит не только от количества аварийных отключений. Следовательно, также играют немаловажную роль такие факторы, как причина аварийного отключения и его длительность.

Согласно приложению N 2 приказа Министерства энергетики РФ от 2 марта 2010 г. N 92 «Об утверждении формы отчета об авариях в электроэнергетике и порядка ее заполнения» электросетевые компании обязаны включать в отчет об авариях на объектах электроэнергетики сведения об авариях [4]. Причины аварий классифицируются и делятся на организационные и технические.

Проведем анализ технического состояния электрических сетей ПАО «Россети Сибирь» за 2020 год. Основная причина аварий - «3.4.7. Несоблюдение сроков, невыполнение в требуемых объемах технического обслуживания или ремонта оборудования и устройств» составила 38% от всех аварий в электрических сетях; также аварийные отключения, вызванные этой причиной, привели к наибольшему объему недопоставленной электроэнергии. По причинам «3.4.12. Воздействие

повторяющихся стихийных явлений» и «3.4.9. Воздействие организаций, участвующих в технологическом процессе» классифицировано 34% и 17% аварийных отключений, соответственно. Указанные причины аварий относятся исключительно к организационным причинам.

Однофазные замыкания на землю (ОЗЗ) являются одними из наиболее распространенных повреждений в электрических сетях 6–35 кВ [5]. Анализ данных показал, что в ПАО «Россети Сибирь» ОЗЗ произошли в 10 % случаев аварийных отключений, а объем недоотпуска электроэнергии в результате таких отключений составил 15 %. Можно сделать вывод, что ОЗЗ в большинстве случаев перешли в многофазные короткие замыкания.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что одной из наиболее часто встречающихся причин аварий является организационная причина, связанная с несоблюдением сроков и невыполнением в требуемых объемах технического обслуживания или ремонта оборудования и устройств, что говорит об актуальности задачи разработки эффективных методов диагностики электроэнергетического оборудования, а также перевода электрических сетей напряжением 6-35 кВ на режим нейтрали, обеспечивающий оборудованию и устройствам нормальное техническое состояние.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (с изменениями и дополнениями). URL: <http://base.garant.ru/185656/> (дата обращения: 04.04.2021).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 января 2004 г. N 24 «Об утверждении стандартов раскрытия информации субъектами оптового и розничных рынков электрической энергии» (с изменениями и дополнениями). URL: <http://base.garant.ru/186671/> (дата обращения: 04.04.2021).
3. Официальный сайт ПАО «Россети». URL: www.rosseti.ru
4. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 2 марта 2010 г. N 92 «Об утверждении формы отчета об авариях в электроэнергетике и порядка ее заполнения» (с изменениями и дополнениями). URL: <http://base.garant.ru/12176027/> (дата обращения: 04.04.2021).
5. Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6 – 10 кВ. – Москва: НТФ «Энергопрогресс», 2001. – 104 с., ил.

ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫЕ УСТРОЙСТВА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА В СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ

А.В. Черкасова, Д.А. Хлюстов, И.В. Мезенцев
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
i.mezentsev@sibstrin.ru

При использовании приточно-вытяжных устройств с рекуперацией тепла потребитель получает не только свежий и чистый воздух, но и возможность экономить расходы на отопление и вентиляцию. В работе представлены результаты исследования разработанного теплообменного модуля, при реверсивной работе регенеративного теплообменника в системе вентиляции.

Ключевые слова: Рекуперация тепла, энергосбережение, вентиляция, микроклимат

Современный рынок оборудования предлагает приточно-вытяжные клапаны с рекуперацией тепла. Такие устройства работают в реверсивных режимах. В приборах имеется теплообменник, который является аккумулятором тепла. Принудительно удаляемый отработанный воздух из помещения нагревает теплообменник (режим вытяжка), а поступающий приточный воздух, проходя через теплообменник, нагревается (режим приток). Таким образом, ранее запасенная теплота возвращается в помещение. Теплообменник является одним из главных элементов регенератора. В настоящее время в качестве теплообменного модуля используют керамику или пропилен. Выбор материала для теплообменника представляет собой сложную задачу, поскольку он зависит от теплофизических свойств материала. Авторами работ [1-3] теоретически и экспериментально было показано, что в качестве теплоаккумулирующей насадки целесообразно использовать материалы с максимальной объемной теплоемкостью. Наилучшими характеристиками объемной теплоемкости обладает вода. Если сравнивать теплоаккумулирующую способность керамики, пропиленовой насадки и воды, а в расчетах задаться определяющей величиной – объемом, т.к. при монтаже устройства в стену, определяющей величиной будет являться толщина, то теплоаккумулирующая способность воды окажется почти в 2 раза больше, чем у керамики и пропиленовой насадки.

Количество теплоты, необходимой для нагрева (от -10°C до $+20^{\circ}\text{C}$):
а) керамической насадки:

$$Q_{CERAMIC} = c_{CERAMIC} \cdot V \cdot \rho_{CERAMIC} \cdot \Delta T_{30} \approx 55 \text{ кДж}$$

б) полипропиленовой насадки:

$$Q_{POLYPROP} = c_{POLYPROP} \cdot V \cdot \rho_{POLYPROP} \cdot \Delta T_{30} \approx 53 \text{ кДж}$$

Количество теплоты, необходимой для нагрева воды:

а) на 30 °С без фазового перехода:

$$Q_{WATER} = c_{WATER} \cdot V \cdot \rho_{WATER} \cdot \Delta T_{30} \approx 126 \text{ кДж}$$

б) с фазовым переходом (от -10 °С до +20 °С):

$$\begin{aligned} Q_{ICE-WATER} &= c_{ICE} \cdot V_{ICE} \cdot \rho_{ICE} \cdot \Delta T_{(0-(-10))} + V_{WATER} \cdot \rho_{WATER} \cdot \lambda \\ &+ c_{WATER} \cdot V_{WATER} \cdot \rho_{WATER} \cdot \Delta T_{(20-0)} \\ &= V_{WATER} \cdot \rho_{WATER} \cdot (c_{ICE} \cdot \Delta T_{(0-(-10))} + \lambda + c_{WATER} \cdot \\ &\cdot \Delta T_{(20-0)}) \approx 445 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Но если учитывать фазовый переход «вода – лед», от -10 °С до +20 °С, то нужно в 7 - 8 раз больше теплоты, чтобы нагреть или охладить воду, т.е. использование фазового перехода «вода – лед» позволяет почти на порядок увеличить емкость запасаения теплоты.

В данной работе была разработана и изготовлена новая конструкция теплообменного модуля (на разработанный тип теплообменника получен патент РФ №2727106). Теплообменник состоит из блочных решеток, в каждой решетке установлены трубочки разной длины. Трубочки заполнялись дистиллированной водой на 85% от объема. Толщина теплообменника определяется количеством решеток (Рисунок 1).

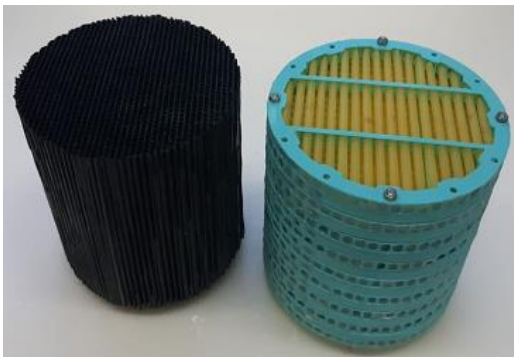


Рисунок 1 – Внешний вид стандартного теплообменника (слева) и разработанного (справа)

Проведенные экспериментальные исследования показали, что коэффициент теплоутилизации для насадки с трубочками составил 65%, а для стандартной выпускаемой насадки – 40%. Это почти в 1,6 раза больше, чем значения для стандартного выпускаемого теплообменного модуля при тех же размерах.

В настоящее время выпускаемые приточно-вытяжные устройства переключаются каждые 40 с (отечественные) или 70 с (импортные).

Применение предложенного теплообменника позволит увеличить время переключения между реверс процессами. Тем самым можно уменьшить нагрузку на привод вентилятора.

Расчет экономической эффективности показывает [4], что использование таких аппаратов позволяет экономить денежные средства. Например, для двухкомнатной квартиры площадью 40 м² в г.Новосибирске экономия составит порядка 54% от общих затрат на отопление (по ценам текущего года).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00694.

Список литературы

1. Аристов Ю. И., Мухин В. А., Мезенцев И. В. Новый подход к регенерации теплоты и влаги в системе вентиляции помещений. 1. Лабораторный прототип регенератора // ИФЖ. –2006. – Т. 79 (3). – С.143-150.
2. Васильев В. А. Методы расчета тепловых процессов в стационарном переключающемся регенеративном теплоутилизаторе : автореф. дис. канд. тех. наук : 05.04.03 – Санкт-Петербург, 2010. – 21 с.
3. Borodulin V. Yu., Nizovtsev M. I. A criterial analysis of the effectiveness of air-to-air heat exchangers with periodic change of airflow direction // Applied Thermal Engineering. – 2018. – Vol. 130. – P. 1246-1255.
4. Самарин О. Д., Бызов Н. И., Лушин К. И. Техничко-экономическое обоснование энергосбережения в общественных зданиях за счёт теплоутилизации в системах вентиляции // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2018. – №1.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЕ УДАЛЁННЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

С.Ю. Штуккерт, Е. Болдышева, Г.В. Макаров, В.В. Бирюков
Новосибирский государственный технический университет
shtukkert.sofya@bk.ru

В настоящей работе рассматриваются вопросы газоснабжения малонаселённых пунктов, находящихся в значительном удалении от магистральных газопроводов. Представлено обоснование актуальности проблемы недостаточной газификации районов, предложены варианты ее решения и необходимые для этого действия, а также полученные на момент публикации результаты.

Ключевые слова: Населённый пункт, газоснабжение, централизация, локальная сеть, сжиженный газ, газопровод, система автоматического управления

В настоящее время наиболее актуальным является вопрос поиска оптимального источника энергии, альтернативного широко используемым сейчас горючим топливам (нефть, уголь). Выбор его значительно зависит от запасов того или иного ресурса на территории конкретной страны. Одним из наиболее оптимальных для реализации в Российской Федерации вариантов является переход на газ, извлекаемые запасы которого на территории страны на начало 2021 года составляют 73 трлн. кубометров.

Однако повсеместному переводу потребителей на газ по системе централизованного газоснабжения препятствуют следующие факторы:

1. Значительная удалённость населённых пунктов от существующей сети газопроводов высокого давления - транспорт газового топлива по трубопроводам рентабелен при их протяженности не более 5÷6 тыс. км [1].

2. Сравнительно небольшие объёмы потребления газа по причине малочисленности населения муниципальных образований.

3. Опасность использования газового оборудования без должного контроля, сертификации и регулярных проверок его состояния.

Вышеуказанные факторы приводят к тому, что прокладка газопроводов высокого давления и последующая их эксплуатация становится экономически нецелесообразной для малонаселенных районов.

Коренного изменения ситуации, на наш взгляд, можно добиться путём газификации населённых пунктов с использованием локального

газоснабжения потребителей по централизованному принципу, используя для этих целей сжиженный газ. Сжиженный газ (СУГ) хранят, транспортируют в жидком виде под давлением, которое создается собственными парами газа.

Реализация данного плана является комплексной задачей, подразумевающей следующие этапы:

1. Расчет годового потребления газа населением и предприятиями муниципального образования;

2. Расчет требуемого объема хранилища газа и определение места его расположения в соответствии с существующими нормативными документами;

3. Проектирование сети газораспределения по территории, оптимизированной по критериям минимальных затрат на прокладку трубопроводов, надёжности и бесперебойности снабжения потребителей;

4. Разработка системы автоматического управления, подбор датчиков отслеживания неисправностей и отсекающих клапанов, предназначенных для быстрого перекрытия неисправной ветки газопровода;

5. Оценка возможности наращивания сети трубопроводов как за счёт развития самого муниципального образования, так и за счёт присоединения к ней близлежащих поселений.

Основной в реализации настоящего проекта является проблема доставки газа в удаленные населённые пункты, так как проведение трубы газопровода в многие из них является нецелесообразным из-за больших затрат на прокладывание самих труб и установку контролирующего оборудования по всей их длине. Решением данной проблемы видится использование существующих транспортных путей, связывающих населённый пункт с крупными городами.

Целесообразной является организация централизованного хранилища газа, расположенного вблизи административного центра района, используемого для снабжения нескольких населённых пунктов. Газоснабжение расположенных недалеко от хранилища потребителей осуществляется по газопроводу.

В перспективе локальные централизованные сети муниципальных образований могут объединяться в более крупные, управляемые централизованными диспетчерскими службами, обеспечивая при этом газом целые районы.

В результате проведенных нами предварительных исследований было выявлено, что большая часть районов Новосибирской области остаются не газифицированными. В качестве первоначального объекта

для разработки на его базе научного проекта нами был выбран Венгеровский район, как один из самых крупных населенных пунктов Новосибирской области, не имеющих централизованного газоснабжения.

Население вышеуказанного района превышает 18 тыс. человек, а его территория прилегает к Куйбышевскому и Чановскому районам, обладающим развитой системой газоснабжения, что открывает возможности для газификации выбранного нами Венгеровского района.

Целесообразность проведения трубы магистрального газопровода от близлежащих городов расчетами подтверждена не была, следовательно, фокус был смещен на расчет рентабельности доставки сжиженного газа с помощью наземного транспорта и организацию хранилища на территории села Венгерovo с последующей организацией сети для расположенных поблизости сёл.

На данный момент определен тип схемы газоснабжения внутри села Венгерovo – смешанная, включающая в себя кольцевой и тупиковый газопровод; рассчитан годовой расход газа с учетом использования его на бытовые нужды и на обеспечение работы муниципальных учреждений, определена примерная стоимость разовой доставки газа.

В настоящее время производится расчет необходимого давления в газопроводе и выбор наиболее оптимального варианта газораспределения: размещение единого газораспределительного пункта и централизованных котельных или установка шкафных регуляторных пунктов, размещение газовых котлов в каждом доме. По завершении данного этапа будет произведен гидравлический расчет газопровода и проектирование схемы с учетом всех вышеуказанных нюансов.

Объем необходимого финансирования: 30 тыс. руб.

Список литературы

1. Газоснабжение: [учеб. пособие] / Н. В. Колпакова, А. С. Колпаков; [науч. ред. н. п. Ширяева]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. Федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014 — 200 с.

СЕКЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОЧИХ МЕСТ СТУДЕНТОВ В АУДИТОРИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО КОРПУСА СГУПС

И.Е. Ананьева, П.И. Донова, А.А. Басалаева
Сибирский государственный университет путей сообщения
kaneva253@rambler.ru

Исследование и анализ состояния аудиторий лабораторного корпуса Сибирского государственного университета путей сообщения на предмет соответствия эргономическим требованиям, предъявляемым к рабочим местам студентов. В работе приведены результаты измерений соответствующих показателей, значения которых были сопоставлены с требованиями нормативных документов. В результате были выявлены несоответствия измеренных параметров требованиям нормативных документов. Приведены рекомендации для обеспечения более комфортных условий работы студентов.

Ключевые слова: эргономика, учебные аудитории, рабочее место студента, мнемознак.

Эргономическое проектирование рабочих мест производится для конкретных рабочих задач и видов деятельности с учетом антропометрических, биомеханических, психофизиологических и психических возможностей и особенностей работающих людей.

Актуальность темы исследования обусловлена значительным влиянием эргономических параметров рабочих мест учащихся на их здоровье и производительность труда. Данные параметры влияют на психофизиологическое состояние и здоровье студентов. Например, неудобное положение в позе сидя приводит к перенапряжению мышц, болям в спине, ухудшению кровотока и дыхания, развиваются такие болезни как остеохондроз, сколиоз, возможен синдром хронической усталости, из-за которого значительно снижается работоспособность; слишком мелкий текст на доске способствует утомлению зрительного анализатора, что вызывает потерю внимания, раздражительность.

Объект исследования – десять аудиторий лабораторного корпуса Сибирского государственного университета путей сообщения, выбранные случайным образом.

Исследуемые эргономические параметры рабочих мест студентов: высота, ширина и глубина рабочей поверхности; высота, ширина и

глубина сидения; расстояние от рабочего места студента до доски; размер знака на доске, обеспечивающий считывание студентом без ошибок.

Цель работы – исследование и анализ состояния аудиторий лабораторного корпуса Сибирского государственного университета путей сообщения на предмет эргономичности рабочих мест студентов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- определены значения параметров рабочих поверхностей и сидений;
- измерены расстояния от рабочих мест до досок;
- полученные результаты сопоставлены с нормативными значениями;
- определен допустимый размер знаков на доске;
- приведены рекомендации для улучшения состояния рабочих мест в аудиториях.

Для получения значений исследуемых параметров использовалась измерительная рулетка, лазерный дальномер.

При анализе данных были получены следующие результаты:

- по показателю высоты рабочей поверхности в восьми аудиториях парты предназначены для студентов ростом 1,8 м;
- по показателю высоты сидения в восьми аудиториях сидения предназначены для студентов ростом 1,8 м;
- в пяти аудиториях глубина сидений меньше нормативного значения;
- в пяти аудиториях наклон спинки сидений 90 градусов, что не соответствует нормативному значению;
- в двух аудиториях спинки сидений отсутствуют;
- в четырех аудиториях первые парты расположены близко к доске, а в трех других аудиториях последние парты расположены слишком далеко;
- в шести аудиториях вместо стульев используются скамейки, что недопустимо.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости проведения мероприятий в аудиториях для приведения эргономических показателей в соответствие с нормативными требованиями.

Эргономическую составляющую рабочих мест можно улучшить следующим образом:

- заменить имеющиеся парты-моноблоки на отдельные столы и стулья;

- столы должны иметь возможность регулировки высоты рабочей поверхности;
- стулья должны быть большей глубины и иметь возможность регулировки высоты сидения и наклона спинки (угол наклона 95° – 130°);
- изменить расстановку парт с учетом нормативных расстояний до доски;
- высота символов на доске, с учетом расположения последних парт, должна быть не менее 3 см.

Список литературы

1. ГОСТ 11015-93 «Столы ученические. Типы и функциональные размеры» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017610>
2. ГОСТ 11016-93 «Стулья ученические. Типы и функциональные размеры» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017611?marker=7D20K3>
3. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»
4. Эргономическая оценка рабочего места человека-оператора в системе «человек-машина» : Метод. указ. к выполнению лабораторно-практической работы по дисциплине «Основы эргономики» / Сост. Е.Ж. Чернов – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2005. – 18 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В.С. Дереза, Е.А. Калиниченко
Сибирский государственный университет путей сообщения
kalinka717@mail.ru

Прогнозирование значений виброскорости в зданиях и сооружениях и подбор виброзащитных мероприятий.

Ключевые слова: спектры; вибрация; шум; подвижной состав; селитебная зона.

В процессе эксплуатации здания подвергаются воздействию вибрации как естественной (связанной с такими явлениями, как ветер или землетрясение), так и техногенной (вызванной деятельностью человека, например строительными работами, движением транспорта) природы. Вибрация может стать причиной повреждения конструкции здания, снизив ее эксплуатационную надежность: уменьшить устойчивость, ухудшить несущую способность перекрытий. Признаками снижения эксплуатационной надежности является появление трещин, оторванных от несущего каркаса элементов и т.п. Поэтому вибрацию сооружений следует постоянно или периодически контролировать, чтобы определить, насколько действующие вибрационные нагрузки опасны как для конструкции в целом, так и для ее частей. Объект

При движении поездов по железнодорожному полотну, возникает множество видов вибрационных волн. Вибрационные воздействия оказывают влияние на верхние строения пути и близлежащие сооружения. Основным источником вибраций является взаимодействие системы «колесо-рельс». Известно, что вибрация конкретного объекта полностью определяется силой возбуждения, ее направлением и частотой. Именно по этой причине вибрационный анализ позволяет выявить силы возбуждения, для последующей обработки и принятию мер по их устранению[1]. Анализ вибраций, возникающих в результате движения подвижного состава, очень важен, так как железная дорога является основной транспортной системой, охватывающей большую часть территории нашей страны и стран ближнего зарубежья. С каждым днем растут объемы и количество перевозимых по железной дороге грузов. Одновременно с этим, растут нагрузки, как на составы, так и на верхние строения пути. Поэтому важно и необходимо учитывать вибрационные воздействия, как при эксплуатации железных дорог, так и при их проектировании, и строительстве. Требуется учитывать не только степень вибрационного воздействия при растущем уровне нагрузок, но учитывать и географическое положение конкретного участка железнодорожной магистрали.

Затухание вибрации в грунте обусловлено тремя основными механизмами: расширением фронта распространяющейся от источника вибрационной волны в пространстве; внутренними потерями в грунте; упругим волновым сопротивлением среды.

Шум и вибрации при контакте колеса с рельсом зависят от скорости движения и состояния взаимодействующих поверхностей. Причиной этого шума являются удары колеса о микронеровности рельса.

Список литературы

1. Харламов, А. А. Метод визуализации и оценки вибрационных воздействий на верхние строения железнодорожного пути / А. А. Харламов, М. Г. Комогорцев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2011. — № 3 (26). — Т. 1. — С. 88-91.
2. Подуст С. Ф. Основы виброакустических расчетов отечественных электровозов: монография / С. Ф. Подуст, А. Н. Чукарин, И. В. Богуславский. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013. – 160 с.
3. Колесников И. В., Подуст С. С., Чукарин А. Н. Способы снижения шума и вибрации при проектировании, производстве и эксплуатации железнодорожного подвижного состава. – М.: ВИНТИ РАН, 2015. – 216 с. ил.

УЧЕБНИК ОБЖ И ЕГО РОЛЬ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ШКОЛЬНИКОВ

М.Е. Коновалова, И.В. Габер

Новосибирский государственный педагогический университет
mkonovalova97@gmail.com

В тезисах представлены критерии качества учебников ОБЖ для достижения системного результата по формированию экологической культуры обучающихся в соответствии с требованиями ФГОС на основе интеграции образования в области экологии и безопасности.

Ключевые слова: экологическое образование, ОБЖ, интеграция, системный результат, экологическая культура, ФГОС

В XXI веке значительно возросла опасность нарушения биосферного равновесия, обострились риски неустойчивого развития цивилизации. Увеличивается количество и масштабы стихийных бедствий, страдает население планеты. Такое положение требует отказа от старой модели цивилизационного развития и предполагает формирование новой, обеспечивающей возможность выживания и устойчивого развития человечества с учётом биосферных возможностей нашей планеты.

Новые мировоззренческие идеи вырабатываются в самых различных сферах культуры, науки и образования. Современное экологическое образование направлено на формирование новой системы мировоззрения, вбирающей в себя достижения современной науки, представления о современной общенаучной картине мира [4]. В сфере

образования появился новый вектор модернизации – образование в интересах устойчивого развития. Общепринятой платформой становления образования в интересах устойчивого развития выступает экологическое образование (ЭО). Вместе с тем значительным потенциалом формирования нового мировоззрения личности и общества, необходимого для перехода цивилизации к устойчивому развитию, обладает учебный предмет «Основы безопасности жизнедеятельности» (ОБЖ) [1; 3].

Существенное сходство ЭО и ОБЖ лежит в основе обширного отечественного опыта создания элементов интегрированного содержания этих областей знания [1]. Интеграция ЭО и образования в области ОБЖ отражена в требованиях федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) общего образования. Так, в начальной школе (1–4 классы) предусмотрена интегрированная воспитательная программа формирования экологической культуры, здорового и безопасного образа жизни (приказ Минобрнауки России № 2357 от 22.09.2011). Требования ФГОС основного и среднего общего образования к предметным результатам освоения учебного предмета ОБЖ имеют явную экологическую ориентацию. Так, выпускник основной школы в результате освоения программы учебного предмета ОБЖ должен овладеть «основами экологического проектирования безопасности жизнедеятельности с учетом природных, техногенных и социальных рисков на территории проживания» (приказ Минобрнауки России от 17.12.2010 N 1897 в ред. от 11.12.2020). У выпускника средней школы в результате освоения программы учебного предмета ОБЖ должны быть сформированы представления «о культуре безопасности жизнедеятельности, в том числе о культуре экологической безопасности как о жизненно важной социально-нравственной позиции личности, а также, как о средстве, повышающем защищенность личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз, включая отрицательное влияние человеческого фактора» (приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 N 413 в ред. от 11.12.2020).

В последние несколько лет перечень учебников по ОБЖ претерпел значительные изменения. Из применяемых ранее учебников таких авторов, как Алексеев С.В., Латчук В.Н., Фролов М.П., Поляков В.В., Вангородский С.Н., Аюбов Э.Н., Смирнов А.Т., Хренников Б.О., Виноградова Н.Ф., Ким С.В. в федеральном перечне учебников (приказ Министерства Просвещения Российской Федерации № 254 от 20.05.2020 г.) остались только два последних автора из перечисленных. И лишь в конце 2020 года федеральный перечень был дополнен

учебниками таких авторов как Рудаков Д.П., Хренников Б.О., Аюбов Э.Н. (приказ Минпросвещения России № 766 от 23.12.2020).

Всё это свидетельствует о бурных процессах обновления учебников ОБЖ, об их важной роли в обеспечении эффективности образовательного процесса.

Таким образом, актуальность нашего исследования определяется необходимостью решения проблемы выбора учебника ОБЖ по критерию соответствия его содержания и методического аппарата требованиям ФГОС общего образования к планируемому системному результату при формировании экологической культуры обучающихся. Поэтому объектом исследования является учебник ОБЖ, а предметом – содержание и методический аппарат учебника ОБЖ для формирования экологической культуры обучающегося.

Целью исследования является проведение сравнительного анализа современных школьных учебников по ОБЖ на соответствие их содержания и методического аппарата требованиям ФГОС общего образования к планируемому системному результату при формировании экологической культуры обучающихся.

Решение данной проблемы позволит применить её результаты для выполнения важной научно-практической задачи по формированию у обучающихся экологической культуры как основы мировоззрения личности и общества, необходимого для перехода цивилизации к устойчивому развитию.

Новизна исследования заключается в разработке критериев качества учебников ОБЖ с точки зрения их соответствия положениям фундаментального ядра содержания общего образования, примерных основных образовательных программ по учебному предмету «Основы безопасности жизнедеятельности», требованиям ФГОС общего образования к планируемому системному результату при формировании экологической культуры обучающихся, а также в создании методических рекомендаций практического применения учебника ОБЖ для достижения системного результата при формировании экологической культуры обучающихся.

Анализ и систематизация содержания учебного предмета ОБЖ, представленного в фундаментальном ядре общего образования, примерных основных образовательных программах, а также в современных учебниках ОБЖ позволяют структурировать его по антропоэкосистемам, являющимся общими объектами изучения как для ОБЖ, так и для современной экологии. В содержании предмета ОБЖ на уровне 5-9 классов рассматриваются опасности и угрозы, а также меры защиты от них в антропоэкосистемах «Человек – природная среда»,

«Человек – техногенная среда», «Человек – социальная среда», «Человек – информационная среда», «Человек – Человек (отношение к самому себе и своему ближайшему окружению)». В 10-11 классах появляется новый вид экосистемы – социоэкосистемы «Общество и государство», а также система межгосударственных отношений «Национальное государство – глобальный мир».

Таким образом, проведённый анализ литературы позволяет нам сформулировать 5 критериев качества учебников ОБЖ с точки зрения их соответствия требованиям ФГОС общего образования к планируемому системному результату при формировании экологической культуры обучающихся: содействие формированию и развитию 1) экологической грамотности; 2) экологического мышления; 3) экологического сознания; 4) экологической деятельности; 5) эколого-ориентированной рефлексивно-оценочной деятельности. Дальнейшее наше исследование позволит провести сравнительный анализ и оценку качества современных учебников ОБЖ на основании перечисленных критериев и разработать методические рекомендации их практического применения для достижения системного результата при формировании экологической культуры обучающихся.

Список литературы:

1. Дзятковская Е.Н. О концепции интегрированного курса для старшеклассников «Экология и безопасность жизнедеятельности» // Астраханский вестник экологического образования. 2013. №4 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kontseptsii-integririvannogo-kursa-dlya-starsheklassnikov-ekologiya-i-bezopasnost-zhiznedeyatelnosti> (дата обращения: 09.03.2021).
2. Дзятковская Е.Н. Экологическое развивающее образование: учебное пособие для постдипломного образования и самообразования педагогов. – М.: Центр «Образование и экология», 2010. – 140 с.
3. Сапронов В.В. Педагогика и безопасность жизнедеятельности: SOS! / В.В. Сапронов // Информационные войны № 4, 2012. – с. 90 - 93
4. Степин В.С., Кузнецова Л.Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. - М., 1994. - 274 с.

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ВЫГОРАНИЕ СОТРУДНИКОВ ОАО «РЖД»

А.А. Коростель, А.А. Басалаева
Сибирский государственный университет путей сообщения
kaneva253@rambler.ru

В данном исследовании рассматривается проблема профессионального выгорания - одна из самых актуальная в современном мире, - на примере сотрудников ОАО «РЖД». В работе представлена теоретическая информация по рассматриваемой теме, указаны профессии, работники которых входят в группу риска по профессиональному выгоранию и публикуются общие результаты опроса сотрудников по вопросам, связанным с их отношением к своей работе и с коллегами.

Ключевые слова: профессиональное выгорание, факторы, признаки и профилактика профессионального выгорания

Работа на износ, большое количество профессиональных нагрузок, а также нервное перенапряжение приводят к тому, что постепенно эмоционально человек становится опустошенным, теряет интерес к своей работе и даже к жизни. В гонке за признанием, деньгами или высочайшим чином человек выкладывается на все 100% [1], стремится к достижению своей цели, «не зная отдыха и сна», но, получая свое, не может испытать эмоции счастья, потому что уже «перегорел».

Профессиональное выгорание — это истощение эмоциональных, умственных и энергетических ресурсов человека, которое развивается на фоне сильного хронического стресса на работе [2, 3]. Проявляется полной потерей интереса к профессиональной деятельности и чувством бессмысленности дальнейшего развития. Человек не находит сил и желания для занятия тем, что еще недавно приносило удовольствие.

ОАО «РЖД» является одним из крупнейших работодателей страны. Численность работников рабочих профессий исчисляется несколькими сотнями тысяч человек. Одним из факторов, которые способствуют появлению эмоционального выгорания у данной категории работников, является работа во вредных, порой тяжелых, условиях труда, которые характеризуются длительным пребыванием на открытой местности в холодный период года под воздействием шума, вибрации, электромагнитных излучений, эмоциональных нагрузок, связанных с монотонностью труда и наличием высокой ответственности за безопасность движения поездов.

Одна из рабочих профессий, которая была выбрана для исследования, машинисты и помощники машинистов. Их труд протекает в условиях постоянного нахождения в закрытом пространстве кабины локомотива и однообразной картины железнодорожного полотна. В течении рабочей смены на них воздействуют шум и вибрация от подвижного состава, электромагнитные излучения, монотонность труда, проявляющаяся в считывании однообразных сигналов внешних и внутренних средств отображения информации. Необходимость непрерывного напряжённого внимания, выполнения отдельных серий управляющих воздействий формирует риски хронического переутомления и синдрома выгорания.

При проведении исследования по данной теме был применен метод анкетирования среди работников локомотивных бригад – машинистов и их помощников. Анкета для сотрудников содержала вопросы, касающиеся их отношений к своей работе и с коллегами. В опросе приняли участие 14 респондентов. Количество могло быть и больше, но часть опрошиваемых отказались от участия по личным причинам.

По результатам опроса четверть респондентов часто разочаровываются в своей работе, и четверть чувствуют себя после работы как «выжатый лимон». Около 30% опрошенных хотели бы после работы иногда побыть один на один с самими собой. Что же касается межличностных отношений, то подавляющее большинство осознает сложность своей работы и старается с пониманием относиться к коллегам.

В результате проделанной работы можно сделать вывод о наличии признаков профессионального выгорания у небольшого количества опрошенных работников. Коллеги стараются поддерживать друг друга. Это способствует снижению риска выгорания, потому что формирует терпимость и уважительное отношение в коллективе. Профилактика является основным способом избежать профессионального выгорания [3, 4]. Справиться с этим поможет наличие хобби, четкое разграничение работы и дома, правильное планирование дел и выполнение посильной работы.

Список литературы

1. Абабков В.А., Перре М. Адаптация к стрессу.- СПб., 2004. – 165 с.
2. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика.- СПб., 2005. – 336 с.
3. Каменюкин А., Ковпак Д. Антистресс – тренинг.- СПб., 2004. – 192 с.
4. Митева И.Ю. Курс управления стрессом.- М., 2005. – 285 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В СГУПС

Е.А. Ламбина, А.О. Райимбердиев
Сибирский государственный университет путей сообщения
katelambina230399@gmail.com

Рассмотрена система управления охраной труда как набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели по охране труда и процедуры по достижению этих целей.

Ключевые слова: системы управления охраной труда, специальная оценка условий труда, травматизм

Система управления охраной труда – это набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели по охране труда и процедуры по достижению этих целей.

Основными элементами системы управления охраной труда являются:

- организация работ по охране труда, которая включает в себя: медицинский осмотр, инструктаж и обучение по охране труда, обеспечение работников СИЗ И СКЗ, расследование несчастных случаев, СОУТ.

- политика в области охраны труда;

- основные функции по осуществлению политики в области охраны труда, достижению целей и решению задач СУОТ;

- оценка состояния охраны труда;

- совершенствование СУОТ.

Руководитель должен проводить специальную оценку условий труда на рабочих местах не реже одного раза в пять лет и по итогам проверки осуществлять требуемые мероприятия по приведению рабочих мест в соответствие требованиям норм охраны труда.

Можно сделать вывод, что из 627 рабочих мест, прошедших специальную оценку условий труда соответствуют допустимым условиям труда (класс условий труда 2) 627 рабочее место, с численностью 670 работников. За работу во вредных и опасных условиях труда предоставляются льготы и компенсации.

Основной целью работы по охране труда абсолютно на всех уровнях считается обеспечение безопасных условий и высокой производительности труда, предупреждение травматизма и

профессиональных заболеваний, сохранение работоспособности работников.

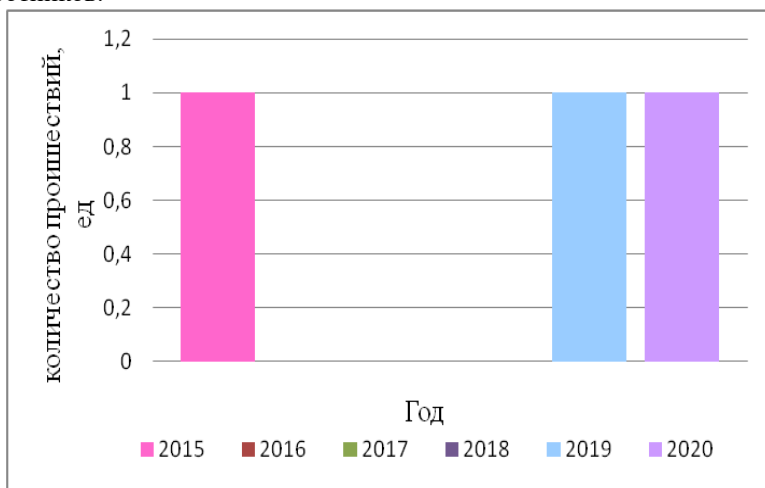


Рисунок 1 – Количество происшествий за 5 лет

По данной диаграмме мы можем видеть, что за последние 5 лет произошло 3 несчастных случая в 2015, 2019 и 2020 году.

Несмотря на наличие негативное воздействие, система управления охраной труда позволяет сохранять здоровье работников, однако невозможно полностью исключить воздействие негативных факторов на работающего даже там, где строго соблюдаются нормы и требования по охране труда.

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования (с Изменением N 1)
2. Официальный сайт «СГУПС»: [Электронный ресурс] – URL: <http://www.stu.ru>.

ТЕЛЕМЕДИЦИНА В ОХРАНЕ ТРУДА

К.А. Чернова, В.И. Кучеренко
Сибирский государственный университет путей сообщения
ksenija-talashkina@yandex.ru

Представлены преимущества автоматизации медосмотров на производственных объектах как оптимизация профилактики заболеваний.

Ключевые слова: телемедицина в охране труда, автоматизация медосмотров.

Число смертельных несчастных случаев на дорогах РФ намного превышает число показателей европейских стран. Самая распространенная причина аварий — нетрезвый или уставший водитель. На опасных предприятиях, таких как шахты, нетрезвые работники становятся причиной промышленных аварий и производственных травм. Перед выходом на работу предприятия обязаны проводить предсменный медицинский осмотр работников.

Обычно процедуру медицинского осмотра проводит врач. В работе врача так же играет важную роль человеческий фактор, не совершенен и может ошибиться. Медика можно обмануть или подкупить.

С помощью автоматизации медицинских осмотров можно достичь: сокращения численности медицинского персонала; ускорения процедуры прохождения медосмотра; беспристрастности результатов медосмотра. Дистанционный медосмотр проводится всего за 1 минуту, в то время как очный осмотр занимает около 5 и более минут.

Пред\послерейсовый медицинский осмотр (ПРМО) с помощью автоматизированной системы телемедицины выполняется дистанционно организацией, имеющей лицензию на медицинскую деятельность или сертифицированными медицинскими специалистами (врач, фельдшер, медицинская сестра).

Последовательность действий:

1. Идентификация;
2. Подтверждение идентификации;
3. Выбор типа осмотра (предрейсовый / послерейсовый);
4. Фиксация данных анамнеза, измерение АД, пульса, алкотестирование, измерение температура тела, цвет видимых слизистых и кожных покровов;
5. Простая ЭЦП водителя;
6. Видеозапись осмотра;

7. Отправка персонального файла ПРМО на сервер базы данных;
8. Персональный анализ данных ПРМО медицинским работником, утверждение заключения, подпись, печать заключения.

Система выносит вердикт: может ли сотрудник приступать к рабочим обязанностям. На производственный объект попадают только сотрудники, которые не пребывают в состоянии алкогольного или наркотического опьянения и не имеют медицинских противопоказаний.

Преимущества автоматизации медосмотров

- проведение медицинских осмотров с минимальной потерей времени (осмотр длится около 60 секунд);
- исключение «липовых» отметок в путевых листах, некорректного заполнения журналов допуска к рейсам;
- обеспечивает правовую защищенность руководителя предприятия, отвечающего за транспортную безопасность;
- реальный мониторинг оценки физического состояния работника снижает уровень заболеваемости, количества дней нетрудоспособности, инвалидизации, обеспечивает самоконтроль сотрудника за состоянием своего здоровья, повышает уровень безопасности на производстве;
- исключает необходимость поиска помещений под медицинские кабинеты, их лицензирования, оснащения, поиск медицинского персонала.

Список литературы

1. <https://kiosks.ru/index.php/product/avtomatizirovannaya-sistema-medicinskogo-kontrolya/>
2. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 декабря 2014 г. № 835н “Об утверждении Порядка проведения предменструальных, предрейсовых и послерейсовых медицинских осмотров”

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ РИСКА
РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ
МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ РАБОТНИКОВ ОАО «РЖД»

Ю.В. Воронцова, К.Н. Полянская
Сибирский государственный университет путей и сообщения
juliavorontsova18042001@mail.ru

Проблема исследования – высокий уровень профессиональных заболеваний работников ОАО «РЖД». Объект исследования – риск. В данной работе был проанализирован ряд профессиональных заболеваний среди работников ОАО «РЖД», выявлены наиболее часто встречающиеся заболевания, рассмотрены методические рекомендации при профессиональных заболеваниях. В статье приводятся данные об условиях труда на железнодорожном транспорте, перечисляются основные вредные факторы, которым подвергаются работники железнодорожных профессий, а также проводится оценка риска профессионального заболевания работников ОАО «РЖД».

Ключевые слова: риск, профессиональные заболевания, здоровье, железная дорога

Состояние здоровья сотрудников железнодорожной сферы – основная составляющая медицинского обеспечения безопасности пассажиров и перевозок. Работа во вредных условиях труда на протяжении продолжительного периода времени приводит к возникновению у сотрудников различных профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. Профилактика профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у сотрудников ж/д транспорта – отдельное важное направление железнодорожной медицины.

Особенностями рисков на железнодорожном транспорте являются тяжелые последствия, частота летальных исходов, а также зачастую невозможность оказания скорой медицинской помощи.

Профессиональный риск - вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору и в других случаях, установленных законом.

Оценка риска производится при осуществлении государственного санитарно-эпидемиологического надзора, производственного контроля, проведении социально-гигиенического мониторинга, а также при

решении других задач, целью которых является сохранение и укрепление здоровья работников. Результатом оценки является количественная оценка степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести. Эти данные являются обоснованием для принятия управленческих решений по ограничению риска и оптимизации условий труда работников.

В результате определяют срочность мер профилактики в соответствии с классом условий труда и категорией профессионального риска. При принятии управленческих решений по снижению риска и выборе приоритетов следует учитывать категорию доказанности риска, его уровень, численность занятых на этом участке работников, а также наличие уязвимых групп - несовершеннолетних, беременных женщин, кормящих матерей, инвалидов.

В соответствии со ст. 213 ТК РФ работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. Согласно медицинским рекомендациям указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры.

Обязательные предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу проводятся с целью определения соответствия состояния здоровья лица, поступающего на работу, а также с целью раннего выявления и профилактики заболеваний.

Основными профессиональными заболеваниями у работников железнодорожной отрасли являются: тугоухость, вибрационная болезнь, заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, пылевые болезни легких, профессиональные дерматозы.

Оценка профессионального риска позволяет различать профессиональные и профессионально обусловленные заболевания у работников ОАО «РЖД», применять иной подход к их профилактике и лечению. Это даст нам возможность повысить эффективность лечебно-профилактических средств, сохранить здоровье и активное профессиональное долголетие наших сотрудников.

При создании единой информационной системы для сети медицинских учреждений железнодорожного транспорта России необходимо обеспечить возможность оценки профессионального риска работников железных дорог России.

Список литературы

1. Электронный ресурс: «Об охране труда на железнодорожном транспорте». Точка доступа: http://social.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5131&layer_id=3290&id=1243. Дата обращения: 20.04.2021.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) // Собрание законодательства РФ. - 07.01.2002. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. организационно-методические основы, принципы и критерии оценки", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003.

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ КУРЕНИЯ У СТУДЕНТОВ СГУПС

А.Е. Тарасова, И.В. Пирумова

Сибирский государственный университет путей и сообщения
Pirumova_777@mail.ru

Проведено исследование по выявлению основных психологических и физиологических причин зависимости от курения среди студентов СГУПС. Выявлено преобладание психологических факторов зависимости и в меньшей степени физиологических.

Ключевые слова: курение, студенты, психологическая зависимость, заболевания, здоровый образ жизни.

Россия занимает седьмое место в мире по числу сигарет, выкуриваемых за год в среднем на душу населения. Лидирует по этому показателю Греция (более 3000 сигарет на человека в год). Для курильщика риск заболеть сердечно-сосудистыми заболеваниями в 2–4 раза выше, чем для некурящего человека. Потребление табака может привести к инфаркту и инсульту. Курение вызывает нарушения периферийного кровоснабжения в конечностях. Появляются болезненные спазмы, онемение, мурашки и чувство усталости в ногах. Недостаток кровоснабжения увеличивает риск инфекций, вызывает гангрену и необходимость ампутации конечности.

Большинство причин, по которым люди не могут избавиться от сигарет и продолжают курить, это в большей степени психологическая

зависимость: снятие стресса; сигарета как ритуал; давление социума; необходимость в перерыве или стимуляции психической активности.

18 февраля в СГУПС был запущен социально-мотивационный проект «Бросай курить! - Вставай на лыжи!»

Цель проекта - создать группу студентов и замотивировать их отказаться от курения, в рамках данного проекта со студентами были проведены беседы о вреде табачного изделия, спортивные мероприятия и измерение параметров их здоровья, а так же анкетирование, в ходе которого были выявлены психологические причины курения. В анкетировании приняли участие 28 студентов.

Так на вопрос, по какой причине вы начали курить, большинство ответили - курили их друзья и так же чтобы изменить свой имидж. Исходя из ответов студентов, основной причиной курения является не стресс, нервы, а именно поддержание имиджа, следование моде, курение друзей.

При ответах на утверждения: «Когда у меня кончаются сигареты, мне кажется невыносимым время, пока я их не достану» отрицательно ответили 78%. С утверждением «Иногда держу сигарету, но не помню, как закурил» более 82% студентов также не согласны. Таким образом, данные утверждения указывают на отсутствие у студентов физиологической зависимости от курения, а в большей степени зависимость психологическая, от которой легче избавиться.

Список литературы

1. Барбараш, Н. А. Курение и факторы сердечно-сосудистого риска / Барбараш Н. А., Кувшинов Д. Ю. // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. - 2016. - № 1. - С. 51-54.
2. Гамбарян, М. Г. Создание системы мониторинга и оценки эффективности реализации мероприятий, направленных на предотвращение воздействия окружающего табачного дыма и сокращение потребления табака / Гамбарян М. Г., Бойцов С. А., Салагай О. О. // Профилактическая медицина. - 2016. - № 6. - С. 4-11.
3. Гамбарян, М. Г. О ходе мониторинга реализации Федерального закона №15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» в субъектах Российской Федерации / Гамбарян М. Г., Бойцов С. А. // Профилактическая медицина. - 2015. - № 5. - С. 15-28.

ПРОБЛЕМА ИЗБЫТОЧНОГО ШУМА НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

А.А. Уварова, Н.Ю. Николаев, И.В. Пирумова
Сибирский государственный университет путей и сообщения
Pirumova_777@mail.ru

Рассмотрены решения и способы защиты от вредного и опасного воздействия шума на сортировочных горках при работе замедлителей - как проблемы. Пути решения за рубежом и в России. Технологии уменьшения шума в источнике.

Ключевые слова: шум, вибрация, сортировочная горка, замедлители, железнодорожный транспорт

Человеческий организм, неадаптированный к постоянному воздействию шума, достаточно отрицательно реагирует на звуковые раздражители, возникающего при роспуске вагонов в сортировочной горки, по этой причине снижение уровня шума считается актуальной и наиболее важной проблемой железнодорожного транспорта.

Шум уровнем в 80 децибел и более при постоянное воздействие считается вредным. Громкий шум считается общебиологическим раздражителем, который оказывает отрицательное воздействие не только на аппараты органа слуха, но так же и на весь организм.

Громкий шум считается общебиологическим раздражителем, который оказывает отрицательное воздействие не только на аппараты слуха, однако и на весь организм в полном. В обстоятельствах высокого шумового фона на 15-25% увеличивается утомляемость, уменьшается концентрация внимания, а также снижается эффективность интеллектуальной деятельности. Продолжительное напряженное состояние может послужить причиной к ухудшению физиологических характеристик и в том числе и к формированию хронических болезней сердца, кровеносный сосуд, нервной системы, других органов и систем. Шум причиняет значительный ущерб здоровью человека.

Жителей многих населенных пунктов нашей страны, проживающих возле сортировочных железнодорожных станций, связывает существенная проблема — шум тормозной системы при создании грузовых составов.

Помимо жителей негативному влиянию от шума подвержены работники сортировочной горки, да и станции в целом.

В России снижение шума на железнодорожном транспорте достигается:

- использование бесстыковых путей с упругими прокладками;
- использование гидравлическими горочных замедлителей;
- переоборудованием системы паркового оповещения;
- строительством переездов в двух уровнях и т. д.
- применять шлифование рельсов.
- установка на шейку рельса вибродемпфирующих накладок.
- использование малых акустических экранов.

За рубежом применяются те же методы, а так же:

- искусственные сооружения;
- высокоэффективные глушители отработавших газов для тепловозов.

Обладая рядом преимуществ система BREMEXANNSYS имеет ряд существенных недостатков, особенно при эксплуатации в российских климатических зонах.

Среди недостатков: высокая стоимость, отсутствие адаптированности к низким и высоким сезонным температурам, необходимость использования зарубежного расходного материала, снижение до 40% эффективности горочных замедлителей и др.

Одним из способов решения задачи шумоподавления на сортировочных горках, может являться использовали нанотехнологичные смазочные материалы, эффективно снижающие уровень амплитуд фрикционных автоколебаний и не снижающие предельно минимальный уровень коэффициента трения. У устройства МПТ-Ф выше перечисленные недостатки отсутствуют, однако, время замены изношенных шин и модификатора трения составляет 30 мин.

Эффективной мерой снижения шума на пути распространения от источника является применение средств ближней звукоизоляции. В качестве такого средства может рассматриваться преграда в виде малого акустического экрана Soundim Rail, расположенного вблизи головки рельса в пределах разрешенных габаритов (таблица 1).

В настоящее время результат мер по уменьшению шума на дороге в среднем составляет 10-15 дБА, что в 2-3 раза больше чем эффективность мер уменьшения шума в источнике образования. Лучших итогов снижения шума возможно достичь, используя предлагаемые мероприятия в комплексе.

Таблица 1 — Преимущества и недостатки устройство Soundim Rail

Преимущества	Недостатки
1. Шум уже поглощается и блокируется вблизи основного источника шума при железнодорожном движении	Не всегда можно установить на сортировочных горках в силу особенностей технологического процесса.
2. Барьер значительно снижает высокочастотный шум колес, а общее шумоподавление может превышать 10 дБА.	
3. Класс звукоизоляции - В3, а также он относится к лучшей категории звукопоглощения А4. Испытания проводились в VTT, Национальной испытательной лаборатории Финляндии, 2014 г.	
4. Основание барьера действует как дно кабельного канала. При необходимости доступ к кабельному каналу можно получить, наклонив элементы.	

Список литературы

1. СН 2.2.4/2.1.88.562-96 «шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
2. ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики»;
3. ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Ю.Д. Шабанова

Сибирский государственный университет путей и сообщения
julia_0200@mail.ru

Предложены мероприятия для снижения производственного травматизма на железнодорожном транспорте. Рассмотрены инновационные пути решения данной проблемы. Выполнен экономический расчёт на затраты.

Ключевые слова: непроизводственный травматизм, искусственный интеллект, железнодорожный транспорт, лазерный датчик

Непроизводственный травматизм требует применения инновационных методов предотвращения и устранения несчастных случаев.

Самые перспективные направления решения проблемы непроизводственного травматизма:

1. Внедрение опытных локомотивов с искусственным интеллектом.

Безопасность на железных дорогах России должна сильно измениться при внедрении опытных локомотивов, искусственный интеллект которых должен свести к минимуму число ЧП из-за человеческого фактора.

2. Установка оптических лучей, ограничивающих площадь опасного объекта, и информирующая предупреждающей речью возле железнодорожных путей.

Существуют лазерные, ультразвуковые, радиоволновые, инфракрасные лучи.

Наиболее оптимальным является выбор лазерных датчиков. Стоимость одного прибора составит 4 971,0 руб. Дальность действия такого прибора – 250 м. Также этот датчик необходимо подключить к системе звукового оповещения.

Поскольку данный прибор действует точно, чтобы исключить «ложное» срабатывание следует установить несколько приборов на одном промежутке. Один из датчиков следует установить на высоте 1,8 м. Другой будет на уровне высоты колена человека – 0,55 м. Третий следует установить на высоте 1,2 м. Итого, на расстоянии 250 м необходимо установить 3 датчика.

Рассмотрим станцию «Издrevая», которая на данный момент не имеет защиты от попадания человека на пути. Протяженность незащищённого участка, прилегающего к населенной территории составит 3,5 км. Это значит, что нам необходимо установить датчики в 14 точках на каждой стороне. Таким образом, нам необходимо установить датчики в 28 точках, по три датчика в каждой точке.

Экономический расчет: $28 \cdot 3 \cdot 4\,971 = 417\,564$ руб.

Итого, на каждые 250 м необходимо установить 3 датчика стоимостью 4 971 руб. Соответственно, затраты на 1 км пути составляют 119 304 руб. Итоговые затраты без учета стоимости монтажных работ составят 417 564 руб. Ориентировочные затраты на монтаж оптических датчиков могут составлять до 50 % от стоимости

самих датчиков. Общие затраты на внедрение системы профилактики производственного травматизма на 1 км пути составят около 625 тыс. рублей. Целесообразность внедрения очевидна как с социальной, так и с экономической точки зрения.

Совокупная работа систем регистрации оптическими лучами и фотофиксации нарушителей позволит значительно повлиять на общественный порядок и снизить показатели производственного травматизма на железной дороге.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) // Собрание законодательства РФ. - 07.01.2002. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. организационно-методические основы, принципы и критерии оценки", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003.

ЭКРАНЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ, ИСХОДЯЩИХ ОТ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

А.М. Фролова

Сибирский государственный университет путей сообщения
frolova2009@ngs.ru

Современный железнодорожный транспорт вместе с сопутствующей инфраструктурой является одним из главных источников электромагнитного загрязнения. Именно это обстоятельство настоятельно требует свести до минимума воздействие электромагнитных полей на работников ОАО «РЖД». Экранирование является наиболее эффективным способом защиты от опасного воздействия электромагнитных полей на здоровье живых существ.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, экранирование, загрязнение

Электромагнитное экранирование – способ ослабления электромагнитных волн с помощью экрана с высокой электрической и (или) магнитной проводимостью.

Первичный механизм – отражение. Для отражения излучения материал экрана имеет подвижные носители заряда (электроны),

которые взаимодействуют с электромагнитными полями в излучении. Отражение обуславливается несоответствием электромагнитных свойств среды, в которой распространяется электромагнитная энергия с материалом экрана. Электромагнитная волна при взаимодействии с экраном отражается от его поверхности, частично проникает в стенку экрана, претерпевает поглощение в материале экрана, многократно отражается от его стенок и, в результате, частично проникает в экранируемую область. Вторичный механизм – это поглощение. Для значительного поглощения излучения экран должен иметь электрические и/или магнитные диполи, которые взаимодействуют с электромагнитными полями в излучении.

Для выполнения поставленных задач была использована программа ELCUT, в которой можно увидеть экранирующее действие защитных экранов. Для сравнения экранов результаты измерений были взяты у студентов Омского университета путей сообщения.

После построения моделей из программы были взяты расчётные коэффициенты экранирования экранов, проведён сравнительный анализ экранов из различных материалов и определена область применения защитных экранов.

Список литературы

1. Хандогина Е.Н., Владимиров Д.Н. Экранирование электромагнитных волн — основа экологической безопасности и эффективное средство защиты от промышленного шпионажа // Конфидент. 1999. № 6. С. 68–72.
2. Лыньков Л.М., Богуш В.А., Борботько Т.В., Украинец Е.А., Колбун Н.В. Новые материалы для экранов электромагнитного излучения // Доклады БГУИР. 2004. № 3. С. 152–167.
3. Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. М.: Аспект-Пресс, 1997. 718 с.
4. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Таисия Ивановна Трофимова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с. ISBN 5-7695-2629-72.
5. Абасов Р. К. Применение углеродных материалов в экранировании электромагнитных полей.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Авдюхин А.В.	395	Габер И.В.	429
Аганичева Е.К.	268	Галухин М.В.	187
Агеенко В.А.	368	Ганелина Н.Д.	179
Адегова Л.А.	96	Гаращук С.А.	105
Александров А.И.	69	Герцен И.Б.	311
Алиферов А.И.	255	Гладышев С.А.	5
Амбросова Г.Т.	237, 258, 268	Глушак А.А.	363
Ананьева И.Е.	425	Горева Л.П.	244, 260, 300
Андронов А.А.	360	Горников В.А.	346
Аргинбаев А.Р.	135	Гречишкина Е.В.	143
Артемьев А.Е.	207	Гречко И.Н.	272
Астудин Г.К.	21	Гриньков А.Д.	398
Аширбеков А.К.	100	Грызунова Т.В.	341
Бадмаев А.А.	138	Гуляева Д.Д.	77
Байшуаков А.Т.	24	Гурганова Е.Ю.	32
Бакытов Н.Б.	11	Гусейнов Р.А.	29
Балабанов Г.П.	253	Дереза В.С.	427
Банул В.В.	128, 201	Дмитриев А.И.	13
Баранова В.К.	72	Домашенко М.А.	13
Басалаева А.А.	425, 433	Донова П.И.	425
Башков А.Д.	74	Дорожкина И.Д.	237
Белобородов В.Е.	61	Дорофеева Д.А.	190
Белова Е.А.	209	Достовалов Н.Н.	8
Бердюгина А.В.	305	Егорова Г.Е.	148
Бирюков В.В.	422	Екименко М.А.	108
Блок И.Н.	183	Елизова Н.А.	146
Бобрышева М.В.	96	Ермолин А.М.	365
Болдышева Е.	422	Ефимов А.В.	146
Большакова А.И.	39	Жигулин Т.А.	26
Ботвинков А.В.	272	Жигульский А.А.	151
Боченков Б.М.	325, 337	Жовтовский Л.И.	296
Бублик А.Н.	308	Жук С.С.	286
Бугаков П.Ю.	135	Жуланов В.В.	363
Бурлягина М.С.	292	Журбенко А.О.	80
Бурнос Е.А.	282	Завадская Л.В.	110
Бурнышева Т.В.	214	Зайналов З.К.	48
Бутенко В.Н.	321	Зайцева Т.С.	148, 181
Вандышева В.А.	102	Захарьящев И.А.	193
Васильева А.И.	350	Золотарев В.В.	241
Васильева Е.Ю.	15	Зонова Е.К.	153
Верещагина А.С.	217	Зязев Д.А.	196
Вертей М.Л.	26	Иванников А.А.	368
Владимирова Е.А.	82	Иванова М.В.	196
Власов А.М.	142	Игнатов А.Н.	384
Воробьев Б.В.	241	Игнатова О.А.	100, 108, 114
Воронцова Ю.В.	439	Икрянников Н.Д.	8

Ильина Л.В.	131, 199	Луцик Р.В.	48
Исаева Г.В.	21, 29, 32, 45,	Лыкова М.П.	155
	51	Лыткина Е.В.	105, 123
Исаков В.В.	274	Любещкая Ю.Н.	404
Кавешников В.М.	315, 328	Мазгалова А.В.	102
Казьмина А.С.	381	Мазярова В.А.	372
Калинина А.П.	183	Макаров Г.В.	422
Калиниченко Е.А.	427	Макарова С.А.	120
Карамышев А.В.	67	Мальхин Н.М.	365
Карасев А.С.	370	Малькова Я.Ю.	407
Кириллина П.С.	15	Манусов В.З.	413
Киселев А.В.	386, 390	Манякова П.Н.	353
Кичатов К.Г.	11	Мезенцев И.В.	419
Коваленко Т.И.	196	Митин А.А.	345
Ковальчук Л.М.	214	Михайлова О.А.	223
Кожевников А.Н.	74, 85, 233	Мищенко А.В.	82
Кожуганова Д.Т.	296	Монгуш А.О.	42
Кокорева Е.В.	153, 168	Морев А.Э.	249
Колесников А.О.	77	Мосиенко Д.С.	226
Колесникова А.А.	258	Мосин М.Е.	321
Колomeец А.О.	162	Мосин Р.А.	410
Кондратьев А.А.	244, 300	Моторин С.В.	274
Коновалова М.Е.	429	Муртазина М.Ш.	138, 174
Коростель А.А.	433	Нагорный А.С.	325
Костюкович А.Е.	171	Насонова А.О.	159
Котин Д.А.	321, 346	Некрасов К.В.	276
Кочкин В.Д.	246	Некрасова Е.В.	368
Кравченко В.А.	401	Непомнящев Г.А.	190
Кравченко Д.П.	302	Николаев Н.Ю.	442
Кравченко К.А.	17	Никулин А.В.	360, 365, 376
Кравченко М.А.	217	Новикова М.В.	39
Кряжиков И.А.	110	Олейник А.С.	15
Кузнецов В.А.	249	Олзоев А.Ю.	253
Кузнецов М.Р.	294	Осипова Е.В.	45
Кузьмичева А.Г.	337	Отузбаев М.Р.	413
Кулик Е.Н.	24	Охлопкова Л.Б.	17
Купницкая Т.А.	265	Павлов А.В.	276
Курносов М.Г.	159	Павлова Е.Е.	125
Курченко С.В.	35	Панько А.Г.	376
Кучер Е.С.	350, 356, 410	Параско В.В.	255
Кучеренко В.И.	437	Пахтусов Д.А.	379
Кушарова М.П.	39	Пашченко С.А.	48
Ламбина Е.А.	435	Пензев Д.П.	334
Лаптев О.И.	395	Пензева И.А.	334
Леган М.А.	226	Петров А.И.	162
Линовский С.В.	72	Петросян С.К.	69
Липатов М.В.	219	Пирумova И.В.	441, 442
Лоцманова В.С.	82	Писарев И.С.	381

Платонов Ю.А.	384	Термишев С.Е.	108
Погосян А.А.	296	Тимофеев В.Н.	253
Поляков В.А.	187	Тимофеев Е.Н.	128, 201
Полянская К.Н.	439	Титов М.М.	190
Прибылов В.С.	120	Тихомиров В.М.	69
Просочкина Т.Р.	11	Тропина Н.В.	5
Пузырев Н.В.	114	Тузачинова Б.Э.	57
Пчельников А.В.	48	Турванова А.А.	246
Пшенникова В.В.	117	Уварова А.А.	442
Райимбердиев А.О.	435	Удальцов Е.А.	263
Ратников И.И.	356	Украинцева А.А.	187
Ретивин М.С.	168	Ульянова О.В.	131
Решетников Д.Е.	85	Уфа Р.А.	407
Рубцов А.В.	318	Фролова А.М.	447
Рудич И.Д.	313	Фурцева Е.П.	39
Русина А.Г.	401	Харсекина А.П.	177
Рябиков А.Г.	51	Хлостов Д.А.	419
Сабитов Т.И.	386	Хнюнин М.В.	179
Савиных И.С.	379, 392	Хомченко А.С.	13, 15
Сальников Е.Е.	258	Цамалаидзе Д.Г.	315
Седых В.А.	260	Чередниченко В.С.	246
Седяшева Ю.П.	263	Черемшанова Д.А.	330
Семенова М.М.	199	Черкасов А.Б.	368
Семенова Т.В.	120	Черкасова А.В.	419
Сергеев Н.Н.	416	Черненко Н.А.	404, 416
Сериков В.А.	241	Чернов И.В.	321
Смирнов В.С.	123	Чернова К.А.	437
Соболев Д.С.	328	Чернышов К.В.	392
Солонко В.В.	290	Чуйкин И.Ю.	204
Сороковых А.А.	54	Чуриков С.В.	265
Спиридонов Е.А.	290, 345	Шабалдин А.П.	92
Степанов М.А.	370, 372	Шабанова Ю.Д.	445
Столяров Н.Н.	88	Шаргин В.В.	181
Стороженко Г.И.	117, 125	Шербоев Т.Т.	268
Стрельников Н.А.	398	Шинделова О.С.	35, 42, 54, 57, 61, 67
Сулима К.А.	171	Шиян М.А.	183
Супроненко Н.С.	278	Шоева Т.Е.	117, 125
Сухих А.Д.	88	Штанг А.А.	294, 302
Табанюхова М.В.	80, 88, 92	Штрайх А.Е.	233
Танасюк С.О.	125	Штуккерт С.Ю.	422
Тарасов Е.Б.	177	Щербинина А.Е.	96
Тарасова А.Е.	441	Юпашевский А.В.	381
Таюров А.В.	390		
Терехин М.В.	174		

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ
29 РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ ГОДУ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Часть 3
Сборник научных трудов

Под редакцией Соколовой Д.О.

Подписано в печать 17.09.2021. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.
Тираж 50 экз. Уч.-изд. л. 26,27. Печ. л. 28,25. Заказ № Р-00299.
Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20