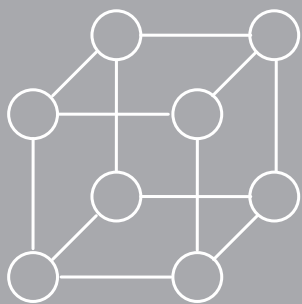




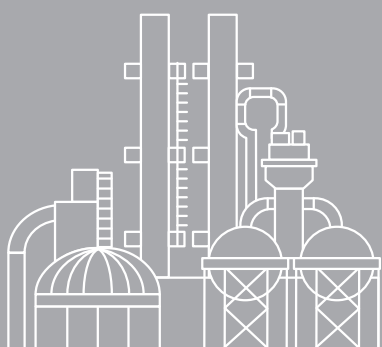
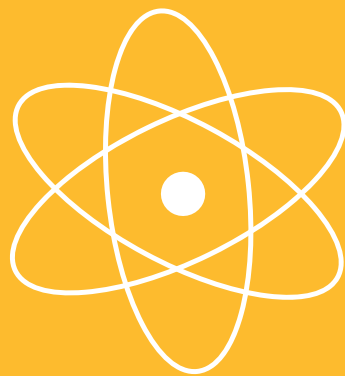
ОИИР

XV

МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ



15 ФЕВРАЛЯ 2025 г.
г. ОМСК



При поддержке Правительства Омской области

ПАО «ОНХП»

ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО

**МАТЕРИАЛЫ
XV Международной конференции
молодежная секция**

2025

Редакционная коллегия:

Пятанов Ю.В., главный технолог ПАО «ОНХП»,
Милютин С.В., главный строитель ПАО «ОНХП», начальник СО №2,
Троян О.М., главный механик ПАО «ОНХП», главный специалист МКО,
Голованова О.А., доктор геолого-минералогических наук, кандидат химических наук,
профессор кафедры неорганической химии, заведующий кафедрой неорганической
химии ОмГУ им. Ф.М. Достоевского,
Николаева Е.И., руководитель ЦЭИО,
Снычева Г.С., руководитель общественной приемной,
Гарафутдинова Н.Я., кандидат экономических наук, доцент кафедры «Таможенное дело
и право», руководитель «Центра реализации национальных и региональных проектов
профессионального образования, занятости и трудоустройства» ОмГУПС,
Урюпина О.А., ведущий инженер HSE,
Жиленкова Е.В., главный специалист ОТБВ,
Корабельников М.В., начальник группы ОЦТ,
Андиева Е.Ю., кандидат технических наук, доцент кафедры
«Цифровое управление процессами и системами нефтегазового комплекса» ОмГТУ,
директор Научно-образовательного ресурсного центра «Цифровые эффективные решения»,
Баракина Т.В., кандидат педагогических наук, доцент кафедры предметных технологий
начального и дошкольного образования, руководитель лаборатории
инженерно-политехнического образования КОНСТРУКТОРИУМ ОмГПУ.

Т 38 **ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО:** материалы молодежной секции
XV Международной конференции ПАО «ОНХП». – Омск, 2025 г. – 146 с.

В сборник юбилейной XV Международной конференции ПАО «ОНХП»: «Технологии инженерного будущего» вошли материалы докладов более 80 участников конференции, проходившей 15 февраля 2025 года в городе Омске, посвященной проблемам будущего развития технологий инженерного дела.

Основными тематическими направлениями, получившими свое отражение в материалах докладов участников, являются актуальные вопросы подготовки инженеров XXI века, вопросы трансформации профессиональных компетенций, перспективы развития нефтегазохимии, промышленной автоматизации, проблемы инновационной, научной, технической и социальной политики в нефтегазовой области, моделирование, искусственный интеллект, цифровая инженерия перспективных материалов, экологический инжиниринг.

Сегодня Международная конференция ПАО «ОНХП» – это визитная карточка компании во многих странах и регионах присутствия её бизнеса – Казахстане, Сербии, Санкт-Петербурге, Уфе, Томске, Тюмени, Хабаровске.

ISBN 978-5-9907412-3-2



9 785990 741232

УДК 62

© ПАО «ОНХП», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ «МИРОВОЕ РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ СФЕРЫ. ГОРИЗОНТ 100 ЛЕТ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ»

Разработка устройства курсовой устойчивости транспортного средства с использованием микроконтроллера Arduino (на примере маломерного парусного судна) Бабкин Д. С.	6
Создание безмагнитного бесщеточного электродвигателя, использующего функционал двигателя Ванкеля Вишня А. Б.	8
Исследование принципа работы машин, генерирующих высокие напряжения Гам В. А, Петрищев А., Коваль Д. А.	11
Создание опытного образца термометра для измерения сверхнизких и сверхвысоких температур Ефимов М. Д., Куликов С. А.	14
Разработка усиленной конструкции для систем слежения за солнцем общего пользования Плониш Л. Е.	16
Исследование физических свойств материалов с помощью квантово-химических программ Сергалиева А., Абдылманап А.	18
Об исследовании переходных процессов в робототехнических системах с гидравлическим приводом Сухонос Д. В.	22
Повышение эффективности работы системы лазерной отчистки поверхностей Требенкова Е. В.	24
Исследование путей для повышения безопасности пешеходов Өмірәлі Н., Ахметова Ж.	27
Проектирование и изготовление антенных решеток для радиоэлектронной борьбы Фролов А. А.	30
Изучение волновых процессов в курсе физики: исследование возможностей визуализации звуковых волн с помощью фигур Хладни Хараборкина М. Е.	34

СЕКЦИЯ «СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Определение условий коррозии стали Ст-3 в водной среде в присутствии олеата натрия Бочуля Р. С.	37
Современные технологии производства дорожных битумов Буканова С. К., Абаева А. Қ., Қалыбекова Д. Ә.	41
Модернизация установки замедленного коксования 21-10/3М Вакула П. В., Дюсембаева А. А.	45

О модернизации Атырауского нефтеперерабатывающего завода Карабасова Н. А., Шамбилова Г. К.	49
Исследование характеристик дизельного топлива Марков Ф. А., Рябова А. П., Морозова Я. П.	51
Анализ влияния введения различных концентраций вакуумного газойля в состав коммерческого дизельного топлива Миронов М. С., Морозова Я. П.	53
Анализ экспериментальных исследований по регулированию работы центробежного компрессора с входным направляющим аппаратом Нефедов А. А.	55
Научно-технологическое развитие индустриальной сферы Цеханович А. А.	59

НАПРАВЛЕНИЕ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЦИФРОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ НА СЛУЖБЕ ОБЩЕСТВА И ЭКОНОМИКИ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ»

Гибридное клиент-серверное приложение для быстрой аренды недвижимости. Веретенников Д. А., Прохоров М. И.	62
Робот-садовник Войтович М. В.	64
Создание брендированного увлажнителя воздуха Жуков И. А., Никитин С. Ю.	66
Разработка системы мониторинга качества воды Легчилин А. Д.	68
Автоматизированная подача химии в бассейн Литвинова Е. С., Трофимова А. В.	70
Автоматизированная портативная химическая лаборатория на основе микроконтроллера Маркуносов К. А., Скорняков А. А., Моськин Д. С.	72
Создание системы автоматизации бизнес-процессов Носков С. А.	75
Система хранения с автоматическим открытием по биометрическим данным Путинцева А. А.	77

СЕКЦИЯ «СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

НПЗ будущего: новый уровень управления производством с помощью искусственного интеллекта Бакиев Д. Р., Иноятов Р. Р., Кулеев Р. Р.	79
Применение 3D моделирования для определения составляющих мертвого объема двухцилиндрового воздушного компрессора Бакулин К. А.	81
Цифровая нефть – ключ к эффективной работе НПЗ Малыгина Н. Б., Дудко П. С., Ленчак П. А.	83
Оптимизация катализаторов гидрогенолиза углеводородов на основе никеля с использованием машинного обучения Мотаев К. А., Мохамд С., Молокеев М. С., Загоруйко А. Н., Елышев А. В.	85
Использование георадарной съемки при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог Пархоменко Н. А., Жидкова Е. Е., Феоктистов Д. К.	88
Создание оптимальной модели поверхности по результатам полевой съёмки в программе Civil 3D при выполнении гидротехнических работ Пархоменко Н. А., Ишонин Р. М.	91
Уменьшение воздействий жидкости на шаровой резервуар путём установки демпферов колебаний Смолко В. Е.	95

НАПРАВЛЕНИЕ «ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ В МИРЕ. ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ, СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Энергосбережение и экологичные технологии «Зелёной школы»

Әбділманова М., Мұхтас Ә. 96

Биополимерные пленки на основе желатина и хитозана **Александрова Л. В.** 99

Создание системы мониторинга качества воздуха для беспилотных летательных аппаратов **Белоусов М. В.** 102

Изучение коэффициента трения скольжения подошвы обуви по обледенелой поверхности **Выштикалюк А. В.** 104

Создание опытного образца многофункционального устройства газовой безопасности – Эвакуационный Луч – 1 (ЭЛ-1) **Матвеев Н. М.** 108

Оценка эффективности сорбентов для очистки воды от нефтяных загрязнений **Пенькова М. Е.** 111

Редокс-батареи: технология «зеленой энергетики» **Родионов Д. А., Мельников М. С.** 114

Разработка новых полимерных нанокомпозитов для очистки воды от нефтепродуктов **Тоқтарбек М. А., Джумабаева А. А.** 117

НАПРАВЛЕНИЕ «ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА. ПОТРЕБНОСТЬ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ, СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Командная игра-стратегия «Город – сказка, город – мечта» как средство развития инженерно-коммуникативных умений **Баракин В. И.** 121

Telegram бот для помощи в изучении иностранных языков **Ворожбитова В. С.** 124

Медиашкола, как средство обучения студентов и школьников работе с визуальной информацией **Жучков А. С.** 127

Ступени школы «Робополигон» как начальное инженерное образование **Кабанова О. А.** 129

Использование математических головоломок в процессе развития инженерных умений у младших школьников **Корумбаева С. К.** 132

Использование геометрических головоломок на уроках математики в начальной школе как средства развития инженерных умений у обучающихся **Моисеенко Э. В.** 135

Развитие инженерных умений у младших школьников в рамках проекта «Новогодняя геометрия» **Полосина Д. С., Латышенко Я. А.** 138

Мастерская моделирования и конструирования как форма организации инженерного образования **Ровенская В. Е.** 140

Разработка приложения на языке программирования Java «Мой путь в ONHP» **Царегородцев А. А.** 142

Разработка конструктора «Робот-кот» для обучения программированию детей старше 12 лет **Шамсутдинова Н. Г., Рудницкая В. Е.** 143

НАПРАВЛЕНИЕ «МИРОВОЕ РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ СФЕРЫ. ГОРИЗОНТ 100 ЛЕТ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ»

Бабкин Д. С.

БОУ «Лицей №64», г. Омск

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ARDUINO (НА ПРИМЕРЕ МАЛОМЕРНОГО ПАРУСНОГО СУДНА)

Ключевые слова: яхта, Arduino, микроконтроллер, электронный компас, твердотельные реле.

Управление водными транспортными средствами требует от человека большой ответственности. В случае потери управления, может произойти авария. Речь пойдет об управлении яхтой (парусным судном). Экипаж яхты – три человека, которые должны постоянно и внимательно следить за постановкой парусов.

Цель данного проекта – разработка устройства на основе программируемого микроконтроллера Arduino. Это устройство могло бы упростить процесс управления маломерным судном и сократило бы минимальный состав экипажа до одного человека.

Устройство состоит из самого микроконтроллера Arduino, электронного компаса QHC, твердотельных реле (рисунок 1) и двигателя, к которому подключена рулевая рейка яхты (рисунок 2).

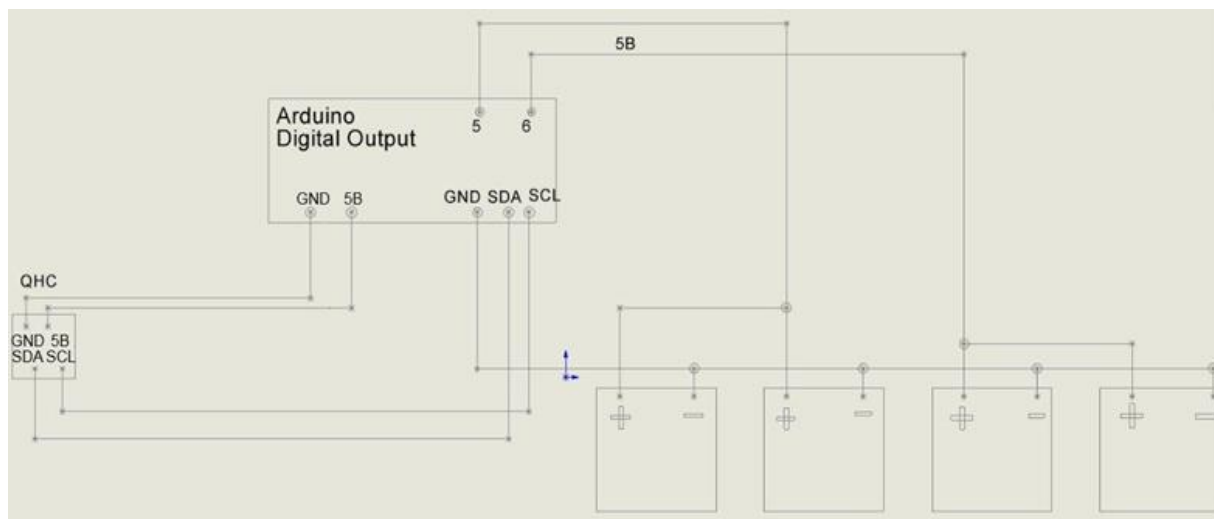


Рисунок 1. Примерная схема данного устройства

После выбора нужного направления идёт фиксирование курса за счёт нажатия кнопки. После этого устройство должно стабилизировать курс яхты при отклонении, набегающей волны и ветра относительно указанного курса. В случае ухода судна вместе с устройством в ту или иную сторону, включаются твердотельные реле, которые управляют двигателем постоянного тока, который в свою очередь получает питание от аккумуляторной батареи.

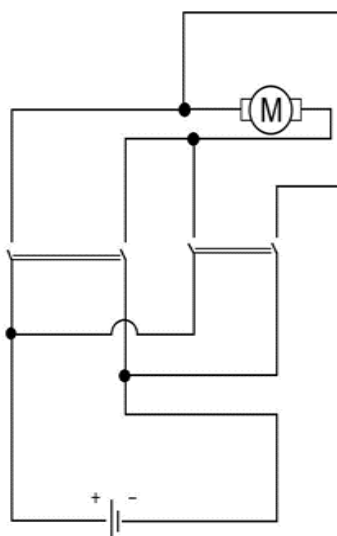


Рисунок 2. Схема двигателя

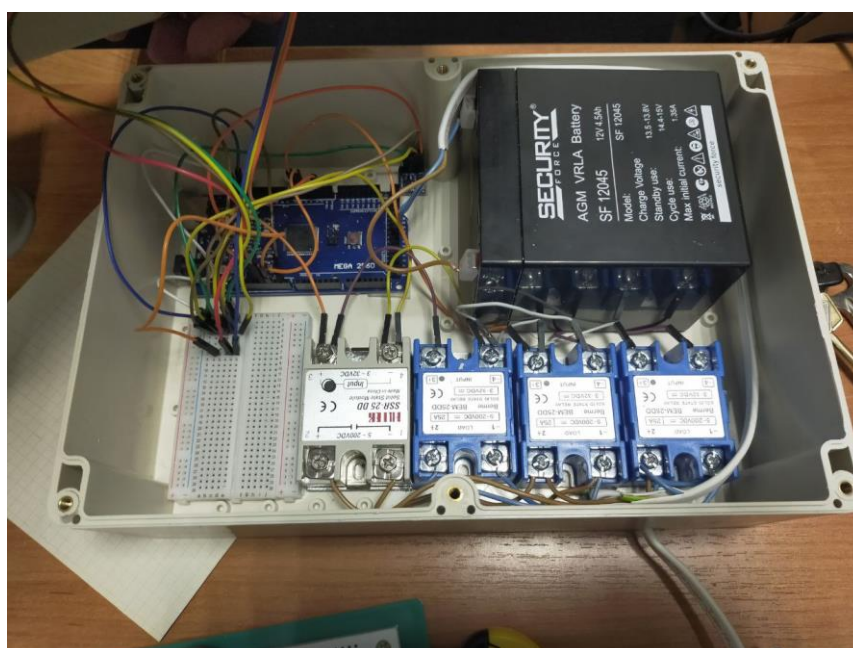


Рисунок 3. Вид устройства изнутри

Библиографический список:

1. Москаленко, В. В. Электрический привод / В. В. Москаленко. – Москва : изд-во «Мастерство», 2000. – 367 с.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины / А. И. Вольдек. – Ленинград : изд-во «Энергия», 1978. – 833 с.
3. GitHub – dthain/QMC5883L: Driver for QMC5883L chip found in many GY-271 boards. URL: <https://github.com/dthain/QMC5883L>.

(Проект выполнен в рамках 7 сезона Проектных школ Предуниверсария ОмГТУ)

Вишня А. Б.

БОУ «Лицей №64», г. Омск

СОЗДАНИЕ БЕЗМАГНИТНОГО БЕСЩЕТОЧНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ФУНКЦИОНАЛ ДВИГАТЕЛЯ ВАНКЕЛЯ

Ключевые слова: безмагнитный электродвигатель, двигатель Ванкеля, 3-х фазный электродвигатель.

Разработка инновационного бесщеточного электродвигателя, который использует концепции двигателя Ванкеля.

Данный проект исследует возможность интеграции особенностей конструкции и работы двигателя Ванкеля в бесщеточную электрическую систему. Ключевыми задачами проекта являются проектирование уникального ротора для обеспечения высокой производительности и надежности. Проект будет включать как теоретические, так и практические аспекты разработки. Для достижения наилучших результатов, необходимо провести тестирование и оптимизацию прототипа.

Актуальность проекта:

Актуальность данной работы обусловлена, прежде всего, широким использованием неодимовых магнитов в современных бесщеточных электродвигателях.

Неодимовые магниты, обладающие высокой магнитной энергией, позволяют создавать компактные и мощные двигатели, которые находят применение в самых разнообразных устройствах.

Однако, производство неодимовых магнитов сконцентрировано преимущественно в Китае, что создает зависимость для мирового рынка.

Эта зависимость создает уязвимость для мирового рынка, которая становится все более очевидной в условиях современной геополитической обстановки. В случае политических или экономических конфликтов, введения торговых ограничений, или других непредвиденных обстоятельств, весь мир может столкнуться с нехваткой этих важных материалов. Более того, добыча и переработка редкоземельных металлов, необходимых для производства неодимовых магнитов, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Это связано с образованием токсичных отходов, загрязнением воды и почвы, и другими экологическими проблемами. В связи с этим, разработка альтернативных конструкций электродвигателей, не использующих неодимовые магниты, является важной задачей с точки зрения устойчивого развития и экологической безопасности.

В рамках исследования будут освещены несколько ключевых тем.

В первую очередь, будет проведен анализ существующих решений в области бесщеточных электродвигателей, что позволит понять текущее состояние технологий и выявить их сильные и слабые стороны.

Далее будет рассмотрена концепция двигателя Ванкеля, его функциональные особенности, которые могут быть заимствованы при разработке нового электродвигателя. Таким образом, данная работа направлена на решение актуальной проблемы создания высокоэффективного и низкообслуживаемого электродвигателя, который будет сочетать в себе лучшие качества электродвигателей.

1. Анализ существующих решений.

Таблица 1.

Характеристика	Щеточный двигатель	Бесщеточный двигатель
Преимущества	• простота конструкции и управления, • низкая стоимость производства, • простота обслуживания (замена щеток).	• высокая эффективность и КПД, • длительный срок службы (нет износа щето), • меньший уровень шума,

Продолжение Таблицы 1.

Характеристика	Щеточный двигатель	Бесщеточный двигатель
Преимущества		• высокая скорость вращения, • более точное и плавное управление, • высокий крутящий момент меньшие габариты и вес при той же мощности.
Недостатки	• низкая эффективность (потери на трение щеток), • ограниченный срок службы (износ щеток), • высокий уровень шума из-за трения щеток.	• более высокая стоимость производства, • более сложная схема управления и требуются дополнительные компоненты (контроллер).

Исходя из исследования, щеточные двигатели выигрывают в простоте и стоимости, но уступают в эффективности и долговечности. Бесщеточные двигатели, сложные и дорогие, но зато обеспечивают высокую производительность.

Таким образом, объединение их лучших характеристик в одном устройстве может повысить общую производительность и эффективность применения, что исследуется в рамках этого проекта.

Прототипом исследования послужил безмагнитный электродвигатель MAHLE (рисунок 1). Но данный проект предлагает альтернативный подход, который также не требует редкоземельных металлов, но использует другую конструкцию, сохраняя преимущества щеточных электродвигателей.



Рисунок 1. Бесщеточный электродвигатель MAHLE

2. Концепция нового электродвигателя.

2.1. Отказ от постоянных магнитов:

Традиционные бесщеточные двигатели используют постоянные магниты на роторе для взаимодействия с магнитным полем, создаваемым обмотками статора.

В предлагаемом двигателе, мы полностью отказываемся от использования постоянных магнитов. Это позволяет упростить конструкцию и снизить стоимость. Магнитное поле для взаимодействия с полем статора создается током, протекающим непосредственно через обмотки ротора.

2.2. Проблематика разработки ротора:

Ключевой задачей при создании эффективного безмагнитного электродвигателя является разработка роторной системы, способной обеспечить периодическое замыкание электрической цепи для создания вращающегося магнитного поля.

Традиционные решения, такие как механические щетки, имеют ограниченный срок службы и создают помехи.

Альтернативным решением является бесконтактная передача энергии на ротор. Одним из вариантов решения, позволяющих реализовать бесконтактную передачу энергии с заданными характеристиками, является использование вала с эксцентриками.

2.3. Заимствование конструкции эксцентрикового вала (проблематика двигателя Ванкеля):

В качестве решения проблемы обеспечения периодического замыкания контактов и бесконтактной передачи энергии на ротор, рассматривается использование эксцентрикового вала, схожего по конструкции с ротором двигателя Ванкеля. Эксцентриковая конструкция вала позволяет реализовать требуемый алгоритм замыкания контактов за счет изменения расстояния между ротором и обмотками статора. Это создает возможность для организации искрового разряда или электромагнитной индукции для передачи энергии на ротор.

Искровой метод может приводить к перегреву, что делает актуальной разработку эффективной системы охлаждения.

2.4. Система охлаждения (решение тепловой проблематики):

Для решения проблемы теплонагруженности, возникающей при искровом методе передачи энергии, предлагается использовать систему жидкостного охлаждения. Рассматривается вариант циркуляции токопроводящей жидкости по системе охлаждения за счет вращательного движения эксцентрикового вала.

Преимущества предлагаемой конструкции:

- Упрощение конструкции и снижение стоимости: Отказ от постоянных магнитов позволяет снизить стоимость и сложность производства.
- Гибкость управления: Возможность гибкого управления током в обмотках ротора позволяет более точно контролировать момент и скорость двигателя, в отличие от щеточного электродвигателя.
- Решение проблемы щеточных двигателей: Отказ от щеток увеличивает срок службы, уменьшает вибрацию и помехи.

Библиографический список:

1. Чем отличаются бесщеточные двигатели от щеточных? – Дзен [Электронный ресурс] // dzen.ru – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/zpydj3erpguzgizk>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Что такое бесщеточные шуруповерты? Их плюсы и минусы [Электронный ресурс] // club.dns-shop.ru – Режим доступа: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-239-shurupovertyi/38456-cto-takoe-besschetochnyie-shurupovertyi-ih-plusyi-i-minusyi/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Щеточный и бесщеточный двигатель: в чем разница, принцип... [Электронный ресурс] // innodrive.ru – Режим доступа: <https://innodrive.ru/articles/shhetochnye-i-besshetochnye-dvigateli/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Бесщеточный двигатель или щеточный: какой лучше подходит... [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru – Режим доступа: [https://tr-page.yandex.ru/translate?lang=en-Mahle's cheap, highly efficient new EV motor uses no magnets](https://tr-page.yandex.ru/translate?lang=en-Mahle's+cheap,+highly+efficient+new+EV+motor+uses+no+magnets) <https://newatlas.com/automotive/mahle-magnet-free-electric-traction-motor/>.

Гам В. А., Петрищев А., Коваль Д. А.
БОУ «Лицей № 166», г. Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ МАШИН, ГЕНЕРИРУЮЩИХ ВЫСОКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Ключевые слова: статическое электричество, электрофорная машина.

В технике из-за статического электричества возникают перенапряжения, вызывающие импульсы тока, что ведет зачастую к выходу из строя электроники. Это усложняет жизнь разработчикам электроники, которые разрабатывают схемы защиты электронных устройств.

К сожалению, изучить и продемонстрировать действие высоких напряжений статического электричества с помощью электроприборов достаточно сложно. Этот эффект можно изучить с помощью машин, генерирующих высокие напряжения.

Наиболее интересной из них, является электрофорная машина Джеймса Вимшурста. Вся интрига этой машины заключается в том, что несмотря на свою известность мало кто знает, как она работает.

Машина имеет относительно простое строение, но у нее достаточно запутанный принцип работы.

При реставрации старых не работающих электрофорных машин, нам удалось найти новаторское решение – между дисками, в местах щёток, перераспределяющих заряд, нужно поместить диэлектрик. При введении диэлектрика любая не работающая промышленная электрофорная машина начинает работать. Проверено на практике.

Кроме того, было решено с учетом инновационной идеи, изготовить свою электрофорную машину и провести исследования по определению ее характеристик.

Для измерения напряжения, необходимого для пробоя, воспользовались законом Фридриха Пашена:

$$U = \frac{a(pd)}{\ln(pd) + b}$$

где: U – напряжение пробоя в В.

p – давление в мм. рт.ст, (измерения проводились барометром-анероидом).

d – расстояние между плоскими электродами в мм (измерения проводились штангенциркулем).

Постоянные a и b зависят от состава газа. Для воздуха при атмосферном давлении 760 мм рт. ст., p и d , где давление в атмосферах p и d – расстояние между электродами в метрах.

Минимальное расчетное напряжение пробоя при $pd = 7,5 \cdot 10^{-6}$ равно 327 В в воздухе при атмосферном давлении и расстоянии между электродами 7,5 мкм, для пробоя расстояния в 1 мм – около 44 кВ.

Для проведения самих измерений необходимо было собрать экспериментальную установку, состоящую из электрофорной машины, источника питания, электрометра (рисунок 1).

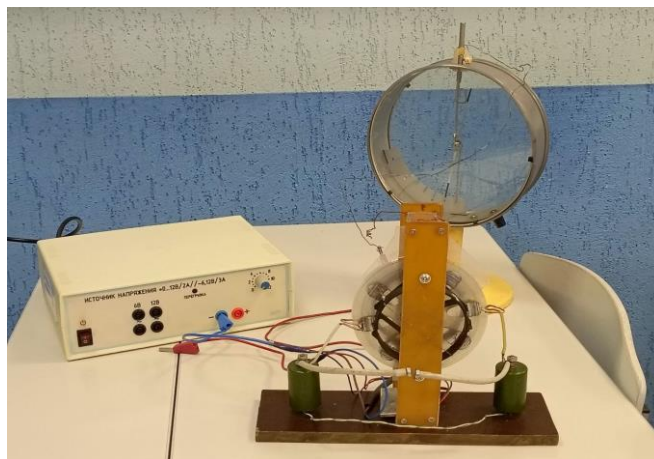


Рисунок 1. Экспериментальная установка

Основные элементы электрофорной машины: конденсаторы, диски, щетки, металлические обкладки, электроды, коллекторы.

Чтобы изготовить электрофорную машину, мы взяли: 2 CD диска, 2 стандартных кулера для компьютера, пластинки из непроводящего материала, конденсаторы, шпильки, проводники, шурупы, блок питания.

По измеренным данным построены графики зависимостей напряжения от времени, необходимого для пробоя.

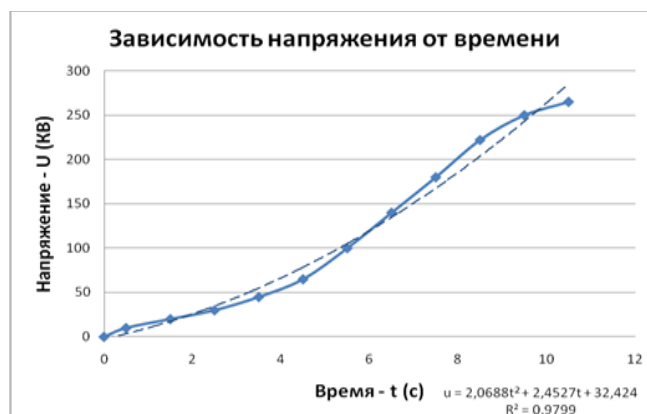


Рисунок 2. График зависимости напряжения (кВ.) от времени (с) в процессе зарядки электрофорной машины при $d = 0,65$ см

Напряжение рассчитывалось по закону Фридриха Пашена, время измерялось секундомером. На графике видим, что для зарядки электрофорной машины при расстоянии между электродами 6,5 мм потребовалось около 11 с и разряда произошла при напряжении 260 Кв.

Кроме того, по измеренным данным построены графики зависимостей напряжения от расстояния между электродами.

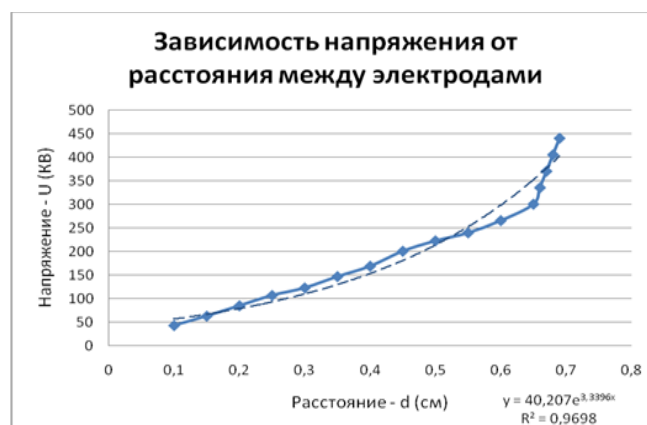


Рисунок 3. График зависимости напряжения (кВ), необходимого для пробоя от расстояния (см) между электродами

На графике можно отследить, какие напряжения необходимо создать для получения искры на разных расстояниях между электродами.

И для определения времени необходимого для зарядки при разных расстояниях между электродами были проведены измерения и построен график.

На графике можно увидеть, сколько времени потребовалось на зарядку при изменении расстояния между электродами.

Для измерения частоты вращения дисков воспользовались формулой $V=N/t$, где N – число оборотов. Число оборотов считали с помощью замедленной съемки. Средние значения

для первого диска составляет 6,79 Гц, для второго диска – 6,41 Гц. Различия в частотах можно объяснить технической сборкой.

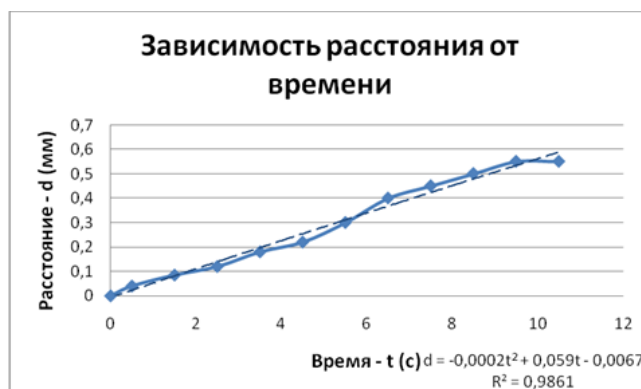


Рисунок 4. График зависимости напряжения (кВ.) от времени (с) в процессе зарядки электрофорной машины при изменении расстояния между электродами

Характеристики изготовленной электрофорной машины:

- При расстоянии между электродами равном 0,65 см, электрофорная машина выдает максимальный разряд. Расстояние между электродами, при котором происходит разряды меняется от 0,1 см. до 0,7 см.
- Максимальное значение напряжения, при котором происходит пробой между электродами в изготовленной модели равно 260 кВ.
- Частота вращения первого диска 6,69 Гц, для второго диска – 6,41 Гц. Различия в частотах можно объяснить технической сборкой.

Таким образом, в работе были выявлены факторы, отрицательно влияющие на работу электрофорной машины. Предложены способы восстановления работы старых электрофорных машин. Экспериментально получено объяснение принципа работы электрофорной машины и по полученному принципу построена самодельная электрофорная машина, а также изучены характеристики изготовленной модели.

В техническом развитии электростатические машины остались позади магнитных. Тем не менее, электрофорные машины незаменимы в качестве учебных и демонстрационных при изучении основ физики.

В будущем, например, в космосе в условиях высокого вакуума и больших напряжений электрических полей, электростатические генераторы и двигатели найдут новое, неожиданное применение.

Новая модель электрофорной машины уже используется на практических занятиях в школах города Омска.

Более того, были отремонтированы 4 электрофорных машины в ОмГУ им. Ф.М. Достоевского на кафедре Общей физики, а также оказываются услуги по ремонту электрофорных машин в других учебных заведениях города Омска.

Библиографический список:

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : уч. для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – Санкт-Петербург : Питер, 2007 – 350 с.
2. Копылов, И. П. Электрические машины : уч. для вузов / И. П. Копылов. – Москва : Высшая школа, 2006. – 607 с.
3. Мякишев, Г. Я. Физика. Электродинамика. 10-11 кл.: учеб. для углубленного изучения физики / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков, Б. А. Слободсков. – 6 –е изд., стереотип. – Москва : Дрофа, 2006. – 423 с.
4. Физика и научно-технический прогресс / под ред. В.Г. Разумовского, В. А. Фабриканта, А. Т. Глазунова. – Москва : Просвещение, 1988. – 296 с.
5. Физика XX века: развитие и перспективы / под ред. Е. П. Велихов и др. – Москва : Наука, 1984. – 368 с.

Ефимов М. Д., Куликов С. А.

БОУ «Лицей №64», г. Омск

СОЗДАНИЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ТЕРМОМЕТРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СВЕРХНИЗКИХ И СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Ключевые слова: терморезистор, создание опытного образца, нагревание, охлаждение.

Термометр сопротивления – электронный компонент, датчик, предназначенный для измерения температуры.

Принцип действия – основан на зависимости электрического сопротивления металлов, сплавов и полупроводниковых материалов от температуры.

В ходе работы над проектом были проведены анализы существующих подходов и технологий, выявлен материал и конструкционное решение, которое обеспечит необходимую точность и устойчивость прибора к экстремальным условиям.

Свойства необходимые для стабильной работы термометра сопротивления:

- высокий температурный коэффициент сопротивления,
- низкая электропроводность,
- стабильность состава,
- химическая устойчивость,
- высокая температура плавления и ряд других свойств.

Таблица 1.

Основные характеристики металлов для проволочных термометров сопротивления

Металл	Удельное сопротивление при 20 °С, Ом·см·10 ⁻⁶	Температурный коэффициент сопротивления при 0 °С, °С ⁻¹	Интервал измеряемых температур, °С	Рабочая атмосфера
Платина	9,81	3,93	—258÷1000	Воздух
Медь	1,67	4,30	—258÷800	Воздух до 180 °С
Никель	6,84	4,30	—182÷500	Воздух
Железо	9,71	6,51	—252÷800	Нейтральная
Серебро	1,68	4,03	—258÷600	Воздух
Золото	2,07	4,5	—258÷800	То же
Вольфрам	2,78	7,5	До 3000	Нейтральная
Молибден	5,03	4,7	До 2000	То же

Для проведения экспериментов была выбрана медь, для основы резистора использовали слюду. Для нагревания образцов (спираль накаливания чайника) была создана печь. Проведены эксперименты по нагреванию и охлаждению резисторов.

Изготовлены опытные образцы термометра сопротивления. Проведены опыты и составлены графики зависимости (см. рисунок 1,2).

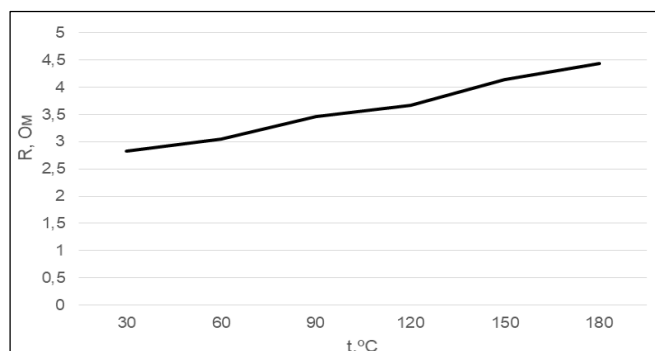


Рисунок 1. График зависимости при нагревании

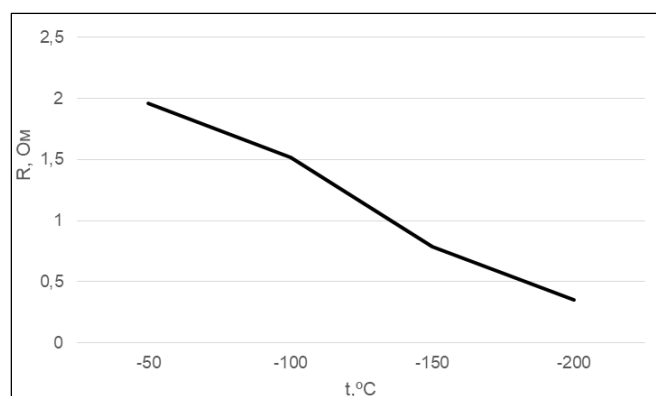


Рисунок 2. График зависимости при охлаждении

Библиографический список:

1. Коленко, Е. А. Техника лабораторного эксперимента / Е. А. Коленко. – Санкт-Петербург : Питер, 1994. – 751 с.
2. Temperature Dependence of Resistance – Geeks for Geeks Last Updated: 22 Feb, 2023 URL: <https://www.geeksforgeeks.org/temperature-dependence-of-resistance/> (дата обращения: 03.01.2025).
3. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм / А. Н. Матвеев. – Москва : Высшая школа, 1983. – 367 с.

Плониш Л. Е.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «Инженерно-технологический лицей №25», г. Омск

РАЗРАБОТКА УСИЛЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Ключевые слова: солнечная панель, усиленная конструкция, система слежения за солнцем.

Разрабатывается усиленная конструкция системы слежения за солнцем, обеспечивающая защиту от механических воздействий на солнечную панель и систему слежения за солнцем.

В ходе работы проведены следующие работы:

- анализ эффективности системы,
- анализ прочности и защищённости конструкции,
- разработка встроенной системы очистки солнечных панелей,
- разработка ячеек для хранения и подзарядки телефонов.

Опираясь на патенты и рефераты в банке патентов [1], были выявлены 2 основные проблемы систем слежения за солнцем:

1. слабая защищённость,
2. низкая устойчивость.

Эти проблемы сформировали цель: разработать усиленную конструкцию системы слежения за солнцем для солнечных батарей общего и частного использования. Тема актуальна по двум причинам:

1. нынешнее КПД солнечных панелей около 20-25%, а их теоретический предел более 80%. Это означает, что панели будут актуальны еще долгое время;
2. вдоль южных границ России концентрируется большое количество солнечных дней в году, например, в Омске таких дней около 300, что должно создавать большой спрос на солнечные панели, но мало кто их использует из-за необходимости защиты и очистки.

В основных задачах проекта:

- изучить патенты и рефераты для анализа существующих видов систем,
- решить проблемы защищённости солнечных панелей,
- создать универсальную систему отчистки для панелей различного размера,
- заменить детали системы на аналоги, для удешевления и увеличения ремонтпригодности.

Система слежения за солнцем будет реализована на Arduino pro micro.

На данный момент создана конструкция вращения по z оси координат и ведется разработка системы корректировки угла к горизонту.

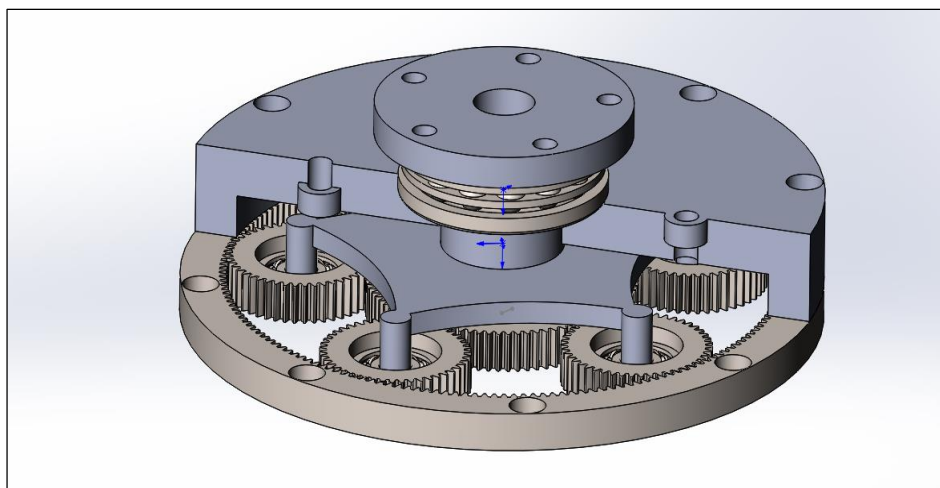


Рисунок 1.

Все готовые подшипники выбраны согласно ГОСТ [2], а шестерни созданы по стандартам ISO [3].

Библиографический список:

1. ФИПС – https://www.fips.ru/iiss/search_res.xhtml?faces-redirect=true дата обращения 29.10.2024.
2. ГОСТ 520-2011 подшипники качения. Общие технические условия. Общие требования и правила составления: межгосударственный стандарт: дата введения 01.06.2012/ Федеральное агентство технологическому регулированию и метрологии- изд. официальное. – Москва : Стандарт информ. – 69 с.
3. ГОСТ ISO 1328-1-2017 передачи зубчатые цилиндрические. Системы ISO. Классификация допусков на боковые поверхности зубьев. Часть 1. Определение и допускаемые значения отклонений зубчатого колеса. Общие требования и правила составления: межгосударственный стандарт: 30.11.2017 / межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – изд. официальное. – Москва : Стандарт информ. – 49 с.
4. Уменьшаем энергопотребление Ардуино – <https://tsibrov.blogspot.com/2018/02/PowerConsumption.html?m=1> – дата обращения 22.11.2024.
5. Programming Arduino Uno (ATmega386P) in assembly – <https://gist.github.com/mhitza/8a4608f4dfdec20d3879> дата обращения 22.11.2024.
6. Assembler в Arduino – <https://adior.ru/index.php/robototekhnika/155-assembler-arduino?ysclid=m42qx4r743815783773> дата обращения 29.11.2024.

Сергалиева А., Абдылманап А.

Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления, г. Павлодар

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Ключевые слова: Квантово-химическое моделирование, упругие свойства, сульфид цинка, электронная структура, полупроводник, диэлектрик, модуль Юнга, запретная зона.

Цель работы – определение упругих свойств материалов с помощью квантово-химического моделирования, которое предоставляет точные результаты в экстремальных условиях, снижая затраты и обеспечивая безопасность, особенно при изучении дорогих или радиоактивных материалов.

Объектом исследования выбран сульфид цинка (ZnS), который при высоком давлении изменяет свои физические свойства, формируя прочные кристаллы и изменяя электропроводность.

Совпадение теоретических и практических данных подтвердило достоверность исследования.

Введение

Сульфид цинка (ZnS) используется в электронике, фотонике и квантовых устройствах благодаря высокой прозрачности и полупроводниковым свойствам. Он существует в двух кристаллических формах – кубической и шестиугольной. Упругие свойства ZnS зависят от структуры и межатомных связей, что важно для оптимизации материала. Исследования проводятся как экспериментальными методами, так и с использованием квантово-химического моделирования, которое предоставляет точные результаты, снижая затраты и позволяя анализировать материал в экстремальных условиях.

Метод исследования

В работе использован программный пакет CRYSTAL23 на основе функциональной теории плотности (ФТД) для изучения упругих свойств сульфида цинка под давлением.

ФТД упрощает расчёты, описывая взаимодействие электронов через плотность, что эффективно для сложных молекулярных систем. Были применены пять методов функционала плотности: B3LYP, B3PW, HSE06, PBE и PWGGA.

B3LYP сбалансирован по точности и затратам, B3PW лучше описывает корреляционные эффекты, HSE06 – системы с сильной корреляцией, а PBE и PWGGA хорошо подходят для моделирования твердых тел.

Результаты расчетов и анализ

Таблица 1.

Определение параметров сетки ячейки кубической единицы ZnS

	B3LYP	B3PW	HSE06	PBE	PWGGA
a, Å	3,83251875	3,83251875	3,83251875	3,83251875	3,83251875
b, Å	3,83251875	3,83251875	3,83251875	3,83251875	3,83251875
c, Å	3,83251875	3,83251875	3,83251875	3,83251875	3,83251875
V/Å ³	39,805022	39,805022	39,805022	39,805022	39,805022
ρ/gcm ³	4,001	4,001	4,001	4,001	4,001
Etot * 10 ³ , Хартри	-2,177508726	-2,177608664	-2,177252454	-2,177192022	-2,177776453
Etot/эВ	-59252,18994	-59254,90937	-59245,21653	-59243,57212	-59259,47507
Eg/эВ	3,9754	4,0165	3,7512	2,4851	2,4506

В таблице № 1, с использованием пяти методов ФТД, определены параметры кубической сетки ZnS, с одинаковыми значениями (a, b, c) = 3,83251875 что подтверждает равномерность структуры.

Энергии (Etot * 10³ Хартри) немного различаются из-за различных обменно-корреляционных функций. Самая стабильная система определяется методом PWGGA.

ZnS представлен как полупроводник, с величиной $E_g/\text{эВ}$, которая указывает на запретную зону. Гибридные функционалы (B3LYP, B3PW, HSE06) дают более точные прогнозы СПЗ, чем GGA, поэтому в расчетах был выбран функционал B3LYP.

Таблица 2.

Результаты расчетов после оптимизации структуры системы

	B3LYP	B3PW	HSE06	PBE	PWGGA
a, Å	3,90088921	3,86127366	3,85607828	3,86323252	3,85898736
b, Å	3,90088921	3,86127366	3,85607828	3,86323252	3,85898736
c, Å	3,90088921	3,86127366	3,85607828	3,86323252	3,85898736
V/Å ³	41,973564	40,707717	40,54362	40,769703	40,63545
$\rho/\text{гсм}^3$	3,794	3,912	3,928	3,906	3,919
$E_{\text{tot}} \cdot 10^3$, Хартри	-2,17750987	-2,177608891	-2,177252617	-2,17719228	-2,17776649
$E_{\text{tot}}/\text{эВ}$	-59252,22109	-59254,91553	-59245,22096	-59243,57913	-59259,4804
$E_g/\text{эВ}$	3,7172	3,9073	3,6622	2,3805	2,3601

В таблице № 2 проведена оптимизация параметров сетки с использованием методов DFT (теория плотности) для нахождения наиболее устойчивой геометрии с минимальной энергией. Это важно для точного моделирования свойств материалов, так как неправильная геометрия может привести к ошибочным результатам.

В следующем этапе исследованы упругие свойства ZnS при высоком давлении, представленные в таблице № 3, где показан рост давления и его влияние на характеристики материала.

Следующим шагом в исследовании физических свойств ZnS стало влияние высокого давления на кристаллическую сетку. В третьей таблице представлены значения, характеризующие рост давления в верхней полосе и упругие свойства по отношению к этому давлению в нижней колонке.

Таблица 3.

Изменение ячейки кубической единицы ZnS относительно давления, упругая стабильность

	0	0,01 ГПа	0,1 ГПа	0,5 ГПа	1,0 ГПа	1,5 ГПа	2,0 ГПа	2,5 ГПа	3,0 ГПа	3,5 ГПа	4,0 ГПа
C ₁₁ , ГПа	101,667	101,709	102,043	103,712	105,817	107,814	109,945	111,892	113,892	115,863	117,670
C ₁₂ , ГПа	55,618	55,662	56,037	57,788	59,996	62,127	64,448	66,844	68,988	71,123	73,329
C ₄₄ , ГПа	47,947	47,953	47,998	48,222	48,468	48,671	48,970	48,979	49,121	49,238	49,352
Колемдік модулі В, ГПа	70,97	71,01	71,37	73,10	75,27	77,36	79,61	81,86	83,96	86,04	88,11
Ығысу модулі G, ГПа	37,98	37,98	38	38,12	38,25	38,34	38,48	38,40	38,45	38,49	38,48
Юнг модулі E, ГПа	91,76	91,77	91,86	92,33	92,88	93,33	93,85	93,87	94,21	94,49	94,58
B/G	1,87	1,87	1,88	1,92	1,97	2,02	2,07	2,13	2,18	2,24	2,29

Коэффициенты упругости C₁₁, C₁₂, C₄₄, определенные в таблице № 3, характеризуют соответственно величины продольных, поперечных удлинений и смещений. Можно проверить правильность значений упругих констант, полученных при выполнении следующих условий. Наши расчеты показали все истинные значения, которые определяют правильный выбор нашего метода расчета и правильность построенного кода.

$$C_{11} - C_{12} > 0; C_{11} > 0; C_{44} > 0; C_{11} + 2C_{12} > 0; C_{12} < B < C_{11}$$

Для сравнения различных коэффициентов упругости между собой составлен график (рисунок 1). Модуль смещения, описывающий, как C₄₄-материалдың отвечает нагрузкам смещения в плоскости (например, в плоскости xy). Это важно для анализа деформации материалов под действием смещения.

Для расчета модуля объема применяется это уравнение. Заметен рост объемного модуля.

$$B=1/3[C_{11}+2C_{12}]$$

Изменение объема (dV/V) и давления показано на рисунке 2, с модулем сдвига $G = 80,419$. Рост объемного модуля (B) отражает снижение гибкости к объемной деформации. Это связано с повышением межатомных сил или изменением структуры на атомном уровне. Увеличение модуля Юнга (E) – устойчивость к линейным деформациям, это может означать усиление межатомных связей, что потребует гораздо больших усилий для достижения этой деформации. Увеличение модуля сдвига (G) – сопротивление нагрузкам, которое повышает стойкость материала к деформации. Совокупный рост всех модулей с давлением указывает на усиление межатомных связей и укрепление структуры материала (таблица 3).

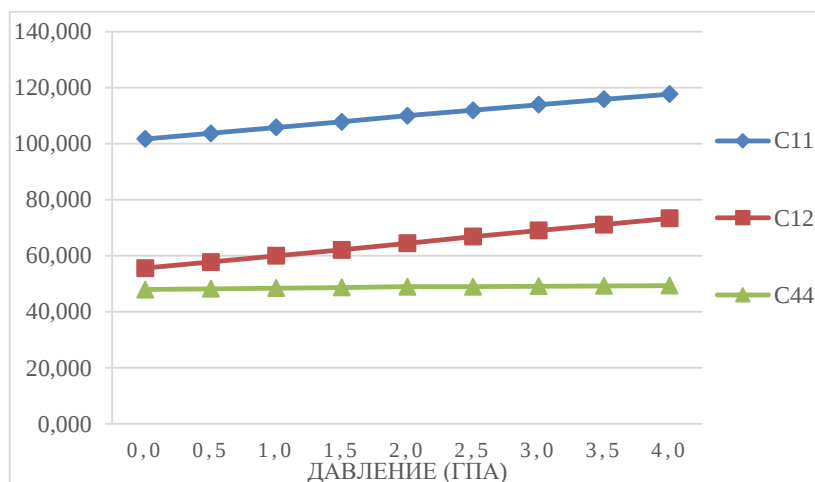


Рисунок 1.

Таблица 4.

Изменение кристаллических параметров ячейки кубической единицы ZnS относительно давления, относительной длины и объема

	OPT	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
a, Å	3,90088921	3,93066295	3,92185481	3,91345871	3,9062501	3,89819907	3,89036811	3,88274452	3,87531726
b, Å	3,90088921	3,89184279	3,88312164	3,87480846	3,86767105	3,85969952	3,85194591	3,84439762	3,83704370
c, Å	3,90088921	3,89184279	3,88312164	3,87480846	3,86767105	3,85969952	3,85194591	3,84439762	3,83704370
v/Å³	41,973564	41,674929	41,395391	41,130095	40,903228	40,650837	40,406342	40,169266	39,939189
p/gcm³	3,794	3,821	3,847	3,872	3,893	3,917	3,941	3,964	3,987
Etot* 10⁻³, Хартри	-2,17750987	-2,177509752	-2,177509662	-2,177509583	-2,177509430	-2,177509337	-2,177509177	-2,177508992	-2,177508771
Etot/эВ	-59252,22109	-59252,21787	-59252,2154	-59252,21326	-59252,20911	-59252,20658	-59252,20222	-59252,19718	-59252,19118
Eg/эВ	3,7172	3,6955	3,7163	3,7481	3,7743	3,8046	3,8353	3,8647	3,8938
da/a	0	0,007632552	0,005374569	0,003222214	0,001374274	0,000689622	0,002697103	0,004651424	0,006555416
dV/V	0	0,007114835	0,013774694	0,020095244	0,025500241	0,031513335	0,037338311	0,042986533	0,048468007

Изменение параметров ячейки ZnS под давлением, представленное в таблице № 4, показывает анизотропию, с различием параметров a, b и c, а также разрушением кубической структуры. Под давлением электропроводность материала изменяется, а запретная зона увеличивается, что указывает на превращение ZnS в диэлектрик. Объем материала уменьшается, а относительная длина (da/a) и объем (dV/V) показывают направление изменения. Уменьшение относительной длины до давления 3,0 ГПа, но последующее увеличение показало уменьшение скорости уменьшения относительно параметров b, c. Он также показал значение $p/\text{гсм}^3$, что кристалл находится в очень уплотненном состоянии.

Закключение.

Результаты расчётов ZnS с пакетом CRYSTAL23 подтверждают правильность выбранных базисных предпосылок, выявляя сильную связь между орбиталями S-3p и Zn-4s/4d. Рассчитаны упругие характеристики, такие как объемный модуль, модуль Юнга, модуль смещения и параметры сетки методом Войгт-Ройс Хилл. ZnS показал высокую устойчивость к деформациям, а значение отношения Пуассона (0,284-0,321) указывает на значительную ионную связь.

Под давлением ZnS становится диэлектриком, что открывает перспективы для применения в электронике и телекоммуникациях.



Рисунок 2. Зависимость давления от относительного объема

Библиографический список:

1. M. Catti, G. Valerio and R. Dovesi, «Theoretical study of electronic, magnetic, and structural properties of alpha-Fe₂O₃ (hematite)», Phys. Rev. B 51, 7441-7450 (1995).
2. Lichanot, E. AprÃf and R. Dovesi, «Quantum mechanical Hartree-Fock study of the elastic properties of Li₂S and Na₂S», Phys. Stat. Sol. (b) 177, 157-163 (1993).
3. Homann T, Hotje U, Binnewies M, Borger A, Becker KD, Bredow T, «Composition-dependent band gap in ZnS_xSe_{1-x}: a combined experimental and theoretical study», SOLID STATE SCIENCES 8, 44-49 (2006).
4. Maslyuk V, Tegenkamp C, Pfnur H, Bredow T, «Adsorption of functionalized benzoic acids on MgSO₄ center dot H₂O(100)», CHEMPHYSICHEM 7, 1055-1061 (2006).
5. Physical properties of mixed crystals of CdS and ZnS, E.A. Davis and E.L.Lind (5july 1967).
6. https://www.crystal.unito.it/Basis_Sets.
7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079642510000666>.
8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022369768902576>.

Сухонос Д. В.

БОУ «Лицей №64», г. Омск

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Ключевые слова: гидравлический привод, гидравлический пресс, КПД, правило рычага, выигрыш в силе.

Цель проекта – определить КПД и выигрыш в силе модели гидравлического привода, который реализует принципы работы гидравлического пресса и правила рычага. При этом одной из основных задач является определение изменения силы при страгивании в РТС с гидроприводом и анализ факторов, способствующих возникновению «провала» усилия, наблюдаемого в начале движения.

Приводятся общие соображения о том, какие элементы конструкции и физические явления вносят наибольший вклад в потери усилий, и каким образом полученные результаты могут быть применены при проектировании систем управления роботизированными комплексами.

Задача проекта – определить изменение силы при страгивании.

Сущность проблемы «провала по силе»

В момент, когда робототехническая система начинает движение (так называемый момент страгивания), исполнителям часто приходится преодолевать более высокие сопротивления, чем в процессе равномерного движения. В случае гидравлических приводов данная проблема усугубляется рядом особенностей:

1. Гибкие трубопроводы. Под влиянием давления рабочей жидкости шланги могут испытывать упругую деформацию (растягиваться, расширяться в диаметре), что временно снижает реальное давление, передаваемое поршню гидроцилиндра.

2. Сила трения. Статическое трение во втулках, уплотнениях и подшипниках механической передачи в момент старта всегда выше динамического трения. Чтобы преодолеть это сопротивление, система должна создать усилие, которое может превышать расчётное для фаз равномерного движения.

3. Сжимаемость рабочей жидкости. Гидравлическая жидкость считается практически несжимаемой, однако при высоких давлениях, а также при наличии мельчайших пузырьков воздуха, сжатие становится вполне ощутимым. Это приводит к временной задержке роста давления и, как следствие, «провалу» по силе.

Значимость исследования

Результаты исследования переходных процессов и определения изменения силы при страгивании крайне важны для разработчиков и конструкторов роботизированных механизмов.

Без учета этого «провала» возможны:

- ошибки при расчёте нагрузок, приводящие к недогрузке или перегрузке системы;
- невозможность обеспечить требуемые пиковые усилия для технологических операций;
- снижение точности позиционирования, особенно при цикличной работе робота (повторные старты, быстрые перемещения и т. п.). В конечном итоге это влияет на надёжность оборудования, долговечность и эксплуатационные расходы.

Провал по силе при начале движения

Факторы, вызывающие провал по силе:

При начале движения (старте системы из состояния покоя) в РТС с гидроприводом могут возникать заметные отклонения от расчётных значений выходной силы. Ключевые причины:

1. Гибкие трубопроводы – при резком росте давления шланги расширяются, и часть жидкости уходит на «наполнение» их объёма. Давление в рабочей камере поршня начинает расти с задержкой.

2. Статическое трение – выше динамического, поэтому чтобы преодолеть силу трения в уплотнениях и подшипниках, нужно создавать дополнительное кратковременное усилие.

3. Сжимаемость жидкости – в жидкости могут присутствовать микро-пузырьки воздуха. При некотором давлении они уменьшаются в объёме, и снова часть рабочего усилия тратится на этот процесс сжатия, не передаваясь штоку напрямую.

4. Гидродинамические потери – в насосе, распределителях и клапанах существуют локальные гидравлические сопротивления. Во время быстрых переходных процессов (особенно при больших расходах) они могут вносить значимый вклад в падение давления.

Методика проведения экспериментов

1. Подготовка установки – проверить герметичность соединений, отладить работу насоса и распределительной системы, предусмотреть несколько сменных шлангов разной жёсткости и длины, чтобы оценить вклад гибкости магистралей.

2. Запуск и измерение – плавно увеличивать давление или подавать команду на перемещение, регистрируя в реальном времени давление в магистрали, выходную силу и перемещение штока, фиксировать момент начала движения штока, а также соответствующее давление, повторять эксперимент при разных нагрузках, скоростях перемещения, температурных условиях (поскольку вязкость жидкости меняется).

3. Обработка данных – построить временные графики «давление – время» и «сила – время» (или «давление – ход штока») для каждого опыта, определить моменты резкого подъёма давления и начала движения, рассчитать кратковременные потери, сопоставить полученные значения с теоретически рассчитанными (без учёта провала) и вывести величину отклонения.

4. Заключение – работа по исследованию переходных процессов в робототехнических системах с гидравлическим приводом, в частности анализ провала силы при страгивании, имеет важное практическое значение для машиностроения и робототехники.

Основная цель проекта – определение КПД и выигрыша в силе с учётом реальных факторов, мешающих идеальной передаче энергии, – реализуется через экспериментальную проверку и количественные замеры рабочих параметров.

При страгивании РТС с гидроприводом особенно заметны потери, вызванные упругостью гибких шлангов, статическим трением и частичной сжимаемостью рабочей жидкости.

Экспериментальная часть проекта предполагает сборку тестовой установки, мониторинг давления и выходной силы, а затем сопоставление фактических данных с теоретическими расчётами.

Данная работа подчёркивает важность понимания переходных процессов при проектировании и эксплуатации робототехнических систем с гидравлическими приводами, что напрямую влияет на точность, плавность и экономическую эффективность технологических операций.

Библиографический список:

1. Байбаков, О. В. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / О. В. Байбаков, Т. М. Башта, Ю. Л. Кирилловский, Б. Б. Некрасов. – Москва : Машиностроение, 1982. – 423 с.

2. ГОСТ 17752–81. Гидропривод объёмный и пневмопривод. Термины и определения. (дата обращения: 07.12.2024).

3. Лепешкин, А. В. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник. – Ч. 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак. – Москва : МГИУ, 2003. – 423 с.

Требенкова Е. В.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №63», г. Омск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЛАЗЕРНОЙ ОТЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Ключевые слова: лазерная система очистки, тепловизор, аддитивное производство, оптимизация процесса очистки.

Среди существующих на сегодняшний день методов очистки поверхностей одним из самых перспективных является лазерная очистка. Данный метод очистки уже получил широкое распространение в разных отраслях: очистка металлических поверхностей от коррозии, ржавчины и обезжиривание, подготовка деталей к дефектоскопии, например, очистка сварных швов, обслуживание вращающегося оборудования, такого как двигатели и теплообменники, подготовка поверхностей к нанесению лакокрасочных и антикоррозионных покрытий, снятие краски и специальных покрытий, а также очистка пресс-форм и радиационно загрязненных поверхностей.

К преимуществам лазерной очистки поверхностей можно отнести:

1. Высокая точность.

Возможность регулировать мощность излучения, скорость сканирования и режим очистки позволяет точно контролировать количество удаляемого материала.

2. Эффективность.

Лазерная очистка зачастую превосходит по эффективности другие методы промышленной очистки, не имея их недостатков.

3. Чистота процесса.

Это один из самых чистых методов индустриальной очистки, так как воздействует только на удаляемый слой, не затрагивая основной материал и не оставляя побочных загрязнений.

4. Безопасность.

При соблюдении минимальных требований техники безопасности и правильном подборе средств индивидуальной защиты, процесс лазерной очистки безопасен для оператора и окружающего персонала.

5. Экономичность.

Лазерная очистка требует минимальных затрат на обслуживание и эксплуатацию, а также не производит отходов, кроме незначительного количества пыли.

Однако метод не лишен недостатков, к которым можно отнести [8]:

1. Высокие начальные затраты.

Оборудование для лазерной очистки требует значительных финансовых вложений на начальном этапе. Это делает его менее доступным для небольших предприятий или проектов с ограниченными бюджетами.

2. Невозможность обработки отражающих поверхностей.

Лазерный луч неэффективен для очистки поверхностей, которые обладают высокой отражающей способностью. Это может ограничить применение метода в некоторых специфических отраслях.

3. Сложности с удалением густой ржавчины и старых лакокрасочных материалов.

Удаление застарелых или въевшихся слоев ржавчины и лакокрасочных материалов может быть затруднено. В таких случаях лазерная очистка может потребовать дополнительных усилий и времени.

4. Ограничения по материалам.

Хотя лазерная очистка универсальна и подходит для широкого спектра материалов, существуют материалы, на которых метод может быть менее эффективен или вообще неприменим.

5. Потребность в квалифицированном персонале.

Для эффективного и безопасного использования лазерного оборудования требуется квалифицированный персонал, который сможет правильно настроить и управлять системой, а также интерпретировать результаты очистки.

6. Проблемы с вентиляцией.

В процессе лазерной очистки испаряющиеся загрязнители удаляются системой вентиляции. В условиях отсутствия надлежащей вентиляции может потребоваться дополнительное оборудование для обеспечения безопасности оператора и окружающей среды.

Предлагаемый метод повышения эффективности заключается в формировании обратной связи через тепловизионную камеру, контролирующую нагрев поверхности после обработки, что позволит получить следующие преимущества:

1. Мониторинг температуры в реальном времени. Тепловизор позволяет визуализировать распределение температуры на поверхности, которую очищают лазером. Это дает возможность оперативно выявлять зоны с неравномерным нагревом или перегревом.

2. Информация с тепловизора может быть использована для корректировки. Оптимизация процесса очистки параметров лазерного излучения (мощность, скорость сканирования и т.д.) в зависимости от нагрева поверхности. Это помогает избежать перегрева и повреждения основного материала, особенно при работе с чувствительными или разнородными поверхностями.

3. Повышение точности очистки. Тепловизор помогает определить области, где загрязнение удалено не полностью, что позволяет оператору точнее настроить лазер и повторить процесс очистки только на необходимых участках. Это увеличивает эффективность очистки и снижает время обработки.

4. Предотвращение повреждений. Постоянный мониторинг температуры позволяет своевременно обнаружить зоны, где возможен перегрев, и предотвратить повреждение основного материала. Это особенно важно при работе с материалами, которые могут быть чувствительны к высоким температурам.

5. Анализ эффективности очистки. После завершения процесса очистки тепловизор может быть использован для анализа оставшихся температурных аномалий, что помогает оценить качество выполненной работы и выявить возможные недочеты или дефекты поверхности.

Конструктивно такая система может быть реализована на базе промышленного робота-манипулятора, в пневматическом зажиме которого установлен излучатель системы очистки и на кронштейне прикреплена тепловизионная камера. Работа тепловизионной камеры должна быть синхронизирована с работой системы очистки во избежание повреждения сенсора камеры. Полученное изображение обрабатывается с применением алгоритмов машинного зрения и на основании полученных результатов корректируется скорость движения излучателя и мощность излучения.

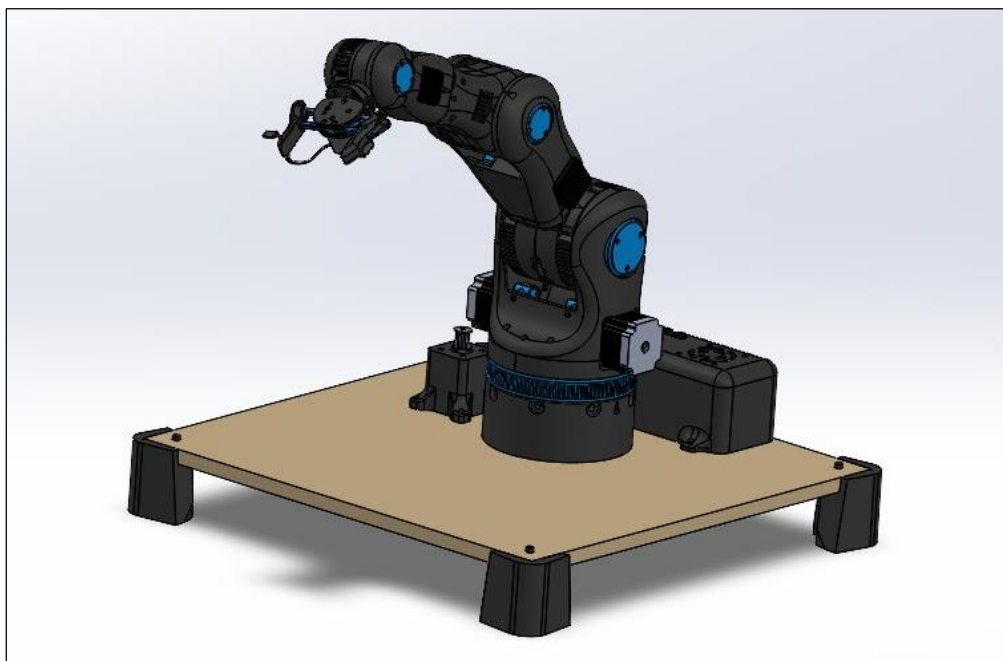


Рисунок 1.

Для отработки идеи предлагается разработать прототип системы на базе робота манипулятора, изготовленного по документации открытого проекта [1]. В качестве излучателя планируется использовать диодный лазер малой мощности [2]. Система машинного зрения и система управления будет реализована на базе микрокомпьютера Raspberry [3].

Библиографический список:

1. PAROL6. Электронный ресурс. URL: <https://github.com/PCrnljak/PAROL6-Desktop-robot-arm> (дата обращения 23.01.2025).
2. Диодный лазер 5,5 Вт. Электронный ресурс. URL: https://savinsname.ru/catalog/optsii/lazernye_gravery/diodnyy_lazernyy_graver_5_5_vt/ (дата обращения 23.01.2025).
3. Raspberry Pi. Электронный ресурс. URL: <https://www.raspberrypi.com/> (дата обращения 23.01.2025).
4. Гладуш, Г. Г. Физические основы лазерной обработки материалов / Г. Г. Гладуш, И. Ю. Смуров. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 592 с. – ISBN 978-5-9221-1712-8.
5. Юрчик, С. Ю. Приборы квантовой и оптической электроники : светоизлучающие и лазерные структуры : курс лекций / С. Ю. Юрчук, М. П. Коновалов. – Москва : МИСиС, 2019. – 92 с. – ISBN 978-5-907226-44-9.
6. Оришич, А. М. Актуальные проблемы физики лазерной резки металлов / А. М. Оришич, В. М. Фомин. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2012. – 176 с.
7. Тарасов, Л. В. Физика лазера / Л. В. Тарасов. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2011. – 456 с.
8. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / под ред. В. Я. Панченко. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 664 с.
9. Ершков, М. Н. Измерение параметров лазеров : учебно-методическое пособие / М. Н. Ершков, С. А. Солохин, А. В. Федин. – Ковров : КГТА, 2014. – 88 с.
10. Современные технологии лазерной очистки металла и их применение в промышленности. Электронный ресурс. URL: <https://lasergu.ru/catalog/sistemy-apparaty-i-oborudovanie-lazernoj-ochistki/> (дата обращения: 15.01.2025).

Өмірәлі Н., Ахметова Ж.

Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления, г. Павлодар

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДОВ**Аннотация**

В данном проекте поднимается вопрос безопасности как пешеходов так и водителей транспорта на дорогах в разных странах. В связи с этим, изучены разные способы пересечения дорог и проведен анализ эффективности использования типов пешеходных дорожек, таких как пешеходный мост, подземные туннели, ворота.

Целью данной работы является предотвращение дорожно-транспортных происшествий, сохранение жизни пешеходов и водителей.

Для достижения цели предлагается свой вариант безопасного перехода дорог, где рассматриваются и анализируются преимущества и недостатки автоматических столбов. Для работы автоматических столбов используются гидравлические или электрические системы быстрого и легкого подъема и опускания, обеспечивая эффективный способ контроля доступа к этим зонам. В ночное время суток столбы подсвечиваются специальными фонарями для обеспечения безопасного прохода пешеходов.

Введение

Каждый день во всем мире происходят опасные для жизни дорожно-транспортные происшествия. Изучая статистику дорожно-транспортных происшествий на городских дорогах, возникает вопрос: «Как сделать переход пешехода через городские дороги безопасными?» и «Как снизить смертность на дорогах?»

В каждом государстве главное богатство – это жизнь человека. Россия и Республика Казахстан позиционируют себя как демократическое, светское, правовое и социальное государство, самым ценным сокровищем которого является жизнь человека. Следовательно, актуальность проекта также сопряжена с важностью человеческой жизни.

Цель: Предотвращение дорожно-транспортных происшествий, сохранение жизни пешеходов и водителей.

Задачи:

- изучить типы пешеходных дорожек;
- провести анализ и сравнение типов пешеходных дорожек;
- предложить свой оптимальный вариант пешеходной дорожки.

Объект исследования: пешеходные дорожки.

Рассмотрим способы пересечения дорог такие как, пешеходный мост, подземный туннель, раздвигающиеся ворота. Изучим положительные, отрицательные и опасные стороны разных видов переправ. Предложим оптимальный вариант пешеходного пересечения дорог: автоматические столбы с подробным описанием его изготовления и применение пешеходами.

Исследовательская часть

Способ избежать аварий на пешеходных дорожках – это автоматические столбы из прочного материала. Механизм работы столбов заключается в получении сигнала от светофора. Когда загорается зеленый цвет для пешехода, то столбы поднимаются, тем самым блокируя проезд для машин. Когда загорается красный цвет для пешехода, столбы опускаются, тем самым открывая машинам проезд.

Преимущества и недостатки автоматических столбов проанализированы и представлены в таблице.

Таблица 1.

Преимущества и недостатки автоматических столбов

Преимущества	Недостатки
Спасает жизни людей	Возможность воздействия и порча со стороны людей
Предотвращает крупные аварии	Временной промежуток ожидания увеличивается

Продолжение Таблицы 1.

Преимущества	Недостатки
Люди чувствуют себя в безопасности	Для создания конструкции потребуется немалое количество денежных средств
Бесплатно и доступно	
Не вредит окружающей среде	
Используются экологически чистые материалы	
Удобно людям с ограниченными возможностями	

Автоматические столбы (рисунок 1) обеспечивают безопасность пешеходов путем предотвращения въезда транспортных средств на пешеходные, тротуары или другие зоны, предназначенные для использования пешеходами.



Рисунок 1. Автоматические столбы

Эти столбы обычно изготавливаются из стали или других прочных материалов и встраиваются в землю с помощью гидравлического или электрического механизма, который позволяет им автоматически подниматься и опускаться. Механизм работы автоматических опор простой. Когда опоры приводятся в действие, обычно с помощью пульта дистанционного управления или другого электронного устройства, для подъема опор из их утопленного в землю положения используются гидравлические или электрические насосы. Столбы обычно поднимаются на высоту 1-1,5 метра, создавая физический барьер, препятствующий въезду транспортных средств в охраняемую пешеходную зону. Как только пешеходная зона больше не используется, то столбы опускаются обратно в землю. Некоторые автоматические опоры можно сконструировать как полуавтоматические, это означает, что их можно поднимать и опускать вручную с помощью ключа или другого устройства. Это позволяет службам экстренного реагирования или работникам технического обслуживания, быстро и легко получить доступ к охраняемой пешеходной зоне, не дожидаясь активации автоматического механизма.

Помимо использования в пешеходных зонах, автоматические столбы могут также использоваться в других местах, где необходимо ограничить доступ транспортных средств, таких как автостоянки или погрузочные площадки. В этих приложениях столбы могут быть запрограммированы таким образом, чтобы пропускать разрешенные транспортные средства, одновременно предотвращая въезд неавторизованных транспортных средств в зону ограниченного доступа.

В целом, механизм действия автоматических столбов предназначен для обеспечения безопасности пешеходов путем создания физического барьера, препятствующего въезду транспортных средств в пешеходные зоны или другие зоны, предназначенные для использования пешеходами. Благодаря использованию гидравлических или электрических систем, эти столбы можно быстро и легко поднимать и опускать по мере необходимости, обеспечивая эффективный способ контроля доступа к этим зонам.

Также стоит отметить, что для обеспечения безопасного прохода пешехода ночью, столбы будут светиться за счет специальных ламп, что помогает водителям вовремя увидеть столбы и не врезаться в них.

Работа механизма показана в видеоматериале по ссылке <https://drive.google.com/file/d/1Euhpg0ht21MYO0T71Ed0iLntTwusd9O8/view?usp=drivesdk>.

Библиографический список:

1. Боровский, Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б. Е. Боровский. – Ленинград : Лениздат, 1984, – 304 с.
2. ГОСТ Р 51709 – 2001 Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.
3. Иларионов, В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В. А. Иларионов. – Москва : Транспорт, 1989 – 255 с.
4. <https://nonews.co/directory/lists/countries/mortality-road-traffic>.
5. https://fastmb.ru/autonews/autonews_mir/3359-top-10-stran-gde-menshe-vsego-varyina-dorogah.html.
6. Antov, D (2006) Road user perception towards road safety in Estonia, University of Tartu, Tartu.
7. Bernhoft, I M., Carstensen, G., Lund, H (2003) Ældre fodgængere og cyklister i byerne Riskooplevelse og adfærd, Danmarks TransportForskning, Lyngby.
8. Elvik, R., Vaa T (2004) The handbook of road safety measures, Elsevier Ltd, Oxford.

Фролов А. А.

БОУ «СОШ № 106», г. Омск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ

Ключевые слова: антенные решетки, фрактал, печатная плата, снежинка Коха.

В свете последних событий внутри нашей страны и в целом во всем мире, все чаще приходится задумываться о защите суверенитета РФ. Необходима разработка радиотехнических систем, включая совместимость с БПЛА (беспилотный летательный аппарат) и РЛС (радиолокационная станция), а также их применение на специальной военной операции (СВО).

Цель: создание антенных решёток для радиоэлектронных систем, разработка антенного устройства для осуществления радиоэлектронной борьбы (РЭБ) в ходе проведения боевых действий.

РЭБ – разновидность вооружённой борьбы, в ходе которой осуществляется воздействие радиоизлучениями (радиопомехами) на радиоэлектронные средства систем управления, связи и разведки противника в целях изменения качества циркулирующей в них военной информации, защита своих систем от аналогичных воздействий, а также изменение условий распространения радиоволн.

В современных условиях при проведении специальной военной операции (СВО) необходимо поддерживать преимущество на поле боя. И для этого надо использовать технологии, способные искажать информацию противника или перехватывать вражескую информацию для нанесения превентивного удара.

В ходе работы над проектом была изучена научная литература о существующих видах антенн и их типов. Для подробного изучения была выбрана антенная решетка Snowflake или же «Снежинка Коха».

Антенная решетка «Снежинка Коха» – это фрактальная антенна с увеличением внешнего периметра участка треугольной формы за счет использования свойства самоподобия. Такая антенна использует фрактал – самоподобную конструкцию, которая передаёт или принимает электромагнитное излучение.

Построение антенной решетки «Снежинка Коха» основано на кривой Коха, которая была впервые описана в статье 1904 года издания «О непрерывной кривой без касательных, построенной из элементарной геометрии» шведского математика Хельге фон Коха. Далее рассмотрим, как происходит итерация (повторение процесса) «Снежинка Коха» на основе треугольника.

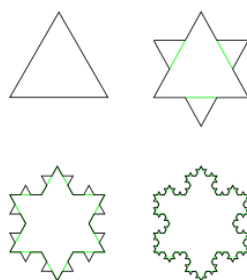


Рисунок 1. Первые четыре итерации снежинки Коха

Антенна на основе антенной решетки «Снежинка Коха» была разработана для увеличения внешнего периметра треугольного патча с помощью свойства самоподобия.

Фрактальные антенны широко используются в системах беспроводной связи, поскольку они имеют небольшой размер, лёгкий вес, низкий профиль, низкую стоимость, а также просты в изготовлении и сборке. Применение фрактальных антенн осуществляется в мобильных телефонах, Wi-Fi и радарах, так как они компактны и подходят для небольших и сложных схем.

Антенная решетка «Снежинка Коха» привлекла внимание исследователей, поскольку она меньше, чем другие геометрические фигуры.

Приступим к разработке прототипа чертежа антенной решетки «Снежинка Коха» в программах MatLab и Компас 3D. В данной программе проведено моделирование. В результате получилась антенна snowflake состоящая из центрального шестиугольника, окружённого рядом симметрично расположенных меньших шестиугольников. Далее начертили антенную решётку в программе Компас 3Д.

Изготовим антенную решетку с помощью лазерно-утюжной технологии (ЛУТ) изготовления печатных плат в домашних условиях. Покажем поэтапно процесс изготовления прототипа антенн на примере процесса разработки snowflake. Сначала надо создать плату в программе создания печатных плат (например, Sprint Layout).

После создания схемы платы надо напечатать схему на лазерном принтере, желательно на глянцевой фотобумаге с максимальными настройками жирности текста. Важно помнить, что напечатанная схема будет зеркальна к перенесенной схеме на плате. Далее выполняется зашкуривание поверхности текстолита до зеркального блеска.

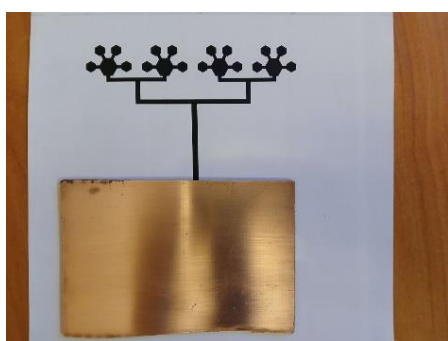


Рисунок 2. Подготовка схемы антенны к переносу на текстолит



Рисунок 3. Перенос напечатанной схемы антенны на текстолит утюгом (ЛУТ)

Использовать для переноса можно обычный домашний утюг или ламинатор. После отрезаем ножницами кусок текстолита по нужным размерам.

Перед переносом надо примерно полминуты нагревать текстолит между слоями бумаги, примерно по 3 мм слой. На нагретый текстолит кладем схему рисунком вниз, и проглаживаем с нажимом по всей поверхности 1,5–2 минуты.

Потом вытаскиваем текстолит с рисунком из-под бумаги, и руками проглаживаем рисунок по всему куску текстолита, чтобы схема припечаталась полностью. Затем нужно положить плату на пару минут в ванночку с горячей водой и моющим средством, вытаскиваем плату и аккуратно трем бумагу пальцем, чтобы её не повредить.



Рисунок 4. Отмывка схемы антенной решетки после применения ЛУТ

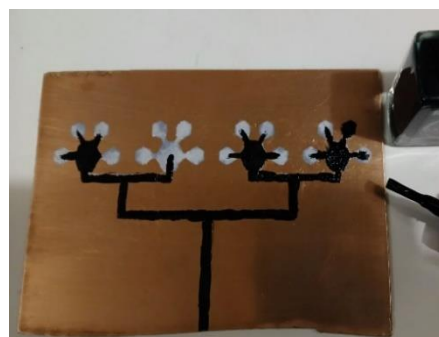


Рисунок 5. Корректировка напечатанной схемы, покрытие лаком

Если с бумагой случайно оторвался кусочек схемы, ее можно подрисовать перманентным маркером.

Когда вся бумага с текстолита оттерлась, покрываем плату с рисунком лаком, и кладем заготовку в ванночку с хлорным железом, разогретым до 50 градусов для ускоренного травления или протравливаем в растворе перекиси водорода, лимонной кислоты и соли. При этом ванночку можно покачивать для ускорения процесса.

Когда плата протравилась, осторожно вытаскиваем и просушиваем феном, перед этим предварительно промыв ее водой. Сухую плату протираем салфеткой, смоченной в ацетоне для удаления слоя тонера.



Рисунок 6. Травление платы антенной решетки в растворе перекиси водорода, лимонной кислоты и соли

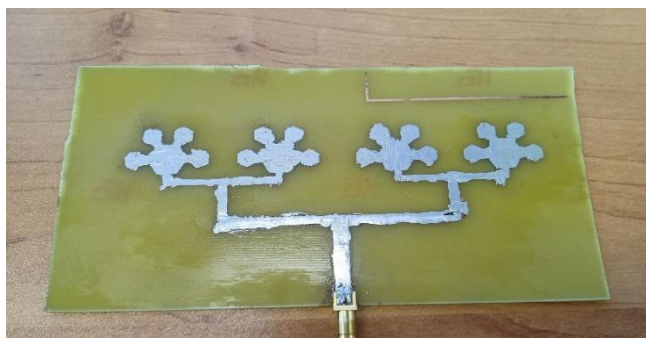


Рисунок 7. Готовая антенная решетка Snowflake, снежинка Коха

Собственно, плата антенной решетки успешно протравилась. Для того, чтобы сделать соединение более прочным, плату антенны необходимо пропаять дополнительным припоем.

Выполненная в ходе проекта Антенная решетка «Снежинка Коха» – это некая фрактальная антенна, выгравированная на диэлектрической подложке из текстолита.

Характеристики Антенной решетки Snowflake (Снежинка): четыре маленьких шестиугольника, окружающих большой шестиугольник с широкополосными характеристиками. Резонансная частота увеличивается с ростом числа итераций. По мере увеличения числа итераций достигается многодиапазонное поведение. С ростом числа итераций уменьшаются обратные потери. С ростом числа итераций также увеличивается полоса пропускания антенны.

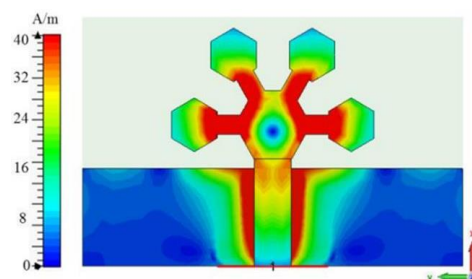


Рисунок 8. Изучение характеристик антенной решетки Snowflake, снежинка Коха

В ходе окончания проекта была предпринята попытка соединения разработанной антенной решетки Snowflake с одним из видов военных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Это было необходимо для проработки вариантов использования данной антенны с возможностью подавления радиосигналов противника. Но из-за недостатка времени данный процесс был выполнен только в начальной стадии. Но работа над проектом будет продолжена и цели будут достигнуты.

Таким образом, в ходе работы над проектом было выполнено проектирование и изготовление антенной решетки с помощью лазерно-утюжной технологии изготовления печатных плат – фрактальная антенная решетка Snowflake (Снежинка Коха). Были созданы рабочие экземпляры антенны.

Определим перспективы работы по продолжению проекта:

1. Дальнейшее совершенствование характеристик антенной решетки Snowflake для увеличения полосы пропускания антенны.
2. Проработка технического соединения антенной решетки Snowflake с военным беспилотным летательным аппаратом (БПЛА).

Библиографический список:

1. Березина, Н. С. Исследование фрактальных свойств природных объектов на примере снежинки Коха // Математическое моделирование и информационные технологии. – Иваново : ИГЭУ им. В.И. Ленина, 2024. – С. 112.
2. Воронина, А. Д. Исследование влияния геометрии фракталов на характеристики фрактальных антенн // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2021. – Т. 2. – С. 358-364.
3. Григорьев, В. А. Адаптивные антенные решётки : учеб. пособие / В. А. Григорьев, С. С. Щесняк, В. Л. Гулюшин. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. – 179 с.
4. Дмитриев, В. Л. Популярно о фракталах: новая дробная размерность // NovalInfo, 2015. – № 38. – URL: <https://novainfo.ru/article/3946> (16.12.2024).
5. Дмитриев, В. Л. Популярно о фракталах: многообразие фракталов и их классификация // NovalInfo, 2015. – № 38 - URL: <https://novainfo.ru/article/3951> (16.12.2024).
6. Мандель, А. Е. Распространение радиоволн: учебное пособие / А. Е. Мандель. – Томск : ТМЦДО, 2001. – 80 с.
7. Усманов, З. Д. Модифицированная снежинка Коха // ДАН РТ. – 2008. – №8. – С. 557–563.

Хараборкина М. Е.

БОУ «Лицей № 64», г. Омск

ИЗУЧЕНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КУРСЕ ФИЗИКИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН С ПОМОЩЬЮ ФИГУР ХЛАДНИ

Ключевые слова: волновые явления, фигуры Хладни, стоячие волны.

Изучению волновых явлений в курсе физики отводится значительное время.

Для визуального представления распространения механических волн в упругих средах предлагается использовать опыт наблюдения распространения волн на поверхности жидкостей. Актуальность темы исследования заключается в том, что «звук возможно не только слышать, но и видеть». Выполненная работа предполагает возможность применения визуализации звуковых колебаний на поверхности твёрдых тел для исследования распространения звуковых колебаний на твёрдой поверхности.

Целью исследования является получение изображения фигур Хладни с помощью визуализации звуковых волн и выявление условий получения чёткого изображения. Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:

1. изучение процессов формирования фигур Хладни,
2. сбор установки для получения фигур Хладни,
3. выполнение эксперимента.

Объектом исследования являются фигуры Хладни. В качестве предмета исследования выступает изменение вида фигур Хладни на различной частоте при использовании разных веществ. Практической значимостью исследования является визуализация звуковых колебаний, а также использование эффекта фигур Хладни в учебном процессе.

Фигуры Хладни – фигуры, образуемые скоплением мелких частиц, например, песка, вблизи пучностей или узловых линий на поверхности упругой колеблющейся пластинки. Явление образования данных фигур объясняется благодаря звуковым стоячим волнам. Относительно крупные частицы собираются в узлах. Если частицы относительно малы, то они собираются в пучностях.

Если рассматривать двумерную систему, в которой примером может служить тонкая упругая мембрана, натянутая на жесткую рамку, то колебания будут выглядеть сложнее, а вместо отдельных точек-узлов будут находиться узловые линии, вдоль которых мембрана неподвижна (см. рисунок 1).

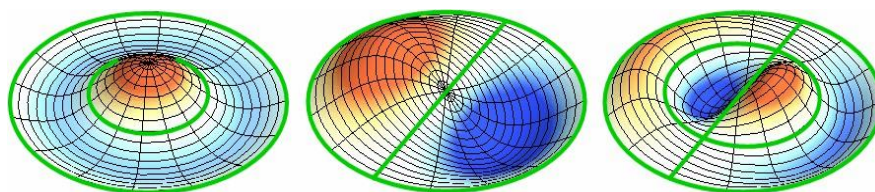


Рисунок 1. Тонкая упругая мембрана

В связи с этим, мелкие частицы на пластине будут располагаться по-разному, образуя разные геометрические фигуры. Причём при низких вибрациях будут формироваться самые простые узоры – квадраты, кресты, круги. При повышении вибрации звука на пластине будут образовываться всё более сложные узоры – звёзды, орнаменты и так далее (см. рисунок 2).

В конце 18 века немецкий физик и исследователь акустики Эрнест Флоренс Фридрих Хладни увидел красивые узоры, в ходе своих экспериментов с вибрацией упругих металлических пластин, посыпанных песком. Он закрепил центр металлической квадратной тонкой пластинки, расположенной горизонтально на стойке, посыпал её поверхность мелким песком и касался пальцем точки в середине одной из свободных сторон. Далее он проводил скрипичным смычком по противоположному краю, который находился ближе к одному из углов. Тем самым пластина

начинала вибрировать с частотой звукового диапазона. Песок соскакивал с большей части поверхности и собирался по длине двух узловых линий. И посыпав ещё раз песком поверхность пластины, коснувшись одного из её углов и проведя смычком по середине одного из краёв, он получил две резко обозначенные полосы, проходящие по диагонали. Частоту и характер колебаний пластины можно было легко регулировать, прикладывая палец к тому или иному месту на другом ее крае. Именно таким образом Эрнест Хладни получил интересный набор фигур и сделал попытку их классификации, согласно количеству горизонтальных и вертикальных узловых линий на краях.

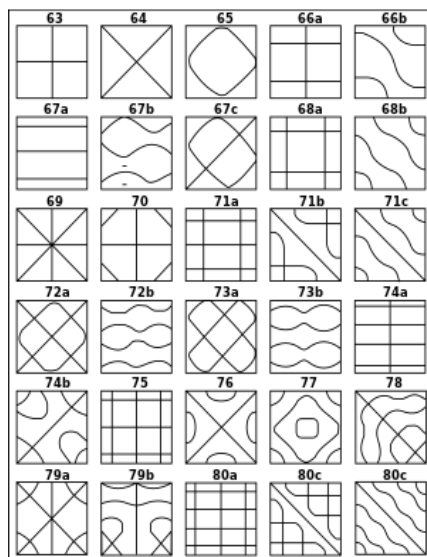


Рисунок 2. Примеры фигур Хладни

В современных экспериментах для создания фигур Хладни необходимы строго определённые колебания, которые легче всего генерировать обычным динамиком. Для получения звуковых колебаний были использованы звуковой генератор ГЗ-106, динамик SANYOSP4200,4 Ом, 4-8 W/и порошки диоксид титана микрогранулированный TiO_2 , оксида алюминия Al_2O_3 , манная крупа.

Опыт 1. Получение фигур Хладни с использованием диоксида титана. Для данного опыта использовались следующие приборы: звуковой генератор, динамик, лист плотной чёрной бумаги формата А4, диоксид титана. На ровной поверхности расположили динамик, на котором разместили лист бумаги. Далее на бумагу равномерно распределили небольшое количество диоксида титана. Подключили динамик к звуковому генератору и поэтапно увеличили частоту динамика с 10 Гц до 200 Гц.

Опыт 2. Получение фигур Хладни с использованием оксида алюминия. Для данного опыта использовались следующие приборы: звуковой генератор, динамик, лист плотной чёрной бумаги формата А4, оксид алюминия. На ровной поверхности расположили динамик, на котором размещался лист бумаги. Далее на бумагу равномерно распределялось небольшое количество оксида алюминия. Подключали динамик к звуковому генератору. Оксид алюминия лежал на поверхности и не двигался. Поэтапно увеличивали частоту динамика с 10 Гц до 200 Гц. Изучили получаемые картины узлов и пучностей из оксида алюминия.

Опыт 3. Получение фигур Хладни с использованием манной крупы. Для данного опыта использовались следующие приборы: звуковой генератор, динамик, лист плотной чёрной бумаги формата А4, манная крупа. На ровной поверхности расположили динамик, на котором размещался лист бумаги. Далее на бумагу равномерно распределялось небольшое количество манной крупы. Подключали динамик к звуковому генератору. Манная крупа лежит на поверхности и не двигается. Поэтапно увеличиваем частоту динамика с 10 Гц до 200 Гц. Изучаем получаемые картины узлов и пучностей из манной крупы.

Основные результаты

В результате опыта 1 получились уникальные фигуры Хладни в виде скоплений диоксида титана различных размеров и узоров кругловатой структуры, которые при увеличении частоты

колебаний меняют своё местонахождение и формы. А также наблюдалось явление резонанса частот колебаний поверхности листа и звука.

В результате опыта 2 получились уникальные фигуры Хладни кругловатых форм, в основном больших размеров. Фигуры сформировались на более высоких частотах (40 Гц), чем у диоксида титана (15 Гц). Явление резонанса частот колебаний поверхности листа и звука не наблюдалось, т.к. частицы оксида алюминия крупнее частиц диоксида титана.

В результате опыта 3 не получились фигуры Хладни. Частицы манной крупы не приобретали явной формы. Манная крупа не образовала чёткие фигуры Хладни, потому что частицы манки крупнее и тяжелее частиц оксида алюминия и частиц диоксида титана.

Выводы: Гипотеза о получении чёткого изображения фигур Хладни частично не подтвердилось. Причиной может служить:

1. Не идеально ровная поверхность листа, на котором проводился эксперимент.
2. Непрофессиональная конструкция установки для получения предполагаемого результата.
3. Слабая мощность генератора, который использовался для эксперимента.

В результате эксперимента было выяснено:

1. Более чёткий рисунок появляется на поверхности листа с более мелкими частицами (с частицами порошка диоксида титана), менее подвижные и чёткие скопления появляются с более крупными частицами (с частицами оксида алюминия), и наименее чёткие фигуры появляются с использованием наиболее крупных частиц (с частицами манной крупы).

2. С использованием частиц диоксида титана на частоте 88 Гц появляется явление резонанса частот колебаний поверхности листа и звука.

3. На основе этих опытов можно наблюдать как стоячие волны, так и резонанс частот.

Заключение.

В результате проведённого эксперимента удалось изучить процессы формирования фигур Хладни и выполнить поставленные задачи. Они отличаются от классических фигур в связи с отличающимися условиями эксперимента. Во многом это зависело от качественного оборудования и установки. Изменение формы и направления частиц напрямую зависели от частоты звуковой волны и фигуры формировались в среднем звуковом диапазоне (30 до 120 Гц).

Исходя из исследования, можно сделать вывод, что фигуры Хладни зависят – не только от частоты колебаний, но и от использованных в эксперименте веществ (порошков).

Проведённый эксперимент – отличная визуализация механических волн, может использоваться как демонстрация при формировании понятий по темам «Механические и стоячие волны», а также моделирование электронных оболочек для демонстрационного эксперимента в учебных целях.

Библиографический список:

1. <https://kniganews.org/map/e/01-00/hex4d/>.
2. <https://habr.com/ru/articles/406637/>.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Фигуры_Хладни.
4. <https://www.oum.ru/literature/raznoe/figury-khladni/>.
5. <https://serkov.su/blog/?p=2034>.
6. http://genius.pstu.ru/file.php/1/pupils_works_2018/Shorohova_Kristina.pdf.
7. http://alexandr4784.narod.ru/4_7.htm.
8. <http://sound.therapy.by/figury-xladni/>.
9. <https://electrik.info/main/master/1836-figury-hladni.html>.
10. <http://www.astronet.ru/db/msg/1219728>.
11. О.А. Журавлёв, С.Ю. Комаров, Н.Е. Молевич «Исследование процесса изменения фигур Хладни на колеблющейся мембране с тонким слоем жидкости».
12. Валерий Касьянов «ДРМ Физика. Механические волны. Акустика».
13. Савельев И.В. Курс общей физики, том I.
14. А. Вуд «Звуковые волны и их применения».
15. Ф. Морз «Колебания и звук».

СЕКЦИЯ «СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Бочуля Р. С.

ПАО «ОНХП», ОмГТУ, г. Омск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ СТ-3 В ВОДНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ОЛЕАТА НАТРИЯ

Введение

С появлением новых технологических процессов и развития химической промышленности, требования к конструкционным материалам становятся все более строгими. Металлы и сплавы широко используются как строительные материалы, но они подвержены разрушению в результате химического взаимодействия с окружающей средой во время эксплуатации. Этот процесс, известный как коррозия, несет потери важных свойств металла и является нежелательным в производственной сфере. Важность исследований заключается в том, что коррозия приводит к значительным экономическим потерям, разрушая до 25% производимого металла ежегодно [1, 2].

Сталь Ст3 используется для изготовления различных металлоконструкций, таких как сварные и несварные элементы, листовой, фасонный и профильный прокат, например, трубы, уголки, балки. Металлоконструкции из стали Ст3 занимают ведущие позиции по объему потребления черного металла.

Таким образом, одной из ключевых целей состоит в обеспечении защиты металлов и их сплавов от коррозии [3, 4].

Экспериментальная часть

Испытания приводились на приборе Монитор – 2 м, который представляет собой индикатор скорости коррозии, предназначенный для оперативного контроля и определения коррозионной агрессивности по отношению к нелегированной стали в жидких средах.

Индикатор используется совместно с двухэлектродным датчиком поляризационного сопротивления и стальными электродами. Индикация показаний производится в единицах скорости коррозии электродов датчика: мм/год.

Для расчета скорости коррозии применяется уравнение (1), которое основано на принципе Штерна-Гири и законе Фарадея [5]

$$V_{\text{кор}} \left[\frac{\text{мм}}{\text{год}} \right] = \frac{K}{R_n}, \quad (1)$$

где $K = 2.16 * \frac{b_a * b_k}{b_a + b_k}$ является теоретической константой датчика, b_a и b_k [мВ], соответственно наклоны анодных и катодных тафелевских прямых в полулогарифмических координатах, R_n [Ом] поляризационное сопротивление.

Для определения скорости коррозии была собрана следующая установка: к выходу 1.1 прибора подключаются клеммы, подсоединенные к металлическим электродам марки Ст-3. В ячейку помещается исследуемая среда и электродная пара. Сама ячейка помещается на магнитную мешалку, снабженную нагревателем.

Для начала необходимо было определиться с рабочим диапазоном варьируемых параметров. В ходе изучения технического регламента [6], было установлено, что для теплообменников на установки гидроочистки дизельных топлив, применяемой на НПЗ, допустимая температура – не более 50 градусов. Для соблюдения технологической точности, температурный диапазон был принят в пределах от 20 до 50 °С.

Преимуществом большинства карбоксилатов щелочных металлов перед другими органическими ингибиторами коррозии является их низкие токсичность и загрязняющее действие [7].

Многие карбоновые кислоты различной природы, а также их соли могут использоваться в качестве ингибиторов коррозии. Наиболее часто применяемые из них – соли ароматических, алифатических предельных и непредельных карбоновых кислот, имеющих длину цепи C_{6-30} , на конце которой находится одна или две карбоксильные группы [8].

Олеат натрия по механизму действия так же является органическим адсорбционным ингибитором коррозии или пассиватором. Олеат-анион, адсорбируясь на детали, гидрофобизирует поверхность металла, что значительно замедляет его окисление, то есть анодную реакцию, а наличие ненасыщенной связи в цепи олеат-аниона усиливает адсорбцию на положительно заряженной поверхности [9, 10].

Рассмотрен патент, в котором указано, что олеат натрия при комнатной температуре можно использовать при концентрации 500-1400 мг/л. Для проверки применимости данных было решено расширить диапазон исследуемых концентраций в пределах 150-1600 мг/л, что соответствует 0.5-5.0 моль/л [11].

Исходя из технических рекомендаций к прибору, была разработана следующая схема эксперимента: электроды предварительно травят концентрированной соляной кислотой и зачищают абразивом. Затем собирают установку. Включают прибор в режим автоматического измерения и снимают показания скорости коррозии не менее 5 раз. После следует нагревание жидкости до определенного значения с последующим термостатированием и анализом при заданной температуре. Последним этапом является обработка результатов с построением графической зависимости.

Результаты и их обсуждение

Для определения степени защиты от коррозии, необходимо построить график зависимости скорости коррозии металла в водопроводной воде без ингибитора от температуры. Ввиду возможной разности состава было принято решение провести отбор проб в 3 разных дня, а полученные результаты обработать.

Для построения самой зависимости взяты средние значения. Полученное уравнение регрессии имеет вид $y = kx + b$.

Можно заключить, что скорость коррозии линейно зависит от температуры с тангенсом угла наклона 0.0012.

Тогда для нахождения скорости коррозии при заданной температуре по начальному значению при 20 °C справедлива формула (2):

$$V_0 T = 0.0012 * T + (V_{20} - V_{20}^0 + b), \quad (2)$$

где T – температура, V_T – скорость коррозии в водопроводной воде при заданной температуре, V_{20}^0 – скорость коррозии при 20 °C по калибровочному графику,

V_{20} – скорость коррозии при 20 °C, полученная для исследуемой воды,

b – коэффициент, учитывающий отклонение исходного графика от нулевой точки.

Следующий этап исследования – изучение зависимости скорости коррозии от концентрации ингибитора при 20 °C. Серия растворов готовилась методом последовательного разбавления, чтобы избежать возможного изменения состава. Полученная зависимость имеет степенной характер, поэтому для линеаризации зависимости получение значения потенцируются и график строится в координатах pC от pV . Предварительно измеренное значение скорости коррозии выступает в качестве сравнительного для расчёта степени защиты. Из приведенного графика зависимости $P = f(C \text{ инг})$ следует, что минимальное значение концентрации ингибитора, удобное для приготовления, равно 1 ммоль/л.

Последним этапом стал поиск предельно допустимой температуры для рабочего диапазона концентраций от 1 до 5 ммоль/л. Чтобы условия ингибирования были оптимальными, необходимо рассчитать предельную температуру, при которой степень защиты от коррозии для данной концентрации ингибитора будет выше 70%.

За основу уравнения была взята формула расчета степени защиты от коррозии:

$$P = \frac{V_0 - V_i}{V_0} * 100 \quad (3)$$

Вместо V_0 подставим выражение (2), а вместо V — уравнение прямой: $kx + b_2$.

$$\frac{0,0012T + (V_{20} - V_{20}^0 + b_1) - (kT + b_2)}{0,0012T + (V_{20} - V_{20}^0 + b_1)} * 100 = 70, \quad (4)$$

где: b_1 – коэффициент, учитывающий отклонение исходного графика от нулевой точки для объекта без ингибитора, b_2 – коэффициент, учитывающий отклонение исходного графика от нулевой точки для объекта с ингибитором.

Выразив из уравнения (3) T получим:

$$T = \frac{30 * (V_{20}^0 - V_{20} - b_1) + 100b_2}{0,036 - 100k} \quad (5)$$

После в уравнение (5) подставлялись значения и рассчитывалась предельная температура. По полученным данным о предельной температуре получен график зависимости.

Можно сделать вывод, что с повышением температуры на каждые 10 градусов концентрацию ингибитора нужно увеличить на 1 ммоль/л.

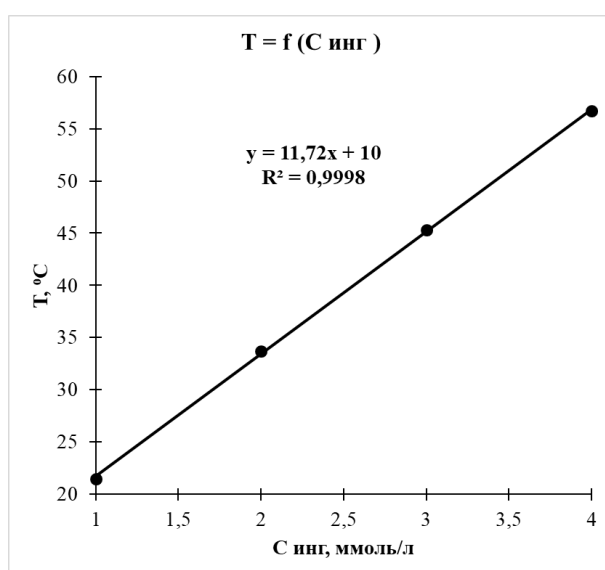


Рисунок 1. Зависимость предельной температуры от концентрации ингибитора

Для того, чтобы убедиться в практической пригодности полученных результатов, была отобрана вода с установки гидроочистки дизельных топлив Омского нефтеперерабатывающего завода. Были проведены аналогичные опыты по измерению скорости коррозии в воде без ингибитора. По полученной зависимости можно убедиться, что скорость коррозии линейно зависит от температуры с тангенсом угла наклона 0.012.

Чтобы определить предельную температуру, опыты проводились аналогично водопроводной воде: готовилась серия растворов с разным содержанием ингибитора, в каждом из которых было проведено измерение скорости коррозии. Было также использовано уравнение (5). Как видно из получившегося графика (рисунок 1), предположение о том, что с повышением температуры на каждые 10 градусов концентрацию ингибитора нужно увеличить на 1 ммоль/л подтвердилось.

Библиографический список:

1. Balangao, Jeffrey Ken. Corrosion of Metals: Factors, Types and Prevention Strategies. JCHR. 2024. Vol.13. No.1. P.79-87.
2. Перелыгин, Ю.П. Коррозия и защита металлов от коррозии : уч. пос. для студ. тех. спец. – 2-е изд., доп. / Ю. П. Перелыгин, И. С. Лось, С. Ю. Киреев. – Пенза : Изд-во ПГ, 2015. – 88 с.
3. Helmut Kaesche. Corrosion of metals: physicochemical principles and current problem. Germany: Springer Verlag Berlin Heidelberg. 2003. 604p.

4. David M. Bastidas. Corrosion and Protection of Metals. MDPI. 2020. Vol.10. No.4. P.458-463. doi:10.3390/met10040458.
5. Индикатор скорости коррозии для мониторинга коррозионной агрессивности нефтепромысловых сред с накопителем информации и компенсатором омического сопротивления монитор – 2 (модификация – лабораторный) паспорт (ол4.049.043 пс). 2006. 15с.
6. ОАО «Омский нефтеперерабатывающий завод» – технологический регламент установки гидроочистки дизельных топлив л-24-7. 2006. 145 с.
7. Даниловская, Л.П. Ингибиторы коррозии металлов: метод. указ., под ред. Т.Н. Альбова. / Л. П. Даниловская, Р. С. Крымская. – Санкт-Петербург : СПбГМТУ, 2017. – 35 с.
8. B.R. Pandian, G.S. Mathur. Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media (review). Materials Letters. 2008. Vol.62. No.1(15). P.113-116. DOI 10.1016/j.matlet.2007.04.079
9. Блинов, А. В. Термодинамика адсорбции олеата натрия, олеиновой, линолевой и линоленовой кислот из воды, четыреххлористого углерода и гексана на высокодисперсном магнетите: Дис. канд. хим. наук: Иваново. 2004. 101с.
10. Лагне, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге. – Санкт-Петербург : Профессия. 2004. 240с.
11. Патент РФ № 2021123125. Голованова О.А., Беззубов А.Н. Способ ингибирования коррозии стали в воде. 2022. Бюл. №15.

Буканова С. К., Абаева А. Қ., Қалыбекова Д. Ә.

НАО «Атырауский университет нефти и газа имени С. Утебаева», г. Атырау

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

Ключевые слова: дорожные битумы, окисленные битумы, компаундированные битумы.

Глобальный размер мирового рынка битума оценивается в 84,6 миллиардов долларов США с потенциалом роста до 116,2 млрд долларов к 2027 году. Общий объем производства битума оценивается примерно в 113 млн. тонн в год. Причем, самый большой объем нефтяных битумов производит США – почти 40 миллион тонн в год. Спрос на битум растет, в том числе в Казахстане [1].

Рынок битумов в Казахстане демонстрирует интересные трансформации, обусловленные ростом строительного сектора и государственной поддержкой инфраструктурных проектов. В последние годы наблюдается увеличение спроса на высококачественные битумы, что связано с активным развитием транспортной инфраструктуры и обновлением дорожных покрытий. Одним из ключевых трендов является внедрение экологически чистых технологий в производство битумов, что отвечает мировым стандартам устойчивого развития. Однако, несмотря на позитивные изменения, рынок сталкивается с некоторыми вызовами, такими как колебания цен на сырьевые материалы и нехватка квалифицированных кадров. Конкуренция среди местных и международных производителей усиливается, что создает необходимость в инновациях и оптимизации производственных процессов [2].

Современные исследования сосредоточены на создании энергоэффективных и экологически безопасных процессов, позволяющих перерабатывать сырьё с нестабильными характеристиками и получать продукт, соответствующий мировым стандартам.

На сегодняшний день существуют шесть вариантов технологий производства дорожных битумов:

1. Производство остаточных битумов по технологии глубоковакуумной перегонки мазута.
2. Производство неокисленных компаундированных битумов.
3. Производство окисленных битумов по современным технологиям.
4. Производство компаундированных битумов улучшенного качества по технологии: переокисление-разбавление.
5. Получение битумов из нефтяных остатков, модифицированных элементарной серой.
6. Получение битумов по технологии: висбрекинг→вакуумная перегонка→стабилизация.

Технология глубоковакуумной перегонки мазута применима лишь при переработке высокосмолистых высокосернистых нефтей. Она достаточно проста, но требует выполнения определенных условий – это создание специальной вакуумсоздающей системы, реконструкции вакуумной колонны с установкой насадок, подбор определенного режима в зависимости от исходного сырья. В отдельных случаях возможно компаундирование полученного остатка с тяжелыми боковыми погонями или другими продуктами переработки нефти. Для производства остаточных битумов большое значение имеет содержание в нефти твердого парафина. Производство остаточных битумов широко распространено за рубежом.

Затраты на производство остаточных битумов минимальны по сравнению с затратами на любые другие технологии. Технология безотходная, вредные выбросы, требующие утилизации или обезвреживания, отсутствуют. Битумы характеризуются высокой растяжимостью, хорошей адгезией к минеральным материалам, повышенной устойчивостью к процессам термоокислительного старения [3].

Основой для производства неокисленных компаундированных битумов дорожных битумов являются обычно продукты процессов деасфальтизации гудронов пропановыми растворителями. Основное назначение деасфальтизации гудронов пропаном – это получение деасфальтизатов, являющихся сырьем для производства базовых масел, а также сырьем для процессов вторичной переработки нефти – каталитического крекинга и гидрокрекинга. Остатки деасфальтизации

(асфальт, асфальтит) в некоторых случаях соответствовать требованиям, предъявляемым к вяжущим для дорожного строительства [4-5]. Однако чаще эти остатки используют в качестве сырьевого компонента битумного сырья для последующего его окисления в смеси с гудроном.

На базе асфальтов пропановой (пропан-бутановой, бутановой) деасфальтизации можно получать высококачественные неокисленные компаундированные дорожные битумы [6-7]. Утяжеленные асфальты, представляющие собой концентраты смол и асфальтенов, являются как структурным каркасом битума. Компаундированием такого асфальта со специально подобранными пластифицирующими компонентами можно получать дорожные битумы достаточно широкого ассортимента и высокого качества [8]. В качестве пластификаторов обычно используют исходные гудроны, экстракты селективной очистки масел, тяжелые боковые погоны, выводимые из вакуумных колонн и другие компоненты, исходя из особенностей состава перерабатываемого сырья и технологии каждого конкретного производства.

По этой технологии возможно получение кондиционных дорожных битумов из высокопарафинистых нефтей [9], поскольку парафины и большая часть парафинонафтеновых углеводородов переходит в деасфальтизат.

Прямое окисление нефтяных остатков (гудронов) и смесевых композиций гудронов с другими остаточными продуктами переработки – наиболее распространенная технология из всех выше перечисленных [10].

Стандартное битумное сырье – гудрон окисляют в специальных аппаратах (реакторах) продувая через него воздух. Процесс окисления проводят при повышенных температурах 240-260 °С. Изменение тех или иных показателей технологического режима, например, температуры или расхода воздуха на окисление, может существенно повлиять лишь на производительность битумного производства, и лишь незначительно на качество вырабатываемых битумов.

Характерной особенностью для всех битумов, произведенных по такой технологии, является недостаточная их устойчивость к процессам термоокислительного старения, достаточно невысокая адгезия к высокопрочным минералам. С течением времени битум старится, температура размягчения его повышается, а пластичность и эластичность снижаются. Битум становится более хрупким и большей степени подвержен разрушительным процессам под действием нагрузок [3].

Процессы окисления нефтяных остатков кислородом воздуха проводят на установках периодического или непрерывного действия. Для этого применяют реакционные аппараты различных типов: кубы (периодического и непрерывного действия), трубчатые и бескомпрессорные реакторы, разнообразные конструкции реакторов барботажного типа.

Авторы работы [11] для интенсификации процесса окисления, а также улучшения свойств получаемых битумов предложили использовать модифицирующую добавку, представляющую собой многокомпонентную систему на основе смесей непредельных карбоновых кислот, многоатомных спиртов и катализатора.

В последние годы заметно возросла тенденция к повышению объемов выработки нефтяных топливных компонентов. Из гудронов дополнительно отгоняют облегченные компоненты. Получаемый в остатке утяжеленный гудрон обладает вязкостью в 3–10 раз, превышающей действующие нормативные значения.

Производство высококачественных дорожных битумов из ненормативного по вязкости сырья может быть решено с применением технологии «переокисление → разбавление» [12-13].

Суть технологии заключается в глубоком окислении исходного сырья с любой вязкостью в диапазоне 20-200 (и более) сек. При этом создается как бы структурный каркас битума, характеризующийся повышенным содержанием смол и асфальтенов. Полученный переокисленный битум затем пластифицируют исходным сырьем с добавлением при необходимости дополнительных неокисленных пластифицирующих компонентов [14].

Преимущества такой технологии перед традиционной технологией прямого окисления состоит в следующем: окислительный блок постоянно работает в стабильном режиме; окислению подвергают лишь 50-60 % сырья, остальное балансовое количество сырья поступает на разбавление окисленного компонента, а это приводит к снижению энергозатрат и к повышению экологической безопасности производства. Компаундированные битумы характеризуются большой

пластичностью, лучшими низкотемпературными свойствами, лучшей адгезией к минеральным материалам и меньшей склонностью к процессам термоокислительного старения [15].

Известны многочисленные решения по введению в битум различных модифицирующих компонентов, в том числе адгезионных добавок, полимеров, резиновой крошки, природных битумов, серы, а также структурирующих и стабилизирующих компонентов.

Модифицированные битумные вяжущие получают путем введения в битум специальных добавок (модификаторов), улучшающих те или иные свойства битума. К ним относятся битумы (или другие органические вяжущие), содержащие до 10 % (по массе) добавок модификатора.

В качестве модифицированных битумов широко известны разнообразные полимербитумные, резинобитумные вяжущие, битумы, модифицированные добавками поверхностно-активных веществ, природных битумов, а также продуктов нефтехимии, коксохимических и лесохимических производств [16].

Технология висбрекинг→вакуумная перегонка→стабилизация: обычный типовой висбрекинг, обычная вакуумная перегонка. Глубиной конверсии и отбора дистиллятных фракций можно регулировать качество битума.

Битум при этом получается особый. Ни один из битумов, по какой бы технологии он ни был получен, не обладает такими высокими адгезионными характеристиками. Дуктильность такого битума также велика – свыше 100 см при 25°C. Но есть один весьма существенный недостаток: в остатке висбрекинга и остатке его вакуумной перегонки присутствуют неопредельные соединения. В связи с этим стабильность свойств битума во времени недостаточна [15].

Современные технологии производства дорожных битумов демонстрируют значительное разнообразие, что позволяет адаптировать процессы к изменяющимся требованиям отрасли и характеристикам исходного сырья. Таким образом, будущее технологий производства дорожных битумов связано с инновациями, направленными на повышение качества материалов, снижение затрат и соответствие экологическим стандартам. Казахстан занимает особое место благодаря активному развитию инфраструктурных проектов и растущему спросу на высококачественные битумы.

Библиографический список:

1. <https://www.kmg.kz/ru/press-center/articles/bitum-def//>.
2. <https://tebiz.ru/mi/analiz-rynka-bitumov-v-kazakhstane>.
3. Кутьин, Ю.А. Битумы и битумные технологии – сегодня и завтра. / Ю. А. Кутьин, Э. Г. Теляшев, Г. Н. Викторова. // Мир нефтепродуктов. – 2004. – №3. – С. 11–14.
4. Султанов, Ф. М. Процесс пропан-бутановой деасфальтизации гудрона из высокопарафинистой нефти с целью получения сырья для производства дорожных битумов // Мир нефтепродуктов. – 2016. – Т. 4. – С. 9–11.
5. Tong Y., Shen B., Fang W., Liu J., Sun H. Optimization of vacuum resid solvent deasphalting to produce bright stock and hard asphalt. Pet. Sci. Technol. 2018. V. 36. №1. pp. 55–61.
6. Аминов, Ш. Х. Современные битумные вяжущие и асфальтобетоны на их основе : уч. пос. для вузов / Ш. Х. Аминов, Ю. А. Кутьин, И. Б. Струговец. – Санкт-Петербург : Недра, 2007. – 336 с.
7. Джумаева, О., Компаундирование в технологиях получения битумов / О. Джумаева, Н. Л. Солодова, Е. А. Емельянычева // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19 – №5. – С. 43–48.
8. Обухов, А. Г. Эффективные битумные вяжущие для асфальтобетонных покрытий. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2021. – № 11. – С. 32–40. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-11-32-40.
9. Kemalov R. A., Alim Feizrakhmanovich Kemalov. High Technology of Production of Bitumen from Highly Paraffinic Crude. Indian Journal of Science and Technology, May 2016. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i18/93733.
10. Тлехусеж, М. А. Влияние химических процессов производства строительных битумов на их свойства // Научные труды КубГТУ. – 2024. – №2. С. 50–58. DOI:10.26297/2312-9409.2024.2.4.
11. Кемалов Р. А. Получение окисленных битумов на основе модифицированного гудрона // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2008. – №7. – С.21–24.

12. Патент №2258730 РФ. Способ получения битума. Кутын Ю. А., Теляшев Э. Г., Викторова Г. Н., Ризванов Т. И. БИ №23 от 20.08.2005.
13. Evdokimova N.G., Makhmutova A.R., Aliyeva N.T., Guseinova E.A. Production of thermo-stable road bitumens by the method of «oxidation-compounding». Azerbaijan chemical journal. № 4. 2022. doi.org/10.32737/0005-2531-2022-4-102-108.
14. Ширкунов, А. С. Производство окисленных дорожных битумов в соответствии с ГОСТ 3133–2014 на базе гудронов с различной вязкостью // Вестник ПНИПУ. – №2. – 2018. – С. 60–70.
15. Кутын, Ю. А. Битумы и битумные материалы. Нормативы, качество, технологии. – Уфа : Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2018. – 272 с. ISBN 978-5-902159-56-8.
16. Холмунинова, Д. А., Мамадалиева, Ч. Совершенствование технологии производства битума для дорожного покрытия. Educational Research in Universal Sciences.Vol.2, №2. 2023. С.247–254.

Вакула П. В., Дюсембаева А. А.

ПАО «ОНХП», г.Омск,

ФГАОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского», г.Омск

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ 21-10/3М

Ключевые слова: установка замедленного коксования (УЗК), игольчатый кокс, компьютерное моделирование, печь.

Производство игольчатого кокса в России является важной стратегической и экономической задачей, поскольку этот вид кокса полностью импортируется (на момент 2021 года). Для запуска отечественного производства игольчатого кокса требуется наличие на нефтеперерабатывающих заводах установок замедленного коксования (УЗК). Высокий интерес к продукции обусловлен потребностью металлургической промышленности в графитированных электродах.

Цель работы – на компьютерной модели подобрать технологический режим для получения игольчатого кокса на установке замедленного коксования 21-10/3М. (см. рисунок 1).

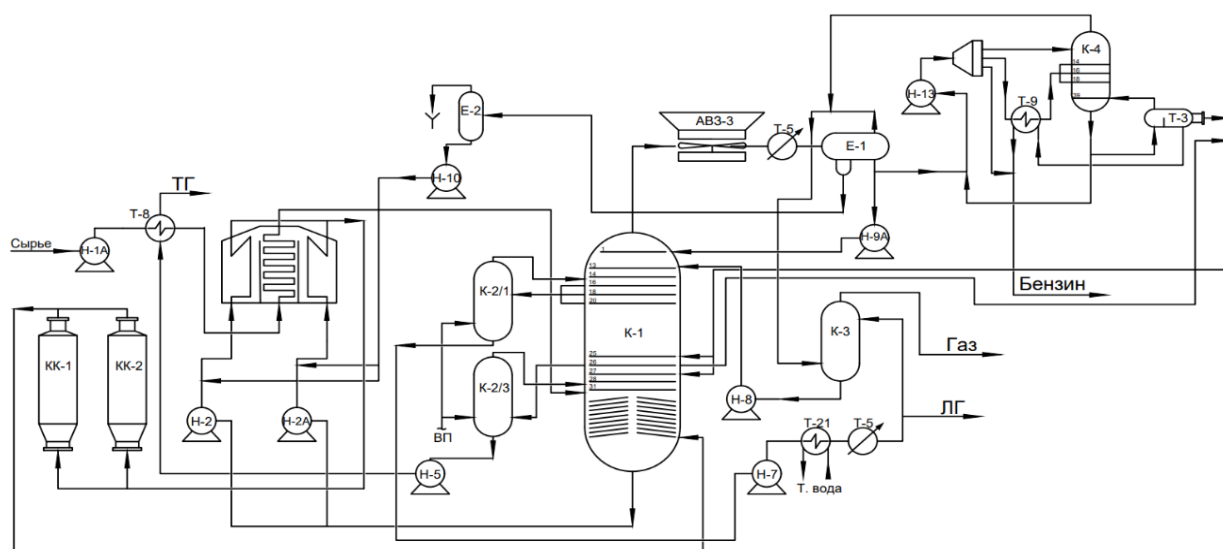


Рисунок 1. Принципиально-технологическая схема УЗК 21-10/3М

Были поставлены следующие задачи:

1. разработка вариантов модернизации УЗК для достижения показателей качества игольчатого кокса;
2. построение компьютерной модели УЗК в ПП «Aspen HYSYS» до и после модернизации;
3. анализ результатов компьютерного эксперимента;
4. технико-экономическая оценка проекта.

В качестве объекта исследования рассмотрена действующая установка замедленного коксования 21-10/3М, предназначенная для получения нефтяного кокса из тяжелых нефтяных остатков процессов первичной и вторичной переработки нефти. На установку поступает 74 т/ч сырья, из которого получают:

1. 11% сухого газа и 12% бензина коксования;
2. 32% легкого и 16% тяжелого газойля;
3. 28 % суммарного кокса.

На первом этапе в соответствии с регламентными нормами технологического режима в ПП «Aspen HYSYS» была построена модель действующей установки. Погрешность прогнозирования по материальному балансу составила не более 8%. (см. рисунок 2).

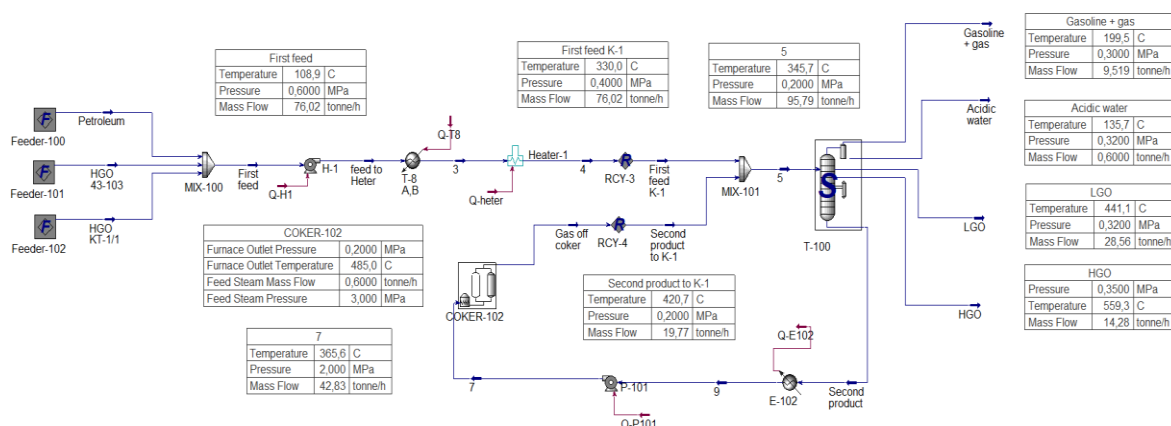


Рисунок 2. Компьютерная модель УЗК 21-10/3М до модернизации

В проектной работе рассмотрены два пути модернизации:

1. добавление тяжелого газойля ко вторичному сырью после ректификации;
2. изменение технологических параметров работы шатровой печи.

Модернизация технологической схемы на компьютерной модели по первому варианту реализована следующим образом. Часть газойля через делитель потока отводится с установки как готовый продукт, а другая часть смешивается со вторичным сырьем. Полученная смесь насосом подается в радиационную камеру и реакторы коксования (см. рисунок 3).

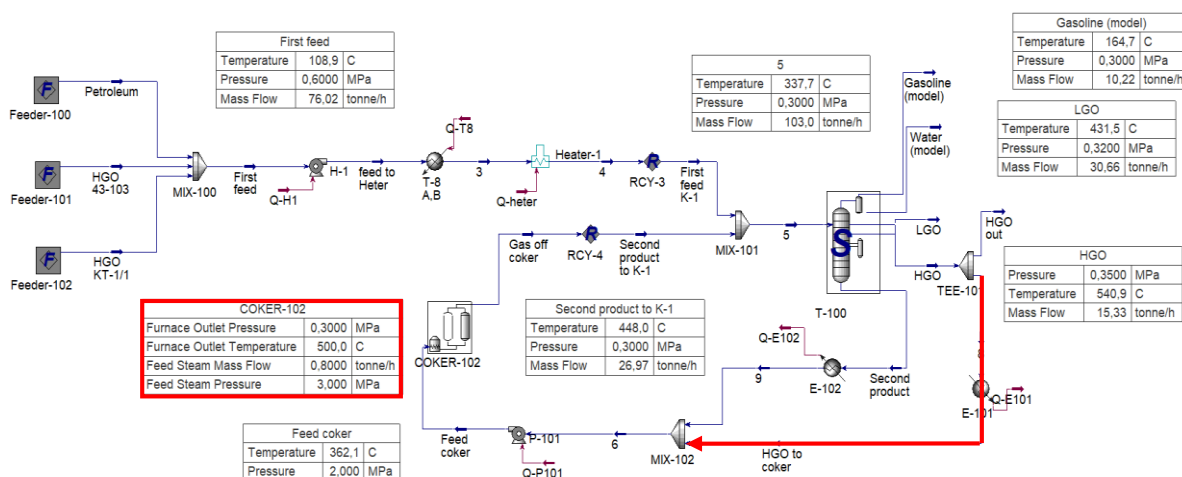


Рисунок 3. Компьютерная модель УЗК 21-10/3М после модернизации

Для определения допустимого количества тяжелого газойля расход варьировали от 0,0 до 8,0 т/ч. Результаты вычислительного эксперимента показали, что при увеличении количества добавляемого газойля – выше 7,5 т/ч – параметры получаемого кокса не соответствуют требованиям игольчатого кокса по содержанию летучих соединений (более 10,0%). Таким образом, рекомендуемый расход добавляемого тяжелого газойля находится в интервале от 6,5 до 7,3 т/ч.

Как видно из графической зависимости параметров кокса от количества добавляемого газойля (см. рисунок 4), циркуляция снижает выход кокса, однако способствует небольшому снижению серы и повышению выхода летучих веществ, что положительно отражается на качестве получаемого продукта.

На следующем этапе модернизации в полученной модели (см. рисунок 3) изменяли условия технологического режима работы шатровой печи. На основании литературных данных [2] были заданы следующие условия: температуру вторичного сырья на выходе 500°C, давление в змеевиках печи 0,3 МПа, количество добавляемого турбулизатора 0,8 м³/ч и расход добавляемого тяжелого газойля 7 т/ч.

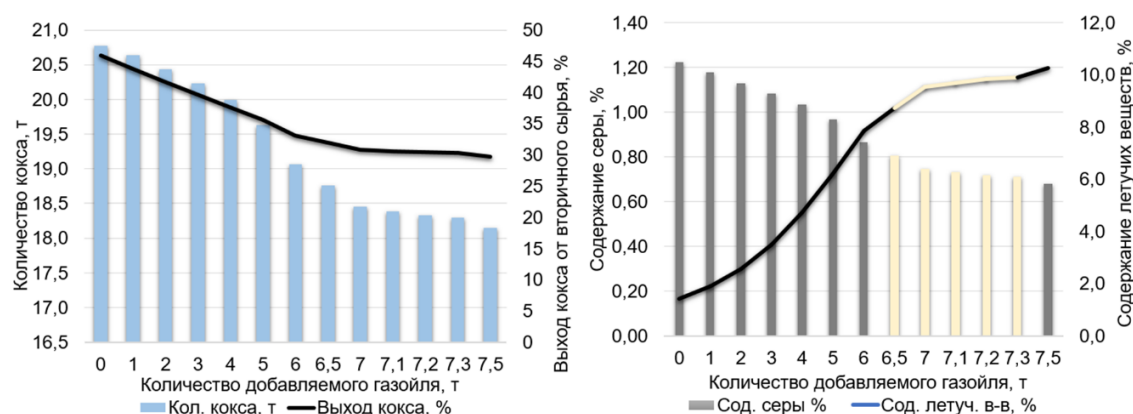


Рисунок 4. Зависимость параметров кокса от количества добавляемого газойля

Варьирование технологических параметров работы шатровой печи в условиях модернизированной схемы показало следующее. При изменении давления от 0,2 до 0,3 МПа содержание серы увеличивается на 0,28%, при этом содержание летучих веществ уменьшается на 1,55%. При варьировании температуры от 485 до 500 °С уменьшаются содержания серы – на 4,48% и летучих веществ – на 28,91%. Сравнительный анализ результатов моделирования также показал, что выход кокса уменьшается на 0,3% при увеличении давления на 0,1 МПа и на 4,39% при увеличении температуры на 15 °С.

Нормируемые показатели кокса до и после модернизации представлены в таблице 1. Как видно из сопоставления результатов вычислительного эксперимента, содержание летучих веществ уменьшается на 0,63%, содержание серы – на 0,57%. Таким образом, показатели качества полученного кокса соответствуют требованиям ТУ к игольчатому коксу марки В.

Таблица 1.

Показатели качества кокса до и после модернизации, требования ТУ к игольчатому коксу марки В

До модернизации		Требования по ТУ к игольчатому коксу марки В	После модернизации	
Показатели	Значения	Значения	Значения	Дельта
Содержание С, %	95,07	-	97,00	+ 1,93
Содержание Н, %	2,73	-	2,13	- 0,6
Содержание S, %	1,32	Не более 0,8	0,75	- 0,57
Содержание летучих соединений, %	10,17	Не более 10,0	9,54	- 0,63
HGI	114,5	-	112,4	- 2,1

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1. На компьютерной модели установки замедленного коксования в ПП «Aspen HYSYS» показана принципиальная возможность получения игольчатого кокса. Предложены следующие варианты модернизации:

- отбор после колонны ректификации и вовлечение во вторичное сырье 7 т/ч тяжелого газойля;
- изменение технологического режима работы шатровой печи: повышение температуры нагрева сырья в шатровой печи на 15 °С, увеличение давления в змеевиках печи на 0,1 МПа, увеличение количества турбулизатора на 0,2 т/ч.

2. Результаты компьютерного эксперимента показали, что при одновременной реализации всех мероприятий содержание:

- углерода в коксе увеличится на 1,93%;
- летучих соединений в коксе уменьшится на 0,63%;
- серы уменьшится на 0,57 %.

3. В результате модернизации показатели качества продукта соответствуют требованиям ТУ игольчатого кокса марки В:

- содержание серы составляет 0,75% (при норме не более 0,8%)
- содержание летучих соединений – 9,54% (при норме не более 10%).

4. Техничко-экономический расчет предложенного варианта модернизации показал, что проект является экономически целесообразным. Срок окупаемости составит 7,8 лет, индекс рентабельности – 6,4.

Библиографический список:

1. Рудыка, В. И. Мировая металлургия, рынки коксующегося угля и кокса, инновации и исследования / В. И. Рудыка // Кокс и химия. – 2016 г. – Т. 7 – С. 2-15.

2. Патент 2560441 Российская Федерация, МПК С10В 55/00. Способ замедленного коксования нефтяных остатков: № 2014110339/05: заявл. 2014.03.18: опубл. 2015.08.20 / Везилов Р .Р., Обухова С. А., Везилова Н. Р., Тихонов А. А., Теляшев Э. Г.; заявитель и патентообладатель государственное унитарное предприятие «Институт нефтехимпереработки Республики Башкортостан».

Карабасова Н. А., Шамбилова Г. К.

НАО «Атырауский университет нефти и газа имени С. Утебаева», г. Атырау

О МОДЕРНИЗАЦИИ АТЫРАУСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Ключевые слова: реконструкция, модернизация, конкурентоспособность, нефтепродукты, качество, технологические установки.

Нефтепереработка Республики Казахстан в 2025 году будет отмечать свое 80-летие. Эта дата связана с началом эксплуатации Атырауского нефтеперерабатывающего завода [1]. На сегодняшний день на Атырауском нефтеперерабатывающем заводе задействованы в производственных процессах 32 технологические установки [2].

На протяжении двух последних десятилетий Атырауский НПЗ прошел поэтапную модернизацию для улучшения качества, расширения ассортимента топливной продукции и соответствия высоким экологическим требованиям. Это позволило снизить негативное воздействие выхлопных газов от автотранспорта на экологию западного региона страны.

Первый этап модернизации в 2003-2006 гг. улучшил качество дизельного топлива до стандарта К-2 (Евро-2) и автобензина. Генеральным подрядчиком выступила японская компания «Marubeni Corporation». Были спроектированы, построены и сданы в эксплуатацию установки гидроочистки бензина, изомеризации легкого бензина, гидроочистки и депарафинизации дизельного топлива, установка производства и очистки водорода, установка производства серы, биологически очистные сооружения сточных вод. Благодаря этим технологическим установкам, снизилось содержание серы в выпускаемом заводом дизельном топливе. Дизельное топливо стало соответствовать стандарту К-2 (Евро-2), где массовое содержание серы должно составлять не более 500 мг/кг (500 миллиграмм серы на килограмм дизтоплива). Сера в топливе при его сгорании приводит к образованию вредного для окружающей среды сернистого ангидрида. Предоставление же отечественным автомобилистам дизельного топлива К-2 от АНПЗ значительно снизило выбросы сернистого ангидрида в атмосферу. Одновременно завод улучшил моторные характеристики выпускаемого автобензина [2, 3].

Второй этап модернизации в 2010-2016 гг. довел качество автобензина до экологического стандарта К-4 (Евро-4). Генеральным подрядчиком выступила китайская компания «Sinopet Engineering Group». Были построены и введены в эксплуатацию установка каталитического риформинга с блоком извлечения бензола (CCR) и комплекс по производству ароматических углеводородов (Paramax), включающие блоки предфракционирования ксилолов, изомеризацию ксилолов и трансалкилирование толуола. По итогам этого этапа модернизации завод начал выпускать экологические бензины марок К-4, где содержание бензола составляет всего 1%, а также новые виды продукции: бензол и параксилон [2-4].

Третий этап модернизации в 2011-2018 гг. позволил увеличить объемы производства экологических автобензинов и дизельного топлива, также обеспечив достижение экологического стандарта К-5 (Евро-5). Генеральными подрядчиками выступили китайская компания «Sinopet Engineering Group», японская компания «Marubeni Corporation» и отечественная компания АО НГСК «Казстройсервис». Были построены и введены в эксплуатацию установки каталитического крекинга «R2R», обессеривания сжиженного углеводородного газа «SULFREX», олигомеризации бутенов «OLIGOMERIZATION», гидроочистки нефти «NAFTA HT» и гидроочистки газойля «PRIME D», селективной гидроочистки нефти «PRIME G», этерификации легкой нефти TAME, гидрирования бензола «BENFREE», комбинированной установки производства серы, газофракционирования насыщенных газов «SGP», изомеризации легких бензиновых фракций «PARISOM», установка производства очистки водорода, в том числе эстакада тактового налива и автоматическая станция смешения бензинов [2,3].

Освоив выпуск стандарта К-5 (Евро-5), завод почти в пять раз снизил содержание сернистых соединений в автобензинах и дизельном топливе по сравнению с результатами, достигнутые предыдущими модернизациями [4, 5].

Все три этапа модернизации Атырауского нефтеперерабатывающего завода оказали существенный эффект на социально-экономическое развитие Западного Казахстана: замечена положительная динамика производства востребованных видов нефтепродуктов и повышение экономических показателей новых производств, выраженных увеличением налоговых отчислений и платежей в бюджет.

Библиографический список:

1. Сайт Атырауского НПЗ. <https://www.anpz.kz>.
2. Danbay S., Suleimenov E., Shoshanbasov A., Smarkin O., Makeev D., Popov A., Gonzalez R., Jegorov V., Lambert N., Besnault J-M. Maximize refinery profitability with novel RFCC technologies // Hydrocarbon processing. June 2021. pp. 43-48. URL: <https://www.hydrocarbonprocessing.com/authors/k/kazmunaigas-kmg-atyrau-refinery>.
3. Bukanova A., Kayrliyeva F., Bukanova S., Karabassova N., Sakipova L. Forecasting the quality of mineral oils during oil refining according to the fuel and oil flow chart at Atyrau Refinery. // E3S Web Conferences 288, 01028 (2021), SUSE-2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128801028>.

Марков Ф. А., Рябова А. П., Морозова Я. П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Ключевые слова: дизельное топливо, физико-химические характеристики, низкотемпературные характеристики.

Дизельное топливо является одним из основных топлив, используемых в транспортной промышленности. Данный вид топлива, в соответствии со стандартом [1], делится на различные марки в зависимости от условий применения, отличающиеся по физико-химическим и низкотемпературным характеристикам. Исследование данных характеристик является очень важной задачей, поскольку на территории Российской Федерации с суровыми климатическими условиями необходимо топливо различных марок. Также данные характеристики влияют на качество топлива. Так, содержание серы определяет экологически допустимые выбросы серы в выхлопных газах, вязкость определяет текучесть дизельного топлива, а также функционирование топливных фильтров, плотность важна для определения эффективности сгорания топлива и образования отложений. Предельная температура фильтруемости определяет способность топлива к прохождению через топливный фильтр и запуску двигателя, а фракционный состав определяет пусковые свойства и полноту сгорания топлива.

В данной работе было проведено исследование физико-химических и низкотемпературных характеристик образца дизельного топлива (ДТ). В качестве объекта исследования был выбран образец товарного топлива, с заявленной производителем маркой – 3 (Зимнее). Данные, полученные в результате исследований, представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1.

Результаты определения физико-химических характеристик образца ДТ

Параметр	Значение
Плотность при 15 °С, кг/м³	813,8
Вязкость при 20 °С, мм²/с	2,9539

Исходя из таблицы 1, значение плотности исследуемого образца соответствует маркам Л, Е, 3, А согласно [1]. По значению вязкости образец ДТ соответствует маркам 3, А согласно [1].

Таблица 2.

Результаты определения содержания серы в образце ДТ

Параметр	Значение
Содержание серы, мг/кг	46

Массовая доля серы согласно [1] не должна превышать 500 мг/кг для всех марок топлива. Согласно таблице 2, образец ДТ соответствует маркам Л, Е, 3, А.

Исходя из таблицы 3, показатель ПТФ образца ДТ соответствует маркам Л, Е, 3, А согласно [1].

Исходя из таблицы 4, по значениям фракционного состава, топливо соответствует маркам Л, Е, 3, А согласно [1].

Таблица 3.

Результаты определения низкотемпературных характеристик образца ДТ

Параметр, °С	Значение
Температура помутнения	-36
Предельная температура фильтруемости	-45
Температура застывания	-47

Таблица 4.

Результаты определения фракционного состава образца ДТ

Объём, мл	Температура, °C
н.к.	134
10	192
20	201
30	218
40	231
50	243
60	256
70	269
80	277
90	291

Таким образом, исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что исследуемый образец топлива соответствует маркам З и А. Стоит отметить, что, не смотря на рекомендации производителя, целесообразнее использовать данный образец как топливо марки А (арктическое).

Библиографический список:

1. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1871-ст : взамен ГОСТ 305-82 : дата введ. 2015-01-01 / разработан ОАО «ВНИИ НП», Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы». – Москва : Стандартиформ, 2014. – 11 с. – Текст : непосредственный.

Миронов М. С., Морозова Я. П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВВЕДЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ
В СОСТАВ КОММЕРЧЕСКОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Ключевые слова: дизельное топливо, вакуумный газойль, предельная температура фильтруемости, температура застывания, температура помутнения.

Дизельное топливо (ДТ) – топливо, получаемое прямой перегонкой нефти в интервале температур от 180 до 360°C. В состав ДТ преимущественно входят н-парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды, а также различные гетероатомные соединения, механические примеси и т.д. ДТ является ценным нефтепродуктом, т.к. его используют в качестве топлива для дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Одними из важнейших характеристик ДТ являются низкотемпературные свойства, которые обеспечивают бесперебойную работу ДВС в разных климатических условиях. Н-парафины, входящие в состав ДТ, при понижении температуры начинают кристаллизоваться, вследствие чего топливо начинает терять текучесть, застывать, что затрудняет его прохождение через топливные фильтры. Изменение состава топлива и количества содержащихся в нем н-парафиновых углеводородов будет влиять на изменение таких низкотемпературных характеристик, как температура помутнения, предельная температура фильтруемости и температура застывания.

Целью данной работы является изменение состава ДТ путем добавления различных концентраций такого утяжеляющего компонента, как вакуумный газойль, и дальнейший анализ изменения низкотемпературных характеристик.

В работе были проведены исследования образца коммерческого ДТ. На первом этапе были определены низкотемпературные характеристики исследуемого образца. Полученные данные представлены в Таблице 1.

Таблица 1.

Низкотемпературные характеристики образца ДТ

Параметр	Значение
Температура помутнения, С	-24
Предельная температура фильтруемости, С	-37
Температура застывания, С	-45

Из Таблицы 1 видно, что образец исследуемого ДТ по значениям предельной температуры фильтруемости удовлетворяет требованиям для марок Л, Е и З согласно [1].

Далее в состав исследуемого образца был введен вакуумный газойль. Таким образом были получены следующие смеси:

1. ДТ1 – образец ДТ с содержанием ВГ 1 % об.;
2. ДТ3 – образец ДТ с содержанием ВГ 3 % об.;
3. ДТ5 – образец ДТ с содержанием ВГ 5 % об.;
4. ДТ10 – образец ДТ с содержанием ВГ 10 % об.

На следующем этапе работы были определены низкотемпературные характеристики полученных смесей. Полученные данные представлены в Таблице 2.

Таблица 2.

Низкотемпературные характеристики полученных смесей

Смесь	Температура помутнения °С	Предельная температура фильтруемости, °С	Температура застывания, °С
ДТ1	-22	-31	-43
ДТ3	-17	-20	-34
ДТ5	-13	-15	-32
ДТ10	-4	-7	-30

Исходя из данных, представленных в Таблице 2 можно сделать вывод, что при добавлении ВГ в образец ДТ наблюдаются ухудшение всех низкотемпературных характеристик. Так, при добавлении ВГ в концентрации 10 % об. можно видеть наибольший отрицательный эффект: снижение температуры помутнения на 20°C, предельной температуры фильтруемости на 30°C и температуры застывания на 15°C.

Вместе с тем, стоит отметить, что по значениям предельной температуры фильтруемости после добавления ВГ образец ДТ1 по-прежнему соответствует марке З, образцы ДТ3 и ДТ5 стали соответствовать марке Е, а образец ДТ10 – марке Л.

Полученные эффекты связаны с тем, что ВГ является утяжеляющим компонентом, в состав которого входят длинноцепочечные н-парафины. Данные н-парафины быстро кристаллизуются, вследствие чего топливо быстрее застывает, а образовавшиеся кристаллы раньше забивают топливные фильтры. Однако, полученные топливные смеси могут быть использованы в качестве товарного ДТ различных марок. Приготовление топливных смесей ДТ с ВГ представляет собой ресурсоэффективный способ использования ВГ.

Библиографический список:

1. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1871-ст : взамен ГОСТ 305-82 : дата введ. 2015-01-01 / разработан ОАО «ВНИИ НП», Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы». – Москва : Стандартинформ, 2014. – 11 с. – Текст : непосредственный.

Нефедов А. А.

АО «Газпромнефть-ОНПЗ», г. Омск

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА С ВХОДНЫМ НАПРАВЛЯЮЩИМ АППАРАТОМ

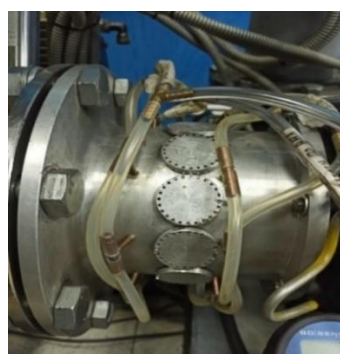
Ключевые слова: Центробежный компрессор, входной направляющий аппарат, регулирование производительности, газодинамические характеристики.

К основным способам регулирования работы центробежных компрессоров (ЦК) относятся: изменение частоты вращения ротора, дросселирование на всасывании или нагнетании, байпасирование, а также изменение угла поворота лопаток входного направляющего аппарата (ВНА). Входной направляющий аппарат придает закрутку потоку на входе в компрессор, отрицательная закрутка ведет к увеличению напора, положительная – к уменьшению.

В целях проведения экспериментальных исследований по регулированию работы ЦК с ВНА на базе Омского Государственного Технического Университета (ОмГТУ) был создан лабораторный стенд, представляющая собой компрессорную установку, в состав которой входит: ЦК на базе турбостартера ТС-21, мультипликатор с передаточным отношением $i=14,25$, электродвигатель Siemens, преобразователь частоты, система трубопроводов с электроприводной запорно-регулирующей арматурой, датчики контрольно-измерительных приборов, антипомпажный клапан, вспомогательное оборудование маслосистемы. Внешний вид экспериментального стенда показан на рисунке 1.



а)



б)

Рисунок 1. Внешний вид экспериментального стенда: а) общий вид; б) ВНА

ЦК содержит осевой ВНА, полуоткрытое осерадиальное рабочее колесо (РК), осевой лопаточный диффузор, сборную камеру. Сборочный чертеж ЦК с мультипликатором показан на рисунке 2. Основные параметры ЦК приведены в таблице 1.

Получение газодинамических характеристик (ГДХ) в ходе эксперимента осуществлялось на каждом режиме испытаний постепенным дросселированием на нагнетании, начиная от максимального открытия электроприводной арматуры, до выхода в зону помпажа с появлением

характерного звука и вибрации, соответствующих явлению помпажа, после чего производилось открытие антипомпажного клапана и снижение оборотов ротора.

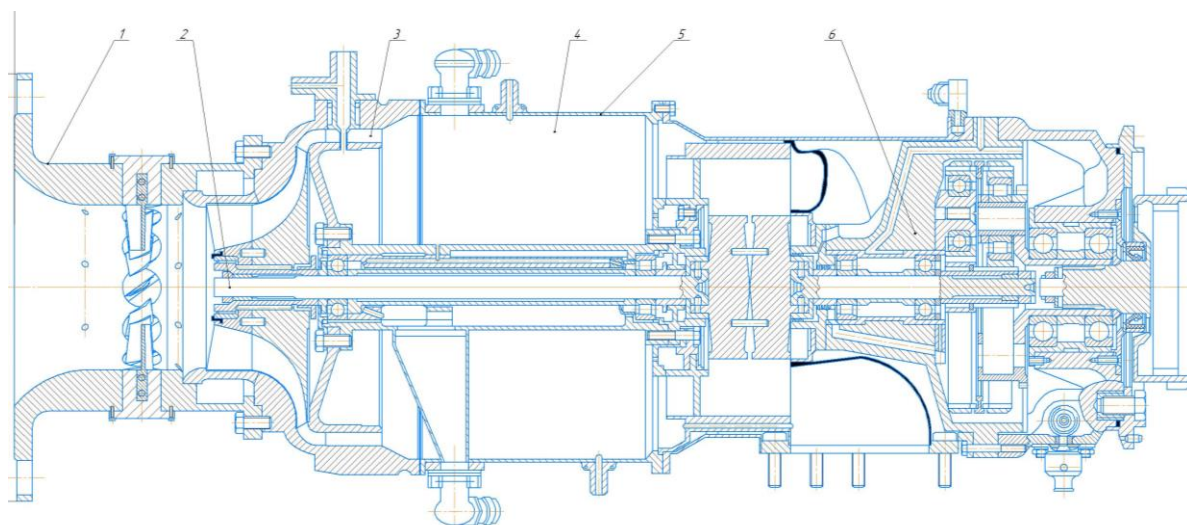


Рисунок 2. Сборочный чертеж ЦК с мультипликатором: 1 – ВНА; 2 – ротор; 3 – осевой лопаточный диффузор; 4 – сборная камера; 5 – корпус; 6 – мультипликатор

Таблица 1.

Основные параметры ЦК

Наименование параметра	Значение параметра
Наружный диаметр D_2 , м	0,173
Относительная ширина РК на выходе b_2/D_2	0,04
Угол выхода лопаток $\beta_{л2}$, град	90
Число лопаток РК z_2 , шт	20
Втулочное отношение $D_{вт}/D_2$	0,2775
Отношение входного диаметра периферийной части лопаток к наружному диаметру D_1/D_2	0,6127

Всего было проведено 45 исследований на частотах 18952 об/мин, 20862 об/мин, 22800 об/мин, 24624 об/мин, 26500 об/мин и при углах поворота лопаток ВНА от -75° до 45° с шагом в 15° .

В результате проведенных исследований, полученные размерные ГДХ, в частности, температура, давление, объемный и массовый расход, архивировались и использовались для дальнейших расчетов. На основе измеренных данных были найдены значения степени повышения давления, политропного КПД, а также безразмерных характеристик. Политропный КПД находился двумя способами: через электрическую мощность и с помощью уравнения теплового баланса.

На рисунке 3 изображены ГДХ, полученные на частотах вращения ротора 24624 об/мин, 26500 об/мин при углах поворота лопаток ВНА от 0° до $+75^\circ$, а именно графики степени повышения давления ϵ_k , электрической мощности N_e и политропного КПД η_n к объемной производительности Q_n .

При анализе данных был сделан вывод, что для разных частот вращения на графиках, построенных в координатах степени повышения давления и объемной производительности, характеристики имеют тенденцию к сближению и наступление помпажа при регулировании поворотом лопаток ВНА и постоянном числе оборотов наступает при близких значениях производительности. Одной из целей эксперимента ставилось установление реальной границы помпажа. Поэтому дросселирование на нагнетании проводилось вплоть до наступления помпажных колебаний компрессора в течение 3-5 секунд.

Было также обнаружено, что при установке лопаток ВНА на углы от -15° до $+15^\circ$ наблюдался слабый отклик характеристик. Такая зона «нечувствительности» связана со скоростью потока и расстоянием между лопатками ВНА и РК ЦК. Подобный вывод также подтверждается в исследованиях [1-3], где было рассмотрено влияние расстояния между ВНА и РК на эффективность работы компрессора и эффективность регулирования.

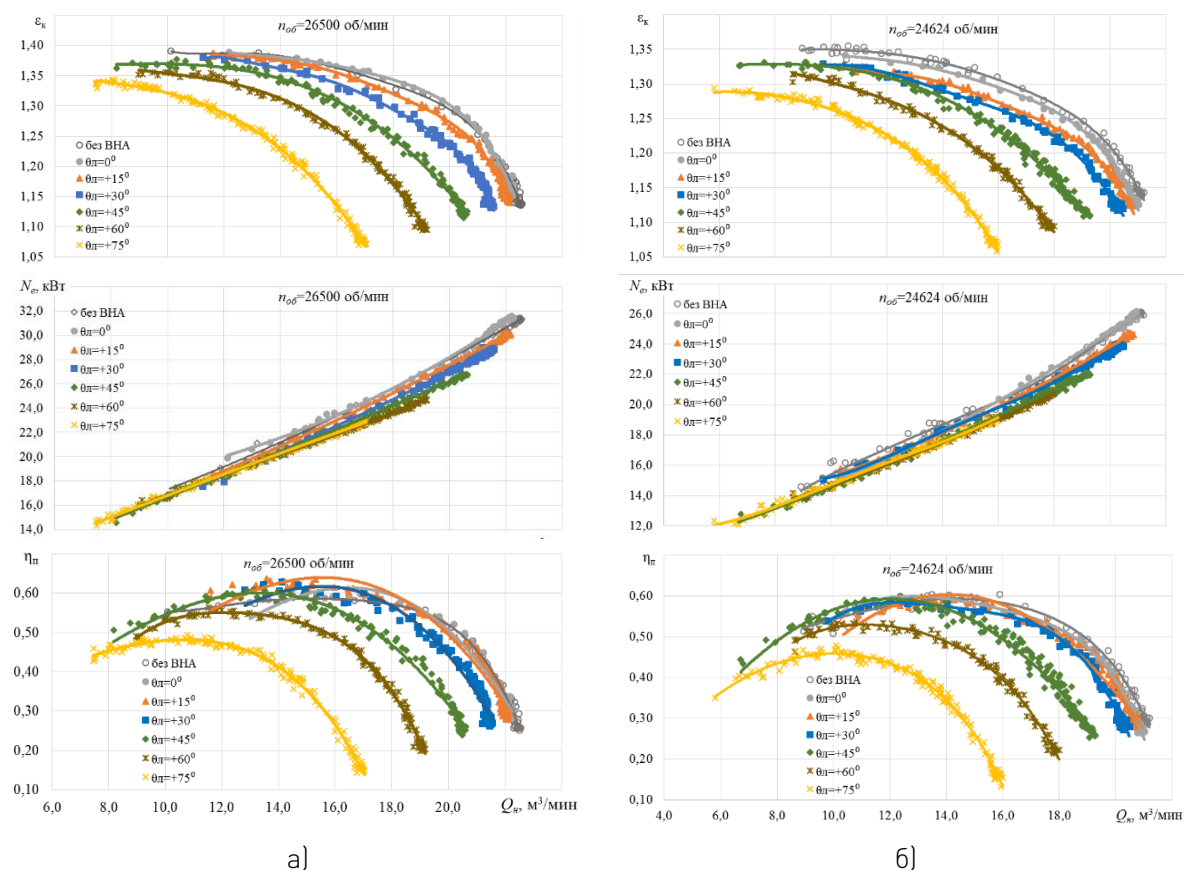


Рисунок 3. ГДХ, полученные на частотах вращения ротора при углах поворота лопаток ВНА от 0° до $+75^\circ$: а) на частоте 26500 об/мин; б) на частоте 24624 об/мин

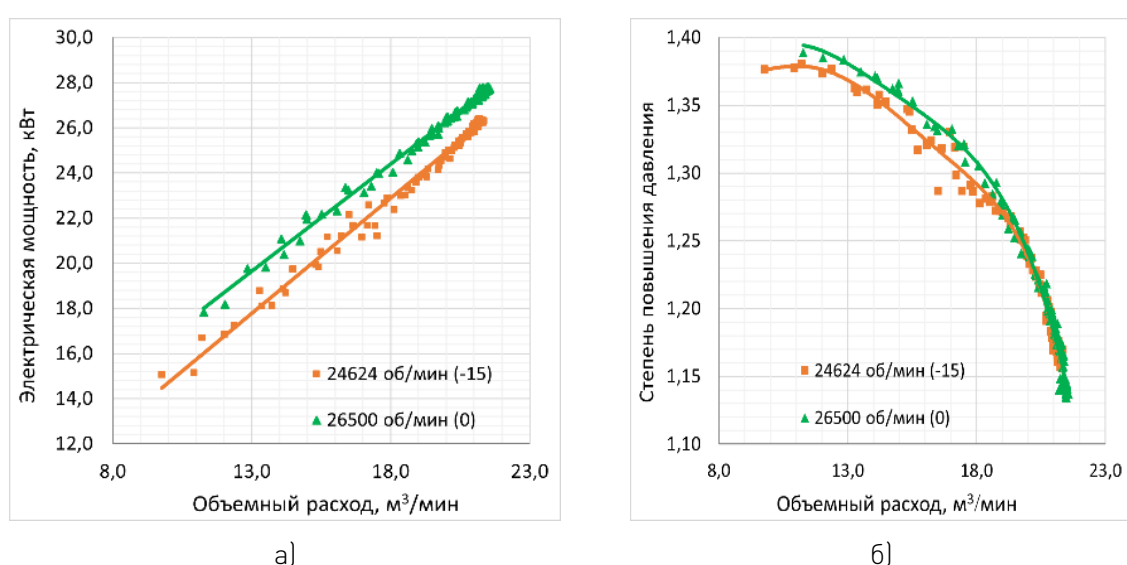


Рисунок 4. Графики ГДХ, полученных на частотах вращения ротора 24624 об/мин с углом поворота лопаток ВНА -15° и 26500 об/мин с углом поворота лопаток ВНА 0° : а) электрическая мощность к объемной производительности; б) степень повышения давления к объемной производительности

В ходе анализа экспериментальных исследований при сравнении показателей степени повышения давления, электрической мощности, объемной производительности, КПД на разных частотах вращения ротора и на разных углах поворота лопаток ВНА было обнаружено, что наблюдается тенденция, при которой показатели степени повышения давления и объемной производительности на меньшей частоте вращения ротора с отрицательным углом поворота лопаток ВНА имеют сходство с показателями, полученными на больших частотах при нулевом угле поворота лопаток. В частности, на рисунке 4 показаны графики ГДХ, полученных на частотах 24624 об/мин с углом поворота лопаток ВНА -15° и 26500 об/мин с углом поворота лопаток ВНА 0° . На графиках видно, что показатели давления достигли сходства на 98 %, при этом на меньшей частоте вращения ротора было получено увеличение диапазона рабочей характеристики производительности на 7 %. Более того, на меньшей частоте вращения ротора показатели электрической мощности были на 11 % ниже, что может привести к потенциальной экономической выгоде.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что регулирование производительности ЦК с помощью ВНА может быть усовершенствовано путем изменения осевого расстояния между лопатками ВНА и РК. Требуются дальнейшие исследования для определения влияния осевого расстоянием между ВНА и РК на характеристики компрессора в целях выведения рекомендаций по совершенствованию этого способа регулирования. Также было экспериментально подтверждено, что регулирование работы одноступенчатых ЦК с помощью ВНА может быть качественной альтернативой частотному регулированию и даже обеспечивать экономию электроэнергии.

Библиографический список:

1. Pei, Ji & Meng, Fan & Yuan, Shouqi & Chen, Jia. (2016). Effects of distance between impeller and guide vane on losses in a low head pump by entropy production analysis. *Advances in Mechanical Engineering*. 8. 10.1177/1687814016679568.
2. Gherman, George Bogdan & Gall, Mihnea & Popa, Vlad & Sterie, Victor. (2018). IGV position optimization for centrifugal blower. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 400. 042025. 10.1088/1757-899X/400/4/042025.
3. Liu, Yabin & Tan, Lei & Liu, Ming & Hao, Yue & Xu, Yun. (2017). Influence of Prewhirl Angle and Axial Distance on Energy Performance and Pressure Fluctuation for a Centrifugal Pump with Inlet Guide Vanes. *Energies*. 10. 10.3390/en10050695.

Цеханович А. А.

ОмГУПС, г. Омск

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ СФЕРЫ

Ключевые слова: нефтегазохимия, промышленная автоматизация, инженерные изыскания, промышленный дизайн, экология, строительные материалы

Введение

Нефтегазохимия, промышленная автоматизация, инженерные изыскания и разработка новых строительных материалов и технологий играют важную роль в экономике современного мира. Данные сферы определяют путь развития отдельных отраслей, его устойчивость, а также оказывают влияние на экологическую ситуацию в мире и, соответственно, качество жизни населения.

На данный момент современное общество сталкивается с новыми вызовами в области энергетики и экологии. Увеличение глобального спроса на энергию и снижение запасов уже невозможных источников энергии, таких как нефть и газ, выявляет потребность в разработке новых источников энергии, которые были бы более эффективны.

Также актуальным становится задача качественной переработки полезных ископаемых и модернизации добывающих технологий. Главным вопросом здесь будет внедрение научных, технических открытий, инноваций в нефтегазовой области.

Основные аспекты и историческое развитие

Исторически энергетический сектор находился под доминированием углеводородов, которые сформировали современную экономику и социальные структуры.

С середины XX века началось осознание негативных последствий использования ископаемого топлива. Изменение климата, загрязнение окружающей среды, а также истощение природных ресурсов стали приобретать с каждым разом все большие масштабы. Решением этих проблем послужил переход к альтернативной энергетике. Это дало повод к активному обсуждению вопросов, связанных с солнечной, ветряной, и геотермальной энергетикой.

Вместе с развитием новых источников, параллельно внимание уделяется технологиям переработки полезных ископаемых.

Нефтегазохимия – это отрасль, занимающаяся переработкой углеводородного сырья в химические продукты. За последние сто лет эта область претерпела значительные изменения, начиная с простых технологий переработки и заканчивая высокотехнологичными процессами, включая каталитические и крекинговые технологии.

Промышленная автоматизация появилась в середине XX века с развитием электромеханических систем. Ключевыми моментами стали внедрение программируемых логических контроллеров и систем управления. В последние десятилетия автоматизация претерпела значительные изменения благодаря развитию искусственного интеллекта и Интернета вещей (IoT).

С момента развития строительной деятельности, инженерные изыскания стали основой для обеспечения надежности и долговечности конструкций. Исторически данный процесс прошел через несколько этапов, начиная от ручных измерений до использования геоинформационных систем и 3D-моделирования.

Также несколько исторических этапов прошли и строительные материалы: от естественного камня к бетону и новейшим материалам. В последние несколько десятилетий появился тренд на создание «умных» материалов и использование переработанных ресурсов. Это связано с необходимостью сократить воздействие на окружающую среду и повысить энергоэффективность.

Большую роль в формировании новых источников энергии, способов её передачи и хранения, грамотном распределении ресурсов играет промышленный дизайн. Промышленный дизайн – это профессиональная разработка изделий, устройств и услуг с особым вниманием к внешнему виду и функциональности. Как самостоятельная дисциплина начал развиваться в середине XX века. Специалист данного направления проводит исследование потребительского

рынка, определяет целевого использования продукта, оценивает практичность проекта на основе данных о внешнем виде и функциональности продукта, его соответствии стандартам безопасности.

Текущее состояние

В январском отчёте ОПЕК представлены актуальные данные о состоянии нефтяного рынка в начале 2024 года.

В декабре 2023 года Россия сократила добычу нефти на 6 тысяч баррелей в сутки до 8,985 миллиона баррелей, что выше запланированного уровня на 7 тысяч баррелей. В ноябре превышение составляло 46 тысяч баррелей в сутки.

Страны ОПЕК+ снизили добычу нефти на 64 тысячи баррелей в сутки до 35,164 миллиона баррелей, что ниже плана на 284 тысячи баррелей. Добыча должна была составить 35,448 миллиона баррелей с учётом добровольных ограничений и компенсаций.

Объём компенсаций в декабре должен был составить 110 тысяч баррелей от Ирака и 54 тысячи от Казахстана. Ирак сократил добычу на 22 тысячи баррелей до 4,019 миллиона баррелей, превысив план на 129 тысяч баррелей. Казахстан снизил производство на 35 тысяч баррелей до 1,442 миллиона баррелей, превысив план на 28 тысяч баррелей.

Африканские страны вновь не соответствовали уровню добычи: Южный Судан сократил на 72 тысячи, Судан – на 37 тысяч, Конго – на 14 тысяч, Экваториальная Гвинея – на 8 тысяч. Нигерия увеличила добычу на 30 тысяч до 1,507 миллиона баррелей.

Среди стран ОПЕК, не участвующих в сделке ОПЕК+, добыча в Ливии выросла на 53 тысячи баррелей до 1,29 миллиона баррелей, в Иране снизилась на 12 тысяч до 3,314 миллиона баррелей, в Венесуэле увеличилась на 9 тысяч до 886 тысяч баррелей в сутки.

На сегодняшний день нефтегазохимия сталкивается с вызовами, связанными с переходом к возобновляемым источникам энергии. Около 80% химической продукции происходит от углеводородов, что создает запрос на более устойчивые и экологически чистые альтернативы.

Системы автоматизации становятся стандартом во многих отраслях. Однако существует проблема недостатка квалифицированного персонала и потребность в кибербезопасности в условиях все возрастающей цифровизации.

Использование дронов, тахеометров и георадаров помогает и дает более точные результаты в процессе исследований, нацеленных на изучение природных условий для подготовки проекта строительства на выбранном участке. Однако, серьезной преградой остаются высокие затраты на оборудование и подготовку специалистов.

Строительные материалы и технологии

Проблема утилизации и переработки строительных отходов в настоящее время в центре внимания. Новые материалы, например, такие как самовосстанавливающиеся бетоны (биобетоны), в состав которых добавлены грибки и споры бактерий. Они способны выжить в щелочных условиях и придать строительному материалу новые свойства. Как только конструкция покрывается трещинами и в них проникает вода, микроорганизмы активизируются и начинают вырабатывать карбонат кальция (известняк), заполняя этим материалом трещины в бетоне. Этот процесс самовосстановления продлевает срок эксплуатации бетонного строения.

На сегодняшний день наблюдается быстрое развитие технологий в области возобновляемых источников энергии, включая солнечные панели и ветряные турбины. Альтернативные технологии хранения, такие как водород или системы хранения на основе суперконденсаторов, всё чаще обсуждаются на научных площадках.

В области переработки полезных ископаемых наблюдается переход к более высококачественным и экологически безопасным методам. Создаются новые технологии, которые уменьшают негативное воздействие на экосистему.

Основные проблемы и вызовы:

1. Экологические последствия: традиционные отрасли, такие как нефтегазохимия, сталкиваются с жесткими регуляторными рамками и общественным давлением по вопросам экологии.
2. Недостаток специалистов со знаниями в области новых технологий.

3. Энергетическая эффективность: разработка новых строительных материалов и технологий требует значительных инвестиций и иногда не дает быстрых результатов.

К основным проблемам, с которыми сталкивается энергетический и сырьевой сектор, можно отнести:

1. Изменение климата: Использование ископаемого топлива трансформирует глобальную экологию, создавая вызовы устойчивому развитию.

2. Необходимость инвестиций: Модернизация инфраструктуры требует колоссальных финансовых затрат, поэтому многим странам сложно реализовать нужные проекты.

Будущие направления развития и решения

Прогноз по росту спроса на нефть в 2025 году остался на уровне 1,4 миллиона баррелей в сутки, достигнув 105,2 миллиона в 2025 году и 106,63 миллиона в 2026 году. Основной рост обеспечат страны, не входящие в ОЭСР, особенно Китай, Индия, Азия, Ближний Восток и Латинская Америка. В странах ОЭСР спрос будет расти на 0,1 миллиона баррелей в сутки.

Предложение нефти в 2025 году вырастет на 1,1 миллиона баррелей до 54,3 миллиона баррелей. Основной рост обеспечат страны, не входящие в ОПЕК+.

Главным фактором развития, появления новых перспектив в нефтегазохимии, промышленной автоматизации модернизации новых месторождений и грамотному перераспределению ресурсов будут являться инвестиции в научные исследования и разработки новых технологий для нефтегазохимии, направленных на экологичность и минимизацию отходов.

Также отдельного внимания требует обучение и повышение квалификации специалистов. Например, создание образовательных программ для подготовки кадров в области автоматизации и инженерных изысканий.

Стоит уделить внимание интеграции дизайна и технологий. Использование, применение принципов дизайна необходимо для улучшения функциональности и эстетики продукции.

Заключение

Научно-технологическое развитие является ключевым фактором изменения индустриальной сферы в современном мире. Инновации и новые технологии оказывают значительное влияние на экономику и общество в целом.

Перспективы развития нефтегазохимии, промышленной автоматизации, инженерных изысканий, новых строительных материалов и промышленного дизайна представляют собой многообещающие пути важно также их развитие происходило устойчиво. Тем не менее, они требуют решения множества проблем, связанных с экологией, квалификацией кадров и экономической эффективностью. Важно развивать сотрудничество между государственными и частными секторами, а также активно внедрять инновационные технологии и подходы.

Библиографический список:

1. Тенденции в развитии нефтегазохимии: вызовы и возможности // Журнал химической промышленности. – 2022. – №6.

2. Промышленная автоматизация : пути гармонизации процессов. – Москва : Издательство «Техника», 2023. – 398с.

3. Устойчивое развитие в строительстве: практические аспекты // Исследования и практики. – 2021. – №4.

4. Инженерные изыскания: от традиционных методов к современным технологиям // Научный журнал, 2023. – №7.

5. Гайдар, Е. Т. Экономическая политика и научно-технологическое развитие / Е. Т. Гайдар. – Москва : ИНФРА-М, 2015. – 523с.

Федоров, В. М. Инновационное развитие и его влияние на экономику. – Москва : Монархическая политика и экономика, 2021. – 451с.

НАПРАВЛЕНИЕ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЦИФРОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ НА СЛУЖБЕ ОБЩЕСТВА И ЭКОНОМИКИ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ»

Веретенников Д. А., Прохоров М. И.

БОУ ДО «ГДДюТ», г. Омск

ГИБРИДНОЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ БЫСТРОЙ АРЕНДЫ НЕДВИЖИМОСТИ

Ключевые слова: аренда недвижимости, мобильное приложение, электронный замок, цифровизация, автоматизация.

После ухода из России многих приложений по быстрой аренде недвижимости, таких как Booking и Airbnb, стало достаточно сложно снимать и сдавать в аренду жильё. Чтобы найти подходящий вариант для проживания, нужно просмотреть десятки сайтов.

Наше приложение будет полезно для тех, кто собирается поехать в отпуск и не хочет тратить много времени на поиск и бронирование жилья, а также для тех, кто планирует сдавать свою недвижимость в аренду.

При анализе Booking и Airbnb стало ясно, что разрабатываемое приложение должно работать, как Web-сайт и как приложение для Android и iOS.

Есть два варианта решения этой задачи:

- Нативные приложения, разрабатываемые специально для своей операционной системы (например, для iOS или Android).
- Гибридные приложения, которые на самом деле являются обычными web-страницами, но благодаря своей креативности выглядят как нативные.

Было решено создавать гибридное приложение, ведь это позволит написать код всего один раз, и он будет работать везде, иначе нужно было бы писать три отдельных нативных приложения для Web, Android, iOS. Для этого мы использовали React Native [1]. Этот фреймворк позволяет создавать гибридные приложения на языке JavaScript с использованием Node.JS [2].

Для безопасного хранения, обработки и передачи данных требовался сервер, для создания которого мы использовали Express Framework [3], что позволило использовать язык JavaScript.

Сервер выполняет следующие функции:

- хранение данных о пользователях, объявлениях об аренде
- рассылка электронных документов по электронной почте
- передача сигналов открытия/закрытия электронных замков между пользователем и самим замком.

После регистрации или входа в аккаунт, пользователю показан список объявлений, имеется интеграция с Яндекс.Картами [4] для более удобного поиска нужного варианта аренды. Во вкладке «Аренда» можно будет просмотреть стоимость, время аренды, а также остановить аренду и самое главное открыть и закрыть электронный замок.

Приложение представляет функционал для автоматизации подписания документов, используя электронные подписи. Вместо физических замков, используются электронные, что позволяет не передавать ключи из рук в руки. Сдача квартиры может проходить с помощью видео записей (Авито использует видео для этого).

Приложение имеет прямую интеграцию с созданным нами электронным замком. Он состоит из микропроцессора, электромагнитного замка, транзистора и силовой платы. Микропроцессор по сигналу сервера активирует транзистор, он пропускает ток из силовой платы в электромагнитный замок и это открывает его. Такой подход позволяет контролировать электромагнитный замок удалённо. Что мы используем вместо передачи ключей.

Библиографический список:

1. React Native [Электронный ресурс]: Официальный сайт с документацией по React Native – Режим доступа <https://reactnative.dev/> (дата обращения: 02.02.2023).
2. Node.js [Электронный ресурс]: Официальный сайт с документацией по Node.js – Режим доступа <https://nodejs.org/en> (дата обращения 05.03.2023).
3. Express Framework [Электронный ресурс]: Официальный сайт с документацией по Express Framework – Режим доступа <https://expressjs.com/> (дата обращения 10.05.2023).
4. Яндекс Карты [Электронный ресурс]: Официальный сайт с документацией по Яндекс Картам – Режим доступа <https://yandex.ru/dev/maps/jsapi/> (дата обращения 10.05.2023).

Войтович М. В.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «Инженерно-технологический лицей №25», г. Омск

РОБОТ-САДОВНИК

Ключевые слова: Arduino, насос, корпус, гусеница, мотор, семяноподатчик, плуг, посадка, теплица.

Актуальность: В теплицах и в тепличных комбинатах посадка растений зачастую производится вручную, что усложняет и делает процесс посадки дороже. Использование робота-садовника позволит сократить штат работников на период посадки.

Цели: Изучение возможности и необходимости создания робота-садовника для теплиц (тепличных комбинатов).

Задачи:

1. Исследование текущего производства высаживания полезных культур.
2. Определение задач, которые должен выполнять робот для эффективной посадки растений.
3. Создание конструкции, обеспечивающей выполнение заданных функций для робота-садовника.

Исследование текущего производства – высаживание полезных культур:

Отапливаемая теплица или автономный парник для круглогодичного выращивания тепличных культур и рассады, представляющая собой сооружение защищённого грунта со светопроницаемым куполом. Посадка растений в них производится вручную, что заставляет держать большой штат работников, которые нужны лишь на короткий срок посадки. Робот-садовник может заменить большой штат сотрудников, лишь на тех, кто технически обслуживает робота-садовника.

Определение задач, которые должен выполнять робот-садовник:

Процесс посадки:

- землю пашут,
- помещают в углубление в земле семена,
- удобряют почву и посеи,
- поливают грунт и семена.

Из вышеперечисленного робот будет делать углубления в почве, закапывание и удобрение семян.

Создание конструкции, которая обеспечит выполнение заданных функций для робота-садовника:

Схема робота представлена на Рисунке 1: 1 – плуг, 2 – семяно-податчик, 3 – лапатка, 4 – распылитель, 5 – бак с водой, 6 – насос, 7 – блок управления (Ардуино), 8 – батарея, 9 – мотор.

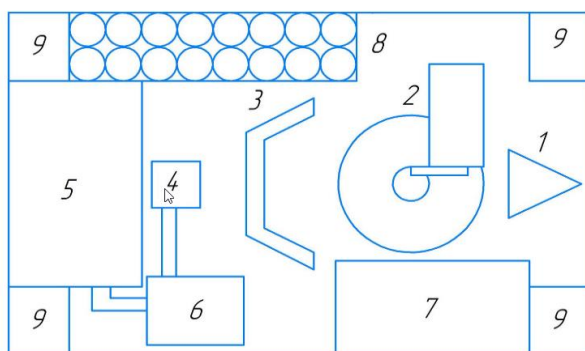


Рисунок 1. Приблизительная схема Робота-садовника

Детально бак для удобрений представлен на Рисунке 2 и Рисунке 3.

Бак для удобрений

В бак заливается удобрение (раствор воды и химии), затем погружной насос качает удобрение и удобряет семечко. Бак имеет размер 7,3*7,3 см.

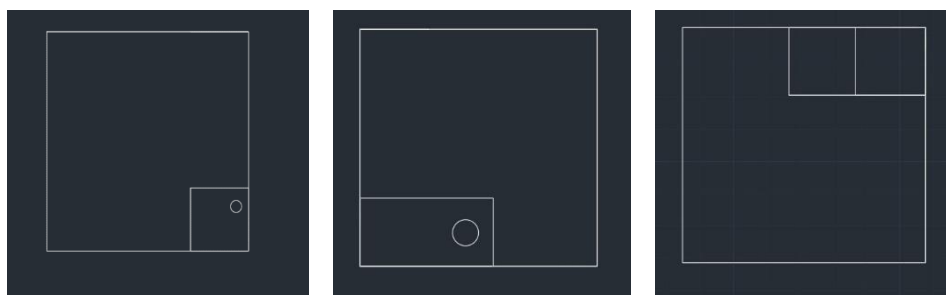


Рисунок 2. Бак с удобрением

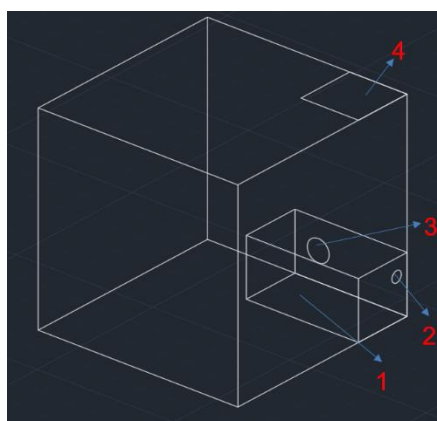


Рисунок 3. Бак с удобрением (в объёме): 1 – погружной насос, 2 – отверстие под трубку, 3 – отверстие для проводов, 4 – отверстие для подачи удобрения

Семяно-податчик представлен на Рисунке 4.

Семяно-податчик состоит из: бака с семенами, палочки и сервопривода. В строении податчика есть магнит.

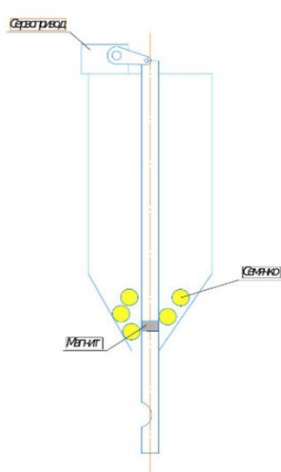


Рисунок 4. Семяно-податчик

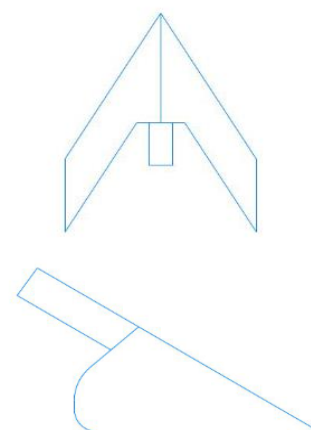


Рисунок 5. Плуг

На Рисунке 5 представлен плуг, который с помощью рукоятки крепится к роботу-садовнику.

Библиографический список:

1. <https://krosagro.com>.
2. <https://rusfermer.net/ogorod/vyrashhivaem-v-teplitsah/ovoshhnye-kultury.html>.
3. <https://polygalvostok.ru/kak-sazhat-v-teplice-iz-polikarbonata/>.
4. <https://myteplic.com/posadki/kak-vyrashchivat-ovoshchi/>.

Жуков И. А., Никитин С. Ю.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «Инженерно-технологический лицей №25», г. Омск

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №134», г. Омск

СОЗДАНИЕ БРЕНДИРОВАННОГО УВЛАЖНИТЕЛЯ ВОЗДУХА

Ключевые слова: Arduino, влажность воздуха, автоматизация, проектирование.

В условиях современного ритма жизни, поддержание комфортного микроклимата дома и на рабочем месте становится всё более актуальной задачей. Для этого используют увлажнители воздуха разных конфигураций. Идея проекта состояла в том, чтобы создать брендированный увлажнитель воздуха.

Проект посвящён разработке увлажнителя воздуха, который будет сочетать в себе стандартные функции и необычный фирменный дизайн. Разработанный в ходе проекта увлажнитель будет иметь возможность автоматически поддерживать влажность воздуха вокруг себя на оптимальном для человека уровне, согласно установленным нормам [10].

Цель: Разработать автоматический увлажнитель воздуха, который будет достаточно компактным и бесшумным для того чтобы его можно было использовать на рабочем месте в офисе.

Задачи:

1. Выбрать вид увлажнителя воздуха.
2. Спроектировать схему будущего увлажнителя на Arduino, подобрать необходимые компоненты.
3. Создать 3д модель корпуса.
4. Написать ПО для автоматизации работы увлажнителя.
5. Собрать и распаять спроектированную схему.
6. Собрать увлажнитель воздуха в готовом корпусе.

На данный момент уже готова схема технической части будущего прибора (см. рисунок 1).

Составные части технической схемы выполнены на базе микроконтроллера ардуино и дополнительных модулей:

- генератор холодного тумана;
- датчик влажности DHT22;
- понижающий модуль LM2596S;
- MOSFET IRF520N;
- Arduino NANO V3.0 Type-C;
- вентилятор RQD 2510MS 12VDC;
- светодиоды;
- резисторы x50;
- датчик воды T1592;
- потенциометр.

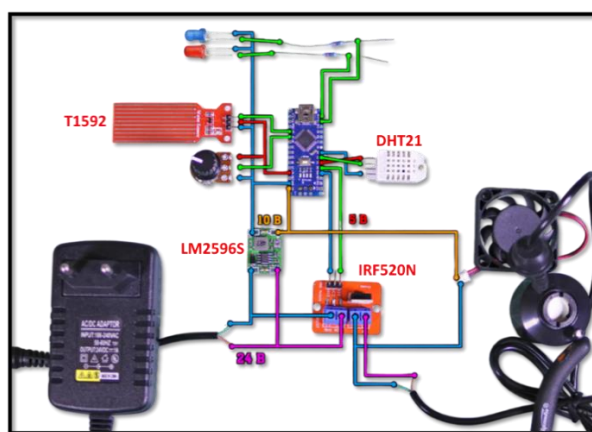


Рисунок 1. Схема технического устройства увлажнителя воздуха

За основу дизайна увлажнителя воздуха было взято здание ПАО «ОНХП». Силуэт был выбран из-за уникального архитектурного решения задания (см. рисунок 2).



Рисунок 2. Корпус увлажнителя выполнен в стиле здания ПАО «ОНХП»

Библиографический список:

1. Гольцман, Д. А. Основы микроконтроллерной техники. Москва : – ДМК Пресс, 2020. – 320 с.; ISBN 978-5-94074-938-6.
2. Кендрик, Д. Ардуино: от новичка к профессионалу. Пер. с англ. – Москва : Питер, 2019. – 416 с.; ISBN 978-5-4461-1076-9.
3. Гавриленко, Н. И. Электронные измерительные приборы и устройства: учебное пособие. Москва : Академия, 2017. – 400 с.; ISBN 978-5-4468-1503-3.
4. Канарский, Д. М. Основы проектирования систем управления. – Санкт-Петербург : БХВ Петербург, 2016. – 352 с.; ISBN 978-5-9775-0912-1.
5. Алексеева, О. В. Системы контроля и управления микроклиматом. – Москва : Форум, 2018. – 288 с.; ISBN 978-5-8199-0758-6.
6. Гонзалес, К. Электронные схемы и системы: основы и практика: Пер. с англ. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 560 с.; ISBN 978-5-534-09130-9.
7. Соломонович, В. Л. Микроконтроллеры AVR и Arduino в задачах автоматизации. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 416 с.; ISBN 978-5-94074-958-4.
8. Колесников, А. В. Увлажнение воздуха в системах вентиляции и кондиционирования. – Москва : Стройиздат, 2019. – 272 с.; ISBN 978-5-8320-0794-2.
9. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Введ. 2012-01-01. Москва : Стандартинформ, 2012. – 15 с.
10. СанПиН 1.2.3685-21. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда. Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2. Москва : Минздрав России, 2021. – 180 с.

Легчилин А. Д.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №63», г. Омск

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Ключевые слова: питьевая вода, качество воды, мониторинг качества воды, показатели воды, виды питьевой воды.

Качество воды является ключевым показателем здоровья экосистем и благополучия человека. Постоянный мониторинг качества воды позволяет выявлять загрязнения, проводить анализ изменений и обеспечивать безопасность питьевой воды.

Система мониторинга качества воды – это комплекс мероприятий, технологий и инструментов, направленных на измерение, оценку и анализ параметров воды.

В рамках проекта будет изготовлена система, использующая современные датчики и аналитические инструменты для получения точных данных о состоянии воды. Система обеспечит доступ к информации способствуя повышению экологической осведомленности и устойчивому управлению водными ресурсами.

В лабораториях по анализу качества воды проводятся такие измерения показателей, как общее количество бактерий, PH: уровень кислотности или щелочности воды, показатель растворенного кислорода (O₂), показатель температуры и мутности воды, а также показатель наличия тяжелых металлов.

На первом этапе в проекте планируется использовать датчик DS1820 – это водонепроницаемый датчик температуры, температура холодной воды может быть в пределах 3-20 °С, рекомендуется 7-12 °С. Строгих требований на этот счёт ГОСТ не устанавливает, но их могут ввести на местах. Датчик PH – нормальное значение PH питьевой воды, согласно нормам СанПиН, для использования без негативного воздействия на организм составляет от 6,5 до 8,5 моль/л. [1] Датчик мутности – согласно нормам, СанПиН 2.1.4.1074-01, мутность питьевой воды не должна превышать 2,6 ЕМФ или 1,5 мг/л каолина. [2]

На втором этапе проекта планируется сборка схемы на Arduino.

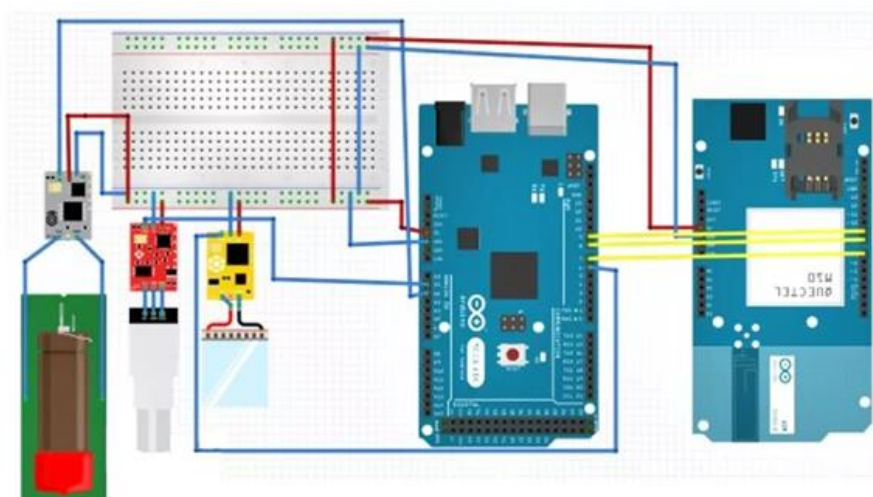


Рисунок 1. Схема на Arduino для проекта система мониторинга качества воды

Библиографический список:

1. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

3. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».
4. Онищенко, Г. Бенчмаркинг качества питьевой воды / Г. Онищенко, Ю. Рахманин, Ф. Карамзин. – Санкт-Петербург : Новый журнал, 2010. – С. 12–24.
5. Зайцева, Н.В. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 4–16.
6. Овчинникова, Е. Л., Задачи социально-гигиенического мониторинга в новых правовых условиях // Здоровье – основа человеческого потенциала : проблемы и пути их решения. – 2018. – Т.13. – №2. – С. 939–949.
7. Кику, П. Ф. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Приморского края // Гигиена и санитария. – 2019. – Т.98. – №1. – С. 94–101.
8. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».
9. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».

Литвинова Е. С., Трофимова А. В.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №45», г. Омск

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №63», г. Омск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДАЧА ХИМИИ В БАСЕЙН

Ключевые слова: бассейн, химия для очистки, пиролитическая помпа.

В наше время наблюдается большая популяризация бассейнов в условиях дачи или коттеджа. Разрабатываемое нами устройство автоподачи химии рассчитано на дачный каркасный бассейн.

С помощью химии возможно устранить мутность воды и неприятный запах, а также сделать ее безопасной для купания. Поэтому для чистки бассейна приходится применять различные химические вещества, каждое из которых предназначено для определенных целей – очистки, дезинфицирования, предотвращения образования живых микроорганизмов и растительности. Рекомендуются использовать химию для бассейна не только для устранения вышеперечисленных проблем, но и в качестве предупреждения размножения грибов, водорослей и появления налета.

Хлорирование – самый популярный на данный момент способ очищения воды в бассейне. Хлор выполняет три основные задачи по поддержанию чистоты бассейна:

- дезинфицирует (убивает бактерии и микробы),
- окисляет (контролирует органический мусор от пота и жировых отложений),
- удерживает водоросли.

Для максимального увеличения очищающего потенциала хлора важно, чтобы pH воды в бассейне не был ни слишком высоким, ни слишком низким. Диапазон pH воды в бассейне составляет от 7 до 8,4, но 7,4 – это идеальное значение.

Поскольку микроорганизмы представляют значительную угрозу в воде, хлор выполняет исключительную работу по их уничтожению и делает воду приемлемой для использования человеком.

Пиролитическая помпа является главным компонентом, необходима в 2 экземплярах. Также понадобится 2 шаговых двигателя, 2 силиконовые трубки для проводки химии, блок питания, драйвер шагового двигателя, провода и любой блок Arduino.

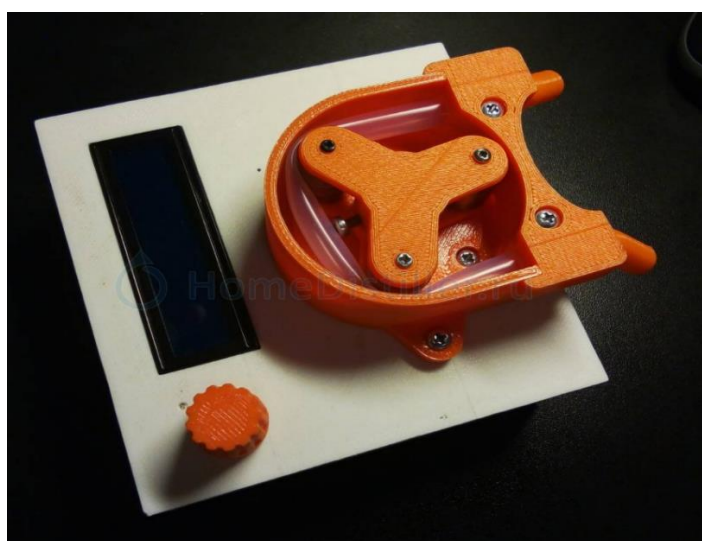


Рисунок 1. Пиролитическая помпа в 3D

Будет разработана пиролитическая помпа. Которая будет распечатана на 3D принтере будет сделана схема на Arduino.

Качественные средства способны стабилизировать РН-уровень воды, уничтожить вирусы, сделать ее прозрачной и приятной для принятия водных процедур. Если вы заботитесь не только о состоянии организма и самочувствии, но и о состоянии бассейнового комплекса, ухаживайте за бассейном, применяя химические реагенты.

Библиографический список:

1. Москвин, Л. Н. Проточные методы – общие принципы автоматизации химического анализа // Российский химический журнал. – 2005. – № 5. – С. 12-18.
2. Как выбрать химию для бассейна. ТОП-5 средств // INTEX region URL: <https://chita.intexregion.ru/blog/kak-vybrat-himiyu-dlya-bassejna-top-5-sredstv> (дата обращения: 22.11.2024).
3. Как использовать химию для бассейна? // aquapolis URL: <https://aquapolis.ru/blog/kak-ispolzovat-himiu-v-bassejne.html> (дата обращения: 23.11.2024).
4. ГОСТ Р 70688-2023. Бассейны для плавания, ПОДГОТОВКА ВОДЫ. Общие требования Дата введения 2023-09-01.

Маркуносов К. А., Скорняков А. А., Моськин Д. С.

БОУ «Лицей №143», г. Омск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОРТАТИВНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Ключевые слова: микроконтроллер, автоматизация, интегрированная среда разработки, манипулятор.

Использование автоматизированных портативных лабораторий позволит обеспечить мобильность и гибкость в работе, а также значительно ускорит процесс анализа, снизит риски возникновения аварийных ситуаций, минимизируя действие человеческого фактора. Следовательно, внедрение таких лабораторий в учебный процесс является перспективным направлением. Использование таких лабораторий в учебном процессе позволит учителям и преподавателям более эффективно организовывать и проводить практические занятия, а также ускорит процесс проверки результатов.

Объект исследования: автоматизация портативной лаборатории.

Гипотеза исследования: возможно ли упростить и обезопасить процесс исследования посредством использования портативных лабораторий.

Цель работы: разработать и создать макет автоматизированной лаборатории, управляемой микроконтроллером.

Задачи: изучить литературу, программное обеспечение, определить комплектующие, спроектировать установку с помощью её комплектующих, составить программу, смоделировать блок управления, выполнить монтаж и наладку, провести тестирование установки.

Актуальность: одно из наиболее перспективных направлений развития технологий – это автоматизация процессов. Возможность комплексно решить вопрос автоматизации инженерных систем, обеспечивающих безопасность проведения реакций – это значительно повысит качество рабочей деятельности.

Появление первых микроконтроллеров знаменовало новую эпоху в развитии микропроцессорной техники. Благодаря наличию в корпусе большинства системных устройств, микроконтроллер стал похож на обычный компьютер. С появлением устройств, которые позволяют работать с микроконтроллерами без потребности в серьезной материальной базе и глубоких знаниях, микроконтроллеры получили большую популярность.

Примером может послужить программа FLProg. Она позволяет создавать прошивки для плат с помощью графических языков FBD и LAD. Исходный код (скетч) загружается на плату Arduino через Arduino IDE.

Arduino IDE – интегрированная среда разработки для Windows, MacOS и Linux, разработанная на C и C++, предназначенная для создания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей.

Список используемых компонентов в создании портативной лаборатории:

1. микроконтроллеры Arduino Nano, NodeMCU V3;
2. датчик температуры DHT-11;
3. датчик газа MQ-2;
4. температурный датчик DS18B20;
5. сервоприводы;
6. тензодатчик 5кг +HX711 AD;
7. преобразователь логики;
8. макетная плата;
9. корпус для электроники;
10. соединительные провода.

Первым этапом создания автоматизированной портативной лаборатории является проектировка всей установки и её компонентов.

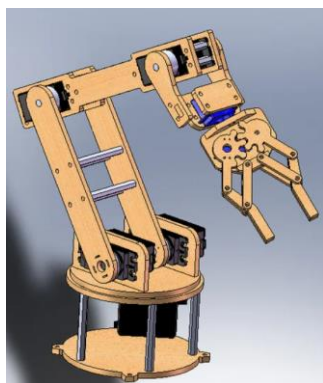


Рисунок 1. Чертёж манипулятора

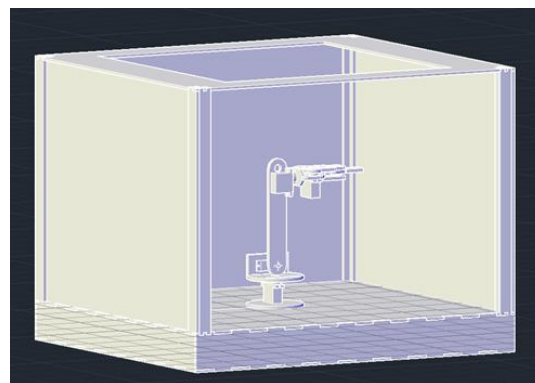


Рисунок 2. Чертёж установки в собранном виде

Вторым этапом стала разработка программ для микроконтроллеров. На рисунках изображены основные этапы разработки:

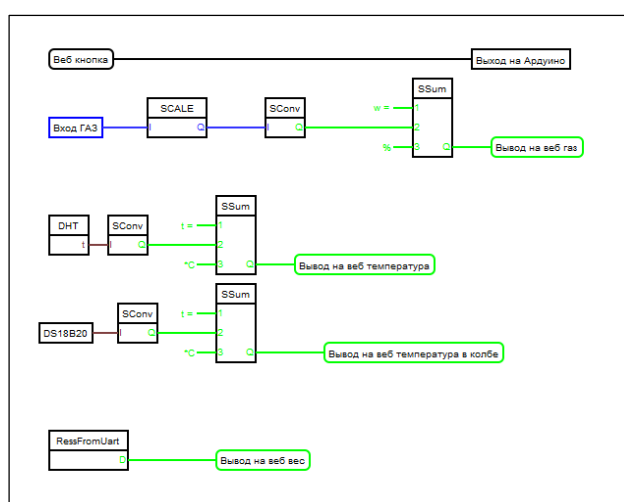


Рисунок 3. Программа для контроллера NodeMCU V3

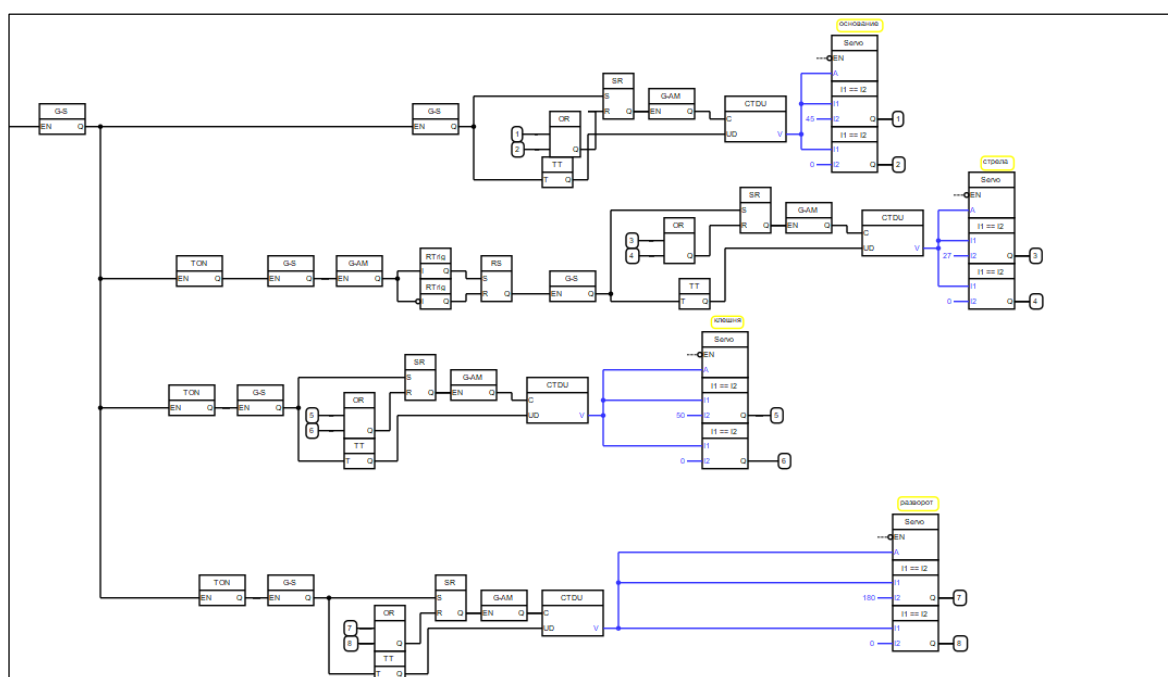


Рисунок 4. Программа для контроллера Arduino Nano

В результате работы было создано портативное функциональное устройство, способное автоматизировать выполнение реакций в лаборатории. Микроконтроллер успешно считывает данные с датчиков и управляет исполнительными механизмами. Система была протестирована и доказала свою работоспособность.

Данная автоматизированная лаборатория может быть использована в научных и исследовательских работах, позволит учителям и преподавателям в учебном процессе более эффективно организовывать и проводить практические занятия, ускорит процесс проверки результатов, а также упростит и разнообразит процесс проведения экспериментов.

Для дальнейшего совершенствования системы рекомендуется заменить ненадежные комплектующие и разработать более функциональное программное обеспечение.

Библиографический список:

1. Испытательное оборудование для промышленных предприятий. Лабораторное оборудование // nevaline URL: <http://nevaline.com.ru/oborudovanie/avtomaticheskie-issledovatel'skie-sistemy/299-avtomatizirovannye-laboratornye-reaktory.html> (дата обращения 04.11.24).
2. Ардуино – кит. Все для 3D принтеров и робототехники //arduino-omsk URL: <https://arduino-omsk.ru> (дата обращения 04.11.24).
3. Российское Ардуино – сообщество //arduinomaster URL: <https://arduinomaster.ru> (дата обращения 04.11.24).
4. Онлайн создание схемы circuito. //circuito.io URL: <https://www.circuito.io> (дата обращения 05.11.24).
5. Учебный центр //flprog. URL: <https://flprog.ru/category/uchebnyj-centr/> (дата обращения 05.11.24).
6. Уроки Arduino и робототехники //alexgyver URL: <https://kit.alexgyver.ru> (дата обращения 05.11.24).
7. Уроки проектирования в AutoCAD //autocad-specialist URL: <https://autocad-specialist.ru/> (дата обращения 06.11.24).

Носков С. А.

Инженерный лицей БПОУ ОО ОмАВИАТ, г. Омск

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Ключевые слова: CRM система, автоматизация бизнеса, предприниматели.

Подавляющее большинство предпринимателей, которые только начинают свой путь в бизнесе, сталкиваются с проблемой автоматизации процессов, учета данных, контроля финансов. Работодатели нанимают огромный штат сотрудников, пытаясь распределить между ними обязанности, но в конечном итоге – это не решает их проблему. По этой причине нами была разработана собственная платформа – «TAIGO.ID», которая поможет решить данные проблемы современного бизнеса.

Для того, чтобы разработать программное обеспечение, необходимо выявить проблемы, существующие в современном бизнесе:

1. Отсутствие автоматизации: многие предприниматели не осознают важность автоматизации, что приводит к потере времени, ресурсов и потенциальных клиентов.
2. Неэффективное распределение обязанностей: перекладывание задач, которые может выполнить CRM-система, на сотрудников, что увеличивает штат и расходы.
3. Отсутствие структурирования данных: некоторые предприниматели не обращают внимание на долгосрочное хранение информации о клиентах.

На данный момент времени существует несколько популярных CRM-систем для автоматизации бизнес-процессов, однако, каждая из них содержит в себе какие-то недоработки или вовсе не обладает решением тех или иных проблем в бизнесе.

Следующим этапом, после выявления проблем в бизнесе, стал этап формирования плана работы по разработке системы:

1. Формирование основного подхода к ведению бизнеса с учетом проблем текущих систем.
2. Проектирование продукта, разработка UI/UX дизайна.
3. Разработка функционала панели TAIGO ID.
4. Тестирование и выпуск продукта.

Система включает в себе огромное количество страниц, содержащих полезную информацию о заказах, финансах, клиентах и работниках. Разработка системы началась с ее проектирования – проработка разделов, необходимых всем типам пользователей (администратору, менеджеру, разработчику и любым другим), затем проработали систему прав и ролей для каждой категории людей. Создали диаграммы, базу данных для хранения различных таблиц (заказы, исполнители, клиенты, финансы, хостинги и др) для связи в дальнейшем этого с кодом нашей платформы.

Ни один продукт, само собой, не обходится без тестирования, поэтому мы провели 4 кейса тестирования. Система показала отличные результаты.

Результатом работы стало готовое приложение-сайт, решающее проблемы автоматизации бизнес-процессов большинства IT-компаний.

Библиографический список:

1. База данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/ef/core/> – Entity Framework Core. – (Дата обращения: 05.04.2024).
2. Библиотека для использования базы данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mongodb-entities.com/> – MongoDB.Entities. – (Дата обращения: 28.11.2024).
3. Документация ASP.NET Core [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet> – ASP.NET Core – (Дата обращения: 28.11.2024).
4. Документация ЯП C# [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/> – C# language documentation. – (Дата обращения: 28.11.2024).

5. Методы тестирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tquality.ru/blog/tipiurovniimetoditestirovaniyaprogrammnogoobespecheniya/>. – Типы, уровни и методы тестирования программного обеспечения. – (Дата обращения: 28.11.2024).

6. Проектирование баз данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nosqldbm.ru/#/> – Sql DB Schema Modeling. – (Дата обращения: 28.11.2024).

7. Системы прав для SaaS приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uxdesign.cc/design-permissions-for-a-saas-app-db6c1825f20e> – Designing permissions for a SaaS app. – (Дата обращения: 28.11.2024).

8. Хостинг провайдер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://taigo.xyz/services/taigoNodes>. – TAIGO. – (Дата обращения: 28.11.2024).

9. Что такое система управления финансами (FMS)? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/erp/s4hana/what-is-financial-management-system.html> – SAP. – (Дата обращения: 28.11.2024).

10. Экосистема управления бизнесом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://taigo.xyz/>. – TAIGO. – (Дата обращения: 28.11.2024).

Путинцева А. А.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №63» г. Омск

СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ОТКРЫТИЕМ ПО БИОМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Ключевые слова: биометрия, замок, сенсор отпечатка пальца.

В настоящее время многие замки не могут гарантировать безопасность и надежность, так как существует множество способов взлома. Однако более современным решением проблемы являются замки с доступом по биометрии, такие как электронные замки с отпечатком пальца. Они обладают высокой степенью секретности и гарантируют надежность ограничения доступа благодаря идентификации человека по уникальным физиологическим характеристикам.

Для решения проблемы безопасного хранения важных вещей, было решено разработать выдвижной ящик с доступом по отпечатку пальца. Для начала была проведена подробная аналитика конструкции ящика и его возможных улучшений, чтобы понять все нюансы и преимущества выбранного способа. Затем был создан чертеж ящика с отсеком для отпечатка пальца, детали которого были вырезаны при помощи лазерного станка.

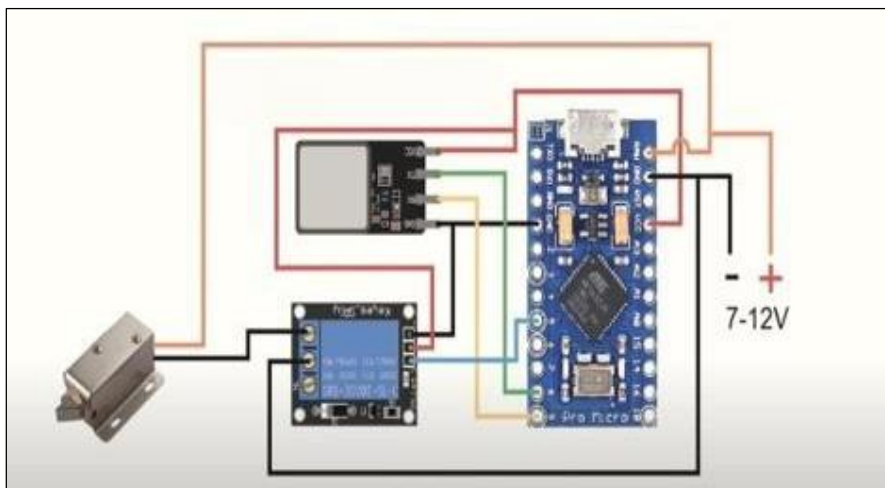


Рисунок 1. Электронная схема отпечатка пальца на Arduino

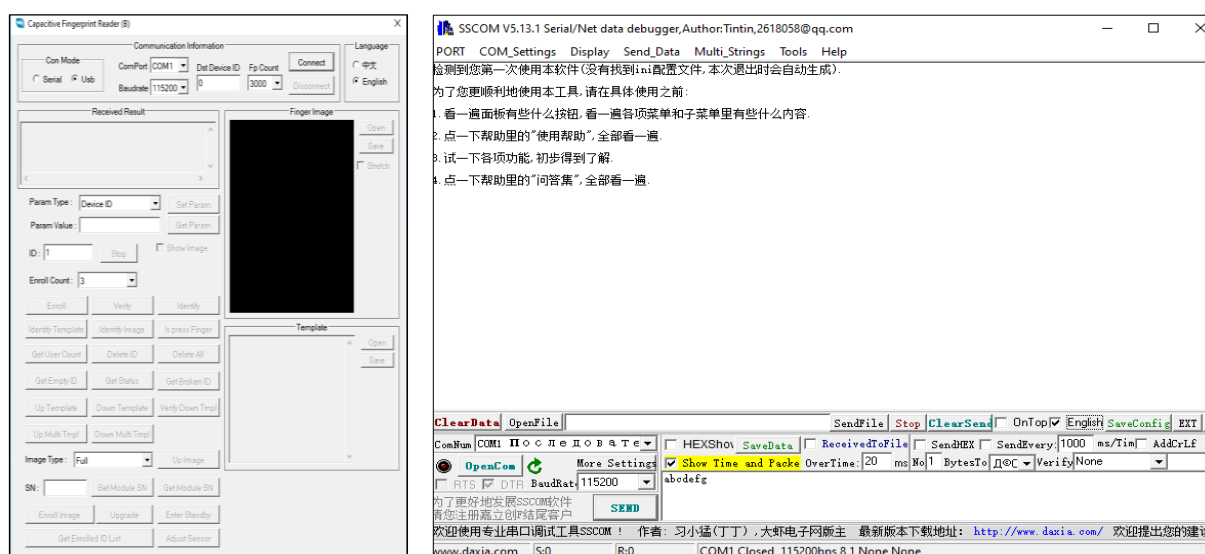


Рисунок 2. Программное обеспечение

Следующим этапом была произведена установка электроники в ящик.

Далее была разработана схема для подключения устройства сканирования отпечатка пальца к Arduino, которая была собрана на макетной плате. Для начала необходимо было подключить сенсор к Arduino, затем присоединить провода к реле и припаять их к плате. Был присоединен бокс для аккумуляторов и замок, в соответствии с разработанной схемой. После установки аккумулятора, была проведена проверка работоспособности схемы (см. рисунок 1).

Для калибровки и настройки (конфигурации, добавления и проверки отпечатка пальца) сенсора был использован программный продукт производителя - Capacitive-Fingerprint-Reader-(B)-Demo (см. рисунок 2).

Для начала необходимо было прикрепить сенсор к заранее сделанному отверстию, затем зафиксировать остальные части механизма, используя шурупы для замка.

На данном этапе выполненной работы была разработана конструкция системы хранения с автоматическим открытием по биометрическим данным. Изучив доступную информацию о работе замков с доступом по биометрии, был создан чертёж ящика и схема подключения сенсора отпечатка пальца.

В результате получили надежную систему хранения для обеспечения высокого уровня защиты, основанную на уникальности физиологических характеристик человека.

Библиографический список:

1. Capacitive Fingerprint Reader (B) – Пекин, 2007 / [Электронный ресурс] // waveshare wiki: [сайт]. – URL: [https://www.waveshare.com/wiki/Capacitive_Fingerprint_Reader_\(B\)](https://www.waveshare.com/wiki/Capacitive_Fingerprint_Reader_(B)) (дата обращения: 6.11.2024).
2. Выдвижной ящик в шкафу с доступом по отпечатку – 2012 / [Электронный ресурс] // В гостях у самоделкина: [сайт]. – URL: https://usamodelkina.ru/20832-vydvizhnoj-jaschik-v-shkafu-s-dostupom-po-otpechatku.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 18.01.2024).
3. Выдвижной ящик – 2018 / [Электронный ресурс] // laserbiz: [сайт]. – URL: <https://box.laserbiz.ru/SlidingDrawer> (дата обращения: 23.01.2024).
4. Ёмкостный сканер отпечатков пальцев – Москва, 2010 / [Электронный ресурс] // Ампер: [сайт]. – URL: <https://amperka.ru/product/fingerprint-reader-capacitive?ysclid=m3rds3icew464505918> (дата обращения: 21.11.2024).
5. СИСТЕМА АУТЕНТИФИКАЦИИ ПО ОТПЕЧАТКУ ПАЛЬЦА, ПРОГРАММА АУТЕНТИФИКАЦИИ ПО ОТПЕЧАТКУ ПАЛЬЦА И СПОСОБ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПО ОТПЕЧАТКУ ПАЛЬЦА – 2019 / [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека: [сайт]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41323926> (дата обращения: 20.11.2024).
6. Баланов, А. Н Биометрия. Разработка и внедрение систем идентификации / А. Н. Баланов. – ЭБС Лань, 2024 – 228 с.

СЕКЦИЯ «СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Бакиев Д. Р., Инояттов Р. Р., Кулеев Р. Р.

АО «Газпромнефть-ОНПЗ», г. Омск

НПЗ БУДУЩЕГО: НОВЫЙ УРОВЕНЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ключевые слова: система онлайн-оптимизации (ЦДиОО), цифровой двойник, система усовершенствованного управления технологическим процессом (СУУТП), интерпретация оптимума, барьер.

В данной работе разработан прототип инструмента, который производит интерпретацию оптимума, по каждому контролируемому параметру технологического режима, благодаря чему можно получить конкретные уставки (задания) по количеству и качеству компонентов для каждой составляющей глобального оптимума.

Система онлайн-оптимизации (ЦДиОО) состоит из двух основных элементов: онлайн-оптимизатора и цифровых двойников, и предназначена для поиска глобального экономического оптимума в периметре НПЗ с целью максимизации целевой экономической функции. Система учитывает фактические значения переменных, ограничения, взаимосвязи технологических объектов, а также цены на нефтепродукты. В результате расчета системы достигается экономически эффективная работа технологических цепочек НПЗ: бензиновая, дизельная, керосин, СУГ, темные нефтепродукты и ароматические углеводороды. Система ЦДиОО находит глобальное решение по всем объектам, входящим в периметр за счет внутренних и внешних (сырьевых) рычагов для каждого объекта.

Раньше специалист центра управления производством (ЦУП) передавал задания в СУУТП, полагаясь на экспертную оценку. Сейчас, благодаря системе ЦДиОО, задания предлагает онлайн-оптимизатор, а специалист ЦУП передает их на установку, предварительно оценивая решения оптимизатора. На этом этапе возникает проблема в интерпретации результатов расчета системы. Не все решения оптимизатора являются явными и даже самый опытный профессионал не всегда может оценить некоторые решения системы. Кроме этого, с ростом числа объектов в периметре системы появляются новые взаимосвязи между параметрами, которые дают дополнительные возможности с точки зрения оптимизации, но с другой делают решение системы все менее понятным для пользователя.

Таким образом обозначим два основных барьера, с которыми мы сталкиваемся при разработке системы ЦДиОО:

1. Детально проанализировать какие рычаги и насколько сильно оказывают влияние на текущий момент для пользователя не представляется возможным. Из-за этого у пользователей отсутствует понимание некоторых решений системы и они могут отклонить такие рекомендации, что приводит к появлению упущенной выгоды.
2. Также пользователю не всегда понятно в какой последовательности передавать задания на установки и в какой момент мы достигнем оптимума.

Подход, который лежит в основе системы ЦДиОО, предполагает расчет влияния каждого рычага оптимизации на каждую установку и каждую ее контролируемую переменную с помощью цифровых двойников. В результате расчета получаются коэффициенты взаимосвязи или коэффициенты усиления, которые выступают в качестве исходных данных для онлайн-оптимизатора.

В самом оптимизаторе происходит решение системы уравнений с помощью данных коэффициентов. С помощью обратного расчета можно оценить вклад каждой управляемой переменной на контролируемую. Здесь решается первый барьер, благодаря интерпретации результата, конечный пользователь может понять, как достичь оптимального значения октанового числа.

Пользуясь полученными результатами по интерпретации результата экспериментально можно определить временные задержки от передачи задания по рычагу оптимизации до получения оптимального значения по контролируемой переменной и на основе этого построить приблизительный прогноз изменения каждой контролируемой переменной. За счет этого мы получим дополнительные возможности для оперативной прогнозной оценки соответствия предложений ЦДиОО заданиям календарного плана и векторам эффективности в рамках суток, а также передачу уставок в СУУТП.

Чтобы проверить эту гипотезу мы создали прототип инструмента, который производит интерпретацию оптимума, по каждому контролируемому параметру. При работе системы в режиме «советчика», пользователь должен сам решить, передать рассчитанный оптимум на установку или нет. С данным инструментом решение становится более прозрачным и пользователю становится проще передавать рассчитанные уставки. На выходе получаем задания по количеству и качеству компонентов для каждой составляющей глобального оптимума.

Благодаря этому инструменту снизится количество отклоненных заданий от системы ЦДиОО, а значит появится возможность увеличить экономический эффект. Так, например, за 2 и 3 кварталы 2024 года было передано на установки и принято старшими операторами 200 заданий, за счет которых была получена дополнительная прибыль в размере 446 млн. руб., а 15 заданий не было принято, из-за чего было недополучено 24 млн рублей. Инструмент позволяет упростить оценку предложений оптимизатора, а, следовательно, минимизировать упущенную выгоду, оценить которую в настоящее время затруднительно. По предварительной оценке, на разработку данного инструмента потребуется 10 млн. руб.

Таким образом, созданный инструмент позволяет:

- Получить понимание значимости влияния рычагов оптимизации.
- Устанавливать приоритеты по передаваемым уставкам в СУУТП.
- Повысить эффективность использования системы.
- Сократить количество упущенной выгоды за счет своевременного внесения изменений в технологический процесс.

Библиографический список:

1. Реестровая запись №24309 от 04.10.2024. Произведена на основании поручения Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 04.10.2024 по протоколу заседания экспертного совета от 23.09.2024 №651пр. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/2704677/>.

2. Проекты цифровой трансформации Газпромнефть. Модуль для онлайн-оптимизатора цифрового двойника. URL: https://digital.gazprom-neft.ru/digital-solutions/modul_dlya_online_optimizatora_cifrovogo_dvoynika.

Бакулин К. А.

АО «Газпромнефть-ОНПЗ», г. Омск

ПРИМЕНЕНИЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ МЕРТВОГО ОБЪЕМА ДВУХЦИЛИНДРОВОГО ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА

Ключевые слова: поршневой компрессор, цифровая модель, мертвый объем, моделирование.

Применение средств 3D моделирования для определения составляющих мертвого объема двухцилиндрового поршневого компрессора.

Важным показателем эффективности работы поршневого компрессора, определяющего степень энергоэффективности, является коэффициент подачи. Коэффициент подачи включает в себя такие составляющие как подогрев газа на всасывания, неплотности рабочей камеры, влажность газа, мертвый объем в цилиндре. Мертвый объем включает в себя такие составляющие: линейный; кольцевой; в клапанах; дополнительный [1]. Существует решение, позволяющее исключить линейную составляющую мертвого объема [2, 3]. Вопрос распределения составляющих мертвого объема в цилиндре поршневого компрессора остается на уровне конструктивных параметров и в литературе мало обзореваем.

Объектом изучения является двухцилиндровый поршневой компрессор (см. рисунок 1):

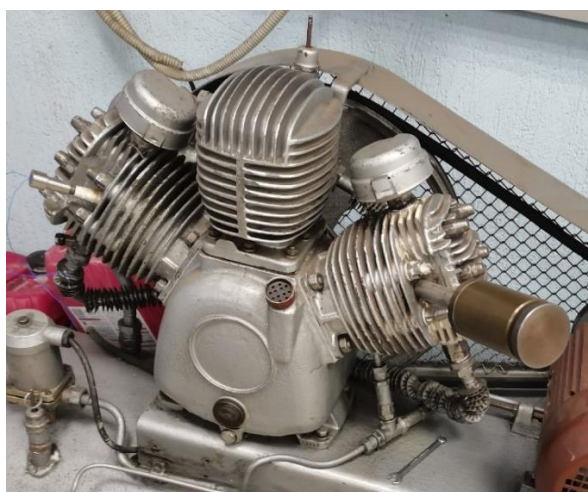


Рисунок 1. Двухцилиндровый поршневой компрессор

Компрессор имеет следующие характеристики:

1. Диаметр цилиндра $D_c = 85$ мм.
2. Ход поршня $S = 70$ мм.
3. Частота вращения $n = 7,41$ об/с.
4. Производительность $V = 0,56$ м³/мин.

Для построения производился разбор цилиндра компрессора с последующим измерением размеров деталей и определении зазора между поршнем и клапанной плитой, а также геометрических размеров клапанов, посадочных мест и диаметров [4].

Построена 3D модель цилиндра компрессора с клапанной плитой для упрощения расчетов составляющих мертвого объема, связанных со сложностью формы (см. рисунок 2).

Погрешность измерений штангенциркуля составляет 0,1 мм, что при сумме измеряемой цепочки размеров составляет не более 1%.

Полученный результаты моделирования составляющих мертвого объема в цилиндре компрессора имеют следующее распределение:

1. Линейная составляющая – **8,6 см³**.
2. Кольцевая составляющая – **0,3 см³**.

3. Клапанная составляющая – $13,2 \text{ см}^3$.
 2. Дополнительная составляющая – $0,8 \text{ см}^3$.
- Тогда, суммарный объем составляет $22,9 \text{ см}^3$.

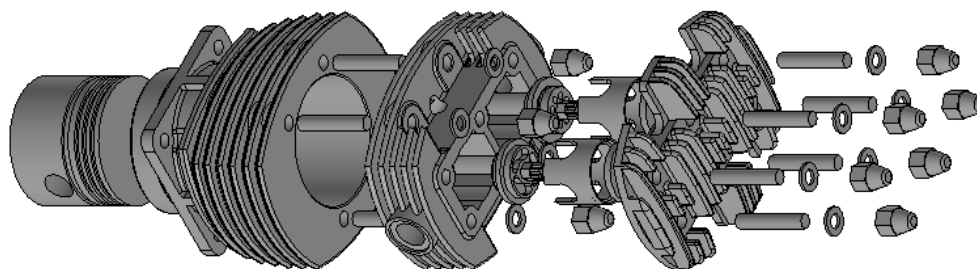


Рисунок 2. 3D модель цилиндра компрессора

Представим данные составляющие мертвого объема в виде круговой диаграммы с процентами (см. рисунок 3).

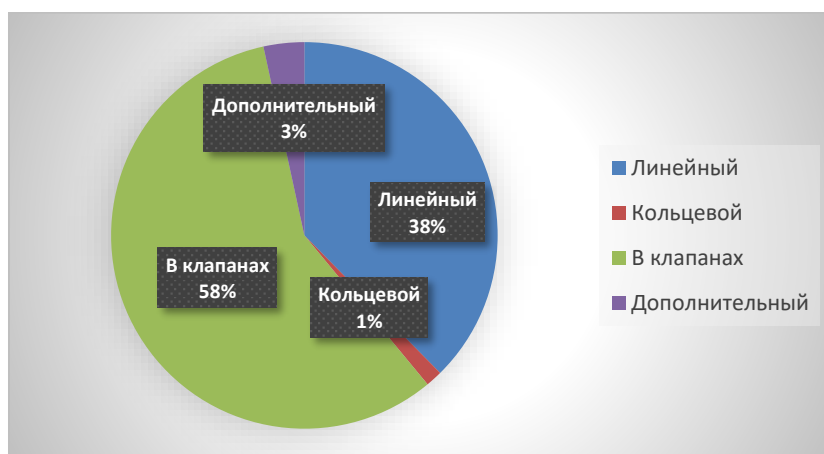


Рисунок 3. Распределение составляющих мертвого объема

Применение инструментов 3D моделирования позволяет определить распределение составляющих мертвого объема в цилиндре, что может использоваться для дальнейших расчетов с применением современных решений по уменьшению их влияния на коэффициент подачи и увеличения производительности компрессора, а так же разработке конструкций и определения их геометрических размеров.

Библиографический список:

1. Пластинин, П. И. Поршневые компрессоры. В 2 т. – Т.2. Основы проектирования. Конструкции. 3-е изд., перераб. и доп. / П. И. Пластинин. Москва : КолосС, 2008. – 711 с.
2. Бусаров, С. С. Перспективы создания современных поршневых компрессоров с повышенной производительностью / С. С. Бусаров, К. А. Бакулин, Р. Э. Кобыльский, И. С. Бусаров // Омский научный вестник. Серия Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. – 2024. – Т.8. - № 1. – С. 25-31. – DOI 10.25206/2588-0373-2024-8-1-25-31.
3. Пат. 2694104 Российская Федерация, МПК F 04 В 39/04 (2006.01), F 04 В 53/14 (2006.01). Поршневой компрессор / Юша В. Л., Бусаров С. С., Недовенчаный А. В. [и др.]. № 2018132179; заявл. 07.09.2018; опубл. 09.07.2019. Бюл. № 19. 5 с.
4. Котлов, А. А. Математическая модель воздушного поршневого компрессора среднего давления для решения задач энергоаудита: дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2011. – 138 с.

Малыгина Н. Б., Дудко П. С., Ленчак П. А.

АО «Газпромнефть-ОНПЗ», г. Омск

ЦИФРОВАЯ НЕФТЬ – КЛЮЧ К ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЕ НПЗ

Ключевые слова: бизнес-аналитика, качество нефтяного сырья, ВІ-приложение, цифровизация.

В данной работе реализовано ВІ-приложение на базе данных поточного анализатора качества (ПАКН) на АТ-9 для максимизации выработки высокомаржинальных продуктов в условиях высокой волатильности качества нефти.

Высокая волатильность состава нефтяного сырья, поступающего на установки первичной переработки, требует усиленного контроля и оперативных решений для максимальной эффективности. В большинстве случаев действия технологического персонала и работа систем управления основаны на информации о технологическом режиме установки и составе / показателях качества продуктов, выпускаемых объектом. Данные о составе нефтяного сырья не участвуют в оперативном управлении, поскольку имеют низкую дискретность и низкую детализацию. Данный подход приводит к наличию «временного лага» от поступления сырья до получения отклика по продуктам, и имеет потенциал для улучшений [1], [2].

В настоящее время СУУТП реагирует на изменение фракционного состава нефти, анализируя качество полученных продуктов с учетом «временного лага», что приводит к несвоевременному реагированию на изменения и недовыработке светлых нефтепродуктов от их потенциального содержания.

Для своевременного реагирования на изменение состава есть возможность ориентироваться не на качество полученных продуктов, а на качество нефти, которая только поступила на первичную переработку. И поэтому, на установке АТ-9 имеется поточный анализатор нефтяного сырья MODKON, который позволяет получать данные по фракционному составу нефтяного сырья в реальном времени.

Комплексная система контроля качества нефти «MOD-4100» состоит из следующих секций: стенда для установки анализатора, верхнего блока управления, системы подачи пробы, емкостей для растворителей, нижнего измерительного шкафа, распределительной коробки. Система смонтирована на раме, на передней части расположены система управления и отсеки анализатора, в отдельном блоке расположены три разных ёмкости для растворителей. В верхней части блока управления установлена система управляющих устройств. В нижнем шкафу располагаются устройства для анализа проб.

На текущий момент, ПАКН успешно прошел верификацию по каждой из 29 узких фракций (нарезка ФС ГХ: НК-15 С, 15-28 С, 28-62 С и тд.). Таким образом, у нас появился новый источник уникальных данных (ранее мы получали информации о сырье 1 раз в 15 дней, а теперь в режиме реального времени). По факту, мы теперь можем в любой момент времени:

1. Фиксировать, когда отклонение по отборам на АТ-9 вызвано сырьевым фактором, а когда нет;
2. Понимать, какой у нас имеется потенциал для отбора бензиновых, керосиновых и дизельных фракций в текущий момент;
3. Более оперативно реагировать на отклонения: если сырьё начало резко меняться, мы узнаем об этом ещё до того, как его переработаем; к тому же будем знать, какие именно фракции поменялись в сырье.

Однако, в текущем необработанном виде (просто цифры в PI) данные с ПАКН бесполезны. Поэтому, предлагается подумать и реализовать удобный для нас инструмент на базе данных ПАКН (новый источник данных) совместно с привычными источниками данных: PI, АСКУБ, лабораторные данные; но только разом и в одном месте. Реализовать можно, что угодно, что может упростить нам:

- фиксацию отклонения (подразумевается не отклонение от плана, а отклонение, когда текущие отборы или качество продуктов меняется без регулирования тех. персоналом),

- понимание причин отклонения (количественное отделение фактора качества сырья от фактора изменения режима установки), - определение возможностей по работе с отклонением.

В данной работе реализовано BI-приложение, в которое интегрированы как все необходимые данные для технологического персонала из системных источников (PI, LIMS, АСКУБ) – более 100 параметров режима и 50 показателей качества, так и новые данные с поточного анализатора, что позволяет:

1. Определять влияние сырьевого фактора в рамках ежесуточной / часовой работы;
2. Своевременно информировать пользователя о снижении отбора светлых, бензиновых, керосиновых, дизельных фракций от потенциала в нефтяном сырье;
3. Оперативно сравнивать текущие показатели работы объекта с ранее достигнутыми значениями для принятия решений.

Для формирования алгоритма расчетов вариантов работы установки использовалась информация по соотношению компонентов нефтяного сырья из АС КУБ и данные с серверов PI. Для расчета потенциалов нефтепродуктов были использованы данные ПАКН из PI и коэффициенты, учитывающие наложения фракций, из инженерной модели установки АТ-9. Отборы нефтепродуктов рассчитывались на основе данных PI.

В качестве оценки эффекта от внедрения информационной системы проведён опытно-промышленный пробег, в результате которого увеличены отборы следующих продуктов:

- Увеличение отбора фракции НК-70 на 0,08% масс.;
- Увеличение отбора фракции 70-100 на 0,02% масс.;
- Увеличение отбора фракции 100-180 на 0,35% масс.;
- Увеличение отбора ТС-1 на 0,15% масс.;
- Увеличение отбора «ДТЗ» на 0,16% масс.;

И уменьшение отбора мазута на 0,59% масс.

Суммарный отбор светлых составил 0,59% масс.

В итоге выполнена разработка приложения, обучение пользователей (ЦУП, ЦИМ, УГТ, Производство №1), тестирование в рамках опытно-промышленного пробега, внедрение в деятельность (инструмент ориентирован на онлайн взаимодействие с приложением и оперативную работу).

Решение указанной проблемы позволило получить следующий эффект:

1. Максимизации выработки высокомаржинальных продуктов в рамках работы с отклонениями (повышение скорости устранения отклонений, принятие более эффективных мер);
2. Экономии трудозатрат для оперативного и комплексного анализа работы установок за счет интеграции в работу нового источника данных и автоматизации аналитических задач.

Библиографический список:

1. Капустин, В. М. Индустрия 4.0. Основные направления развития цифровизации в нефтеперерабатывающей отрасли / В. М. Капустин, Р. В. Хакимов // Мир нефтепродуктов. – 2020. – № 1. – С. 6-14. – EDN JMAVOY.
2. Спирина, Е. В. Проблемы и перспективы развития нефтепереработки в России / Е. В. Спирина // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10, № 2(51). – С. 55. – EDN SBLVZX.

Мотаев К. А.^{1,2}, Мохамд С.¹, Молокеев М. С.¹, Загоруйко А. Н.^{1,2}, Елышев А. В.¹

1 – Тюменский государственный университет, г. Тюмень

2 – Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск

ОПТИМИЗАЦИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРОГЕНОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: гидрогенолиз, машинное обучения, случайный лес, катализатор, никель.

В последние годы значительно возрос интерес к разработке более эффективных и селективных катализаторов для химических процессов, которые имеют ключевое значение для отрасли [1, 2]. Одним из таких процессов является гидрогенолиз, который играет важную роль в переработке биомассы и производстве ценных химических продуктов [3].

Никелевые катализаторы традиционно используются для этой цели из-за их доступности и высокой активности [4]. Однако поиск оптимальных никелевых катализаторов остается сложной и ресурсоемкой задачей.

В результате было использовано 419 примеров гидрогенолиза катализаторов различного состава при различных условиях синтеза и различных подаваемых газах, C2-C8, из 40 исследований.

В качестве более показательного критерия мы решили взять десятичный логарифм скорости реакции $\text{Log}_{10}g$, который мы собираемся предсказать с помощью нашей модели в будущем.

Температура и продолжительность восстановления, а также процесс прокаливания влияют на размер частиц, что, в свою очередь, сказывается на эффективности катализатора. Поэтому мы сосредоточились на входных параметрах для первого этапа восстановления: температура и время (1st temp, 1st time); для второго этапа восстановления: температура и время (2nd temp, 2nd time); и для третьего этапа: температура и время (3rd temp, 3rd time). В тех случаях, когда в экспериментах присутствовал четвертый этап восстановления, мы его игнорировали. Также были учтены температура и время прокаливания: (0th temp, 0th time).

Мы учли площадь поверхности катализатора Specific surface area (SSA), наличие кислорода в входном газе O2, так же использовали соотношение объема водорода и углеводорода, колонка, в которой это учитывалось, называлась «соотношение потоков водорода» (HS) и температуру работы working temperature (WT).

Таблица 1.

Шифрование данных Catalysts_1, Catalysts_2, Support_1, Support_1

	Шифрование																	
Catalysts_1;	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Catalysts_2.	Ru	Ni	Rh	Pt	Re	Pd	Ge	Sn	V2O5	Ir	Os	Cu	Mg	Co	In	Si	Pb	None
Support_1;	0	1	2	3	4	5	6	7	8									
Support_2.	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	MoO3	Zeolite	Other	None									

В этом исследовании было учтено, что катализаторы и носитель катализатора могут состоять из двух частей. Катализаторы были зашифрованы как Catalysts_1 и Catalysts_2 в тех случаях, когда присутствует второй катализатор, нумерация приведена в таблице 1. Процентное содержание катализатора указано в столбцах CC_1 и CC_2. В столбцах support_1 указан носитель катализатора, а в столбце support_2 указан второй носитель катализатора, если он присутствует, в противном случае support_2 зашифрован цифрой 8. Нумерация приведена в таблице 1.

Был использован метод случайного леса для построения модели машинного обучения. Была проведена кросс-валидация из 50 модель и усреднены их значения. Средняя абсолютная ошибка (MAE) кросс валидации составила 0,37, а R² равнялась 0,76. Модель случайного леса теперь способна предсказать $\text{Log}_{10}g$ для различных комбинаций экспериментальных параметров (рисунок 1).

Нашей задачей было найти оптимальный катализатор на основе никеля. Для этого мы составили перебор всех возможных вариантов входных параметров экспериментов, которые нас интересовали и которые мы могли бы выполнить (таблица 2)

Таблица 2.

Диапазоны входных параметров для оптимального поиска

Колонка	Значения
Catalysts_1 =	[1]
CC_1 =	[2, 5, 10, 100]
Catalysts_2 =	[19]
CC_2 =	[0]
support_1 =	[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]
support_1 =	[8]
SSA =	[2, 10, 24, 55, 150, 300, 450, 600]
1 st temp =	[300, 400, 500, 600, 700, 800]
1 st time =	[1, 3, 5, 7, 9, 16]
2 nd temp =	[0, 300, 500, 700, 800]
2 nd time =	[0, 1, 5, 3, 4, 5, 7]
3 rd temp =	[0]
3 rd time =	[0]
0 st temp =	[450]
0 st time =	[5]
O ₂ =	[0]
HS =	[0, 6, 5, 7, 12, 30, 56]
WT =	[300, 400, 480]

После этого было рассчитано среднеквадратичное отклонение каждой предсказанной скорости реакции. Весь набор данных был отсортирован по наименьшей стандартной ошибке, а затем были найдены 1000 данных с наибольшей скоростью реакции.

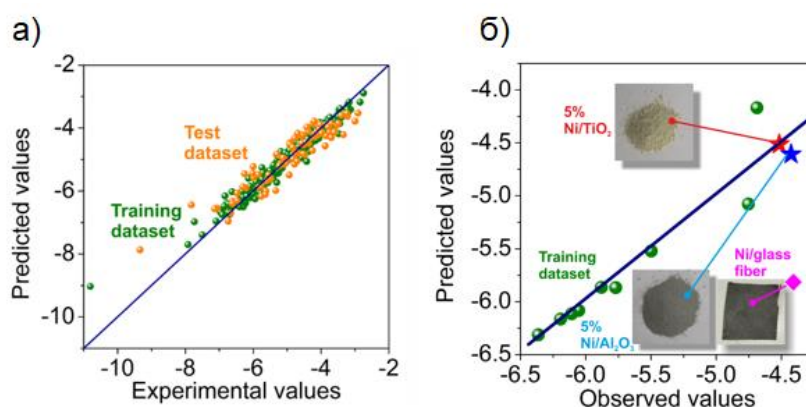


Рисунок 1. а) Сравнительный график наблюдаемых значений, предсказанных значений $\text{Log}_{10}r$ для всего набора данных б) Сравнительный график наблюдаемых значений, предсказанных значений $\text{Log}_{10}r$ для никелевых катализаторов

Две точки из этого массива были выбраны в качестве потенциальных кандидатов на получение наилучших катализаторов Ni/Al₂O₃ и Ni/TiO₂ с наибольшим значением прогнозируемых скоростей реакции (таблица 3).

На рисунке 1 также показана точка, связанная с катализатором на основе никеля, использующим в качестве подложки текстиль из стекловолокна. Эта точка расположена довольно

далеко от линии тренда, ее реальная активность значительно превышает прогнозируемую. Столь разное поведение отражает тот факт, что этот тип катализаторов является оригинальным и качественно отличается от всех других традиционных катализаторов на основе никеля.

Таблица 3.

Наиболее интересные эксперименты на основе никеля,
которые смогла предсказать модель случайного леса

Cn	catalyst	support	CC_1	SSA	1 st temp	1 st time	0 st temp	0 st time	O ₂	HS	WT	Log ₁₀ r (observed)	Log ₁₀ r (predicted)
3	Ni	Al2O3	5	300	500	1	450	5	0	7	300	-4,52	-4,51
3	Ni	TiO2	5	110	500	1	450	5	0	7	300	-4,43	-4,61

Благодарности:

Экспериментальная работа по изучению каталитической активности была поддержана грантом Российского научного фонда №. 22-73-10015, <https://rscf.ru/project/22-73-10015/>. Обработка данных с помощью машинного обучения поддержана государственным заданием Министерства образования и науки Российской Федерации. (project FWUR-2024-0037 для Института катализа СО РАН).

Библиографический список:

1. Lan X., Wang T. Highly selective catalysts for the hydrogenation of unsaturated aldehydes: a review //ACS catalysis. – 2020. – Т. 10. – №. 4. – С. 2764-2790.
2. Zhuang Z. et al. Review of nitrous oxide direct catalytic decomposition and selective catalytic reduction catalysts //Chemical Engineering Journal. – 2024. – С. 150374.
3. Annuar N. H. R. et al. A review on hydrogenolysis of sorbitol over heterogeneous catalysts //Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2022. – Т. 10. – №. 2. – С. 107229.
4. Zhao Z. et al. Catalytic hydrogenolysis of plastic to liquid hydrocarbons over a nickel-based catalyst //Environmental Pollution. – 2022. – Т. 313. – С. 120154.

Пархоменко Н. А. Жидкова Е. Е., Феоктистов Д. К.

ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРАДАРНОЙ СЪЕМКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ключевые слова: георадар, георадарное зондирование, автомобильные дороги.

В связи с увеличением автомобильного потока, на дорогах Российской Федерации возросла нагрузка на уже существующие дороги, что со временем приводит к сильным разрушениям существующего дорожного покрытия и потребностями в реконструкции. Для составления проекта реконструкции проводят различного вида съёмки дорожного полотна, чтобы узнать степень его изношенности в процессе эксплуатации. Исследования можно проводить с использованием различных приборов и технологий: от визуальной съёмки до наземного лазерного сканирования. В настоящее время всё большую роль в оценке качества асфальтового покрытия автомоделных дорог выполняют неразрушающее обследование с применением георадаров.

Георадар – радиолокатор, который используется для зондирования исследуемой среды. Исследуемой средой может быть земля, вода, бетон, асфальт, стены зданий и т.п. Оснащён передающими и приемными антеннами. Передающие антенны осуществляют отправку коротких электромагнитных импульсов в зондируемую среду, где они отражаются от границ различных материалов и объектов. Затем приемные антенны улавливают эти волны, преобразуя в электрический, затем в цифровой сигнал и передают на регистрирующее устройство (компьютер). Каждый материал имеет свою уникальную электрическую проницаемость, что влияет на время отражения и интенсивность сигнала. Благодаря этим данным выявляют границы слоев, оценивают их плотность, целостность и глубину залегания, а также измеряют их толщину.

Георадарное зондирование находит широкое применение в различных сферах. Оно активно используется для анализа состояния автомобильных дорог и искусственных конструкций. Также данный метод эффективен при изучении уже существующих транспортных объектов. С помощью георадаров проводятся исследования грунтовых и гидрогеологических условий на конкретных участках.

Этот метод помогает оценить объемы дорожно-строительных материалов, доступных в карьерах [1], а также незаменим при:

- Инженерно-геологических изысканиях под строительство дорог и путепроводов;
- Определении толщины конструктивных слоев дорожной одежды;
- Выявлении просадок и разуплотненных и обводненных участков;
- Определении залегания грунтовых вод и наличие верховодки;
- Выявлении зон распространения специфических грунтов (торфы, илы, засоленные грунты и т.д.) и многолетнемерзлых пород;
- Обнаружении подземных коммуникаций.

Целью работ являлось исследование конструкции дорожной одежды: определение толщины двух верхних слоев асфальтобетона (ЩМА-20 и старого покрытия асфальтобетона) на участке ПК 0 – ПК 5+00 по двум полосам движения, а также определение толщины двух верхних слоев асфальтобетона и слоя щебня по краям автодороги, в районе расширения проезжей части автодороги.

В основе выполненных исследований использованы результаты георадиолокационной съёмки по двум направлениям движения (левое и правое) по продольным профилям, расположенным по оси каждой полосы автодороги. [2].

Объектами зондирования являются любые неоднородности грунта и предметы, отличающиеся по диэлектрической проницаемости или проводимости от окружающего грунта и имеющие относительно большие размеры. Обнаруживаемые объекты подразделялись на плоскостные (слои или границы раздела в грунте, уровень грунтовых вод), линейные (трубы, кабели) и локальные. Наибольшие амплитуды отраженных сигналов характерны для контрастных плоскостных

и линейных объектов, в особенности металлических. Минимальный размер обнаруживаемых локальных металлических и диэлектрических неоднородностей составил около 0,3–0,5 м. Минимальный диаметр обнаруживаемых линейных объектов (труб или кабелей) на глубинах до 2 м составил 5–10 см. [3].

Проведение георадарного обследования позволяет определить: толщины конструктивных слоев дорожных одежд, типы, влажность и плотность грунтов земляного полотна и подстилающего основания, положение уровня грунтовых вод, положение кривой скольжения на оползневых участках, пространственное очертание подошвы геологических слоев под телом насыпи, места расположения зон разуплотненных грунтов, пустот и инфильтрации подземных вод. С помощью всех полученных данных удастся безошибочно установить и ликвидировать причины деформаций дорожного покрытия.

Обследование транспортных коммуникаций представляет собой большой комплекс работ, но в целом его можно разделить на 2 составляющие:

Изучение состояния грунтовых слоев. Этот этап работ является первоочередным при проектировании новых дорог или при капитальном ремонте уже существующих. Важно понимать разницу между грунтовым основанием и конструктивными слоями, которые используются при строительстве дорог. Первые изучаются для определения состава и свойств грунта в зоне строительства, в то время как вторые представляют собой различные инертные материалы, которые укладываются перед укладкой дорожного покрытия.

Проверка состояния дорожного покрытия. Эта работа включает в себя изучение состояния всех несущих элементов дороги, таких как слои асфальта, бетона, щебня, песчано-цементных смесей и других материалов, а также поверхностной отделки. Регулярная проверка состояния несущих конструкций особенно важна для дорог федерального значения.

Техника георадиолокации заключается в анализе электрических характеристик разнообразных материалов, включая их проводимость и диэлектрические свойства. Для её реализации применяется специальный инструмент – георадар. Этот метод опирается на принципы радиолокации: георадар генерирует короткие импульсы электромагнитного излучения, которые в зависимости от их свойств распространяются и отражаются от границ различных слоев (см. рисунок 1). Затем эти отраженные импульсы регистрируются приемными антеннами и преобразуются в цифровой формат в блоке управления. Далее эти данные передаются на регистрационное устройство, которое может быть встроенным или подключенным к компьютеру, где они подвергаются обработке. В результате получается радарограмма, представляющая собой объемное или двумерное изображение исследуемого участка. [5].

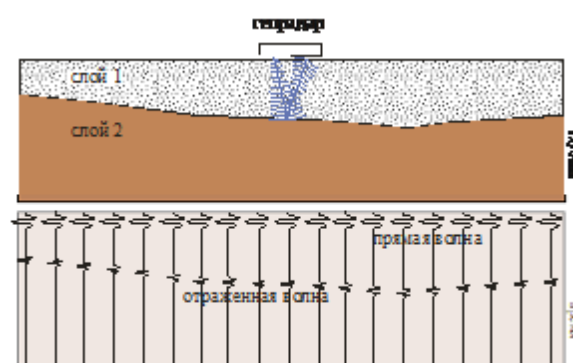


Рисунок 1. Принцип работы георадара

Сущность обработки георадиолокационных данных состоит, прежде всего, в выделении полезного сигнала на фоне помех и шума. С помощью разнообразных приемов преобразования сигналов помехи и шума по возможности ослабляются или удаляются с записи, а полезные волны подчеркиваются.

Обработка данных георадиолокации обычно осуществляется в программе «GeoScan-32» (ООО «Логис») и включает в себя следующие процедуры: выравнивание (удаление колебаний

подвеса, выравнивание отражения от поверхности асфальтобетона для рупорных антенных блоков), коррекция длины профиля, задание параметров визуализации данных (изменение контрастности, яркости), задание параметров усиления (для получения записи, контрастной по всей длине); вычитание среднего (используется для удаления возможной синфазной помехи, а также сигнала прямого прохождения); полосовая фильтрация (улучшение соотношения сигнал-шум, удаление низкочастотных помех)[6].

Радарограмму возможно отображать как в трехмерном виде, так и в виде разрезов. На основании этих данных можно: строить поперечные разрезы, на которых с большой точностью будут отображаться как конструктивные, так и подстилающие слои, а также дефектные участки), картировать скрытые сети и коммуникации и определять мощности (толщины), положение и смещение слоев насыпи и дорожного полотна.

На основании полученных сведений можно оперативно обнаружить потенциально опасные участки и существенные дорожные дефекты на отдельных участках (см. рисунок 2).

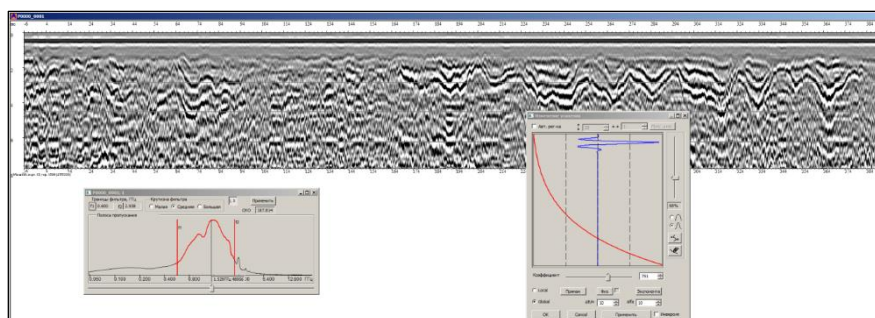


Рисунок 2. Данные георадиолокационного профилирования: сверху – фрагмент полевой радарограммы, внизу – радарограмма после обработки

При своевременном устранении этих проблем можно избежать крупных разрушений с последующим дорогостоящим ремонтом. Результаты подповерхностного изучения очень точны и дают отличное представление как о подстилающих толщах, так и конструктивных слоях. Имея такие сведения, можно свести к минимуму буровые и прочие дорогостоящие работы.

Благодаря дополнительному оборудованию, такому как измеритель пути и датчик движения георадар можно установить на автомобиль и привязать к реперу или иной точке отсчета. При начальных изысканиях, которые проводятся перед началом проектирования автодороги подповерхностное зондирование поможет обнаружить карстовые пустоты, подземные резервуары, колодцы, скважины и трубы. Включив в проект работы по их извлечению можно предупредить возникновение проблемных участков в дальнейшем [3].

Библиографический список:

1. Выполняемые виды работ с использованием георадаров: [Проспект] / Архангельск, гос. техн. ун-т. Кафедра автомоб. дорог. – Архангельск, б. г. – 4 с.
2. Георадарное зондирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rusgeoradar.ru/service/georadarnoe-zondirovanie/> (Дата обращения: 20.01.25).
3. Георадарное зондирование без экскаватора. Проектные и изыскательские работы в строительстве. Иван Земцов. 2021 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://panor.ru/articles/georadarnoe-zondirovanie-izyskaniya-bez-ekskavatora/63962.html#> (Дата обращения: 21.01.25).
4. Георадарное обследование дорог [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rusgeoradar.ru/service/georadarnoe-obsledovanie-dorog/> (Дата обращения: 21.01.25).
5. Георадар. Георадарное обследование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russintek.ru/equipment/georadar/> (Дата обращения: 22.01.25).
6. Выполнение георадиолокационных работ по объекту Рябеевское шоссе от границы города 500 м в сторону ул. Громова, Тверская обл., г. Тверь ООО «НПЦ Геотех» 2019 г.

Пархоменко Н. А., Ишонин Р. М.
ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск

СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВОЙ СЪЁМКИ В ПРОГРАММЕ CIVIL 3D ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

Ключевые слова: 3D-модель, фактическая поверхность, цифровая модель, трехмерная модель, метод триангуляции, моделирование, группы точек.

Выполнен анализ этапов технологического процесса создания модели поверхностей в программе Civil 3D по результатам полевой геодезической съёмки. Приведены методы вычисления объёмов земляных работ при разработке грунтов морского дна для устройства технологической дамбы.

Фактическая поверхность морского дна создана по значения глубинных отметок, полученных в результате съёмки полосы морского дна причалов с помощью эхолота с точностью измерения 0,01м.

Созданная в процессе разработки объемная 3D модель (см. рисунок 1) позволяет визуально оценивать и программно изменять параметры проектируемого объекта. Моделирование выполнено с использованием программы AutoCAD Civil 3D.

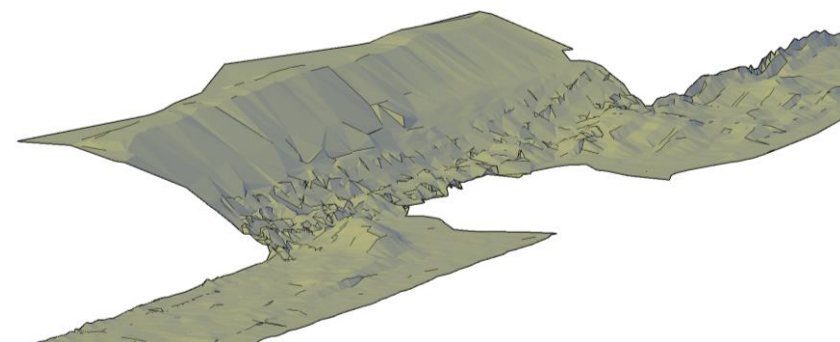


Рисунок 1. Фактическая 3D модель поверхности морского дна

Для создания оптимальной модели загружаются фактические значения съёмочных точек дноуглубления, и программа по значениям их координат преобразовывает их в точки COGO. После окончания преобразования точек начинается процесс построения 3D модели фактической поверхности. Согласно технологической последовательности, происходит создание группы точек по уже полученным точкам COGO и их включением в общую группу, которая необходима для построения объемной поверхности (см. рисунок 2).

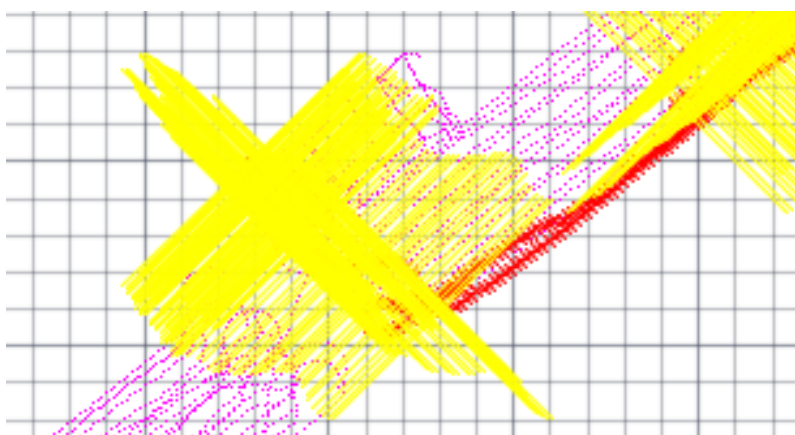


Рисунок 2. Внешний вид процесса преобразование стандартных точек AutoCAD в точки COGO.

Для построения модели формируются новые группы точек по точкам COGO, объединяя их общую группу, которая необходима для последовательного создания оптимальной объемной поверхности.

Новой группе присваивают собственное наименование и стиль, который подбирается программой Civil 3D под заданную специфику для создания оптимальной поверхности. Согласно требованиям программы, задается стиль метки точки Elevation Only, которой и отображается ее высота.

По окончании отбора стилей выбирается пункт «По совпадению номеров» и программа выбирает точки в рабочем пространстве модели. По окончании выбора в диалоговом окне показывается количество точек, которое будет включено в группу. Каждый этап проходит процедуру контроля и сверки значений. На данном этапе работа с точками заканчивается и происходит переход на создание поверхности.

В окне «Создание поверхности» задается имя, описание, стиль, материал визуализации. Стиль выбирается Contours and Triangles, который позволяет построить поверхность методом триангуляции (см рисунок 3) с возможностью дальнейшего редактировать структурных линий (границ созданной поверхности). Функция визуализации задается стилем ByBlock.

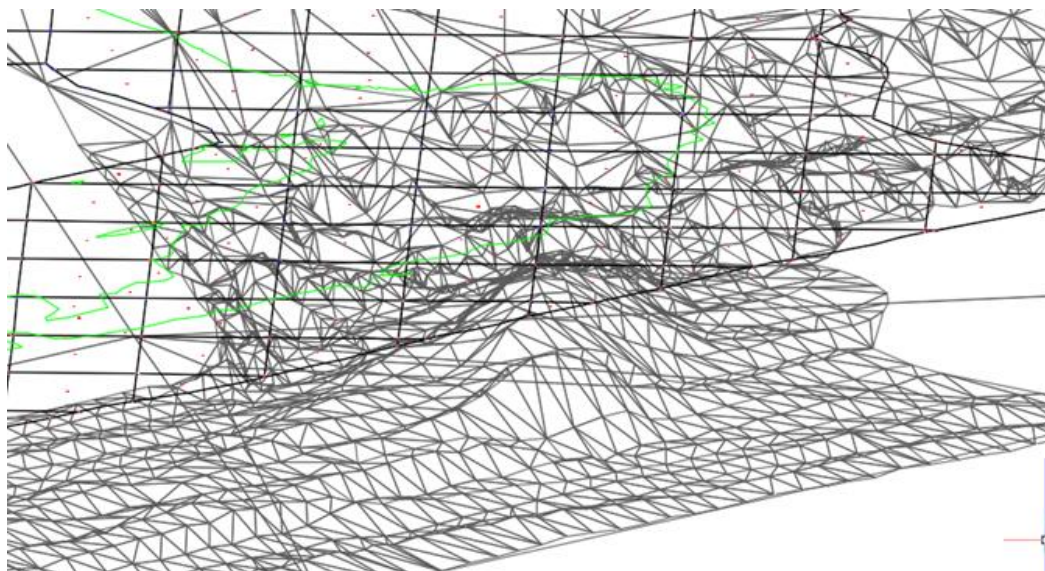


Рисунок 3. Поверхность TIN для создания объемной модели

Вид поверхности TIN и поверхность TIN создавалась для вычисления объема грунтовых работ при разработке дноуглубления причалов. Основной поверхности считается триангуляционная сеть, которая образуется в виде соедянных между собой треугольников.

В заключительном этапе согласно проектным данным по углублению дна создается проектная 3D модель поверхности дна, которая позволяет вычислить объемы земляных работ углублении дна причалов.

В диалоговом окне открывается группа точек, привлекаемая для построения 3D поверхности. На первом этапе создаем пустую поверхность, не включающую в себя точки. В диалоговом окне «Область инструментов» переходим в раздел поверхности и создаем поверхность.

Фактическая поверхность не всегда может быть использована для решения конкретных задач. Для решения задачи по вычислению объемов земляных работ создается проектная поверхность. Проектная поверхность строится по аналогии, но точки для построения задаются с учетом проекта. Плановое положение проектных точек задается по площади фактической поверхности, высотные отметки берутся строго с проекта (см. рисунок 4).

С помощью встроенного алгоритма Civil 3D функцией «Пульт управления объемами», создается поверхность TIN для вычисления объемов земляных работ. По сути, создается третья поверхность, с помощью которой выполняется расчет объемов земляных масс.

Для вычисления объёмов по выбранной базовой поверхности, задается проектная поверхность и решается задача сравнения, позволяющая определить объёмы. В качестве поверхности сравнения задаётся фактическая поверхность (рис.10), созданная по результатам съёмки дна причальной полосы.

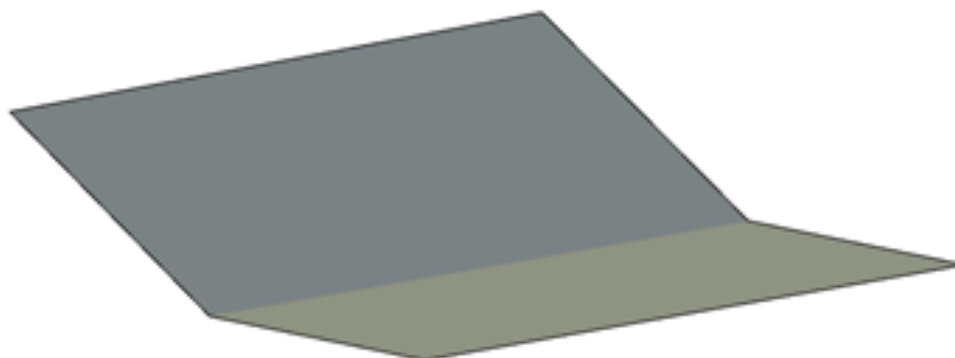


Рисунок 4. Построенная проектная 3D модель поверхности морского дна.

С помощью встроенного алгоритма Civil 3D функцией «Пульт управления объёмами», создаётся поверхность TIN для вычисления объёмов земляных работ. По сути, создаётся третья поверхность, с помощью которой выполняется расчет объёмов земляных масс.

Для вычисления объёмов по выбранной базовой поверхности, задается проектная поверхность и решается задача сравнения, позволяющая определить объёмы. В качестве поверхности сравнения задаётся фактическая поверхность, созданная по результатам съёмки дна причальной полосы.

Была получена 3D модель, наглядно показывающая существующей рельеф берега и дна, для проведения последующих строительно-монтажных работ.

Стоит отметить, что данные технологии применяются в прикладной и инженерной геодезии, проектировании промышленных объектов, строительстве, гидрологических и геологических изысканиях.

Библиографический список:

1. Уваров, А. И. Инженерно-геодезические изыскания :уч. пос. / А. И. Уваров, Н. А. Пахоменко, Л. А. Пронина. – Омск : Омский ГАУ, 2023. – 99 с.
2. Макаренко, С. А. Методика создания цифровой модели рельефа местности // Модели и технологии природообустройства. – 2016. – № 2. – С. 63–69. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314235> (дата обращения: 14.11.24).
3. Уваров, А. И. Прикладная геодезия : уч. пос. / А. И. Уваров, Н. А. Пахоменко, А. С. Гаракуль. – Омск : Омский ГАУ, 2016. – 154 с. – ISBN 978-5-89764-550-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/100940>. (дата обращения: 14.11.24).
4. Соколова, Т. Ю. AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование. учеб. курс – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 756 с. – ISBN 978-5-97060-325-3. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603253.html>. (дата обращения: 14.11.24).

Смолко В. Е.

ПАО «ОНХП», г. Омск

УМЕНЬШЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЖИДКОСТИ НА ШАРОВОЙ РЕЗЕРВУАР ПУТЁМ УСТАНОВКИ ДЕМПФЕРОВ КОЛЕБАНИЙ

Ключевые слова: кинематическое возбуждение, амплитудно-частотные характеристики, гидродинамическое воздействие жидкости на стенки резервуара.

Гашение колебаний жидкости и уменьшение силового воздействия на стенки резервуара за счёт демпфирующих свойств материала недостаточно. Так как гидравлические амортизаторы технически невозможно применить в резервуарах, то для решения данной проблемы предлагается установка демпфера колебаний, выполненного в виде упруго подвешенной перегородки (рисунок 1), уменьшающей динамические воздействия жидкости на стенки ёмкости.

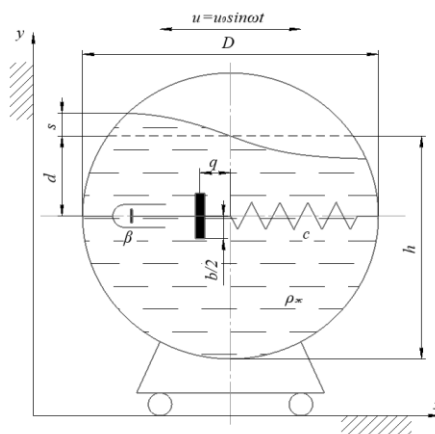


Рисунок 1. Динамическая модель шарового резервуара при кинематическом возбуждении

Линеаризованная система уравнений [1] позволяет описать связь колебаний жидкости и упруго подвешенной перегородки, характерной особенностью которой является наличие в ней не только диссипативных, но и инерционных связей. Данная система позволяет получить частотную характеристику силы, передаваемой на стенки резервуара.

$$\begin{cases} \mu(\ddot{s} + \beta_s \dot{s} + \omega_s^2 s) - \alpha F = \lambda u_0 \omega^2 \sin \omega t, \\ m_0(\ddot{q} + \beta_q \dot{q} + \omega_q^2 q) + F = m_0 u_0 \omega^2 \sin \omega t \end{cases} \quad (1)$$

При некотором наборе параметров демпфирующей перегородки происходит более существенное увеличение рассеяния энергии и тем самым снижение силового воздействия на стенки резервуара.

Библиографический список:

1. Микишев, Г. Н. Динамика тонкостенных конструкций с отсеками, содержащими жидкость. под ред. акад. А. Ю. Ишлинского / Г. Н. Микишев, Б. И. Рабинович. – Москва : «Машиностроение», 1971, – 564 с.
2. Дербаремдикер, А. Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей. – Москва : «Машиностроение», 1969. – 236 с.
3. Калашников, Б. А. Нелинейные колебания механических систем: уч. пособие. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006. – 208 с.
4. Николаенко, Н. А. Статическая динамика машиностроительных конструкций. / Н. А. Николаенко, С. В. Ульянов. – Москва : «Машиностроение», 1977 – 367 с.
5. Колесников, К. С. Динамика ракет: уч для вузов. 2-е изд., исправл. и доп. – Москва : «Машиностроение», 2003, – 520 с.
6. Микишев, Г. Н., Рабинович Б. И. Динамика твердого тела с полостями, частично заполненными жидкостью. под редакцией акад. А. Ю. Ишлинского / Г. Н. Микишев, Б. И. Рабинович. – Москва : «Машиностроение», 1968, – 532 с.

НАПРАВЛЕНИЕ «ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ В МИРЕ. ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ, СТУДЕНТЫ, МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Әбділманова М., Мұхтас Ә.

Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления, г. Павлодар

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ «ЗЕЛЁНОЙ ШКОЛЫ»

Ключевые слова: губка Менгера, лист М3биуса, паркет Перноуза, кривые второго порядка, устойчивое строительство, энергоэффективность, архитектура, солнечные панели, ветряные электрогенераторы.

Современные экологичные школы, именуемые как «Зелёные школы», становятся все более популярными по всему миру благодаря их способности эффективно использовать ресурсы, минимизировать углеродный след и обеспечивать комфортную среду для обучения. Внедрение инновационных технологий, таких как губка Менгера, лист Мебиуса, паркет Перноуза и архитектурных элементов, основанных на кривых второго порядка, может значительно повысить эффективность энергосбережения и устойчивости зданий.

Работа посвящена созданию концепции «Зеленой школы» в городе Астана с использованием этих математических и архитектурных принципов. В нем подробно рассматривается применение современных технологий и инновационных геометрий для создания устойчивой и энергоэффективной образовательной среды, сочетающей экологичные решения и прогрессивные архитектурные формы.

Цель исследовательской работы: построить модель школы «будущего» с использованием «зеленых» технологий и геометрических моделей, исследовать кривые второго порядка в архитектуре Казахстана.

Задачи исследовательской работы:

- Разработать проект «Зеленой школы» в городе Астана, учитывая местные климатические условия и принципы устойчивого строительства.
- Использовать инновационные подходы, такие как губка Менгера, лист Мебиуса, паркет Перноуза и кривые второго порядка, для создания энергоэффективных и экологичных архитектурных решений.
- Определить, как эти элементы могут быть интегрированы в проектирование и строительство для улучшения энергосбережения и снижения воздействия на окружающую среду.

Исследования архитектуры города Астаны, через кривые второго порядка на плоскости и в пространстве дают возможность увидеть оптимальность применения кривых второго порядка в строительстве городов с резко-континентальным климатом, с засушливым летом, холодной снежной зимой и сильными ветрами. Архитектура Астаны, основанная на кривых, более рационально и естественно распределяет нагрузки от воздействия внешней среды на конструкцию зданий.

Губка Менгера – это фрактальная структура, которая обладает свойствами самоподобия на всех уровнях масштабирования. Она идеально подходит для создания многослойных систем теплоизоляции и минимизации теплопотерь. В проектировании «Зеленой школы» губку Менгера мы использовали для солнечного электрогенератора.[1]

Лист Мебиуса – это уникальная геометрическая форма с одной стороной и одним краем. Его свойства могут быть применены для создания архитектурных решений с необычной циркуляцией воздуха и света, что способствует природному освещению и вентиляции.

Паркет Перноуза – это структура, основанная на повторяющихся геометрических паттернах, напоминающих мозаики, которые могут быть использованы для создания элегантных, но функциональных полов в зданиях. Эта структура может быть использована в проектировании полов в «Зелёной школе», обеспечивая генерирование альтернативной электроэнергии.[2]

Кривые второго порядка (например, параболы, гиперболы, эллипсы) имеют широкое применение в архитектуре благодаря своей эстетической привлекательности и функциональности. Эти кривые в зданиях максимально эффективно управляют солнечным светом, вентиляцией и теплообменом.

Поверхности, образованные линиями, можно увидеть в крупных сооружениях Астаны в них встречаются циркульные и лекальные. К первым относятся завитки, овалы и т. п.; ко вторым – эллипсы, гиперболы, спирали, рулеты, синусоидальные кривые и т. п.[3], например, «Хан Шатыр» – крупный торгово-развлекательный центр в столице (см. рисунок 1). Линии образующие поверхность представляют собой гиперболические кривые. Коробовые кривые можно увидеть в здании РГКП «Республиканский велотрек «Сарыарка» (см. рисунок 2). Композицией из коробовой кривой и боковой гиперболы представляет собой Комплекс Astana Music Hall, расположенный в парковой зоне в центральной части города (см. рисунок 3). Гиперболические кривые являются куполом столичного цирка. Зрительный зал с ареной классического диаметра (13 метров) вмещает 2000 зрителей (см. рисунок 4).[4]



Рисунок 1. ТРЦ Хан Шатыр

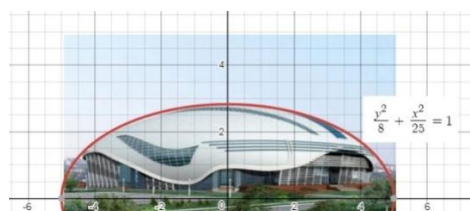


Рисунок 2. Республиканский велотрек «Сарыарка»

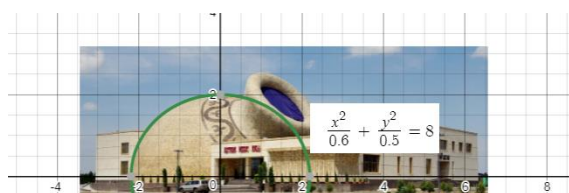


Рисунок 3. Комплекс Astana Music Hall

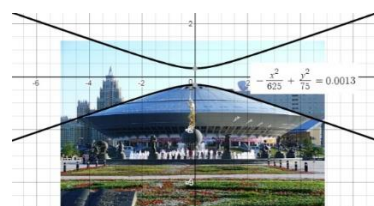


Рисунок 4. Столичный цирк

Для исследования необходимы умения строить кривые второго порядка с помощью циркуля, линейки и лекала. Построение эскизов архитектурных сооружений города Астана с помощью циркуля, линейки и лекала даёт возможность построить эскиз школы, где использованы кривые второго порядка. С помощью циркуля и линейки мы построили эскизы зданий столицы и моста. (см. рисунки 5–7)

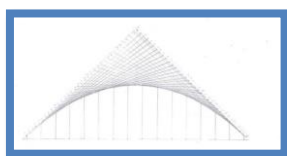


Рисунок 5. Мост через реку Ишим в Астане



Рисунок 6. Республиканский велотрек «Сарыарка»

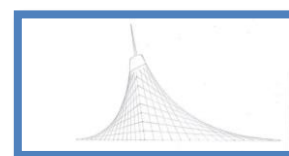


Рисунок 7. ТРЦ Хан Шатыр

На основе изученных кривых мы сделали вывод, что полусфера является эффективным решением – объем сферы значительно больше её поверхности. Это позволяет экономить на строительных материалах для внешней поверхности. Сфера минимизирует внешние воздействия (см. рисунок 8).

Паркет Перноуза будет использован в интерьере школы для создания стильных и функциональных полов из плитки Pavegen (на основе которого лежит пьезоэлектрический эффект). Этот паркет может также быть изготовлен из переработанных и экологичных материалов, что дополнительно снизит углеродный след здания.

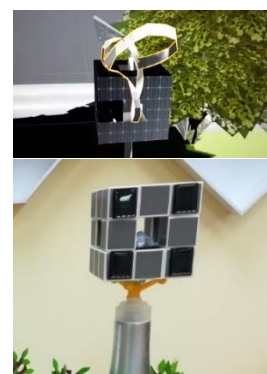
Здание будет оснащено солнечными панелями, расположенными на крышах, выполненных с учётом кривых второго порядка, что позволит максимально эффективно улавливать солнечную энергию. Ветрогенераторы могут быть установлены в районе школьного двора для дополнительного получения энергии (см. рисунок 9).



Рисунок 8. Макет зданий «зелёной школы»



Рисунок 9. Компьютерная 3D модель установки для освещения территории школы



Результаты исследования показали, что самой оптимальной формой здания для школы является полусфера или комбинация цилиндра и сегмента шара, т.к. с резко-континентальным климатом и постоянными ветрами данные формы оптимально распределяют нагрузку климатических условий. Также мы показали, что солнечный генератор, созданный на основе губки Менгера имеет большую поверхность, но при этом занимает малую площадь на территории школы.

Вертикальный ветряный генератор оптимальный для школы тем, что не имеет эффекта вибрации и лопасти можно защитить сеткой для безопасности, форма лопастей вида листа Мебиуса даёт возможность вырабатывать энергию при лёгком ветре 2–3 м/с.

Особенным видом альтернативной энергии приемлемым именно для школы являются плитки, которые преобразовывают кинетическую энергию в электричество. Планируется на входе школы положить плитки Pavegen (на основе которого лежит пьезоэлектрический эффект) площадью 100 м². Средняя цена 1 м² плитки Pavegen составляет 600\$–700\$. Итого затраты 700\$*100= 70000\$ (2 590 000тг). При каждом шаге вырабатывается 7 Вт мощности, в школе обучается 645 учащихся взрослых 200 человек. Таким образом в один день на 100 м² будут сделаны 845*100= 126750 шагов, т.е. можно выработать 887 250 Вт мощности, в месяц 22 181кВт*ч энергии. В настоящий момент на 1 этаже блока ГЕК работают 82 лампы, каждая из которых потребляет 72 Вт энергии и включены в течении 10 часов в сутки, т.е. за сутки потребляется 59кВт*ч энергии, за 1 месяц потребление энергии составляет 1475 кВт*ч, поскольку стоимость 100 кВт*ч составляет 1 903 тг, оплата составляет 28 069 тг. Если рассчитывать один учебный год как 9 месяцев, тогда сумма оплаты 1 этаже блока ГЕК составит – 252 621 тг.

Таким образом, если при строительстве школы использовать плитки Pavegen затраты будут компенсированы за 6 лет, после этого энергия в школе будет бесплатной. Причём, по нашим расчётам любая школа, имеющая такую же нагрузку как Назарбаев Интеллектуальная школа оправдает потраченные средства на установку уже через 6 лет.

Исследование показало, что математические модели и их свойства дают новую возможность внедрения «зелёных» технологий. В архитектуре с использованием кривых второго порядка делают ее не только привлекательной внешне, но и многофункциональной, экологичной, экономичной и безопасной.

Библиографический список:

1. Barber, G. «Teen Mathematicians Tie Knots Through a Mind-Blowing Fractal.» Quanta Magazine, 26 нояб. 2024. URL: <https://www.quantamagazine.org/teen-mathematicians-tie-knots-through-a-mind-blowing-fractal-20241126/> (дата обращения: 20.11.2024).
2. Математический факультет Оксфордского университета. Oxford Mathematics Alphabet: Aperiodic Tiles. URL: <https://www.maths.ox.ac.uk/outreach/oxford-mathematics-alphabet/aperiodic-tiles> (дата обращения: 20.11.2024).
3. MAA Reviews. «MAA Review of The World of Mathematics». Американское математическое общество, 26 янв. 2025. URL: <https://www.ams.org/bookstore/pspdf/mawrld-26-prev.pdf> (дата обращения: 22.01.2025).
4. «Топ места в Астане по мнению казахстанцев». Liter.kz, 5 окт. 2017. URL: <https://liter.kz/top-mesta-v-astane-po-mneniiu-kazakhstantsev-1720171005/> (дата обращения: 20.11.2024).

Александрова Л. В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

БИОПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛАТИНА И ХИТОЗАНА

Ключевые слова: желатин, хитозан, микробинальная трансглутаминаза, механические свойства, покрытие.

Пищевая упаковка на основе синтетических полимеров, продуктов переработки нефти, используется повсеместно из-за хороших механических, барьерных свойств и дешевизны технологий ее получения. Однако такие материалы трудно поддаются биодegradации и могут в перспективе нанести значительный ущерб природе и человеку. Создание биополимерных пленок/покрытий на основе полисахаридов и белков является альтернативным дополнительным решением для уменьшения негативных последствий, вызванных увеличивающимся количеством пластиковой гибкой упаковки.

Для разработки и масштабного внедрения схем производства биополимерных пленок необходимо понимать процессы структурообразования в исходных системах и влияние таких структурных изменений на свойства получаемых материалов.

Среди белков наиболее часто для получения пленочных композиций используется желатин – полиэлектролитный биополимер, продукт полного или частичного гидролиза коллагена [1]. Однако несмотря на его хорошую биосовместимость, нетоксичность, биодegradируемость желатиновые пленки обладают не достаточными механическими характеристиками, плохими барьерными свойствами и очень чувствительны к влаге [2,3]. Одним из методов изменения свойств пленок на основе желатина является его объединение с различными полисахаридами, в том числе с хитозаном. Хитозан представляет собой катионный полисахарид, состоящий из β -(1-4)-связанных остатков D-глюкозамина и N-ацетил-D-глюкозамина [4,5]. В растворах желатин и хитозан могут образовывать полиэлектролитные комплексы (ПЭК) за счет межмолекулярных взаимодействий между положительно заряженными макромолекулами хитозана и отрицательно заряженными макромолекулами желатина, что оказывает влияние на свойства получаемых из растворов пленок [6].

Использование сшивающих агентов является эффективным методом модификации пленок на основе желатина и хитозана, позволяющим дополнительно улучшать механические характеристики, термостабильность, сорбционные свойства [7]. Микробинальная трансглутаминаза (мТГ), широко используемая в качестве сшивающего агента в следствие доступности, относится к трансферазам, – основной её реакцией является ковалентное сшивание белков поперечными связями [8].

В данной работе объектами исследования были:

- пленкообразующие растворы желатина; смеси желатина и хитозана с различными содержаниями мТГ (0-9 масс%);
- пленкообразующие растворы желатин/хитозан с различными содержаниями мТГ (0-9 масс%), экстракта семян грейпфрута (0-4 объёмн%) и 15 масс% ксилита;
- пленки на основе вышеуказанных составов.

Модификация мТГ желатиновых пленок привела к конформационным изменениям желатина и перераспределению долей вторичных структур белка: β -листа, α -спирали и β -поворота, что способствовало увеличению прочности при разрыве и соответствующему снижению удлинения (см. рисунок 1).

Модификация мТГ композиции желатин/хитозан (3 масс% и 6 масс% мТГ) позволила увеличить значения прочности при разрыве пленок на ее основе на 12% и 18% соответственно. Однако формирование большего числа меж- и внутримолекулярных ковалентных связей за счет введения мТГ может препятствовать образованию тройных спиралей, что говорит о снижении прочности при разрыве пленок с содержанием 9 масс% мТГ (см. рисунок 1).

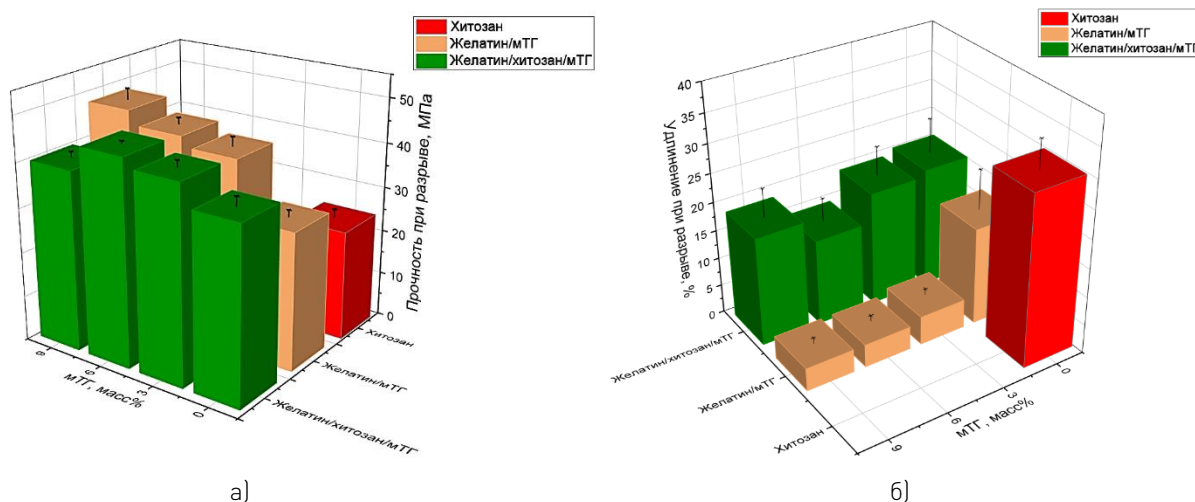


Рисунок 1. Механические свойства пленок желатин/МТГ и желатин/хитозан/МТГ с разным содержанием МТГ, масс%: а) прочность при разрыве, МПа; б) удлинение при разрыве, %

Введение различного рода экстрактов, обладающих антиоксидантными и бактериостатическими/бактерицидными свойствами, в состав пленочной композиции позволяет придавать пленкам специальные свойства. В данной работе в качестве такого активного компонента выступал экстракт семян грейпфрута.

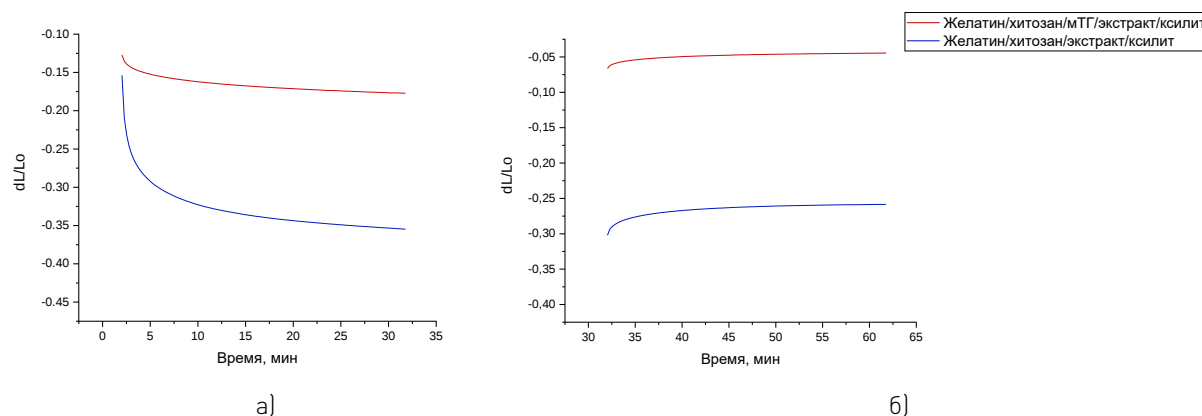


Рисунок 2. Кривые ползучести (а) и восстановления (б) пленок

Модификация МТГ пленки желатин/хитозан/МТГ/экстракт/ксилит позволила увеличить прочность при разрыве с 28 МПа (для не модифицированной пленки) до 39 МПа и модуль Юнга с 460 (для не модифицированной пленки) до 980 МПа. Также было исследовано релаксационное поведение данных образцов пленок методом термомеханического анализа на сжатие. На рисунке 2 представлены кривые ползучести и восстановления рассматриваемых образцов пленок.

Образец пленки, модифицированной МТГ, показывает наименьшие составляющие упругой деформации и вязкоупругой релаксации (см. рисунок 2а); составляющая вязкой текучести (см. рисунок 2б) данного образца также снижена в следствие образования плотной сшитой структуры.

Пленкообразующие растворы желатин/хитозан/МТГ/экстракт/ксилит были применены для оценки эффективности пролонгирования сроков годности образцов винограда и мягкого сыра. Покрытые тонким слоем пленки образцы продуктов теряли массу медленнее, чем контрольные образцы. Покртия позволили увеличить сроки хранения винограда в 1,5 раза, сыра в 2 раза.

Библиографический список:

1. Измайлова, В. Н. Гелеобразование в желатине и многокомпонентных системах на ее основе / В. Н. Измайлова, С. Р. Деркач, М. А. Сакварелидзе. – Текст: непосредственный // Высокомолекулярные Соединения. – 2004. – № 12. – С. 2216–2240.

2. Wu, X. Improved mechanical and thermal properties of gelatin films using a nano inorganic filler / X. Wu et al. – DOI <https://doi.org/10.1111/jfpe.12469/>. – Текст: электронный // Journal of Food Process Engineering. – 2017. – Vol. 40. – N. 3. – Pp. 1-10. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpe.12469> (дата обращения 15.12.2024).
3. Kavoosi, G. Antioxidant and antibacterial properties of gelatin films incorporated with carvacrol / G. Kavoosi et al. – DOI 10.1111/jfs.12071. – Текст: электронный // Journal of Food Safety. – 2013. – Vol. 33. – N. 4. – Pp. 423-432. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfs.12071> (дата обращения: 15.12.2024).
4. Zhang, X. Emerging chitosan-essential oil films and coatings for food preservation – A review of advances and applications / X. Zhang et al. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118616>. – Текст: электронный // Carbohydrate Polymers. – 2021. – Vol. 273. – N. 118616. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861721010031> (дата обращения: 16.12.2024).
5. Saffar, T. Synthesis and applications of chitosan and its composites / T. Saffar et al. – DOI 10.1016/B978-0-12-821888-4.00012-5. – Текст: электронный // Biomass, Biofuels, Biochemicals. – 2021. – Pp. 439-459. – URL: https://www.researchgate.net/publication/352741910_Synthesis_and_applications_of_chitosan_and_its_composites (дата обращения: 16.12.2024).
6. Sethi, S. A review on chitosan-gelatin nanocomposites: Synthesis, characterization and biomedical applications / S. Sethi et al. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2022.105362>. – Текст: электронный // Reactive and Functional Polymers. – 2022. – Vol. 179. – N. 105362. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1381514822002073> (дата обращения: 16.12.2024).
7. Miwa, N. Innovation in the food industry using microbial transglutaminase: Keys to success and future prospects / N. Miwa. – DOI 10.1016/j.ab.2020.113638. – Текст: электронный // Analytical Biochemistry. – 2020. – Vol. 597. – N. 113638. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32097607/> (дата обращения: 17.12.2024).
8. Velazquez-Dominguez, A. Transglutaminase cross-linking on dairy proteins: Functionalities, patents, and commercial uses / A. Velazquez-Dominguez et al. – DOI 10.1016/j.idairyj.2023.105688. – Текст: электронный // International Dairy Journal. – 2023. – Vol. 143. – N. 105688. (дата обращения: 17.12.2024).

Белоусов М. В.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «Инженерно-технологический лицей № 25», г. Омск

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Ключевые слова: датчик качества воздуха, беспилотные летательные аппараты, мониторинг экологии, лесные пожары, Arduino, загрязнение воздуха, БПЛА.

Мониторинг качества воздуха – это непрерывный процесс сбора, анализа и интерпретации данных о состоянии атмосферы.

Существуют различные классификации вредных веществ, в основу которых положено их действие на человеческий организм. В соответствии с наиболее распространенной классификацией вредные вещества делятся на шесть групп: общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную (детородную) функцию человеческого организма.[1] Проект направлен на разработку системы, способной оперативно и точно измерять уровень загрязнения воздуха, особенно в районах, пострадавших от лесных пожаров. Для этих целей отлично подходят беспилотные летательные аппараты. В данном проекте я планирую создать систему измерения качества воздуха, используя платформу Arduino.

Проект включает интеграцию различных датчиков для мониторинга загрязняющих веществ, таких как угарный газ и мелкие частицы. Основные цели проекта заключаются в создании устройства для сбора данных о качестве воздуха в реальном времени и их передачи на наземные станции. Это позволит не только оценивать экологические последствия лесных пожаров, но и принимать меры для защиты здоровья населения и экосистем. Проект также направлен на повышение осведомленности общества о проблемах загрязнения воздуха и внедрение инновационных технологий в мониторинг окружающей среды.

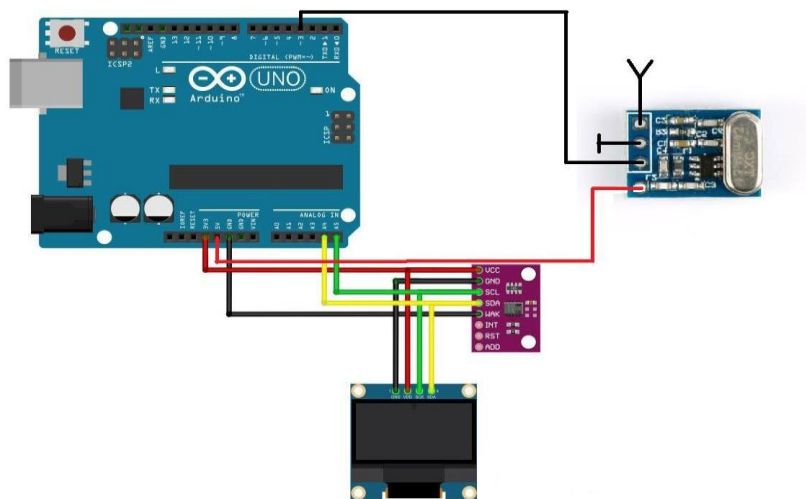


Рисунок 1. Компоненты электронной схемы на Arduino

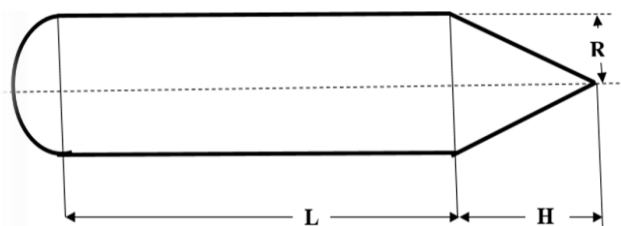


Рисунок 2. Корпус для системы

Разработка данной системы позволит значительно улучшить мониторинг экологической ситуации после лесных пожаров и других источников загрязнения, что имеет важное значение для защиты здоровья населения и экосистемы в целом. Система будет способствовать более эффективному реагированию на экологические угрозы и обеспечит новые возможности для экологических исследований и анализа состояния окружающей среды.

Библиографический список:

1. [Электронный ресурс]. – URL: Воздействие вредных веществ на организм человека и окружающую среду | Электронная библиотека.
2. СанПиН 1.2.2353–08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности. – Москва : Минздрав России, 1978. – 177 с.
3. Источники загрязнения среды обитания [Электронный ресурс]. – URL: Источники загрязнения среды обитания | Электронная библиотека.
4. Машиностроение в России и его вредные производства, влияющие на экологию [Электронный ресурс]. – URL: <http://greenologia.ru/ekoproblemy/mashinostroenie/mashinostroenie-v-rossii.html>.
5. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – Москва : ГУ НИИ медицины труда РАМН, 2005. – 130 с.

Выштикалюк А. В.

БОУ «СОШ № 56 с УИОП», г. Омск

ИЗУЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ ПОДОШВЫ ОБУВИ ПО ОБЛЕДЕНЕНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ключевые слова: сопротивление трению, гололед, обувь.

В зимнее время, когда на улице гололед, возможно большое количество травмированных людей. В гололед сила трения между стопой и поверхностью земли минимальная, а значит, нужно задуматься о том, как увеличить сцепление обуви со скользкой поверхностью. Важно при выборе обуви учитывать особенности подошвы и погодные условия, в которые вы будете носить данную обувь [7].

- Цель работы: определить коэффициент трения подошвы обуви по обледенелой поверхности.
- Задачи: изучить теоретические основы сухого трения, измерить коэффициент трения скольжения обувной подошвы по поверхности в зависимости от вида подошвы (гладкая и рифленая), противогололедных бытовых подручных материалов (лейкопластырь, песок, войлок, наждачная бумага), температуры окружающего воздуха, обработки поверхности антигололедными составами.
- На основании выполненной работы составить рекомендации по выбору «наиболее эффективных» способов увеличения трения обуви по скользкой обледенелой поверхности.

Сила, возникающая в месте соприкосновения тел и препятствующая их относительному перемещению, называется силой трения [4].

Если тело скользит по какой-либо поверхности, его движению препятствует сила трения скольжения.

Если соприкасаются твёрдые поверхности или твёрдые прослойки между телами, трение называют сухим [5].

Особенности сил трения:

- возникают при соприкосновении,
- действуют вдоль поверхности,
- всегда направлены против направления движения тела,
- трение способствует устойчивости [1].

Согласно требованиям ТР ТС 019/2011 обувь признается защищающей от скольжения при коэффициенте трения скольжения более или равном 0,2 [6]. Но почему не каждая обувь может предотвратить проскальзывание и не снизит вероятность падений и травм? В моменте сцепления с поверхностью принимает участие вся поверхность подошвы, имеет значение площадь соприкосновения с поверхностью, сама поверхность подошвы, точки соприкосновения с грунтом при ходьбе [4]. Материал подошвы существенно влияет на значение коэффициента трения [7]. Наибольшим значением коэффициента трения скольжения обладает подошва, изготовленная из полиуретана, каучука и резины, а наименьшим – из пластика [8].

Для обеспечения сцепления с обледенелой поверхностью используются металлические шипы, которые действуют по принципу механического зацепа [1]. Более надежного способа по сравнению с шипами для увеличения сцепления с поверхностью, пока не разработано. В специализированной обуви для альпинистов, футболистов и пр. применяются металлические зацепы [1].

В повседневной и прогулочной обуви, данная технология не нашла широкого применения из-за дороговизны и неудобства применения. Металлические шипы на повседневной обуви – это опасность повреждения интерьерного полового покрытия до выхода на улицу. Надевать системы шипов со съёмными накладками поверх обуви, выйдя из дома, неудобно [8].

Я провел эксперимент для оценки сопротивления трению подошвы обуви на гололедной поверхности с применением различных бытовых подручных материалов. Динамометр прикрепил к подошве обуви (рисунок 1), которая стоит на ледяном покрытии. Равномерно и горизонтально

тяну динамометр. При таких условиях на тело будет действовать две силы: сила упругости пружины и сила трения. Они будут направлены в противоположные стороны, но так как движение равномерное, то модули этих сил равны [5]. Определяю силу трения подошвы обуви о лед для различных материалов, заношу данные в таблицу 1.

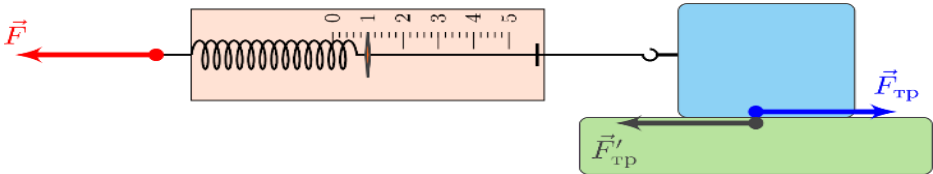


Рисунок 1. Измерение силы трения с помощью динамометра

Леонардо да Винчи экспериментально доказал, что сила трения не зависит от площади соприкасающихся поверхностей при прочих равных условиях [4]. Сила трения скольжения, возникающая при контакте твёрдого тела с поверхностью другого твёрдого тела, прямо пропорциональна силе нормального давления, и не зависит от площади контакта [4].

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$

где μ – коэффициент трения, N – сила нормальной реакции опоры.

Таблица 1.

Сила трения (Н)

Материалы	Гладкая подошва	Рифленая подошва
Заводская подошва	0,27	0,63
Лейкопластырь медицинский	1,86	1,90
Войлок	2,26	2,26
Песок	3,46	3,36
Наждачная бумага	3,36	3,40

$$N = P = m \cdot g, \text{ тогда } F_{\text{тр}} = \mu \cdot m \cdot g$$

Рассчитаем по формуле коэффициент трения, μ : $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{m \cdot g}$ [5]

где, m – масса обуви (0,35 кг), g – ускорение свободного падения (9,8 м/с²)

Таблица 2.

Коэффициент трения (μ)

Материалы	Гладкая подошва	Рифленая подошва
Заводская подошва	0,10	0,20
Лейкопластырь медицинский	0,54	0,55
Войлок	0,66	0,66
Песок	1,00	0,97
Наждачная бумага	0,97	0,99

Сила трения зависит от материала соприкасающихся поверхностей, трение возрастает с увеличением массы тела, действует в сторону противоположную движению [5]. Коэффициент пропорциональности μ – коэффициент трения – определяется шероховатостью соприкасающихся поверхностей, для более гладких поверхностей он меньше.

Я провел эксперимент по изучению влияния температуры окружающего воздуха на коэффициент трения. Результаты представлены в таблице 3. Средний коэффициент трения повышается с ростом температуры во время испытаний.

Таблица 3.

Коэффициент трения (μ)

Температура окружающей среды, °C	Гладкая подошва	Рифленая подошва
0	3,00	3,40
-2	2,80	3,00
-5	0,27	0,62
-10	0,28	0,63
-21	0,40	0,67

Вне зависимости от состава противогололедные реагенты разрушают лед посредством химических реакций [7]. Соприкасаясь с обрабатываемой поверхностью, активные вещества мгновенно плавят твердую корку, проникают вглубь наледи, разрушают ее структуру и препятствуют повторному замерзанию. Результаты измерения коэффициента трения в зависимости от антигололедной смеси представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Коэффициент трения (μ)

Реагенты	Гладкая подошва	Рифленая подошва
Без реагентов	0,27	0,63
NaCl (хлорид натрия)	3,46	3,40
KCl (хлорид калия)	3,36	3,42

Таблица 5.

Качество материала подошвы [8]

Каучуковая подошва	отличаются гибкостью, мягкостью, минимальной склонностью к скольжению, хорошей амортизацией..
Резиновая подошва	материал устойчив к износу и деформациям, не боится перепадов температур, не скользит на льду.
ТЭП-подошва	Термоэластопласт (ТЭП) – всесезонный материал.
Пластиковая подошва	Пластик – дешевый полимерный материал. Пластиковая подошва неправильно амортизирует и скользит.

На основании выполненной работы можно сделать выводы:

1. Важным критерием выбора обуви является материал подошвы. Обувь признается защищающей от скольжения при коэффициенте трения скольжения более или равном 0,2 (ТР ТС 019/2011).

2. Гладкая заводская подошва обуви не обеспечивает необходимое сцепление с гололедной поверхностью ($\mu = 0,10$), не соответствует требованиям ТР ТС 019/2011.

3. Чтобы сделать обувь менее скользкой, необходимо увеличить трение между подошвой обуви и поверхностью.

3. Бытовые подручные средства, позволяют повысить трение и уменьшить вероятность скольжения на гладкой и рифленой подошве: медицинский лейкопластырь ($\mu = 0,54 - 0,55$), войлок, приклеенный на водостойкий клей ($\mu = 0,65 - 0,67$), песок и наждачная бумага, приклеенный на двухсторонний скотч ($\mu = 0,95 - 1,00$).

4. «Народные» средства кратковременны и малоэффективны, т.к. поверхность материалов быстро сглаживалась при ходьбе, увеличивая скольжение.

5. Коэффициент трения зависит от температуры: повышается с ростом температуры (при -21°C $\mu = 0,40$, при 0°C $\mu = 3,0$)

6. При использовании антигололедных реагентов лед становится шероховатым (как наждачная бумага), коэффициент трения возрастает.

Рекомендации:

1. Покупать обувь с рифленой полиуретановой подошвой, что поможет избежать падений и травм при гололеде (полиуретан обладает хорошей устойчивостью к различным температурам и прочностью, имеет наибольший коэффициент трения по различным поверхностям) [1].

2. Как только вы начинаете терять равновесие, присядьте, причем резко. Тогда падение произойдет с небольшой высоты. Втяните как можно сильнее голову в плечи, к бокам прижмите локти и спину держите как можно прямой. Благодаря этой группировке вы сможете избежать растяжений и ушибов.

Библиографический список:

1. Аксёнова, М. Д., Энциклопедия для детей. Т.16, ч.1 Физика. – Москва : «Аванта», 2005. – 958 с.
2. ГОСТ Р ИСО 13287-2017, Система стандартов безопасности труда «Средства индивидуальной защиты ног. Обувь специальная защитная».
3. ГОСТ Р ЕН ИСО 20345-2011.
4. Мякишев, Г. Я. Учебное пособие для школ и классов с углублённым изучением физики. – Москва : Просвещение, 1995. – 221 с.
5. Пёрышкин, А. В. Физика. – Москва : Дрофа, 2003. – 321 с.
6. ТР ТС 019/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (с изменениями на 28 мая 2019 года).
7. Цветков, С. Защита от скольжения на льду. Мифы и реальность: URL: <https://getsiz.ru>.
8. <http://www.shoes-report.ru/> (дата обращения 12.01.2025).

Матвеев Н. М.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №41», г. Омск

СОЗДАНИЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ГАЗОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ – ЭВАКУАЦИОННЫЙ ЛУЧ – 1 (ЭЛ-1)

Ключевые слова: Газоанализатор, система АПЧ, микроконтроллер, 3Д модель, фонарь, газы.

На производственных предприятиях и в шахтах постоянно существует риск загрязнения воздуха опасными химическими веществами и токсичными газами [3], что может привести к аварийным ситуациям и угрозе для здоровья работников. Устройство «Эвакуационный луч 1», предназначенное для автоматического измерения уровня токсичных газов и химических веществ в воздухе, представляет собой важное решение для повышения безопасности на производственных и горнодобывающих объектах. Оно способно оперативно уведомлять о превышении безопасных норм, что позволяет быстро реагировать на возможные угрозы и минимизировать риски для здоровья человека.

Одной из главных проблем является отсутствие доступных и надежных технологий, которые позволяли бы своевременно и точно отслеживать опасные вещества в воздухе в реальном времени. В результате люди часто оказываются в зоне воздействия токсичных химикатов без предупреждения, что может привести к серьезным последствиям для здоровья и жизни. В таких ситуациях важен ранний мониторинг, который позволит быстро реагировать и предотвратить катастрофы.

Загрязнение воздуха опасными химическими веществами представляет собой сложную задачу как с точки зрения обнаружения [1,2], так и в плане своевременного реагирования. Необходимость в устройствах, которые могут эффективно измерять различные вредные вещества и сообщать о превышении норм, является одной из ключевых проблем для защиты здоровья населения. Решение этой проблемы требует создания устройств с высокой точностью измерений, мобильностью и интеграцией в системы оповещения и управления рисками.

Проект ЭЛ-1 представляет собой инновационное устройство газовой безопасности, которое сочетает в себе функции газоанализатора и фонарика. Это компактное и удобное в использовании устройство позволяет не только оперативно обнаружить утечку газов, но и обеспечивать освещение в экстренных ситуациях. ЭЛ-1 станет надежным помощником в обеспечении безопасности как в быту, так и на производственных объектах, позволяя эффективно реагировать на возможные угрозы.

Устройство ЭЛ-1 предназначено для эксплуатации на предприятиях с повышенным риском утечек газов или ядовитых веществ, таких как сталелитейные и шинные заводы, нефтеперерабатывающие предприятия, угольные и рудодобывающие шахты и другие аналогичные объекты. ЭЛ-1 должно быть установлено в непосредственной близости от рабочего места сотрудников или рядом с оборудованием, которое используется для обработки опасных веществ и газов. Это позволяет эффективно мониторить атмосферу в зонах повышенной опасности и оперативно реагировать на любые угрозы.

Цель: создать опытный образец ЭЛ-1, который будет обнаруживать опасные вещества или газы и сообщать об этом человеку.

Задачи:

1. произвести сравнительный анализ уже готовых устройств – газоанализаторов,
2. создать собственную электронную схему устройства ЭЛ-1,
3. сделать 3д модель ЭЛ-1,
4. определить необходимые комплектующие для опытного образца ЭЛ-1,
5. печать корпуса на 3д принтере,
6. сборка опытного образца устройства ЭЛ-1,
7. написание программы,

8. отладка программы,
9. провести испытания ЭЛ-1.

Принцип работы: ЭЛ-1 закреплен на стене и каждые 30 сек. замеряет концентрацию опасных веществ и газов. Если опасные вещества будут обнаружены, ЭЛ-1 начнет громко пищать и предупреждать об повышенной концентрации опасных веществ. После этого, человек должен снять ЭЛ-1 со стены и использовать его как фонарь (фонарь включается автоматически). Так же после активации ЭЛ-1 включает систему АПЧ (Авто Позиционирование Человека), то есть, если человек потеряет сознание и не будет двигаться в течении 30 секунд, то ЭЛ-1 будет привлекать внимания (Громкой сигнализацией и морганием).

Создание устройства было начато с составления электронной схемы, которая включает в себя микроконтроллер, датчик – газоанализатор, светодиод (фонарь). Далее была произведена разводка печатной платы в программе Easy EDA. После разводки платы, началось изготовление собственной печатной платы, методом ЛУТ (Лазерно-Утюжная-Технология). Результатом проделанной работы является полностью рабочая печатная плата (см. рисунок 1), с функцией удобного демонтажа компонентов.

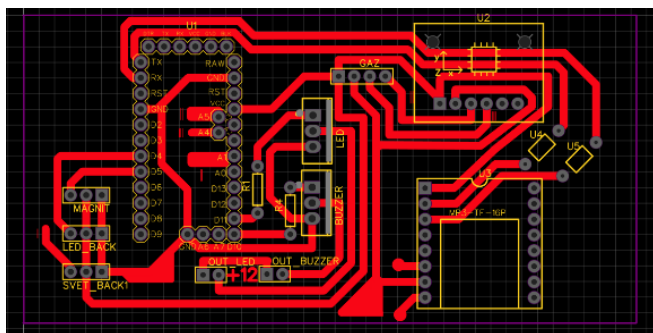


Рисунок 1. Электронная плата



Рисунок 2. 3Д модель корпуса

После создания печатной платы, было начато 3д моделирование корпуса образца (см. рисунок 2), далее – 3д печать. Моделирование было произведено в программе Fusion 360, печать 3д модели была произведена на собственном 3Д принтере – Creality K1MAX.

После всех произведенных этапов, была начата сборка всего образца воедино (рисунок 3).

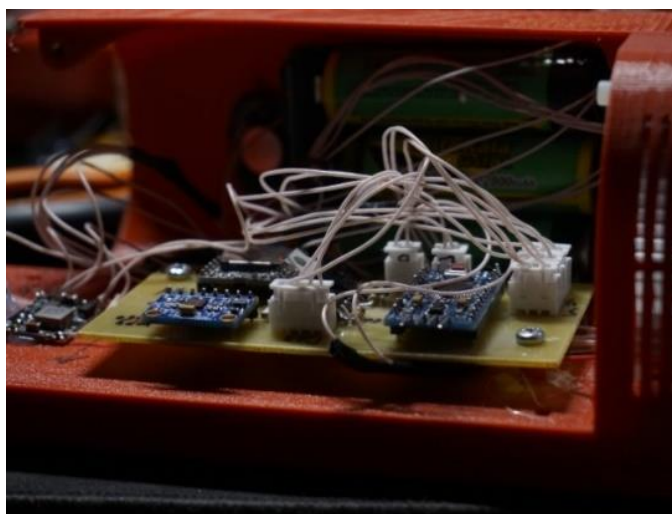


Рисунок 3. Вид платы изнутри

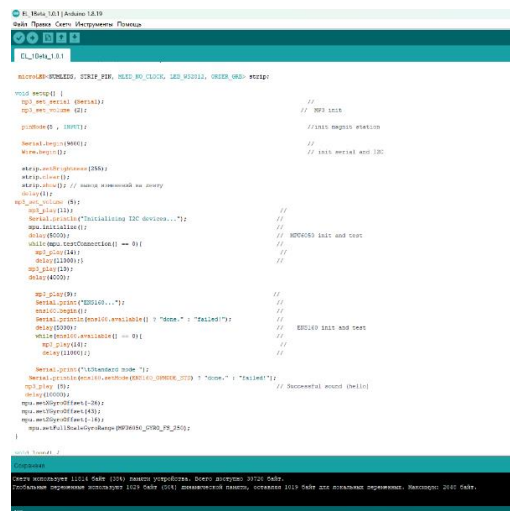


Рисунок 4. Процесс программирования

Далее было начато программирование всего опытного устройства в программе Arduino IDE (см. рисунок 4).

После проделанной работы удалось создать первый рабочий опытный образец ЭЛ-1, который уже на данном этапе может использоваться по назначению.

Заключение:

На производстве существует риск загрязнения воздуха опасными химическими веществами и токсичными газами, что может привести к аварийным ситуациям и угрозе здоровью работников. На данный момент уже существуют устройства, которые могут оповещать людей об опасных веществах, но у них есть свои недостатки. В результате проведенной работы над проектом устройства «Разработка опытного образца многофункционального устройства индивидуальной безопасности при загрязнении воздуха ЭЛ-1» (ЭЛ-1) был разработан инновационный продукт, который решает важную задачу обеспечения безопасности на производственных объектах с повышенным риском загрязнения воздуха опасными химическими веществами и токсичными газами.

Устройство, обладая функциями газоанализатора и фонарика, эффективно мониторит концентрацию опасных веществ в реальном времени, что позволяет оперативно уведомлять сотрудников о возможных угрозах и минимизировать риски для их здоровья и жизни. Благодаря высокочастотному измерению (каждые 30 секунд) и системе оповещений (громкая сигнализация и автоматическое включение фонаря) ЭЛ-1 обеспечивает своевременное реагирование на повышение концентрации токсичных веществ.

Встроенная система АПЧ (Авто Позиционирование Человека) добавляет еще один уровень безопасности, автоматически привлекая внимание в случае потери сознания.

Этот проект является важным шагом в создании более надежных и доступных технологий для защиты работников в условиях повышенной опасности, способствуя предотвращению аварийных ситуаций и катастроф на производственных предприятиях. Так же уже идет работа по расширению функционала данного прототипа, а именно добавление радиосвязи между несколькими такими прототипами, для удобного мониторинга показателей воздуха в командном центре, добавление связи данного прототипа с ближайшими пунктами МЧС для оперативного вызова помощи и снижение масса-габаритных характеристик ЭЛ-1.

Библиографический список:

1. Кашкаров, А. П. Бытовые современные счетчики газа и газоанализаторы для практического применения: пособие. – Омск : ДМК Пресс, 2014. – 54 с. – ISBN 978-5-97060-150-1.
2. Контроль воздуха рабочей зоны: системы газового анализа в помещениях аккумуляторной и зарядной (контроль H₂) [Электронный ресурс] // Газоанализаторы. Режим доступа: <https://gazoanalizators.ru/articles/v-pomeshcheniyakh-akkumulyatornoy/> (дата обращения: 25.01.2025).
3. Стаскевич, Н. Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н. Л. Стаскевич, Г. Н. Северинец, Д. Я. Вигдорчик. – Ленинград : Недра, 1990. – 762 с.

Пенькова М. Е.

БОУ «Инженерно-технологический лицей № 25», г. Омск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Ключевые слова: сорбенты, оценка эффективности сорбента, поглощающая способность сорбента, перманганатная окисляемость, очистка воды.

Сорбенты – твёрдые тела или жидкости, избирательно поглощающие (сорбирующие) из окружающей среды газы, жидкости, растворённые вещества. Сорбенты применяются во многих областях, в том числе в качестве штатных средств для экологической безопасности – например, на АЗС, для очистки технической воды, применяемой в промышленности, для устранения последствий нефтяных разливов. Главное требование к сорбентам – они должны быть безопасны для человека и окружающей среды. В зависимости от характера сорбции различают абсорбенты и адсорбенты.

Адсорбент – это вещество, которое поглощает другие вещества своей поверхностью. Площадь поверхности адсорбентов больше их объема, поэтому при контакте с нефтепродуктами они собирают загрязнения вокруг себя поверхностным слоем.

Абсорбент – это вещество, которое поглощает другие вещества всей своей массой, они пропитываются нефтепродуктами по всему объему и надежно запирают их внутри, благодаря строению кристаллической решетки.

Сорбенты делятся на природные органические, природные минеральные и искусственные [1].

Сорбенты для очистки воды от нефтяных загрязнений должны быть плавучими и удобными для сбора. Низкую плавучесть сорбентов можно компенсировать, помещая их в мешки, прикрепленные к поплавкам, то есть использовать сорбирующие боны [1].

Работа проведена на сорбентах, таких как активированный уголь (в виде таблеток и порошка), торф, песок, ореховая скорлупа, прессованный торф для удобрений и опилки.

При исследовании образцов была определена поглощающая способность сорбентов, а также произведена оценка их эффективности в различных средах.

Поглощающая способность сорбента – это его способность избирательно поглощать из окружающей среды газы, пары или растворённые вещества. Такая способность позволяет применять сорбенты при очистке газов и жидкостей от нежелательных примесей, очистке сточных вод на производстве, а также для осушения воздуха на складах и в лабораториях.

Для эксперимента взяли по 1 г сорбентов, для каждого из которых было приготовлено по четыре раствора с нейтральной (при комнатной и высокой температуре), кислой и щелочной средой. В каждый раствор добавили по три капли нефти, после чего в растворы погрузили по 0,25 г сорбентов. Через сутки все образцы были отфильтрованы и оставлены еще на сутки для полного высыхания. После этого было произведено повторное взвешивание всех сорбентов (см. таблицу 1) и измерение pH в отфильтрованных растворах с помощью лакмусовой бумаги (см. таблицу 2). Далее проверяли перманганатную окисляемость – это показатель, который характеризует содержание в воде восстановителей и органических веществ, которые полностью или частично окисляются ионом перманганата в условиях кислой или щелочной среды. В растворы добавляли по две капли перманганата калия (KMnO_4) и смотрели на цвет раствора (см. таблицу 3).

Таблица 1.

Изменение массы образцов

Вид сорбента	Нейтральная среда	Кислая среда	Щелочная среда	Высокая температура
Активированный уголь (порошок), мг	40	40	70	20
Активированный уголь (таблетки), мг	30	30	60	40

Продолжение Таблицы 1

Вид сорбента	Нейтральная среда	Кислая среда	Щелочная среда	Высокая температура
Торф, мг	20	40	60	50
Песок, мг	130	80	120	40
Ореховая скорлупа, мг	50	30	30	40
Прессованный торф для удобрений, мг	20	10	10	30
Опилки, мг	50	60	30	30

Таблица 2.

Значения pH в растворах

Вид сорбента	Нейтральная среда	Кислая среда	Щелочная среда	Высокая температура
Активированный уголь (порошок)	7	3	8	7
Активированный уголь (таблетки)	7	3	8	7
Торф	7	3	8	7
Песок	7	4	8	7
Ореховая скорлупа	7	4	8	7
Прессованный торф для удобрений	7	3	8	7
Опилки	7	3	8	7

Таблица 3.

Перманганатная окисляемость растворов

Вид сорбента	Нейтральная среда	Кислая среда	Щелочная среда	Высокая температура
Активированный уголь (порошок)	розовый	розовый	розовый	розовый
Активированный уголь (таблетки)	розовый	розовый	розовый	розовый
Торф	бесцветный	бесцветный	бесцветный	бесцветный
Песок	розовый	розовый	розовый	розовый
Ореховая скорлупа	бесцветный	бесцветный	бесцветный	бесцветный
Прессованный торф для удобрений	бесцветный	бесцветный	бесцветный	бесцветный
Опилки	бесцветный	бесцветный	бесцветный	бесцветный

Выводы:

1. Изучены различные сорбенты для очистки воды от нефтяных загрязнений и проведена оценка их качества.

2. Поскольку у песка масса изменилась сильнее всего, то у него наибольшая поглощающая способность относительно других сорбентов. Значит, при одинаковых объемах нефти понадобится наименьшее количество данного сорбента для устранения загрязнения, что говорит нам о наибольшей выгоде и эффективности от использования песка в качестве сорбента.

3. Значение pH в растворах после эксперимента практически одинаково во всех образцах, значит, сорбенты не только поглощают нефть с поверхности воды, но и влияют на кислотность ее среды.

4. При определении перманганатной окисляемости в розовый цвет окрасились только те растворы, в которых были активированный уголь и песок, значит, они сорбировали практически все органические вещества.

Перспективы работы – рассмотреть другие свойства сорбентов, а также определить наиболее экономически выгодный сорбент.

Библиографический список:

1. Какие сорбенты подходят для нефтепродуктов? – 2021. – URL: <https://terra-ecology.ru/stati/kakie-sorbenty-podxodyat-dlya-nefteproduktov/> (дата обращения 16.11.2024).

2. Особенности сорбционного метода сбора нефти при аварийных разливах. – URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/ekologiya/786771-osobennosti-sorbtsionnogo-metoda-sbora-nefti-pri-avariynykh-razlivakh/> (дата обращения 16.11.2024).

3. Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти. Технический информационный документ. – 2012. – URL: https://www.ospri.online/site/assets/files/1153/tip8_ru_useofsorbent-materialsinoilspillresponse.pdf (дата обращения 17.11.2024).

Родионов Д. А., Мельников М. С.

АО «Газпромнефть-ОНПЗ», г. Омск

РЕДОКС-БАТАРЕИ: ТЕХНОЛОГИЯ «ЗЕЛеной ЭНЕРГЕТИКИ»

Ключевые слова: Редокс-батареи, проточные редокс-системы, зеленая энергетика, АО «Газпромнефть – ОНПЗ», отказы оборудования, надежность, аккумулирование электроэнергии, взрывопожаробезопасность, мировые тенденции, импортозамещение, возобновляемые источники энергии.

Человечество пользуется энергией в разных формах. Для бытовых и многих других применений наиболее удобна электроэнергия, которая передается благодаря централизованным энергосетям. Однако работают они не так эффективно, как могли бы. Поэтому человечество переходит к распределенной энергетике, основным элементом, которой является большой стационарный накопитель электроэнергии. Он может накопить электроэнергию в большом объеме и потом выдавать ее по мере необходимости.

Мы все прекрасно знаем, как работает аккумулятор в мобильных телефонах: он накапливает электроэнергию и отдает ее. То же самое делают проточные редокс-батареи, только мощностью они в несколько раз сильнее.

Представим себе, что нам нужен запас электроэнергии для целого дома. Для этого берем аккумулятор мобильного телефона и умножаем на 1000. Соответственно, его стоимость тоже увеличится в 1000 раз. И та цена, которую мы получим за объем энергии, хранящийся в аккумуляторе и умноженный в 1000 раз, будет очень высокой.

Этот параметр нужно как-то оптимизировать. Для таких задач отлично подойдет редокс-батарея, которая будет и работать дольше, чем аккумулятор в мобильном телефоне, и будет изготовлена из более дешевых деталей.

Практический интерес к проточным батареям возник в последние десятилетия в связи с интенсивным развитием альтернативной энергетики (солнечной, ветровой) и регулированием пиковых нагрузок в промышленных электрических цепях.

Проточные редокс-батареи представляют собой некий гибрид, что-то среднее между аккумуляторной батареей и топливным элементом. Как правило, такая батарея состоит из трех частей:

1. батарея – мембранно-электродный блок, в котором происходят все электрохимические реакции,
2. два бака с топливом, которые хранятся отдельно от батареи. В любом химическом источнике тока всегда протекают две реакции – окисление и восстановление. В проточной батарее есть два топлива (электролита). Они непрерывно прокачиваются через мембранно-электродный блок, при этом один электролит окисляется, а другой восстанавливается. Именно поэтому батарея называется проточной.

А мембранно-электродный блок проточной батареи напоминает некий «сэндвич» из разных слоев. В одну часть подается одно топливо, а во вторую часть – другое. Соответственно, в одной части топливо окисляется, а в другой – восстанавливается. А сами части батареи отделены друг от друга полупроницаемой мембраной, которая не дает смешиваться двум электролитам между собой.

*Электролит – раствор ванадиевых солей в смесях растворов серной и соляной кислот с добавкой аэросила (диоксида кремния) с размером частиц до 40 нм.

Один из главных плюсов проточной батареи – это ее долговечность. По некоторым оценкам цикл может проходить до 200 тысяч раз. Поэтому иногда проточные батареи называют вечными.

Конечно, это не так, ведь топливо деградирует, как и сама батарея. Нарушается герметичность, портятся электродные материалы, на которых протекает реакция. Но, тем не менее, ее ресурс достаточно высокий по сравнению со многими другими электрохимическими накопителями энергии.

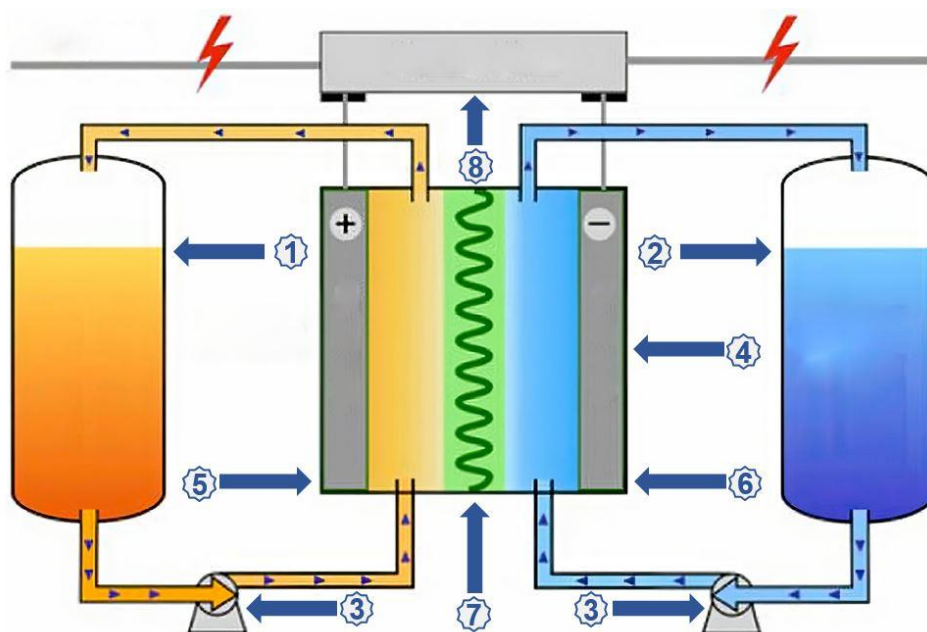


Рисунок №1. Устройство редокс-батареи. 1 – Резервуар анодного электролита «+»; 2 – резервуар катодного электролита «-»; 3 – насосы подачи электролитов; 4 – резервуар циркуляции электролитов; 5 – анод; 6 – катод; 7 – протонообменная мембрана; 8 – инвертор.

*Электролит – раствор ванадиевых солей в смесях растворов серной и соляной кислот с добавкой аэросила (диоксида кремния) с размером частиц до 40 нм.

Один из главных плюсов проточной батареи – это ее долговечность. По некоторым оценкам цикл может проходить до 200 тысяч раз. Поэтому иногда проточные батареи называют вечными.

Конечно, это не так, ведь топливо деградирует, как и сама батарея. Нарушается герметичность, портятся электродные материалы, на которых протекает реакция. Но, тем не менее, ее ресурс достаточно высокий по сравнению со многими другими электрохимическими накопителями энергии.

Второе принципиальное преимущество состоит в том, что баки с топливом и мембранно-электродный блок монтируются отдельно друг от друга, то есть в разных корпусах. Например, в свинцово-кислотном аккумуляторе все части собраны в одном корпусе. Поэтому емкость всегда сильно зависит от желаемой мощности.

При работе с проточной батареей вам легче менять параметры под определенные задачи. Если нужна более емкая батарея, достаточно использовать больше баков с топливом. Если нужна мощность, увеличивается мембранно-электродный блок, а размеры баков с топливом остаются такими же.

Но, как и у любой другой технологии, у проточных батарей есть и свои минусы. Топливные баки, которые установлены отдельно от батареи, достаточно много весят. Поэтому удельная емкость проточной батареи (показатель того, сколько ватт-часов энергии может хранить один килограмм проточной батареи) значительно ниже, чем у литий-ионных или других типов батарей. Поэтому ее нельзя использовать в телефонах или легковых автомобилях. Правда, в последнее время появляются проекты для грузовых машин.

Другая очевидная особенность связана с насосами. Для их работы нужна энергия. Если батарея маленькая, она не сможет вырабатывать энергию для питания собственных насосов. Если батарея большая, то при выработке энергии появятся излишки. Поэтому редокс-батареи экономически выгодны только на больших масштабах, например, при использовании в качестве резервного источника питания на заводах или накопителя в больших энергосистемах. Например, солнечная электростанция днем будет заряжать редокс-батарею, которая ночью будет отдавать электричество во внешнюю сеть.



Рисунок №2. Рабочая ПРС

Таблица №1.

Сравнение современных накопительных систем энергии

Электро-химическая система	Срок службы, лет	Количество заряд-разрядных циклов	Удельная энергия, Вт·ч/кг	Удельная мощность, кВт/кг	Стоимость, тыс. руб./кВт·ч	Ремонтопригодность	Утилизация
Pb / PbO ₂	3-5	500-800	25-35	0,0003-0,35	10-48	Нет	Требуется
Ni-Cd	10	2000	40-60	0,01-0,7	39-96	Нет	Требуется
Li-ion	10	6000	110-180	0,3-3	67-482	Нет	Требуется
Суперконденсаторы	20	<1 млн.	2-5	5-10	1542-2410	Нет	Требуется
Проточные батареи (V / V)	>20	>200 тыс. *	20-40	**	38-67	Да	Не требуется
Проточные батареи (орган.)	>20	>200 тыс. *	35-50	**	10-19	Да	Не требуется

Библиографический список:

1. Петров, М. М. Проточные редокс-батареи: место в современной структуре электроэнергетики и сравнительные характеристики основных типов / М. М. Петров. – Текст : электронный // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
2. Антипов, А. Е. Новый автокаталитический механизм электрохимических процессов и его применение для источников энергии (Устный) // Научная конференция грантодержателей РНФ «Фундаментальные химические исследования XXI-го века», 20-24.11.2016, материалы конференции – 2016 – р. 24.
3. Годяева, М. В. Проточные батареи на основе органических редокс-систем для крупномасштабного хранения электрической энергии // Электрохимическая энергетика. 2021. – Т. 21. – No 2. – С. 59-85. <https://www.doi.org/1018500/1608-4039-2021-21-2-59-85>.
4. Казаринов, И. А. Электрохимические свойства хинонов, антрахинонов и их производных – потенциальных редокс-систем для проточных батарей // Электрохимическая энергетика. – 2021. – Т.21, вып. 4. – С. 177-190. DOI: 10.18500/1608-4039-2021-21-4-177-190, EDN: JVRCBX

Тоқтарбек М. А., Джумабаева А. А.

Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления, г. Астана

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Ключевые слова: мембрана, гидрофобность, наночастицы, полистирол (PS), углеродные нанотрубки (MWCNT), графен/оксид графена (G/GO).

Добыча нефти в больших объемах, заливка и транспортировка увеличили риск нефтяного загрязнения воды. Ежегодно в разных уголках мира происходят крупные разливы нефти, так согласно статистике ИТОРФ [1], с 1970 по 2020 год были зарегистрированы 1 381 крупных разливов нефти (более 7 000 тонн) и 466 средних разливов нефти (от 7 до 7 000 тонн). Поэтому научная значимость проекта заключается в разработке гидрофобной мембраны, обеспечивающей эффективное разделение нефти и воды на основе нанотехнологий.

Цель: Исследовать влияние нанокompозитов и оценить гидрофобные, механические качества мембран для изготовления экономически доступных полимерных материалов, способных очищать воду от нефтяных загрязнений.

1.1 Выбор основных компонентов.

Полистирол – экологически чистый полимер, который не имеет запаха и не выделяет вредных соединений в окружающую среду. Несмотря на низкую цену полистирола и простоту создания волокнистой мембраны, она не обладала гидрофобностью и прочностью. По этим причинам в состав полистирольной мембраны были включены компоненты (MWCNT/G/GO), улучшающие его гидрофобные и механические свойства. Но в ходе исследований, GO был выбран как итоговый материал.

2.1 Процесс изготовления раствора для мембраны.

Для приготовления 15%-ного раствора полистирола 3,332 г полимера было растворено в 20 мл диметилформамида с использованием магнитной мешалки в течение 3 часов (55°C, с частотой 125 об/мин). Для улучшения механических свойств мембраны к 20 мл раствора полистирола было добавлено 4,118г rGO (см.рисунок 1), после чего смесь перемешивалась в течение 10 часов при температуре 30°C.

В результате был получен готовый 15%-ный раствор с добавлением полистирола и оксида графена (см.рисунок 2). Этот же способ был применен для приготовления растворов с графеном или углеродных нанотрубок.



Рисунок 1. Добавление графена оксида



Рисунок 2. Готовый нанокompозитный раствор

2.2 Процесс изготовления нанокompозитной мембраны.

В шприц аппарата электроспиннинга диаметром 0,9 мм было введено 10 мл раствора. Для электроспиннинга были использованы следующие параметры: скорость подачи 1,5 мл/ч, расстояние от шприца до приемника 17 см. На шприц подавалось положительное напряжение 12 кВ,

а на приемник отрицательное -5 кВ (см. рисунок 3). В качестве приемника использовалась медицинская маска. В результате электростатической репульсии поверхностного натяжения и хаотичного движения струи раствора сформировались ультратонкие волокна (см. рисунок 4).



Рисунок 3. Работа с аппаратом электроспиннинг



Рисунок 4. Процесс формирования мембраны

2.3 Анализ топологических свойств мембраны.

Для объяснения выбранной концентрации полистирола и добавленного количества нанокomпозитов были изучены изображения, полученные с помощью просвечивающего и растрового электронных микроскопов (приложение Crossbeam 540).

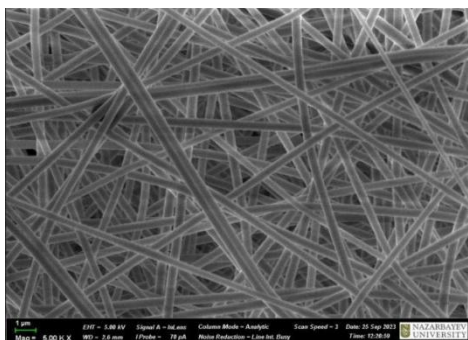


Рисунок 5. Изображение полистирольной мембраны

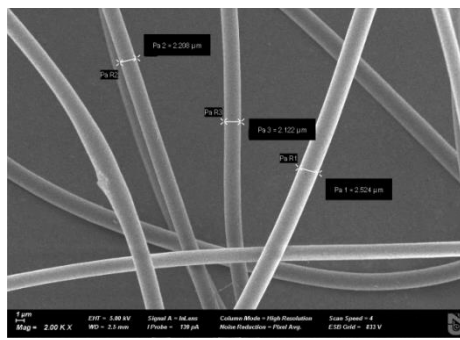


Рисунок 6. Приближенное изображение PS волокон

Крупный план изображения одного волокна мембраны, полученной из 15%-ного раствора чистого полистирола (см. рисунок 6), показывает, что эти волокна имеют относительно большой диаметр (2 мкм) и гладкую поверхность, что означает низкую гидрофобность и прочность полистирольной мембраны. Это объясняет необходимость добавления в раствор MWCNT или G/GO.

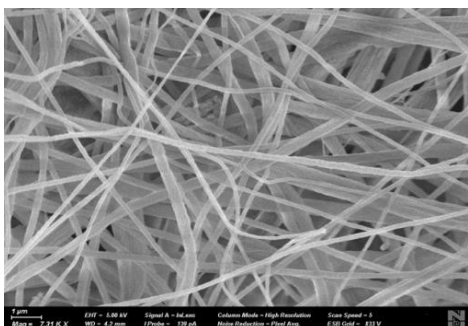


Рисунок 7. Изображение нанокomпозитной мембраны

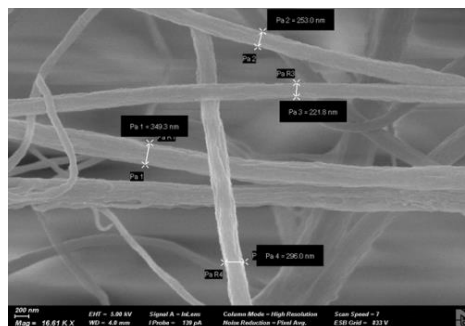


Рисунок 8. Приближенное изображение PS-GO волокон

Добавление дополнительных компонентов сделало поверхность волокон шероховатой (см. рисунок 8). Исходя из исследования влияния микроструктуры поверхности на гидрофобные свойства, шероховатость поверхности волокон увеличивает гидрофобность мембраны [2].

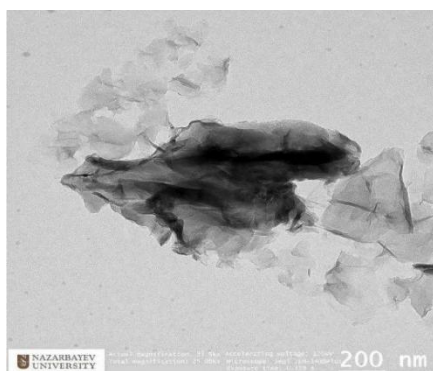


Рисунок 9. Изображение нанокompозита GO

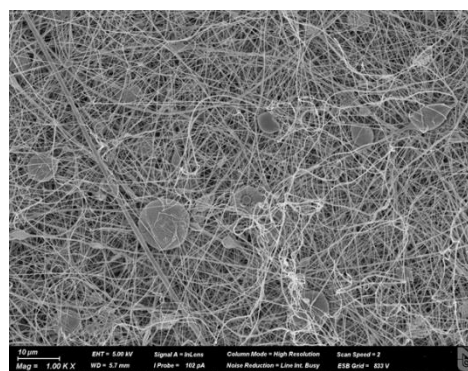


Рисунок 10. Изображение структуры PS-GO мембраны

Оксид графена имеет очень плоскую структуру (см. рисунок 9), гораздо большую, чем волокна полистирола, поэтому он не проникает в структуру, а лишь покрывает сверху. Эта структурная особенность способствует уплотнению некоторых участков, что, в свою очередь, повышает прочность мембраны (см. рисунок 10).

2.4 Анализ прочностных характеристик мембраны.

Прочность полученных мембран оценивалась с помощью stable micro systems texture анализатора. Представленные ниже графики (см. рисунки 11, 12) построены на основе результатов четырех различных тестов, с разными материалами.

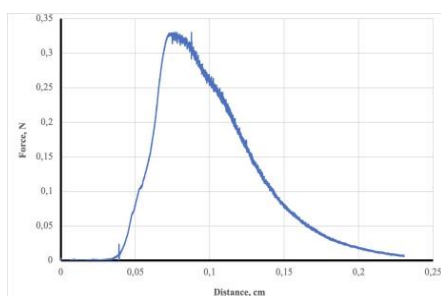


Рисунок 11. График силы PS мембраны

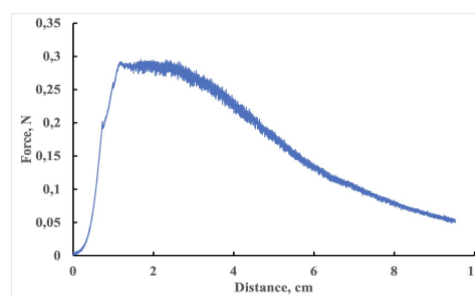


Рисунок 12. График силы PS-GO мембраны

В результате механические свойства полистирола оказались низкими, однако добавление GO способствовало созданию механически прочной и износостойкой мембраны.

2.5 Гидрофобность

Гидрофобность мембраны – ключевой показатель ее способности разделять воду и нефть. Гидрофобность определяется с помощью гониометра (SCA20_U), измеряющего угол соприкосновения. Если контактный угол больше 150° , то материал супергидрофобен [3].

Таблица 1.

Углы соприкосновения разных супергидрофобных мембран

Мембрана	Угол соприкосновения	Капля
PS+MWCNT	154°	
PS+G	150°	
PS+GO	146.2°	

Таким образом, установлено, что для получения супергидрофобной мембраны необходимо увеличить концентрацию оксида графена в полимерном растворе.

2.6 Процесс тестирования гидрофобности мембраны.



Рисунок 13. Тест мембраны на супергидрофобность

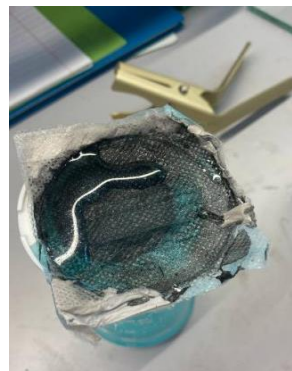


Рисунок 14. Супергидрофобные свойства мембраны

Для испытания гидрофобной мембраны 50 мл воды и масла (в данном случае циклогексана) были смешаны в соотношении 1:1 (см. рисунок 13). Когда раствор проходил через гидрофобную мембрану, вода оставалась на поверхности мембраны (см. рисунок 14), а масло проникало сквозь нее. В итоге при завершении процедуры с мембраной объем воды был эквивалентен исходным 50 мл, а объем масла составил 49,5 мл. Мембрана впитала в среднем 0,5 мл масла. Несмотря на то, что мембрана поглощает определенное количество масла, ее можно использовать несколько раз.

Закключение: В ходе данного исследования были созданы эффективные мембраны для разделения воды и нефти на основе полимера PS, дополненного GO. Тщательные исследования подтвердили, что мембраны демонстрируют исключительную супергидрофобность и механическую прочность, отвечая основным требованиям.

Библиографический список:

1. ITOPF. Oil tanker spill statistics 2024 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/oil-tanker-spill-statistics-2024/> (дата обращения: 02.01.2024).
2. Zhang X., Ding B., Bian Y., Jiang D., Parkin I. P. Synthesis of superhydrophobic surfaces with Wenzel and Cassie–Baxter state: experimental evidence and theoretical insight [Электронный ресурс] // Nanotechnology. – 2018. – Т. 29, № 48. – Ст. 485601. – URL: <https://doi.org/10.1088/1361-6528/aac187> (дата обращения: 09.09.2023).
3. Law K. Definitions for hydrophilicity, hydrophobicity, and superhydrophobicity: Getting the basics right [Электронный ресурс] // The Journal of Physical Chemistry Letters. – 2014. – Т. 5, № 4. – С. 686–688. – URL: <https://doi.org/10.1021/jz402762h> (дата обращения: 18.09.2023).

НАПРАВЛЕНИЕ «ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА. ПОТРЕБНОСТЬ»

СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНИКИ, СТУДЕНТЫ, МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ»

Баракин В. И.

БОУ «Лицей 64», г. Омск

КОМАНДНАЯ ИГРА-СТРАТЕГИЯ «ГОРОД – СКАЗКА, ГОРОД – МЕЧТА» КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНО-КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ

Ключевые слова: инженерные умения, коммуникативные умения, игра – стратегия, конструкторские умения, инженерно-политехническое образование.

Современный человек живет в высокотехнологичном и быстроменяющемся мире, что ставит перед системой образования новые задачи, направленные на подготовку такого выпускника школы, учреждения среднего профессионального или высшего образования, который бы обладал компетенциями, необходимыми для дальнейшего успешного и быстрого продвижения в учебной и профессиональной деятельности, способного легко адаптироваться к новым условиям.

При этом важно, чтобы человек был способен не только осваивать новые знания и умения, но и взаимодействовать с другими участниками, работать в команде, представлять продукт труда, оценивать его.

Для решения вышеуказанных задач на базе научно-исследовательской лаборатории инженерно-политехнического образования «КОНСТРУКТОРИУМ» Омского государственного педагогического университета была разработана инженерно-коммуникативная игра-стратегия «Город – сказка, город – мечта» [1, 2].

Рассмотрим ее подробнее.

Целевая аудитория. Возраст и количество участников не ограничены. В игру-стратегию могут играть дети от 3 лет. Верхняя возрастная граница отсутствует. В состав команды могут входить участники одной возрастной категории, а могут быть смешанные команды. Рекомендуемое количество участников команды составляет от 4 до 10 человек. На площадке одновременно могут находиться от 2 до 10 команд.

Необходимое оборудование. Для проведения игры необходимы рабочие столы, стулья, материалы для конструирования (картон, цветная бумага, бумажные одноразовые стаканчики, втулки от бумаги, спичечные коробки и т.п.), инструменты (ножницы, циркули, линейки), канцелярские принадлежности (простые карандаши, ластик, клей, цветные фломастеры или маркеры).

Игровая задача. Построить город, учитывая следующие условия:

- время выполнения задания – 60 минут,
- все дома в городе должны быть с крышей, окнами, дверьми,
- ни один дом не должен быть одного цвета.
- не менее 3 домов должно быть из одноразовых стаканчиков, не менее 5 – из втулок, не менее 5 из разверток (куб, параллелепипед),
- обязательно наличие хотя бы 1 двухэтажного здания, 1 трехэтажного здания,
- на каждые 3 дома должно быть дерево.

Критерии оценивания. При условии выполнения всех вышеуказанных условий баллы начисляются следующим образом: одноэтажный дом – 3 балла, двухэтажный дом – 6 баллов, трехэтажный дом – 9 баллов, дерево – 2 балла.

Особенности проведения игры. Процесс игры разбивается на 3 основных этапа.

1 этап. Введение в игру. Осуществляется деление на команды, рассадка за игровые пространства, первичное знакомство игроков. Рекомендуется проводить деление команд случайно через жеребьевку, чтобы максимально перемешать участников.

Раздается инвентарь. Каждая команда получает определенное количество одноразовых бумажных стаканчиков, втулок, картона, канцелярских принадлежностей. Это количество равно у всех команд. При этом обязательно создается нехватка инвентаря. Ножниц, клея, карандашей и линеек меньше, чем участников команды. Циркуль – 1 – 2 штуки, не более.

Ведущий на игровые столы кладет задание, напечатанное на листе, текстом вниз. По команде участники переворачивают лист и у них есть 3 минуты на прочтение и обсуждение задачи. После этого каждая команда может задать не более 3 вопросов на уточнение текста, если они возникли. В заключение этапа ведущий обращает внимание участников на основное правило: «Все, что не запрещено, то – разрешено!»

2 этап. Решение конструкторской задачи. Этап длится 60 минут. За это время участники должны построить свой город, выполнив минимальные требования.

Во время строительства города на площадке обязательно звучит музыка, громкость которой постепенно увеличивается. Делается это целенаправленно, чтобы заставить участников взаимодействовать друг с другом, чтобы они были вынуждены говорить громче, так, чтобы слышали все участники команды, а не только рядом сидящие.

На данном этапе очень важно спланировать стратегию командной работы, распределить между собой обязанности, договориться, какие объекты и в каком количестве будет создавать команда, кто и каким инструментом будет работать.

Критерии оценивания сразу указаны на листе с заданием, поэтому команда может предположить, какие объекты выгоднее создать, чтобы набрать большое количество баллов.

Во время прохождения этапа ведущий периодически напоминает командам о времени, которое уже прошло, о важности соблюдения минимальных требований конструкторской задачи.

3 этап. Оценивание конструкций. От каждой команды выбираются два участника, которые идут оценивать работу другой команды. Команда представляет и защищает свой город, аргументируя основные положения задачи. Очень важно суметь доказать правомерность своих построек.

После чего определяется количество баллов, набранных каждой командой, как результат – победители.

3-4 ноября 2024 года мы повели данную игру с участниками семейного выезда городского пионерского штаба «ПОИСК». Аудитория, с которой нам предстояло работать, не занимается инженерным направлением в образовании. Разновозрастная аудитория с преобладанием детей подросткового возраста (от 13 до 17 лет), родители, братья и сестры 5 – 10 лет.

Участники были разделены на 4 команды. В каждой получилось от 8 до 10 человек. Важно было распределить на команды так, чтобы в каждой оказались и дети, и взрослые, родители не попали в команду со своим ребенком, близкие друзья не оказались в одном составе.

Каждая команда получила минимальный набор инструментов и материалов (4 набора цветной бумаги, 30 листов картона, 10 бумажных одноразовых стаканчиков, 10 втулок), из которых за 1 час необходимо было построить город, набрав наибольшее количество баллов.

Какие же сложности возникли у команд?

1. Придумывание дополнительных собственных ограничений. Рассмотрим их подробнее.

«Все дома в городе должны быть с крышей, окнами, дверьми». В данном требовании задачи не сказано, что окна и двери обязательно должны быть вырезаны или наклеены. Их можно было просто нарисовать карандашом или маркером, сэкономив время и материалы.

«Ни один дом не должен быть одного цвета». Данное требование разными командами трактовалось по-разному. Одни настаивали на том, что все здания в городе должны быть абсолютно разными, другие – на том, что дом не может быть одного цвета, что само здание и его крыша обязательно должны отличаться по цвету. И именно вторые были правы, так как в задании не было сказано, что «ни один дом в городе не должен быть одного цвета». Некоторые команды перенесли уточнение из первого условия задания и на второе.

«Не менее 3 домов должно быть из одноразовых стаканчиков, не менее 5 – из втулок, не менее 5 из разверток (куб, параллелепипед)». Команды получили 2 образца развертки куба

в очень маленьком размере (длина ребра куба составляла 3 см). И практически все команды просто вырезали их и клеили, а потом возникла сложность, что «не хватает у нас разверток». Пришлось разрывать, обводить и снова клеить кубы, так как по условию не менее 5 таких домиков должно быть в городе. На самом деле, это был образец развертки куба, его не нужно было вырезать. На основе развертки можно было склеить большие кубы и вспомнить, как делается развертка параллелепипеда.

«Обязательно наличие хотя бы 1 двухэтажного здания, 1 трехэтажного здания». Выигрывали те команды, которые сразу поняли, что в задаче не сказано о том, что стаканчик или втулка – это один этаж, кто просто наклеивал или рисовал на одной позиции окна в несколько ярусов – этажей. Тем самым сокращая время и количество использованных материалов.

«На каждые 3 дома должно быть дерево». Необходимо было заранее запланировать количество домов и рассчитать необходимое количество деревьев. В случае невыполнения данного условия «дома без дерева» не засчитывались.

2. Большое количество времени тратилось на объекты, которые не приносят дополнительных баллов. Участники команд создавали в городе дополнительную инфраструктуру, которая не оценивается в задаче: дороги, фонтаны, лавочки, фонари и т.п.

3. Излишнее украшательство. К домам приклеивались балконы, колонны, антенны. На деревьях появлялись цветы, птицы, дупла с белками и т.п. В задаче оценивались только количественные показатели. Качество построек не определялось. Поэтому дополнительные виды работ оказались напрасными.

4. Обоснование правильности выполнения задания. На этапе оценивания очень многое зависело от аргументации командой соответствия построек условиям задачи. Команды, не сумевшие доказать экспертам правильность построек, проигрывали.

Почему же игра «Город – сказка, город – мечта» называется инженерно-коммуникативной, а еще и игрой – стратегией?

Во-первых, основная цель – решение конструкторской задачи, которая заключается в постройке города из данных материалов и по заданным условиям. Участники развивают технологические умения, связанные с обработкой различных материалов, использования чертежных и подручных инструментов, конструкторские умения по созданию моделей по заданным условиям. Поэтому игра инженерная [3].

Во-вторых, в процессе игры участникам необходимо было осуществлять различные виды коммуникации. Они работали и с письменными, и с устными сообщениями, в малых и больших группах, важно было не только правильно понять сообщение, но и обсудить, спланировать на его основе деятельность, а затем еще и представлять, защищать свой город перед экспертами.

В-третьих, выигрывала та команда, которая сразу на этапе обсуждения задания спланировала, как будут действовать участники, какие выгоднее «построить» дома и в каком количестве, распределили между собой обязанности. Поэтому игра «Город – сказка, город – мечта» относится еще и к играм-стратегиям.

Апробация игры на аудитории, не имеющей прямого отношения к инженерному направлению в образовании, показало, что она универсальна, никого не оставляет равнодушным, может быть использована в качестве командообразующей, не требует больших финансовых и временных затрат на этапе подготовки и проведения.

В настоящее время предполагается дальнейшая модернизация игры, составление различных вариантов условий и проведение на базах образовательных учреждений общего и дополнительного образования.

Библиографический список:

1. Баракина, Т. В. Инженерные игры как средство политехнического образования младших школьников / Т. В. Баракина // Информатика в школе. – 2023. – № 4 (183). – С. 74–83.
2. Баракина, Т. В. TEXCOMMUNITY: экосистема инженерно-политехнического образования ОмГПУ / Т. В. Баракина // Информатика в школе. – 2024. – Т. 23. – № 1. – С. 19–27.
3. Ровенская, В. Е. Инженерные игры как средство развития инженерных умений у младших школьников / В. Е. Ровенская / Человек и природа. Сборник материалов студенческой научно-практической конференции. – Омск, 2024. – С. 229–330.

Ворожбитова В. С.

БОУ «Лицей №143», г. Омск

ТЕЛЕГРАММ БОТ ДЛЯ ПОМОЩИ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Ключевые слова: Телеграмм бот, изучение, иностранные языки, aiogram, SQLAlchemy

С развитием информационных технологий социальные сети, становятся незаменимой частью нашей жизни. Все мы активно пользуемся мессенджерами в течение дня. Мессенджер – это программа для мгновенного обмена текстовыми сообщениями, файлами и медиа между зарегистрированными пользователями через интернет. Одним из самых популярных мессенджеров по всему миру и в России, особенно среди молодежи, является Telegram. Его разработчиком является Павел Дуров – программист, родившийся в России и создавший, не менее популярную социальную сеть на территории РФ – ВКонтакте.

Среди 27-ми опрошенных человек, возрастом 15-ти/16-ти лет, 24 человек отметили Telegram, как самый любимый и удобный мессенджер, один человек отметил ВКонтакте, и 2 человека отметили Discord (На втором и третьем месте были Whatsapp, Discord, ВКонтакте).

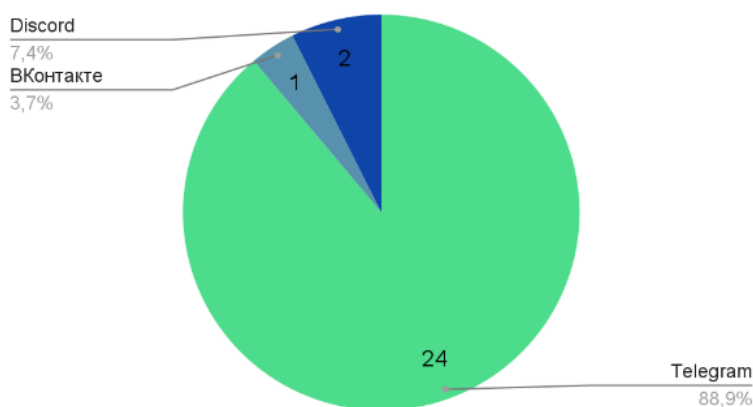


Диаграмма 1. Количество голосов за лучший мессенджер

Telegram изначально подразумевался исключительно как мессенджер, но с многолетним развитием, он стал предоставлять большее количество функций, которых нет в других приложениях: ведение личных каналов, создание секретных чатов, продвижение бизнеса благодаря внутренней рекламе, а также создание «мини приложений» – телеграмм ботов. Телеграмм бот – это программа, которая самостоятельно выполняет заранее созданные задачи без участия пользователя.

Преимущества использования телеграмм бота вместо отдельного приложения заключаются в том, что телеграмм бот не требует установки и регистрации в отличие от отдельного приложения, а также Telegram кроссплатформенный.

Основная идея проекта – помощь в изучении иностранных языков. В школе нам часто задают учить слова и проводят словарные диктанты. Обычно процесс заучивания слов выглядит так: ученик сначала выписывает слово и его перевод, на языке, который он изучает, потом он закрывает перевод слова и по памяти пытается записать на листок. На все это требуется много времени и ресурсов, так как места на листе бумаги мало, а все вышеописанное требуется повторить несколько раз. Именно для решения этой проблемы я захотела создать телеграмм бота.

После того, как я определилась с идеей проекта и платформой для реализации, пришло время приступить к самой реализации. Язык программирования был выбран Python, библиотеки aiogram (aiogram – это современный и полностью асинхронный фреймворк для Telegram Bot API, написанный на Python с asyncio и aiohttp) и sqlalchemy (SQLAlchemy – это набор инструментов Python SQL и объектно-реляционный картограф, предоставляющий разработчикам приложений всю мощь и гибкость SQL.).

```

app.py x
app.py > ...

26 dp = Dispatcher()
27
28 dp.include_router(user_private_router)
29 dp.include_router(user_group_router)
30 dp.include_router(admin_router)
31
32
33
34 async def on_startup(bot):
35     run_param = False
36     if run_param:
37         await drop_db()
38     await create_db()
39
40
41
42
43 async def on_shutdown(bot):
44     print('for ner')
45
46
47 async def main():
48     dp.startup.register(on_startup)
49     dp.shutdown.register(on_shutdown)
50
51     dp.update.middleware(DataBaseSession(session_pool=session_maker))
52
53     await bot.delete_webhook(drop_pending_updates=True)
54     # await bot.delete_my_commands(scope=types.BotCommandScopeAllPrivateChats())
55     await bot.set_my_commands(commands=private, scope=types.BotCommandScopeAllPrivateChats())
56     await dp.start_polling(bot, allowed_updates=dp.resolve_used_update_types())
57
58 asyncio.run(main())

```

Рисунок 1. Пример кода, запускающего телеграмм бот

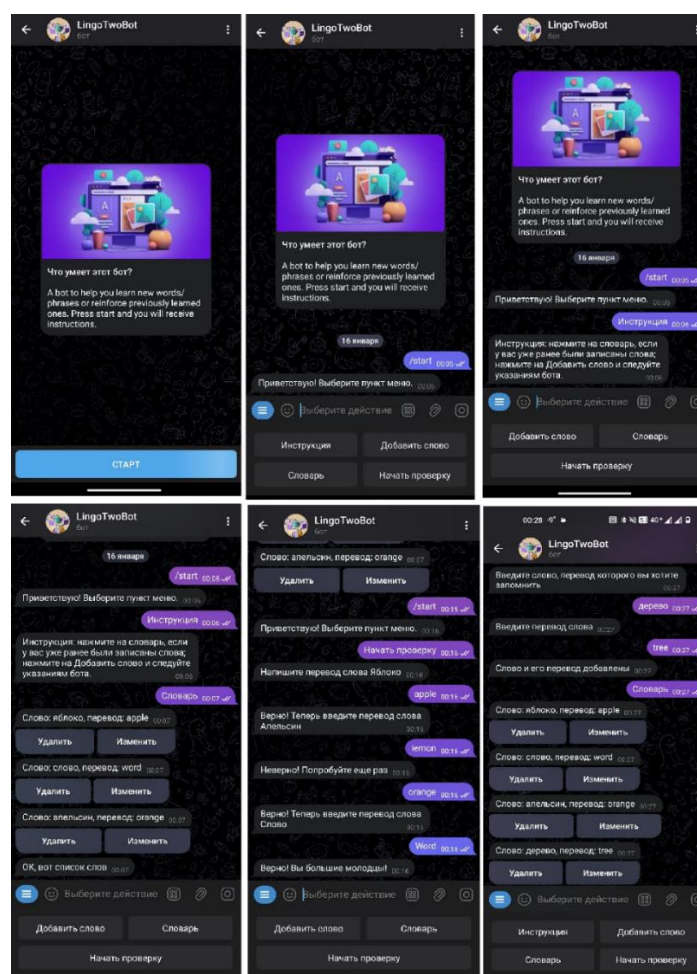


Рисунок 2. Принцип работы бота

Принцип работы бота заключается в том, что пользователь, ознакомившись с инструкцией, начинает работу; бот ему предлагает записать слово и пользователь вводит слово; далее бот предлагает записать перевод слова, и пользователь вводит его. На этапе ввода слов, можно прервать запись слов, написав слово «отмена». Эти данные, вместе с данными Telegram пользователя, отправляются в таблицу, хранящуюся на сервере. Если пользователь хочет получить свой словарь, он нажимает на кнопку «словарь»; вместе с выведенными словами, выводятся также Inline клавиатуры, прикрепленные к сообщениям. Кнопки на Inline клавиатуре позволяют изменить слово или удалить его. Остальные функции для удобства пользователя, были реализованы с помощью Reply клавиатуры. Слова хранятся даже если пользователь удалит переписку с ботом или заблокирует его – до тех пор, пока пользователь сам не захочет очистить свой словарь.

После того, как я сделала бота, я предложила одноклассникам попробовать выучить два списка слов по «старому методу» и с помощью телеграмм бота. 24 человека сказали, что благодаря боту стало легче учить слова, а 3 человека решили, что им легче как раньше.

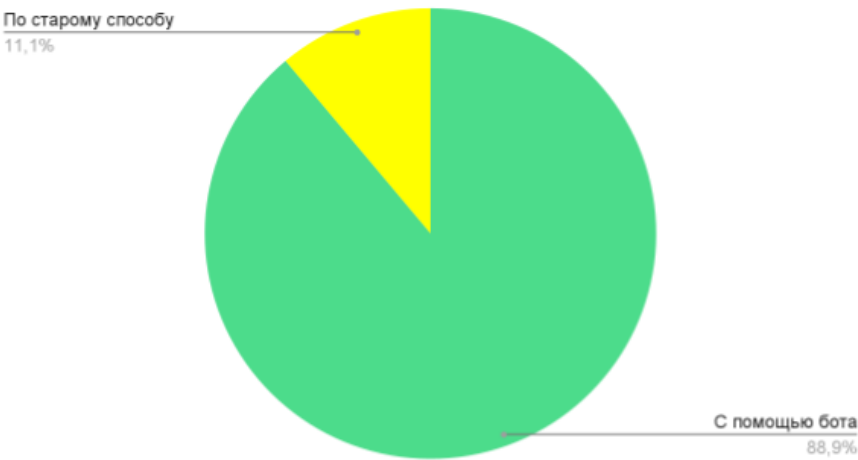


Диаграмма 2. Количество голосов за удобство заучивания слов

Далее передо мной встал вопрос продвижения бота, и послушав мнения из разных источников, я предположила, что самым эффективным методом распространения бота будет реклама в Telegram, так как пользователю не нужно будет переходить на разные сайты. Но нельзя исключать варианты рекламы на разных образовательных платформах, например: Dnevnik.ru, Skyeng, DuoLingo и многие другие. Проанализировав другие приложения, я выяснила, что многие из них платные («Quizlet»), либо предоставляют другие возможности («Duolingo»), либо доступны только на одной платформе («WordBit», «ImEng»)

Таблица 1.

Сравнение с аналогами				
	Мой бот	Quizlet	Duolingo	ImEng
Бесплатный	Да	Нет	Да	Нет
Кроссплатформенный	Да	Да	Да	Да
Имеет требуемую функцию	Да	Да	Нет	Нет

Итак, можно сделать вывод: Я создала телеграмм бота для помощи в изучении иностранных языков, протестировала его пользу и работоспособность, и выполнила все поставленные перед собой задачи.

Жучков А. С.

ФГБОУ ВО «ОмГПУ», г. Омск

МЕДИАШКОЛА, КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ РАБОТЕ С ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

Ключевые слова: информация, визуальная информация, инженерное образование, территория опережающего инженерного образования.

Ни для кого не секрет, что наибольший объем информации человек получает при помощи зрения (около 90%), при помощи слуха 9%, а на все остальное уходит лишь 1% (вкус, обоняние). Человеческий мозг обрабатывает 36 тысяч визуальных сообщений в час. На генетическом уровне сознание воспринимает изображение быстрее и совершенно иначе, чем текст. Согласно исследованиям, если люди просто слышат информацию, то через три дня обычно помнят только 10% от услышанного. Однако, если добавить визуальное сопровождение, запоминаемость возрастает до 65%. По оценкам Seagate и IDC, мировой объём информации, записанной в цифровом виде, к 2025 году достигнет 160 зеттабайт, немалая часть этого количества приходится на визуальный контент.

Поэтому совсем не случайно, что в современном мире визуалу уделяется так много внимания. Он повсюду: в учёбе, в работе, в науке, в повседневной жизни. Следовательно, и при подготовке специалистов какой-либо сферы, в том числе инженеров, важно предполагать формирование у обучающихся умений работать с визуальной информацией.

На восприятие любого визуального контента влияет множество различных факторов, среди которых цвет, композиция, начертание шрифтов, количество объектов на изображении и т.п. Важно учитывать даже то, что человек смотрит на изображение сверху-вниз или слева направо. Об этом говорил психолог Ричард Грегори. Именно он выдвинул теорию о том, что нисходящая обработка, также известная как концептуальная обработка, происходит, когда мы формируем наше восприятие, начиная с общей картины. Человек делает предположение о том, что видит, основываясь на ожиданиях, предшествующих знаниях и прошлом опыте. Другими словами, делает расчетные предположения, в которых обычно оказывается прав [1].

Значимость цвета и его влияние на восприятие человека доказали экспериментально в 2011 году Томас Саноки и Ноа Салмен. Исследования показали, что группа похожих цветов считается гармоничной и приятной, а контрастные цвета ассоциируются с хаосом. Было проведено четыре серии испытаний с использованием как гармоничной, так и дисгармоничной цветовой палитры. В каждом испытании наблюдателям были представлены два набора цветowych рисунков, и им было предложено сравнить их. Основываясь на результатах исследования, ученые доказали, что люди лучше запоминают цветочные узоры с гармоничной цветочной палитрой, с меньшим количеством цветов (двухцветные палитры), с контрастным фоном. Другими словами, цветочные различия между объектом и фоном могут улучшить нашу способность сосредоточить внимание [1].

Качественное и разумное представление визуальной информации способно не только привлечь внимание, но и облегчить процесс ее усвоения. Умение представлять, редактировать, обрабатывать визуальную информацию необходимо в настоящее время абсолютно каждому.

Но вышеуказанные умения не формируются за один день, это длительный процесс, который осуществляется на протяжении всей жизни человека, но можно его ускорить через специально организованное обучение. Для этого мы разработали проекты «Арт Молодёжь» и «Медиа-школа», направленные на формирование у школьников и студентов умений работать с визуальной информацией. Рассмотрим подробнее темы, по которым нами была проведена серия занятий.

Тема «Фотография – это не просто искусство». В каких целях можно использовать фотографию, как она влияет на человека. Фото, как средство познания мира. Особенности проведения фотосъёмки макро и микромира, астрономических явлений, животных в дикой природе, химических и физических процессов в ходе опытов и экспериментов. Слушатели убедились в том, что визуальный контент значительно упрощает восприятие человеком информации.

Тема «Наследили? Натоптали! Все или почти все о цифровом следе». Каждый, кто сталкивался с интернетом, уже оставил свой след в цифровом мире. Обсудили важность и опасность цифрового следа. А также дополнили свои знания о создании фотографий. Узнали основные композиционные приёмы, которые позволяют сделать повседневные фотографии более презентабельными.

Тема «Медиашкола «В ритме медиа». В рамках медиашколы студенты ОмГПУ познакомились с четырьмя направлениями создания визуального контента: фотография, видео, графический дизайн, копирайт. Получили основные теоретические знания и приняли участие в медиа игре, где объединились в команды и на практике применили полученные знания для создания общего продукта: дизайн для публикации в социальной сети ВКонтакте, создание фоторепортажа, съёмка клипов.

Таким образом, занятия включали в себя не только рассмотрение теоретических основ работы с визуальной информацией, но и выполнение практических заданий по созданию тематических фото в различных жанрах.

При этом необходимо было помнить и соблюдать принципы создания визуального контента. Перечислим основные из них [1, 2].

1. Принцип золотого сечения. Золотое сечение – это соотношение объектов, равное 1,618, которое встречается и в природе, и в искусстве. Его стоит применять и в веб-дизайне, и в фотографии, и в живописи, и в видео. Выстраивая композицию по линии золотого сечения, мы невольно заставляем зрителя пройти глазами путь по всему полю кадра, считать ту информацию, которую мы хотим передать зрителю через изображение.

2. Принцип замкнутости. Человеческий мозг на основе опыта всегда пытается восполнить визуально недостающие элементы. Поэтому задача дизайна, который опирается на принцип замкнутости, заключается в одном – нарисовать ровно столько элементов, сколько будет достаточно для визуализации общей картины. Воплощение этого принципа можно часто увидеть в логотипах известных компаний.

3. Принцип подбора цвета. Дизайнеры провели множество исследований на тему влияния цветовой палитры на состояние психологии человека. Так, голубой и синий цвета ассоциируются с надёжностью и респектабельностью. Красный – это всегда повышенная эмоциональность и энергия. Желтый – ассоциация с оптимизмом. Зеленый – свежесть и связь с природой.

Таким образом, любой визуальный контент: фотография, картина, графический дизайн, видео, создаётся с учётом фундаментальных принципов построения композиции. Композиция является неотъемлемой частью любого визуального контента. Благодаря разным композиционным приёмам можно обращать внимание человека на тот или иной объект, задавать настроение.

Участниками проведенных нами занятий стали обучающиеся общеобразовательных учреждений города Омска, Омской и Новосибирской областей (МБОУ «Первомайская СОШ им. А.С. Ерёмина»), студенты факультетов начального, дошкольного и специального образования, математики, информатики, физики и технологии Омского государственного педагогического университета. И это совсем не случайно. Ведь будущие педагоги не только сами должны уметь работать с визуальной информацией, но и учить этому своих учеников.

Кроме того, с 2024 года в Омской области действует Региональный проект «ТОРИО: территория опережающего развития инженерного образования», который направлен не только на создание единой системы инженерного образования в регионе, но и популяризацию инженерных, технических профессий среди детей и молодежи. И качественно выполненный контент может привлечь внимание поколения визуалов. Для решения этой задачи в настоящее время на базе лаборатории инженерно-политехнического образования «КОНСТРУКТОРИУМ» ОмГПУ создается медиакоманда, сопровождающая проведение образовательных и профориентационных мероприятий. Результаты работы можно посмотреть в официальной группе проекта в ВКонтакте <https://vk.com/textcommunity>.

Визуальный контент нужен в любой сфере. Качественная, продуманная и правильно оформленная визуальная информация (фото, видео, графический дизайн и т. п.) позволяет показать все достоинства объекта, заинтересовать пользователя, привлечь его внимание к конкретным вопросам.

Библиографический список:

1. Теряева, Е. Как человек воспринимает визуальную информацию и как это можно использовать в бизнесе. Текст статьи «Calltouch blog» – 2022. – URL: <https://www.calltouch.ru/blog/osobennosti-vozpriyatiya-vizualnoj-informatsii/> (дата обращения: 19.12.2024).

2. Логинава, М. Как создавать визуальный контент. Текст статьи «Жир. Чей? Рыбий.» – 2021. – URL: <https://zhir.media/kak-sozdavat-vizualnyy-kontent/> (дата обращения 19.12.2024).

Кабанова О. А.

ООО «Центр «Снейл», г. Омск

СТУПЕНИ ШКОЛЫ «РОБОПОЛИГОН» КАК НАЧАЛЬНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Ключевые слова: робототехника, инженерное образование, конструирование, программирование, образовательная программа

Современное общество сталкивается с множеством вызовов, связанных с быстрым развитием технологий и необходимостью подготовки нового поколения специалистов, способных адаптироваться к изменяющимся условиям рынка труда. В этом контексте особое внимание уделяется инженерному образованию, которое становится неотъемлемой частью образовательного процесса. В частности, начальное инженерное образование для детей представляет собой важный аспект, способствующий формированию у них необходимых навыков и компетенций, которые будут востребованы в будущем. Одним из примеров такого подхода является школа робототехники «Робополигон», основанная в Омске в 2014 году, которая предлагает инновационные программы обучения для детей в возрасте от 3 до 14 лет.

В условиях стремительного технологического прогресса и растущей конкуренции на рынке труда, важно не только обеспечить воспитанникам базовые знания, но и развить у них творческое мышление, логические способности и навыки работы в команде. Школа «Робополигон» предлагает уникальную систему образовательных программ, где дети могут познакомиться с основами инженерии, программирования и робототехники через увлекательные и интерактивные занятия. Это позволяет не только заинтересовать их в изучении науки, технологий и инженерии, но и подготовить их к будущей профессиональной деятельности.

Программа «Робополигон» включает в себя несколько отделений, диапазон которых охватывает широкие аспекты робототехники. Это и курсы по основам программирования, и занятия по механике. Обучение распределяется по ступеням, на каждом из которых дети получают знания, соответствующие их возрасту и уровню подготовки. Такая модель позволяет легко интегрировать новых учеников, а также строить индивидуальные образовательные траектории, соответствующие их интересам и потребностям.

Учебный путь ученика школы «Робополигон» состоит из четырех отделений и включает в себя 12 образовательных программ, представленных на Рисунке 1.

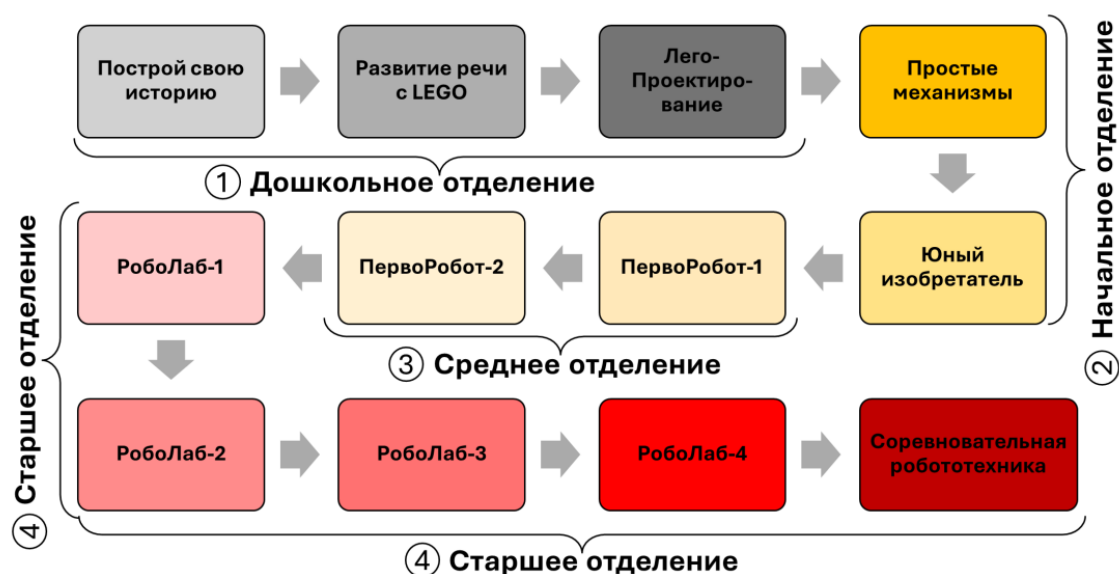


Рисунок 1. Образовательные ступени школы «Робополигон»

Дошкольное отделение состоит из трех ступеней. Рассмотрим каждую из них:

- Ступень 1. Образовательная программа «Построй свою историю». Идея программы «Построй свою историю» заключается в комплексном развитии ребенка через увлекательный процесс создания и проговаривания в речи историй, основными персонажами и фоном которых выступают конструкции, собранные с помощью конструктора LEGO. Основными задачами реализации программы первой ступени являются создание благоприятных условий, которые способствуют учащимся приобретать навыки изложения собственных рассказов, пересказа чужих историй и адаптации различных сюжетов в зависимости от обстоятельств, а также обеспечение развития мелкой моторики у детей и формирование начальных графомоторных навыков.
- Ступень 2. Образовательная программа «Развитие речи с LEGO». Концепция программы заключается в знакомстве обучающихся с окружающей средой и ее структурой с использованием конструктора LEGO. Важной особенностью обучения по данной программе является развитие коммуникативных навыков ребёнка, знакомство с первыми правилами и законами конструирования.
- Ступень 3. Образовательная программа «Легопроектирование». Идея программы заключается в обустройстве городской среды LEGO-жителями. При этом проектируемая среда принимает во внимание характерные черты зданий родного города. Задача программы заключается в развитии начальных знаний и практических навыков в области технического конструирования.

Начальное отделение предназначено для обучающихся начальной школы и состоит из двух ступеней:

- Ступень 4. Образовательная программа «Простые механизмы». Основная идея программы заключается в изучении основ механики и конструирования на основе конструктора LEGO «Простые механизмы». После прохождения курса, у обучающихся сформированы знания основных и дополнительных деталей конструктора Lego «Простые механизмы», а также навыки конструирования по условиям, схеме и теме.
- Ступень 5. Образовательная программа «Юный изобретатель». Концепция программы заключается в изучении механики на основе конструктора LEGO «Простые механизмы» в проектной деятельности учащихся и сборка моделей из конструктора Lego WeDO 1.0. Создание простых механизмов позволяет детям не только развивать техническое мышление, но и применять теоретические знания на практике. В рамках проектной деятельности школьники могут самостоятельно разрабатывать и собирать различные модели, что способствует формированию навыков критического мышления и системного подхода к решению задач. Кроме того, при изучении данной программы обучающиеся знакомятся с концепцией инерционного движения и принципами гидравлики.

Среднее и старшее отделение представлено следующими направлениями:

- Образовательная программа «ПервоРобот-1». Программа «ПервоРобот-1» предоставляет ученикам возможность изучать базовые принципы программирования в специально разработанной для школьников среде LEGO Education WeDo. Кроме создания и программирования моделей, функционирующих на основе мотора, предстоит ознакомиться с такими датчиками, как измерение расстояния и распознавание движения.
- Образовательная программа «ПервоРобот-2». В рамках данного курса участникам предстоит заняться созданием прототипов механически сложных изделий. Они будут вовлечены в техническое творчество под наставничеством преподавателя, а также получат возможность познакомиться с соревновательными аспектами, используя конструктор LEGO Education WeDo.
- Образовательная программа «РобоЛаб-1». Программа нацелена на развитие как технических, так и творческих навыков у учащихся, а также на расширение знаний в области естественных наук. Учащиеся создают и программируют рабочие модели, сочетая конструирование с программированием. Это позволяет интегрировать информатику, математику, физику, черчение и естественные науки в процессе выполнения учебных проектов.

- Образовательная программа «РобоЛаб-2». Продолжая изучение среды программирования LabView, школьники смогут углубить знания, переходя от базовых программных блоков к созданию более сложных алгоритмов управления робототехническими системами. В рамках практических занятий ребята не только соберут новые модели роботов, но и освоят программирование разнообразных сценариев их поведения.

Система обучения в школе робототехники «Робополигон» способствует вовлечению детей в процесс создания собственных проектов. Образовательные программы охватывают различные аспекты инженерной деятельности, начиная от основ механики и заканчивая программированием. Это позволяет обучающимся не просто осознавать теоретические основы, но и применять знания на практике, создавая модели и роботов. Проектная работа занимает центральное место в образовательном процессе, что позволяет ученикам самостоятельно находить решения за поставленными задачами.

Таким образом, важно и необходимо внедрять качественное инженерное образование для детей в раннем возрасте. Это не только способствует развитию ключевых навыков, необходимых в современном мире, но и формирует интерес к науке и технологиям, что в свою очередь может привести к созданию нового поколения инженеров и ученых, готовых к решению сложных задач будущего. Важно продолжать исследовать и развивать подобные образовательные инициативы, чтобы обеспечить детям доступ к качественному образованию и подготовить их к вызовам, которые ждут их в будущем.

Библиографический список:

1. Школа робототехники в Омске РОБОПОЛИГОН – URL: <https://robopoligon.ru/> (дата обращения: 26.01.2025).

Корумбаева С. К.

ФГБОУ ВО «ОмГПУ», г. Омск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ГОЛОВОЛОМОК В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ
ИНЖЕНЕРНЫХ УМЕНИЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

Ключевые слова: инженерные умения, математические головоломки, младшие школьники, математика в начальной школе.

В настоящее время в России наблюдается острая нехватка квалифицированных специалистов в области инженерии и технических профессий, и Омская область не является исключением. Анализ рынка труда в Омской области показывает, что в регионе ощущается потребность в профессиональных инженерных кадрах, а также в работниках производственной сферы (основные отрасли: оборонная промышленность, строительство, логистика и другие). Уровень подготовки этих специалистов должен соответствовать требованиям работодателей, начиная с разработки конструкторской и технической документации, технологической подготовки производства и заканчивая эксплуатацией оборудования, включая его установку и обслуживание [1].

Для подготовки необходимых стране кадров следует формировать инженерные умения, начиная с детства и на протяжении всей жизни. В Омской области в настоящее время действует проект ТОРИО (территория опережающего развития инженерного образования), направленный на решение указанной задачи. Однако достигать любой цели необходимо в системе, в которую нужно внедрять школьную подготовку, так как предпосылки успешного вхождения будущих выпускников образовательных организаций в профессии инженерной направленности могут и должны целенаправленно формироваться при условии раннего развития инженерно-технических способностей.

Роль педагогической или, как ее еще принято называть, дидактической игры, которая выступает не способом «доставить удовольствие» ребенку, а средством воспитания и обучения велика. Она обладает четко поставленной целью обучения и педагогическим результатом, который соответствует выбранной цели, сама же игра характеризуется учебно-познавательной направленностью. Игра может быть использована учителем на различных этапах урока, ее выбор и проведение зависят от поставленной цели и предполагаемого результата, в том числе и в развитии инженерных умений. Эту роль могут выполнять математические головоломки.

Использование математических головоломок позволит сформировать у будущих инженеров умения анализировать данные, осуществлять поиск эффективных путей решения, четко излагать свои мысли, работать в команде и т.п. Помимо вышеперечисленного, при работе с математическими головоломками у детей формируются критическое мышление, творческий подход, внимательность, настойчивость и терпение.

Традиционно головоломки относятся к занимательной математике, так как в основе любой головоломки лежит некий математический замысел и решение головоломки по своему духу близко к решению математических проблем. Головоломки – мощнейшее средство приобщения детей и подростков к культуре математического мышления, основанного на алгоритмах, логике, абстракциях и пространственных образах, которые развивают и умственную инициативу, эвристические элементы мышления [2].

Есть разные виды математических головоломок. Числовые и арифметические головоломки основаны на работе с простейшими математическими выражениями, арифметическими действиями и самими числами. Такие задания решаются путем перебора вариантов решения и их проверки и способствуют развитию у учащихся гибкости и вариативности мышления, приучают детей к критическому осмыслению полученных результатов [3].

Магические квадраты. Они представляют собой квадратные таблицы $n \times n$, заполненные натуральными числами от 1 до n^2 , суммы которых по всем строкам, столбцам и обеим диагоналям одинаковы. Работа с ними также сводится к последовательному перебору вариантов, подбору

нужных чисел и способствует как развитию комбинаторного мышления, так и отработке вычислительных навыков.

Комбинаторные. Данный вид головоломок включает себя упорядочивание. К ним относятся криптограммы, игра в 15, какуро, sudoku, ханойская башня и другие.

Иногда как подвид комбинаторных головоломок выделяют механические головоломки с последовательными движениями: головоломку нужно собрать, разобрать, перестроить во что-то другое. Самой популярной в мире механической головоломкой на сегодняшний день является кубик Рубика.

Головоломки с палочками. Они содержат задания на преобразование одних фигур в другие, для решения их нужно видоизменить или построить пространственную фигуру. Головоломки с палочками нельзя решить на основе усвоенного ранее способа, они предназначены для развития сообразительности.

Головоломки на составление целого и частей. В них используются игры на составление фигур-силуэтов. Они предназначены для развития пространственного воображения, логического и интуитивного мышления.

Конструкторские. В этих головоломках необходимо собрать определенный набор деталей определенным образом, построить (собрать) техническое приспособление.

Мозаики и упаковки. Это головоломки, связанные с двумерными задачами упаковки, в которых несколько плоских фигур должны быть собраны в большую заданную форму без перекрытий.

Основное преимущество математических головоломок в процессе развития инженерных умений у младших школьников – высокий уровень вовлеченности детей. Для учеников такой формат заданий непривычен, поэтому желание выполнять новые задания высоко.

Однако процесс развития инженерных умений должен проходить постепенно. В первую очередь необходимо объяснить правила и логику решения. Затем работать с заданиями легкого уровня, постепенно повышая уровень сложности заданий. При несоблюдении такого подхода уровень мотивации детей снизится, так как не будет создана ситуация успеха.

Применять головоломки можно на разных этапах урока математики. На этапе «актуализации знаний» можно организовать работу с учениками, чтобы подвести их к изучению нового материала. Так, к примеру, при изучении признаков делимости в 6-м классе могут быть применены арифметические ребусы. Они не только будут способствовать подведению учащихся к необходимости знания признаков делимости, но и в значительной мере будут способствовать развитию логики, комбинаторных способностей, критичности мышления, помогут развить математическую память. Ко всему прочему, ребусы позволяют провести тренировку применения таблиц сложения и умножения.

Современные требования к обучению определяют необходимость особых перерывов для психологического, эмоционального и физического отдыха учащихся, особенно младших школьников. На этапе «паузы» или «разминки» детям могут быть предоставлены простые головоломки для устранения психологической инерции. Например, топологическая головоломка «Неразлучные подковы», требующая разъединить два элемента головоломки.

Не имея большого количества времени на уроке, приходится прибегать к различным уловкам и альтернативным решениям. Например, представлении головоломок в качестве домашнего задания.

Говоря об использовании математических головоломок, стоит обратить внимание на математический кружок. В ходе занятий кружка могут рассматриваться головоломки как отдельные математические задачи и серии головоломок. В младших классах целесообразно проводить целые занятия кружка, посвященные отдельной конкретной головоломке: «Танграму», «Пентамино», «Ханойским башням», вычерчиванию фигур одним росчерком и т.д. Это позволяет сконцентрировать внимание учащихся на проблеме головоломки, понять ее устройство. А именно эти аспекты позволяют дать толчок не только к пониманию математической сути головоломки, но и к развитию логического мышления, комбинаторных способностей, усилить возможности абстрактного мышления и оперирования пространственными образами, привить критичность мышления и развить математическую память.

На данный момент нами уже реализуется работа над развитием инженерных умений у младших школьников. С учениками 3-го класса проводится работа с головоломками на уроках математики. Например, задания «со спичками», которые есть как в учебнике, так и в различных методических пособиях. Также используются: логические задачи, задания на заполнение пропусков в равенствах, продолжение последовательности, задания с развертками и другие. На переменах дети также могут по желанию попробовать свои умения. Например, задания печатаются в большом формате и вывешиваются на стену, благодаря чему это привлекает внимание всего класса. На данный момент учащиеся работают с различными вариантами sudoku с числами от 1 до 9.

Помимо этого, реализуется кружок «Занимательная математика» в рамках внеурочной деятельности. На них ребята совместно с учителем работают с головоломками повышенного уровня. На этот кружок вынесены задания, связанные с пространственным мышлением, упаковкой и трехмерными конструкторами.

Дополнительно проводился урок в игровой форме по станциям совместно членами лаборатории инженерно-политехнического образования ОмГПУ «КОНСТРУКТОРИУМ» 14 января 2025 года. На этом уроке дети работали на 6 станциях: геостикс, танграм, пиксели, орбо, магнитный планшет и сложи прямоугольник. Такой формат урока позволил не только выявить слабые и сильные стороны учеников, но и повысить уровень заинтересованности как детей, так и родителей.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что математические головоломки являются эффективным способом развития инженерных умений у младших школьников. Они не только делают обучение более увлекательным, но и помогают формировать навыки, необходимые для решения сложных задач в будущем. Интеграция головоломок в учебный процесс может стать одним из ключевых факторов, способствующих успешному развитию будущих инженеров и новаторов.

Библиографический список:

1. Баракина Т. В. Подготовка будущих учителей начальных классов к реализации инженернополитехнического направления в образовании // Инженерное образование и его пропедевтика в эпоху цифровизации общества. Формирование престижа профессии инженера у современных школьников : сб. ст. X Всерос. оч. заоч. науч.практ. конф. с междунар. участием в рамках Петербург. междунар. образоват. форума. – Санкт-Петербург : Акад. Востоковедения, 2022. – С. 56–60.
2. Дубровский, В. Н. Математические головоломки. / В. Н. Дубровский, А. Т. Калинин. – Вып. 1. – Москва : Знание, 1990. – 144 с.
3. Демидова, Т. Е. Содержательная линия «Занимательные и нестандартные задачи» в учебниках «Моя математика» / Т. Е. Демидова, С. А Козлова, А. Г. Рубин, А. П. Тонких // Начальная школа плюс до и после. – 2005. – №9. – С. 44-48.

Моисеенко Э. В.

ФГБОУ ВО «ОмГПУ», г.Омск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ГОЛОВОЛОМОК НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ
В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ КАК СРЕДСТВА РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ УМЕНИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Ключевые слова: инженерно-политехническое образование, инженерные умения, геометрический конструктор, геометрические головоломки, младшие школьники, математика в начальной школе.

В настоящее время важность создания благоприятной «почвы» для будущего поколения, которому предстоит осваивать новые высокотехнологичные профессии, остается неизменным. Но если о важности внедрения информационных технологий с начальной школы уже давно никто не спорит, то вопрос о подготовке юных инженерных кадров до сих пор открыт. Как и когда начинать формировать у детей элементы конструкторской деятельности, какие технологии и средства использовать, как организовывать процесс инженерно-политехнического образования [2].

Под инженерно-политехническим образованием будем понимать процесс, направленный на: формирование системы знаний о современном производстве и лежащих в его основе взаимосвязанных понятиях естественных, технических, общественных наук и математики, законов природы, общества, деятельности человека; развитие «жестких» навыков *hard skills* и «мягких» навыков *soft skills* [1].

Таким образом, основной задачей современного инженерно-политехнического образования становится не просто передача опыта и знаний в данной сфере деятельности, а подготовка будущего специалиста, способного к саморазвитию, самореализации, коммуникации, т.е. обладающего профессиональными и надпрофессиональными умениями и навыками.

Умения и навыки – это способность выполнять те или иные действия. Разница между первым и вторым состоит в степени владения этим действием. Навыки формируются в результате многократного повторения и обучения. Задача школы состоит в том, чтобы дать ребенку основу – знания, на базе которой сформировать умения, которые к окончанию обучения частично должны перейти в статус навыка.

Рассмотрим возможности формирования инженерных умений у детей младшего школьного возраста на уроке математике в начальной школе.

Начальный курс математики органично сочетает в себе различные области математического знания, среди которых геометрический материал имеет особое значение. Итальянский физик и математик Галилео Галилей сказал в далеком прошлом замечательную фразу: «Геометрия является самым могущественным средством для изощрения наших умственных способностей и даёт нам возможность правильно мыслить и рассуждать». В начальной школе уделено значительное внимание изучению геометрического материала, которое охватывается на протяжении всего этапа обучения. Однако, обычно вопросы, связанные с геометрией, не выделяются в отдельные блоки, а переплетаются с изучением арифметических материалов. Именно поэтому игры с геометрическим содержанием так важны на уроках математики.

Многим обучающимся изучение геометрии дается с большим трудом. Поэтому от методики преподавания математики зависит активность обучающихся на уроке, насколько правильно будет спланирован сценарий урока. Учитель должен позаботиться о том, чтобы каждый обучающийся был активен на уроке. Одним из способов повышения познавательной активности и интереса к предмету являются дидактические игры и головоломки. Дидактические игры и головоломки обладают образовательной, развивающей и воспитывающей функциями.

Головоломки гармонично развивают целый комплекс интеллектуальных способностей: логико-теоретическое мышление, пространственное мышление и воображение, эвристическое и креативное мышление, практические навыки исследовательского поведения и даже формируют очень важные и полезные особенности человеческого мировосприятия – способность

видеть выход в «безвыходных» ситуациях. При этом важно, чтобы учащиеся получили первоначальную ориентировку во взаимном расположении фигур, тем самым подготовить учеников к успешному изучению систематического курса геометрии [3].

Нестандартная задача учит детей самостоятельно определять оригинальные способы решения задания, препятствуют выработке вредных штампов при решении и тем самым оказывают положительное влияние на формирование навыков решения типовых задач и предполагают развитие у учащихся способности к обнаружению новых связей в знаниях, к переносу знаний в новые условия и тд.

Игры позволяют организовать сложный процесс освоения нового в интересной для ребенка форме, придавая умственной деятельности увлекательный, занимательный характер. Именно поэтому в процессе игры ребенок может решить даже те задачи, которые в других условиях кажутся невыполнимыми. Начальный курс математики включает в себя множество геометрических головоломок, которые способствуют развитию логического мышления и формированию положительной мотивации к учебной деятельности. Каждая учебно-методическая программа имеет свои уникальные геометрические головоломки, на которые делается упор, и при выполнении заданий учащиеся развивают свои пространственные представления, воображение, конструктивное мышление, смекалку, а также проявляют интерес не только к геометрии, но и к математике в целом [2,3].

Для выявления представлений у младших школьников уровня представлений о геометрических головоломках и определения уровня сформированности умения решать с их помощью конструкторские задачи, нами было проведено опытно-экспериментальное исследование, состоящее из трех этапов.

На констатирующем этапе обучающимся 3 класса было предложено выполнить тест, задания которого проверяли сформированность у учащихся следующих знаний и умений: распознавать геометрические головоломки и устанавливать соответствие между названием и видом геометрических головоломок; складывать базовые формы головоломки; складывать фигуру по образцу; мысленно разбивать форму на геометрические фигуры; находить ошибку (недостающую фигуру) в составленной форме из геометрической головоломки; определять пространственное расположение объектов.

Результаты проведения теста показали, что:

1. успешнее всего дети справились с определением геометрической головоломки (верно ответили 88 % детей), с нахождением ошибки (недостающей фигурой) в составленной форме (выполнили правильно 56% тестируемых) и продемонстрировали умение складывать фигуру по примеру (правильный ответ у 52% школьников);
2. самым сложным для детей оказалось задание со спичками (справился только 4% школьников);
3. средняя результативность выполнения заданий теста №1 – 42 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что большая часть обучающихся не справляется с решением конструкторских задач с применением геометрических головоломок. Исходя из выявленных сложностей, был спланирован формирующий этап опытно-экспериментальной работы, в ходе которого с обучающимися проводилась дополнительная работа на уроках математики, а также в рамках внеурочной деятельности, направленная на ознакомление с геометрическими головоломками и формирование умения с их помощью решать конструкторские задачи.

Работа с геометрическими головоломками проходила в различных формах, как индивидуально, так и в группах. Правильность выполнения заданий определялась не только учителем, но в формате взаимопроверки и самопроверки. Использовались не только задания учебника, но и дополнительные. Кроме того, обучающимся давались для выполнения также групповые задания, где из головоломки каждого, получится общая конструкция.

После проведения формирующего этапа, который длился 2 месяца, обучающимся был предложен тест №2, задания которого проверяли знания и умения, аналогичные тесту №1. Средняя результативность выполнения заданий повысилась до 60%. Такое незначительное улучшение показателей можно объяснить необходимостью осуществления систематической, регулярной

работы по обучению детей работе с геометрическими головоломками. В связи с чем нами было принято решение о продолжении работы с обучающимися данного класса и во втором полугодии текущего учебного года.

Таким образом, использование геометрических головоломок в процессе обучения младших школьников математике является эффективным методом, способствующим развитию логического мышления, формированию пространственных представлений и активному участию в учебном процессе. Геометрические головоломки могут быть использованы на уроках для объяснения сложных тем и развития универсальных учебных действий. Материалы для создания головоломок можно найти в учебниках или различных образовательных ресурсах [3].

Библиографический список:

1. Баракина, Т. В. Современные модели инженернополитехнического образования детей / Т. В. Баракина, Н. Ю. Шерешик // Информатика в школе. – 2020. – № 4 (157). – С. 27–30.
2. Баракина, Т. В. Конструкторская задача как средство инженерного образования детей / Инженерная аксиология. Цифровизация и пропедевтика профессии инженера в образовательных организациях / В помощь работникам образовательных организаций. Выпуск 9. / под ред. Денисовой В. Г., Козловой А. Г., Крайновой Л. В., Хазовой С. И. – Санкт-Петербург : ЧУ ДПО «Академия востоковедения», 2022. – С. 23–29.
3. Зак, А. З. 600 игровых задач для развития логического мышления детей. / А. З. Зак – Ярославль : Академия развития, 1998.

Полосина Д. С., Латышенко Я. А.
ФГБОУ ВО «ОмГПУ», г. Омск

РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ УМЕНИЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ПРОЕКТА «НОВОГОДНЯЯ ГЕОМЕТРИЯ»

Ключевые слова: моделирование, конструирование, инженерные умения, инженерное направление, развертки фигур.

В современном мире в условиях стремительного развития технологий и острой нехватки специалистов в области STEM (наука, технологии, инженерия, математика), развитие инженерно-технологического образования становится не просто желательным, а критически важным. Эта необходимость подчеркивается на государственном уровне. По словам Владимира Владимировича Путина, сейчас в России развитие отечественной инженерной школы должно стать «важнейшим направлением с точки зрения подготовки кадров». Михаил Владимирович Мишустин на стратегической сессии «Укрепление технологического суверенитета» заявил о необходимости продолжать возрождение нашей отечественной инженерной школы и не забывать о ее традициях, запустить дополнительные образовательные программы».

Подготовка высококвалифицированных кадров – это долгосрочный процесс, начинающийся задолго до поступления в вуз. Поэтому развитие инженерных умений и навыков сегодня актуально не только в средних и старших классах, колледжах и университетах, но и в дошкольном и начальном образовании. Раннее знакомство с инженерными принципами через игровую и практическую деятельность формирует интерес к техническим специальностям и закладывает прочный фундамент для будущей профессиональной реализации. В рамках начального и дошкольного образования дети получают первые представления о работе с различными материалами, осваивают навыки конструирования и моделирования. Даже такие, казалось бы, простые занятия, как работа с бумагой и создание моделей из нее, способствуют развитию мелкой моторики, пространственного мышления, креативности и формируют базовые инженерные компетенции: умение планировать, проектировать, создавать и тестировать простейшие конструкции. Таким образом, закладывается прочная основа для успешного освоения более сложных инженерных дисциплин в будущем [1, 2].

Исходя из вышесказанного, нами был разработан проект «Новогодняя геометрия», направленный на ознакомление обучающихся с многогранниками, развитие конструкторских умений, умений работать с чертежными инструментами, ножницами, с бумагой.

В рамках проекта были проведены занятия по конструированию и моделированию с обучающимися начальной школы. Для мотивации и привлечения внимания детей было принято решение изготавливать новогодние игрушки, помимо практической важности, это также носит эстетический характер. Для обучающихся 1-2 классов работа на занятиях носила пропедевтический характер, а вот для учеников 3-4 классов это было повторением и закреплением ранее изученного геометрического материала, демонстрация умения применять теоретические знания на практике.

Занятия проводились согласно следующих этапов. Для начала в игровой форме определялась тема урока, учащиеся выражали свое мнение о том, что игрушки можно сделать своими руками и таким образом украсить кабинет или ёлку. Далее обучающиеся начинали работать с развертками фигур, выполняя их из бумаги (см. рисунок 1).

В процессе работы закреплялись также названия объемных фигур, которые изготавливались из разверток, повторялись некоторые свойства этих геометрических тел, находили сходства и отличия, определяли, какие окружающие нас предметы имеют похожую форму.

Учащимся 1-2 классов развертки давались в готовом виде, их необходимо было вырезать и склеить. Обучающиеся 3-4 классов по образцу самостоятельно сначала строили развертку на листе бумаги с помощью чертежных инструментов, а затем из нее склеивали многогранники.

На следующем этапе занятия необходимо было украсить изделие. Каждая игрушка становилась по истине индивидуальной и единственной в своем роде. Для украшения игрушек использовались бусины, наклейки, пайетки, стразы и т.п.



Рисунок 1. Работа с развертками фигур

Созданные игрушки использовались не только для украшения класса, но и в качестве подарков для родных и близких.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что познакомить детей с объемными телами, основами моделирования и конструирования, можно и в занимательной форме, в виде творческого проекта прикладного характера.

Изучать основы моделирования и конструирования важно и нужно, и всегда интереснее и увлекательнее делать это практически, а не теоретически. Сухое повествование без отсутствия наглядности и вовлеченности самих учащихся отбивает желание к изучению, приводит к отсутствию понимания и дальнейшим затруднениям. Иными словами, изучение данных основ без активного участия детей – невозможно.

Кроме того, важно, чтобы занятия по моделированию и конструированию были не просто отдельными уроками, а органично встраивались в учебный процесс. Элементы моделирования в настоящее время используется не только во внеурочной деятельности, но и при изучении абсолютно всех учебных предметов в начальной школе.

Библиографический список:

1. Баракина, Т. В. Инженерные игры как средство политехнического образования младших школьников / Т. В. Баракина // Информатика в школе. – 2023. – № 4. – С. 74–83.
2. Литова, З. А. Развитие технического мышления школьников с помощью реализации системы обучения техническому творчеству / З. А. Литова. – Текст : непосредственный // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2020. – № 1 (53).

Ровенская В. Е.

ФГБОУ ВО «ОмГПУ», г. Омск

МАСТЕРСКАЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ключевые слова: инженерно-политехническое образование, моделирование и конструирование, инженерные умения, инженерные игры, начальная школа, младшие школьники.

Одной из ключевых задач современного образования является интеграция инженерно-политехнических знаний в учебный процесс на всех уровнях. Для этого необходимо разработать и внедрить образовательные программы с инженерной направленностью, которые будут учитывать возрастные особенности детей и их индивидуальные возможности.

Например, в дошкольном возрасте акцент должен делаться на применение игровых форм обучения в процессе конструирования, моделирования и решения элементарных инженерных задач. Это позволит не только формировать у детей умение работать с инструментами и материалами, но и развивать интерес к инженерии, техническим профессиям.

В начальной школе важно сочетать теоретические знания с практической деятельностью. Уроки должны включать проектные задания, в ходе выполнения которых обучающиеся смогут создавать простые механизмы, моделировать объекты и решать конструкторские задачи, учиться работать в команде, находить нестандартные решения и критически оценивать результаты своей работы [1].

К сожалению, ограниченные временные рамки урока и насыщенность учебных программ не позволяют в полной мере реализовать все задачи, которые в настоящее время ставятся перед системой образования в области инженерно-политехнического направления. Поэтому все чаще в детских садах, школах, домах творчества организовываются кружки технической направленности.

Именно поэтому запросу БОУ города Омска «Средняя общеобразовательная школа 24» нами был разработан и реализован в 2024 году проект «Мастерская конструирования и моделирования». Рассмотрим его более подробно.

Цель проекта: формирование инженерных умений у детей младшего школьного возраста, развитие интереса к инженерным и техническим профессиям посредством организации занятий мастерской конструирования и моделирования.

Задачи: научно-методическое сопровождение инженерно-политехнического образования обучающихся начальной школы; организация и проведение занятий, мастер-классов по конструированию и моделированию, инженерных игр для младших школьников.

Особенности реализации проекта. Занятия в мастерской для обучающихся начальной школы (1-4 классы) проводились один раз в неделю. Примерная структура занятия была следующая: инструктаж, повторение правил техники безопасности, решение конструкторских задач, представление и оценка созданных конструкций (моделей), рефлексия: выявление трудностей в ходе выполнения заданий и поиск путей их преодоления в будущем.

Задания выполнялись как индивидуально, так и в малых группах. Использовались различные материалы: бумага, картон, пластилин, бросовые материалы, конструкторы. Обучающиеся выполняли конструирование по образцу, по условию, по описанию, по теме, по замыслу. Уровень сложности задач возрастал постепенно. От статичных плоскостных моделей переходили к объемным и динамичным.

Большое внимание уделялось обучению работе с различными инструментами, в том числе чертежными, обращалось внимание на разметку деталей на бумаге, экономное расходование материалов. Отдельно рассматривались правила техники безопасности при работе с ножницами, циркулем, отверткой и гаечным ключом, входящими в наборы конструктора.

Кроме еженедельных занятий с обучающимися школы были проведены еще и внеурочные мероприятия: инженерные игры (зимние, летние, осенние), семейный инженерный турнир.

Участниками инженерных игр стали все обучающиеся начальной школы. Им было предложено пройти игры по станциям, на каждой из которых они знакомились с различными конструкторами и играми, решали с их помощью логические и конструкторские задачи. Задания сезонных игр не повторялись. Каждый раз для обучающихся предлагались либо новые задания, либо новые материалы.

В семейном инженерном турнире приняли участие команды от каждого класса с 1 по 4. В состав команд входили родители и обучающийся.

Таким образом, в ходе реализации проекта «Мастерская конструирования и моделирования» были задействованы не только обучающиеся школы, но и родители, педагоги.

В процессе работы мастерской младшие школьники научились:

- планировать свою работу поэтапно;
- творчески подходить к решению инженерной задачи, используя свою фантазию и креативность;
- работать и экономично использовать различные материалы (картон, бумага, пластилин и т.д.);
- работать с инструментами и оборудованием (ножницы, линейка, циркуль) для изготовления подвижных механизмов;
- изготавливать свои собственные детали;
- работать в команде, взаимодействовать друг с другом;
- конструировать и моделировать не только из предложенных конструкторов, но и из деталей, которые они изготавливали сами;
- представлять свою работу;
- анализировать свою работу и работу других детей;

проводить самооценку, выявлять трудности и способы их решения [2].

Педагоги образовательного учреждения начали включать элементы инженерного образования в свою работу, в том числе в уроки математики, технологии. Школа приобрела наборы конструкторов «Фанкластик», «Субого». В классах появились геометрические конструкторы, магнитные планшеты, игры на размещение объектов.

Команды школы теперь являются активными участниками и даже призерами турниров и соревнований инженерной направленности региона. В том числе «Новогодний турнир будущих инженеров Омской области», «Инженерный турнир фестиваля TEXcommunity».

Таким образом, «Мастерская конструирования и моделирования» стала популярным и любимым местом проведения досуга не только для детей, но и для взрослых. Способствовала развитию у обучающихся не только инженерных умений, но и повышению интереса к инженерным и техническим профессиям. Полученные в ходе реализации проекта результаты доказали, что даже самые маленькие дети могут быть успешными в области конструирования и моделирования, если им дать возможность развивать свой потенциал и необходимые средства.

Библиографический список:

1. Баракина, Т. В. Инженерные игры как средство политехнического образования младших школьников / Т. В. Баракина // Информатика в школе. – 2023. – № 4(183). – С. 74–83.
2. Литова, З. А. Развитие технического мышления школьников с помощью реализации системы обучения техническому творчеству / З. А. Литова // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2020. – № 1(53). – С. 209–218.

Царегородцев А. А.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «СОШ №41», г. Омск

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA «МОЙ ПУТЬ В ОННР»

Ключевые слова: Java, приложения, вовлеченность, мотивация, ООП, SOLID.

В современной системе образования повышение мотивации и вовлеченности в учебный процесс, а также применение теоретических знаний на практике ключевые задачи. Интерактивный подход к обучению делает его более увлекательным и эффективным. [1], [2]

Приложение «Мой путь в ОННР» – это приложение с квестами, системой рейтинга и поощрения в виде наград за баллы. В данном приложении студенты смогут выполнять различные задания, ориентированные на студентов-инженеров, а после получать разнообразные сувениры компании или встречи с сотрудниками. Игровые элементы и командные квесты способствуют развитию навыков сотрудничества и коммуникации, а система рейтинга предоставляет обратную связь, позволяя студентам отслеживать свои достижения. Поощрения за успехи, такие как встречи с работниками оннр и сувениры компании, интерактивный и современный подход делает обучение увлекательным. А возможность делиться достижениями и опытом способствует формированию сообщества единомышленников, что в конечном итоге подготовит студентов инженерных специальностей к реальным вызовам в их профессиональной деятельности и увеличивает их вовлеченность.[3],[4]

Для решения поставленной задачи была проанализирована предметная область, проведен анализ существующих решений. Сделан вывод о том, что аналоги разрабатываемого мобильного приложения обладают рядом существенных недостатков в плане предоставляемого функционала и интерфейса.

Далее была разработана архитектура приложения и выполнена его программная реализация. Был выбран вариант с центральной базой данных, которая хранится на компьютере, и клиентом на мобильном устройстве, который обменивается информацией с базой данных [5].

Приложение «Мой путь в ОННР» выполнено на языке Java с применением принципов ООП (Объектно-ориентированное программирование), SOLID (single responsibility, open-closed, Liskov substitution, interface segregation и dependency inversion)

Приложение «Мой путь в ОННР» должно быть комфортное и удобное приложение с задачами для студентов инженерных специальностей, такие как участие в конференциях и сдача зачетов, и хорошим поощрением, а также создание чувства соперничества.

Библиографический список:

1. Васькова, Е. Д., Stem-квест как новый формат профорientации старшеклассников / Е. Д. Васькова, А. В. Ильина // Исследователь/Researcher. 2020. №2 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stem-kvest-kak-novyy-format-proforientatsii-starsheklassnikov> (дата обращения: 19.01.2025).
2. Ведерникова, Т. И. Автоматизация учета текущей успеваемости студентов // Baikal Research Journal. 2019. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-tekushey-uspevaemosti-studentov> (дата обращения: 19.01.2025).
3. Панкевич, В. И. Вовлеченность студентов во внеучебные организации университета // МНИЖ. 2015. №6-4 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vovlechennost-studentov-vo-vneuchebnye-organizatsii-universiteta> (дата обращения: 21.01.2025).
4. Мокрецов, Р. М. Архитектура платформы для создания мобильных приложений с outdoor-квестами // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-platformy-dlya-sozdaniya-mobilnyh-prilozheniy-s-outdoor-kvestami> (дата обращения: 21.01.2025).
5. Елюбаева, Ж. Ж. Разработка приложения для Android на Java // МНИЖ. 2015. №5-2 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-prilozheniya-dlya-android-na-java> (дата обращения: 19.01.2025).
6. Кичерова, М. Н. Образовательные квесты как креативная педагогическая технология для студентов нового поколения // Мир науки. Педагогика и психология. 2016. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatelnye-kvesty-kak-kreativnaya-pedagogicheskaya-tehnologiya-dlya-studentov-novogo-pokoleniya> (дата обращения: 21.01.2025).

Шамсутдинова Н. Г., Рудницкая В. Е.

ЦЭИО ПАО «ОНХП», БОУ «Инженерно-технологический лицей №25» г. Омск

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРА «РОБОТ-КОТ» ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ ДЕТЕЙ СТАРШЕ 12 ЛЕТ

Ключевые слова: робот-кот, конструктор, образовательный набор, программирование, робототехника.

Обучение робототехнике и программированию основывается на теоретической подготовке и включает несколько ключевых аспектов. Во-первых, конструирование – это изучение схем и внутреннего устройства роботов. Во-вторых, электротехника охватывает работу с электроникой и соединение микросхем. Также важной частью является проектная деятельность, которая предполагает постановку целей и их реализацию в команде. Наконец, работа в команде развивает навыки взаимодействия и публичного выступления через презентации.

Целью данной работы является разработка и создание конструктора «Робот-кот» для обучения программированию детей старше 12 лет.

Для достижения цели были выделены задачи, такие как: изучить литературные и интернет-источники; разработать элементы конструкции робота; собрать прототип конструктора робота; разработать методику обучения.

В ходе работы было изучено значение робототехники и программирования в образовании. Изучение данных предметов развивает критическое мышление, способствует приобретению практических навыков, стимулированию детей к творчеству, готовит детей к будущему, которое неизбежно будет связано с робототехникой и программированием [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7].

Был проведен анализ существующих конструкторов, по результатам которого была составлена таблица, в которой изложены цены, возраст детей, для которых предусмотрена работа, преимущества и недостатки всех конструкторов, включая идею нашего (см. таблицу 1) [8], [9], [10].

Таблица 1.

Характеристики конструкторов

Название Конструктора /аспекты сравнения	LEGO Mindstorms	Robotologia	Роботрек	Робот-кот
Возрастная категория	9 – 16 лет	6 – 12 лет	10 – 16 лет	От 12 лет
Цена	120 000 рублей	12 000 рублей	140 000 рублей	10 600 рублей (комплектующие)
Преимущества	Скорость сборки. Простое использование.	Множество вариантов собранных конструкций.	Быстрая скорость. Простота программирования.	Необычная форма конструкции. Программирование на реальном языке. Наличие методики обучения.
Недостатки	Отсутствие понимания, как достигнут результат. Отсутствие программирования на реальном языке. Отсутствие на российском рынке.	Отсутствие подробного описания методики работы с конструктором для учителей. Ограничение по возрасту.	Малая функциональность. Отсутствие программирования на реальном языке.	Собирается один раз, дальше только оттачивание навыков программирования. Ограничение по возрасту.

Была разработана 3D-модель прототипа робота (см. рисунок 1), по которой был создан чертеж деталей, а в качестве варианта электронной начинки использовалась плата Arduino Nano, датчик расстояния HC-SR04 и сервоприводы SG90.

Следующим этап – сборка прототипа конструктора «Робот-кот» (см. рисунок 2).

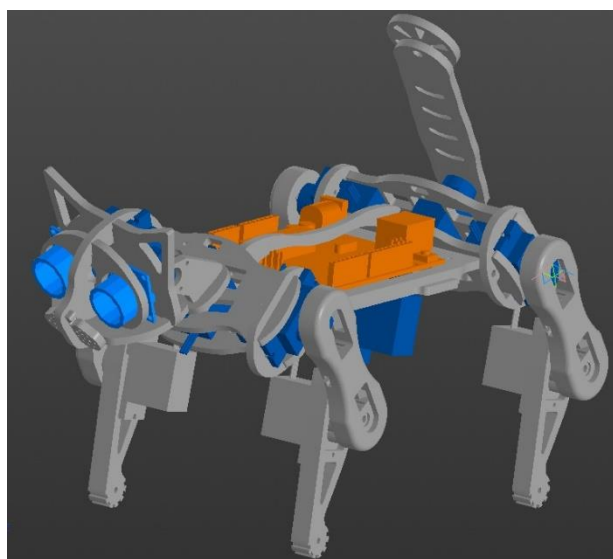


Рисунок 1. 3D модель прототипа робота-кота

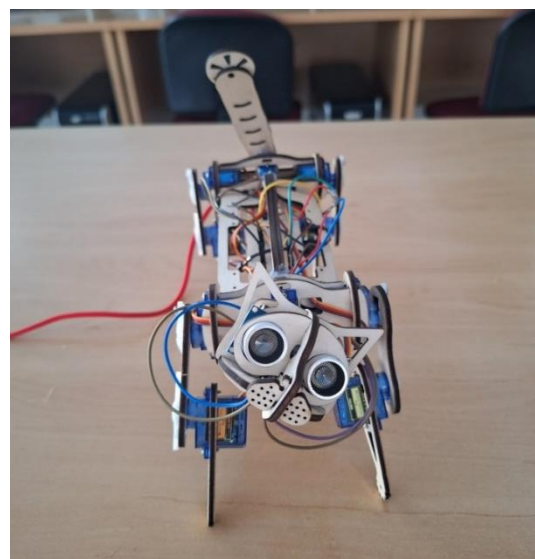


Рисунок 2. Сборка прототипа конструктора

В качестве методического материала для конструктора был выбран формат работы по конструктору в два этапа.

Первый этап – сборка деталей конструктора, размещение и соединение электронных составляющих робота в формате пошаговой детализации.

Второй этап – занятия по программированию с использованием карточек, предусматривающий постепенное увеличение сложности.

Первая часть предусматривает работу детей с готовым алгоритмом: они переписывают программу, анализируют ее и вносят изменение в одно значение и наблюдают за результатом.

Вторая часть – поиск и устранение ошибок в заданной программе.

Третья часть – самостоятельное решение задач на основе заданных условий. Преимущества работы с карточками: практичность, возможность комбинирования карточек, копирования, учёт индивидуальных особенностей учеников. В то время как один ученик может углубленно работать над одной задачей, другой может быстро справляться с ней и нуждается в новых вызовах. Карточки обеспечивают гибкость в процессе обучения: учитель может легко адаптировать задания под уровень знаний и скорость работы каждого ребенка, предлагая более сложные задания тем, кто готов к новым вызовам, и поддерживая тех, кто нуждается в дополнительной практике. Это создает комфортную и стимулирующую учебную среду, где каждый ребенок может развиваться в своем темпе.

В результате проделанной работы было изучено значение робототехники и программирования в образовании и был проведен анализ существующих конструкторов по его результатам определены особенности нашего проекта. Разработаны элементы конструкции робота, собран прототип конструктора робота и разработана концепция методического материала для конструктора.

В дальнейшем планируется провести опрос среди учителей и учеников для оценки интереса к данной инициативе, создать курс видео уроков по работе с конструктором, подготовить методический материал и задания для детей старшего возраста и более высокого уровня подготовки.

Библиографический список:

1. Тарапата, В. В. Робототехника в школе: методика, программы, проекты / В. В.Тарапата, Н. Н.Самылкина. – Москва : Лаборатория знаний, 2018. – 109 с. (дата обращения: 03.12.2024).

2. Воронин, И. Программирование для детей. От основ к созданию роботов / И. Воронин, В. Воронина. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 192 с. (дата обращения: 03.12.2024).
3. Филиппов, С. А. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление / С. А. Филиппов: сост. А. Я.Щелкунова. – 2-е изд, испр. и доп. – Москва : Лаборатория знаний, 2018. – 190 с. (дата обращения: 16.01.2025).
4. Марьясина, Т. Д. Образовательная робототехника / Т. Д. Марьясина. – Москва : Изд-во «Спутник+», 2019. – 40 с. (дата обращения: 16.01.2025).
5. Робототехника в школьной программе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://avanti-edu.tech/blog/robototekhnika-v-shkolnoj-programme-zachem-eh-to-nuzhno> (дата обращения: 13.10.2024).
6. Роль конструктора в развитии ребенка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://educube.ru/news/1220/#:~:text=> (дата обращения: 13.10.2024).
7. Значение программирования в образовании [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kz.pixel.study> (дата обращения: 16.01.2025).
8. LEGO Mindstorms – плюсы и минусы в обучении робототехнике [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robx.org/blog/sovremennoe-obrazovanie/lego-v-robototekhnike/> (дата обращения: 20.12.2024).
9. ROBOTOLOGIA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robotologia.ru> (дата обращения: 20.12.2024).
10. Роботрек – главная [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robotrack-rus.ru/> (дата обращения: 20.12.2024).

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОГО БУДУЩЕГО

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XV Международной конференции

молодежная секция

ПАО «ОНХП»

2025 год

Ответственные за выпуск – Е.И. Николаева

Дизайн обложки – М.Е. Рогожникова

Компьютерная верстка – М.Е. Рогожникова

Подписано в печать 14.02.2025. Формат 60х84 1/8.
Бумага ColorCopy 90 г/м². Бумага обложка Colotech 280 г/м².
Гарнитура Din Round Pro. Печать цифровая. Тираж 80 экз.

Отпечатано в типографии

ПАО «ОНХП»

644050, Россия, г. Омск,

Бульвар Инженеров, 1

Тел.: (3812) 438-514

