МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЛЕТНЯЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ЛГТУ

Сборник трудов научно-практической
конференции студентов
Липецкого государственного технического университета
Респ. Дагестан, 22–28 августа 2023 г.

Липецк
Липецкий государственный технический университет
2024

УДК 6(06)
Л523

Рецензенты:

И.А. Коваленко, директор физико-энергетического института, канд. техн. наук, доц. кафедры физики и биомедицинской техники ЛГТУ;

Л.В. Левина, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры прикладной математики ЛГТУ.

Л523 Летняя школа молодых ученых ЛГТУ : сборник трудов научно-практической конференции студентов Липецкого государственного технического университета. Респ. Дагестан, 22–28 августа 2023 г. – Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2024. – 122 с. – Текст : электронный.

Вып. I – электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 66,9 Mb ; ROM ; windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00175-242-4

В сборнике представлены статьи научно-практической конференции по естественно-научному, техническому, экономическому и гуманитарному направлениям.

УДК 6(06)

Редакционная коллегия:

С.Е. Кондратьев, председатель СНО ЛГТУ, студент гр. М-ЭП-23-1;

Д.А. Кастюхин, студент гр. Т9-ЭП-21-2.

Материалы статей предоставлены в электронном виде
и изданы в авторской редакции

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком

Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено

ISBN 978-5-00175-242-4

© ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Белолипецкая Е.С.

Моделирование прокатки заднего конца рельсы в qform 7

Великанова М.А., Кукушкина В.А.

Моделирование холодного оружия с помощью программы blender 9

Гаспарян А.А., Фарафонова О.В.

Формирование рецепторного покрытия пьезоэлектрического сенсора 13

Грачева Е.К.

Воздействие ветра на здания и сооружения 17

Грачева Е.К.

Строительство в сложных климатических условиях, особенности и инновационные решения 19

Готовцев Д.Г., Сальков М.С., Пономарев П.С.

Электростатический ускоритель ионного двигателя 21

Готовцев Д.Г., Терновских Г.А., Ноздреватых В.А., Пономарев П.С.

Исследование электрической части экзоскелета 24

Готовцев Д.Г., Форменов П.П., Пономарев П.С.

Автоматизация и управление производственными процессами с помощью электроники 29

Готовцев Д.Г., Сазонов И.А., Пономарев П.С.

Аппаратная конструкция экзоскелета 32

Готовцев Д.Г., Сазонов И.А., Папина И.В.
Исследование проблематики процесса роботизированной реабилитации 38

Готовцев Д.Г., Кривеньков Т.А., Скороходова Ю.М., Папина И.В.
Исследование процесса восстановления ходьбы применением средств роботизированной реабилитации 43

Готовцев Д.Г., Кривеньков Т.А., Пономарев П.С.
Исследование системы управления экзоскелета 47

Готовцев Д.Г., Форменов П.П., Ноздреватых В.А., Кондратьев С.Е., Пономарев П.С.
Оптимизация и моделирование энергопотребления в интегральных системах 51

Готовцев Д.Г., Форменов П.П., Пономарев П.С.
Проблемы и решения энергоэффективности в промышленных предприятиях 54

Готовцев Д.Г., Форменов П.П., Кондратьев С.Е., Пономарев П.С.
Применение искусственного интеллекта в электронике и электротехнике 57

Готовцев Д.Г., Форменов П.П., Сазонов И.А., Сальков М.С., Пономарев П.С.
Разработка и анализ новых материалов для электронных устройств 61

Готовцев Д.Г., Терновских Г.А., Пономарев П.С.
Текущие состояние роботизированной реабилитации 64

Джеломанов М.В., Самсонов С.М., Мазур И.П.
Анализ валковых систем станов листовой прокатки 68

Дублавская Д.С.
Родительский труд как социокультурный феномен: региональный срез 72

Зубкова Н.С.
Применение метода главных компонент для анализа факторов появления сахарного диабета 76

Зуев С.А., Пономарев П.С.
Сравнительная характеристика однофазных неуправляемых выпрямителей напряжения при активной нагрузке 80

Зуев С.А., Пономарев П.С.
Сравнительная характеристика систем заземления электроустановок напряжением до 1000 вольт 86

Кастюхин Д.А., Готовцев Д.Г., Пономарев П.С.
Электромеханический экзоскелет для людей с ограниченными возможностями 90

Коршаков А.А., Пономарев П.С.
Способы улучшения коммутации машины постоянного тока 93

Курлыкина Е.Н.
Перспективы развития туризма в республике Дагестан 96

Никифоров М.С., Шарапов А.И.
Обеспечение микроклимата производственного здания механообрабатывающего цеха 100

Ноздреватых В.А., Голев И.А.
Статистический анализ микроскопов, их достоинства и недостатки 103

Ребриков С.А.
Крионика: путь к бессмертию или ложная надежда? 108

Ребриков С.А.
Нейроинтерфейсы: напрямую связывая разум и машину 110

Ребриков С.А.
Применение нанотехнологий для создания сверхпрочных строительных материалов 112

Сальков М.С., Пономарев П.С.
Полый катод ионного двигателя 114

Чаплинская В.К., Дергунова Е.С.
Сухие биодобавки для повышения прочности бетона 118

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОКАТКИ ЗАДНЕГО КОНЦА РЕЛЬСЫ В QFORM

БЕЛОЛИПЕЦКАЯ ЕЛИЗАВЕТА СЕРГЕЕВНА
студент гр. М-ОД-22
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной работе описано построение математической модели прокатки длинномерной рельсы, а так же способы и инструменты по упрощению самой модели, направленные на сокращение времени и объема расчета.

Ключевые слова: математическое моделирование, рельса, температура, непрерывная реверсивная группа клетей, QForm.

Развитие и предложение новых технологий производства требует обоснования их целесообразности, оценки возможности их реализации. Для реализации идеи проводятся лабораторные и испытательные работы на различном оборудовании и агрегатах. Но проведение исследовательских работ на производственном оборудовании не всегда бывает выгодным, в финансовом или техническом плане.

С целью уменьшения затрат на производстве применяется математическое моделирование процесса с использованием различного программного обеспечения. Математическое моделирование способно спрогнозировать результат изменения технологии и риски эксперимента или же позволяют увидеть, как данный процесс будет осуществляться на рабочем оборудовании. Выполнение вычислений проводится в специализированных программах моделирования процессов ОМД: ABAQUS, DEFORM-3D, FORGE и других.

В России и за рубежом широко используется программа моделирования технологических процессов ОМД «QForm», разработанная российской компанией «КванторФорм» [1]. QForm содержит модуль «продольная прокатка», позволяющий рассмотреть прокатку рельс и сортовых профилей с учетом тепловых процессов.

В качестве объекта моделирования выбран стан компании ЕВРАЗ ЗСМК. Состав оборудования стана включает обжимную и черновую клети, непрерывную реверсивную трехклетевую группу клетей и чистовую универсальную клеть. В рамках данной работы рассмотрен участок стана от чистовой гр. клетей до калибровочной клети, включая рольганг на входе в чистовую группу клетей. В состав непрерывной гр. входят две универсальные четырехвалковые клети и вспомогательная двухвалковая клеть. Последняя универсальная клеть стана – калибровочная. Калибровочная клеть установлена на расстоянии 110 м от чистовой гр. клетей [2].

При создании процесс прокатки длинномерной рельсы Р65 в программе QForm возникло несколько трудностей. В расчете проводилась прокатка уже почти готового профиля рельсы, это говорит о том, что длина раската на тот момент уже является большой, а именно 82740 мм. При расчете прокатки столь длинной

заготовки в непрерывной группе требовалось очень много времени. Такой расчет занимал более трех недель непрерывного расчета.

С целью уменьшения времени расчета было принято сократить длину исходной заготовки с 82,74 м до 3 м. Данная длина позволяет осуществлять прокатку сразу в двух клетях (рисунок 1). При этом один расчет был разделен на два, а именно прокатку переднего и заднего конца. Это решение позволяет учитывать время охлаждения заднего конца пока передний конец прокатывается, а также позволяет увидеть разницу температур после прокатки двух заготовок.

Так же что бы сократить время расчета было принято использовать инструмент «Симметрия» в программном обеспечении QForm [3]. Данная функция позволяет отразить результаты математического моделирования через плоскость сечения (рисунок 2). Это очень удобно в том случае если заготовка имеет симметричную или простую форму сечения.

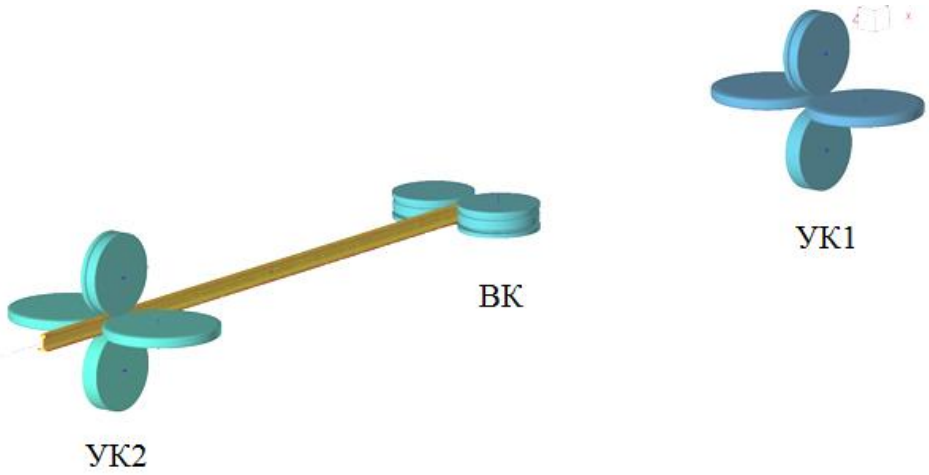


Рисунок 1 – Прокатка рельсы в двух клетях непрерывной гр.

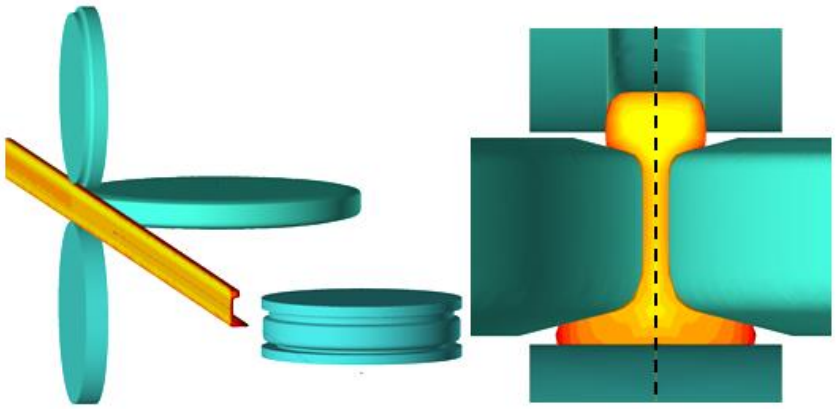


Рисунок 2 – Вид прокатки рельсы с функцией «Симметрия»

Данные решения позволили сократить время расчета с трех недель до одного дня, если не возникла какая-то программная ошибка. При этом в моделировании было учтено время охлаждения и процесс деформации в нескольких прокатных клетях.

Так же следует отметить что «Симметрия» не позволяет в полной мере увидеть распределение температурных полей по сечению рельсы, поскольку прокатка рельсы осуществляется в горизонтальном положении, то теплоотвод на верхней и нижней частях рельсы будет различным.

Список литературы

1. https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301787/?sphrase_id=2018766

2. Белолипецкая Е.С., Соловьев В.Н. Развитие оборудования для производства рельс высокоскоростных железных дорог. Материалы областного профильного семинара «Школа молодых ученых» по проблемам технических наук, 15.11.2019. Липецк: Издательство ЛГТУ, 2019. – 9-12.

3. Конечно-элементное моделирование технологических процессов ковки и объемной штамповки : учебное пособие / [А. В. Власов и др.] ; под ред. А. В. Власова. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 383.

SIMULATION OF ROLLING REAR END RAILS IN QFORM

BELOLIPETSKAYA ELIZAVETA
student gr. M-OD-22
Lipetsk State Technical University

Abstract: this paper describes the construction of a mathematical model for rolling a long rail, as well as methods and tools for simplifying the model itself, aimed at reducing the time and volume of the calculation.

Keywords: mathematical modeling, rails, temperature, continuous reversible group of stands, QForm.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОЛОДНОГО ОРУЖИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ BLENDER

ВЕЛИКАНОВА МАРГАРИТА АЛЕКСЕЕВНА
студент гр. ПД-21-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

КУКУШКИНА ВЕРА АНАТОЛЬЕВНА
Научный руководитель, доцент кафедры ДиХОМ
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: статья описывает важность использования 3D-моделирования в процессе создания холодного оружия. Итогом статьи является исследование элементов холодного оружия и создание дизайна для кинжала вида «квиллон».

Ключевые слова: дизайн, 3д-моделирование, холодное оружие, декорирование.

Холодное оружие – это оружие, основная цель которого – взаимодействие с окружающими объектами посредством мускульной силы человека при непосредственном контакте. Поэтому к холодному оружию можно отнести такие виды оружия как сабли, шашки, ножи, кинжалы, финские ножи, кортики, кастеты, стилеты и другие предметы, специально предназначенные или приспособленные для подобных целей.

Кинжалы имеют давнюю историю и использовались на Востоке. Первые кинжалы изготавливались из костей животных, камня, обсидиана, бронзы и железа. Они применялись не только для боя, но и в ритуальных целях.

Со временем кинжал стал очень эффективным боевым оружием и использовался в Европе, на Ближнем Западе и в Средней Азии. Кинжал стал символом мужества и силы, а кузнецы, умело сочетая металл и украшения, создавали шедевры.

В разных странах кинжалы имели разные характеристики, их форма, размер и дизайн отличались в разных культурах. В Японии существовала катана, в Европе-рыцарские мечи и кинжалы, украшенные камнями и эмалью. На сегодняшний день кинжалы не теряют своей значимости. Их продолжают использовать как оружие или в роли сувениров или подарков, так как они считаются олицетворением духа истории и культуры того или иного народа.

Любое современное декоративное или сувенирное холодное оружие требует индивидуального подхода в украшении и отделывании его элементов. Разработка проектов включает в себя множество этапов от создания первых набросков и до финального продукта. К одному из этапов современного проекта можно отнести процесс визуализации в 3D.

3D-моделирование позволяет сочетать высокую точность и сложность деталей с визуальное оформлением и подачей.

3D-моделирование является безусловной перспективой для дизайнеров и инженеров, которые могут воплотить свои идеи в реальность с помощью компьютерных программ. Кроме того, такой метод визуализации позволяет экономить время и ресурсы.

Традиционно под 3D-моделированием понимают построение модели в виде совокупности полигонов в трехмерном пространстве. Впервые таким методом визуализации воспользовались в компьютерной инженерии в середине 20 века, когда стало возможно запустить и работать в программе sketchpad. В наше время технологии 3D-моделирования постепенно достигают своего совершенства. Современные ПО позволяют обрабатывать получаемую информацию в долю секунды, выдавая человеку высокополигональные и в будущем объемные модели. Кроме того, появилась возможность представлять различные ситуации и тестировать объекты при определенных условиях, что сократило расчеты и конструирование в реальном режиме работы.

3D-системы позволяют создать изделие в цифровом пространстве непосредственно перед созданием чертежа или прототипов, что несомненно экономит некоторые человеческие ресурсы. Именно визуализация продукта занимает первое место в списке всех преимуществ 3D-моделирования. Ведь плоский чертеж статичен, а модель можно поворачивать и изучать с любой точки, меняя масштаб просмотра по желанию. Таким образом намного легче увидеть недостатки и ошибки в проекте, оценить степень его соответствия первоначальной идее и концепции заказа, что крайне важно для последующего изготовления.

В сфере создания объёмных объектов в виртуальном пространстве выделяют достаточно много способов. Основными в 3D-моделировании являются полигональный и параметрический способы.

Практическая часть исследования выполнялась в программе Blender, благодаря которой возможно создавать, анимировать объемные модели с небольшими техническими параметрами компьютера. Стоит отметить, что Blender подходит и для людей, только начинающих заниматься данным видом визуализации. С помощью достаточно простого интерфейса появляются обширные возможности использования компьютерной графики.

В качестве основного вида моделируемого оружия был выбран квиллон. Квиллон – это кинжал, созданный в начале XIII века в виде уменьшенной копии рыцарского меча. Именно из-за своих дужек гарды, имевших крестообразную форму, этот кинжал получил свое название.

Квиллон был широко использован вплоть до XVIII века и предназначался для нанесения колющих ударов между сочленениями доспехов противника.

Было отдано предпочтение полигональному построению (метод полигонального моделирования состоит в системе построения трехмерной фигуры на плоской основе, поверхности, которая разделена на сектора. Эта сетка наполнена пересечениями, называемыми вершинами, что в свою очередь создаются из линий, которые называются ребрами. Ребра делят поверхность на отдельные полигоны - рабочие области объекта.) и авторскому дизайну с гладкими линиями и минималистичной отделкой. Особое внимание при создании эскиза было уделено рукояти и гарде.

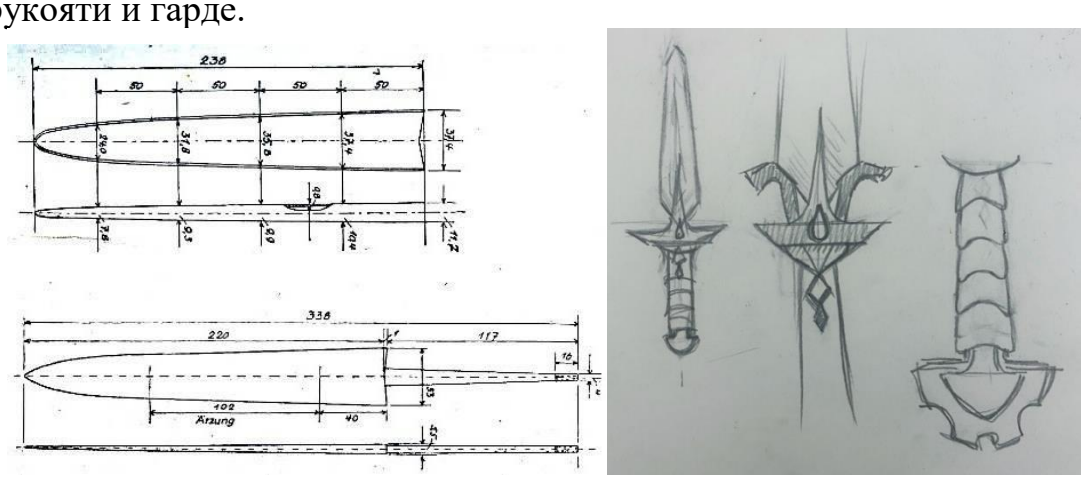


Рисунок 1 – Чертеж-ориентир и финальный эскиз кинжала

При создании сувенирного оружия не было произведено расчетов (не подразумевается его применение по назначению). Именно это и повлияло на конструирование самой модели. Довольно массивная гарда непосредственно удерживает клинок, а «слоистая» рукоять поддерживает идею чешуи. Тогда может показаться что клинок выступает острым языком животного, которому и принадлежит такая большая по размерам чешуя.

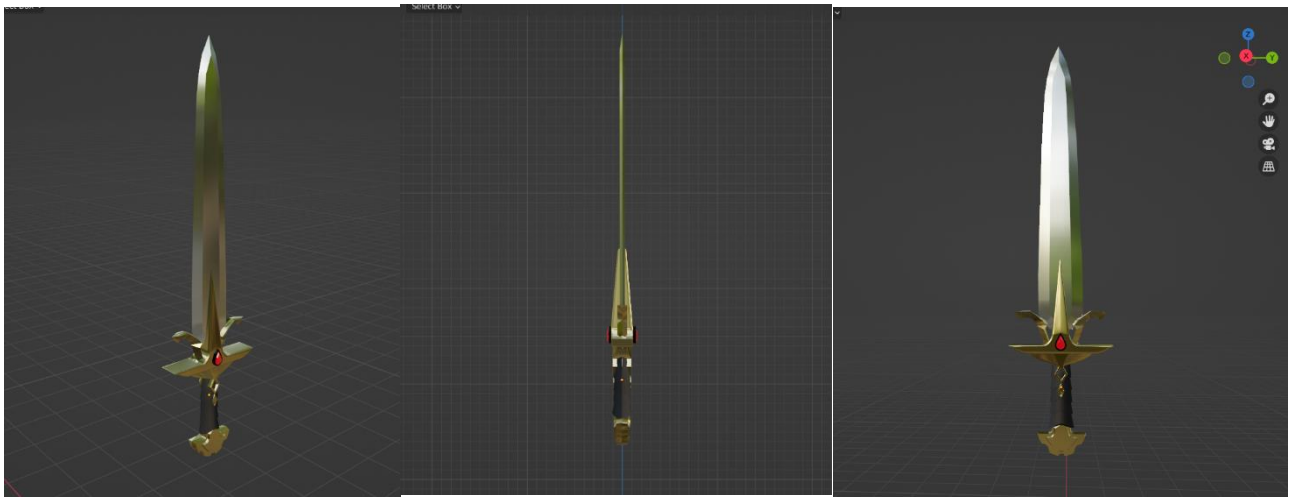


Рисунок 2 – Вид готовой модели с разных сторон

Таким образом, 3D-моделирование является важным инструментом разработки проектов в различных сферах промышленности и дизайна. Оно позволяет создавать высокоточные модели, оценивать визуальный эффект и избегать потенциальных ошибок при производстве, экономить время и ресурсы, улучшать качество продукции и избегать потенциальных ошибок в производстве.

Список литературы

1. Алексеев Д. Холодное оружие: иллюстрированный путеводитель / Дмитрий Алексеев. — М.: Эксмо, 2014 — 96 с.: ил.
2. Прахов А. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / А. Прахов. - Москва: БХВ-Петербург, 2009. - 272 с.
3. Аддитивные технологии в дизайне и художественной обработке материалов: Учебное пособие для СПО / Е. С. Гамов, В. А. Кукушкина, М. И. Чернышова, И. Т. Хечиашвили.
4. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство: учебное пособие / Т. В. Тарасова. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 196 с.
5. Сивожелезова, А. А. Основные принципы создания 3D-моделей. Понятия и методы оптимизации в трёхмерной графике / А. А. Сивожелезова // Молодой ученый. – 2020. – № 10(300). – С. 10-15.

SIMULATION OF COLD WEAPONS USING BLENDER PROGRAMS

VELIKANOVA MARGARITA
student gr. PD-21-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article describes the importance of using 3D modeling in the process of creating edged weapons. The result of the article is the study of the elements of cold weapons and the creation of a design for a dagger of the "quillon" type.
Keywords: design, 3d modeling, edged weapons, decoration.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЦЕПТОРНОГО ПОКРЫТИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЕНСОРА

ГАСПАРЯН АСМИК АРМЕНОВНА
студент гр. М-АХ-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ФАРАФОНОВА ОЛЬГА ВЯЧЕСЛАВОВНА
Научный руководитель, кандидат химических наук,
доцент кафедры химии
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в работе методом пьезокварцевого микровзвешевания исследованы условия формирования биорецепторного слоя на основе углеродных нанотрубок, иммобилизованных на поверхности золотого электрода пьезокварцевого масс-чувствительного сенсора.
Ключевые слова: пьезоэлектрический гравиметрический сенсор, рецепторное покрытие, углеродные нанотрубки.

Пьезоэлектрические (пьезокварцевые) иммуносенсоры создаются на основе кварцевых резонаторов, которые применяют для идентификации биологических наночастиц.

Внешний вид описанного устройства представлен на рисунке 1.

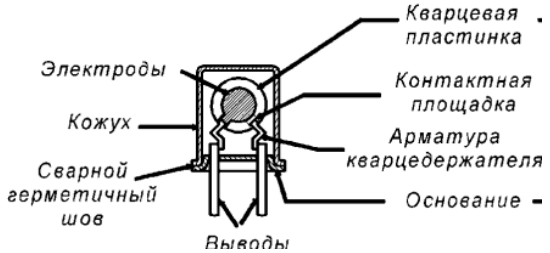


Рисунок 1 – Пьезоэлектрический сенсор

Их основными характеристиками являются небольшая инерционность, легкость применения, возможность использования в составе мультисенсорных систем и в системах автоматического сбора информации [1].

Резонансное колебание достигается за счет включения кристалла в колебательный контур, где электрические и механические колебания близки к основной частоте кристалла, которая зависит от толщины пластины, ее химической структуры, ее формы и ее массы. Изменение частоты резонатора подчиняется уравнению Зауэрбрея [2]:

$$\Delta f=-2{,}26\cdot 10^{(-6)} f_0^{(2)} \Delta \frac{m}{S},$$

где S - площадь электрода пьезокварцевого сенсора, см^2 (0,10066 см^2), f_0 – базовая частота резонатора, Гц.

$$\Delta f=F_1-F_2,$$

где F_1 – частота до иммобилизации, Гц; F_2 – частота после иммобилизации, Гц.

Повышение чувствительности иммуносенсоров является важной задачей при их использовании для определения концентраций в малых диапазонах. На данный момент в качестве активаторов используются углеродные нанотрубки, наночастицы золота и других благородных металлов, магнитные наночастицы и молекулярно-импринтированные полимеры [3].

Достоинствами сенсора, модифицированного УНТ, являются его высокая селективность, ведь их можно тоже предварительно функционализировать различными радикалами и высокая удельная поверхность, которая позволяет снизить предел обнаружения. Высокоаффинное наноструктурированное распознающее покрытие даёт возможность многократного использования сенсора, обеспечивает увеличение удельной поверхности [4].

Модификация углеродных нанотрубок проводилась следующим образом: к неочищенным углеродным нанотрубкам добавляли раствор HNO_3. Смесь обрабатывали в ультразвуковой бане в течение 6 ч без нагревания и периодически перемешивали. Затем УНТ-СООН разделяли центрифугированием в дистиллированной воде. Промывку повторяли 5 раз для полного удаления примесей. Полученное твердое вещество сушили при комнатной температуре в течение 48 ч.

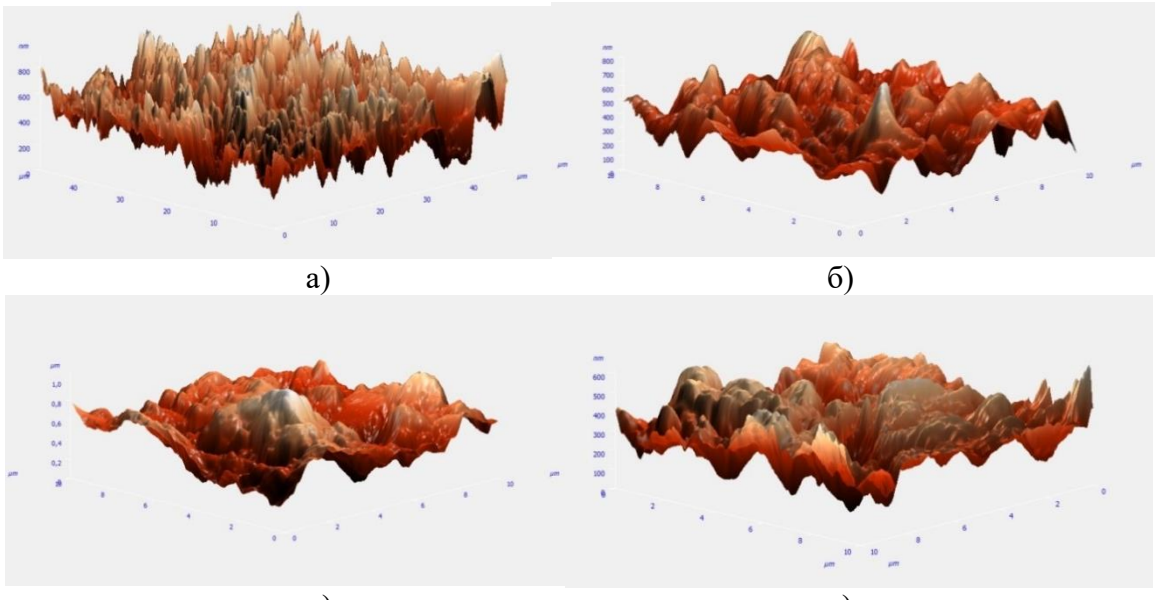
УНТ-СООН (0,01 мг) диспергировали в растворе фосфатного физиологического буферного раствора (PBS) (10 мл, pH = 7,4) и обрабатывали ультразвуком в течение 30 мин. 1-[3-(Диметиламино)пропил]-3-этилкарбодии-мид гидрохлорид (EDAC) (0,043 г) и гидрохлорид 2-меркаптоэтиламина (цистеамин) (0,05 мг) добавляли к УНТ-СООН в PBS. Реакционной смеси давали возможность перемешиваться в течение 6 ч в ультразвуковой ванне с последующим центрифугированием суспензии при 14 500 об/мин в течение 10 мин, а затем повторяли промывку водой, обработку ультразвуком. Центрифугировали пять раз для уда-

ления непрореагировавшего гидрохлорида 2-меркаптоэтиламина и EDAC. Результирующие нанотрубки были выделены и высушены на открытом воздухе. Синтез тиолированных УНТ проводили с помощью цистеамина, 12-меркаптододекановой кислотой и 2-(ацетилтио)янтарным ангидридом.

Для работы с пьезокварцевым сенсором осуществлялась его предварительная подготовка, которая состоит из нескольких стадий. В первую очередь, устанавливали pH в диапазоне от 6 до 9, нейтрализовывая среду. Подбор оптимальной концентрации УНТ проводили экспериментальным путем. Для прове , дения опытов были выбраны следующие концентрации: 50 мг/л, 100 мг/л, 150 мг/л, 200 мг/л, 500 мг/л. После нанесения их на поверхность датчика и выдержки в течение 90 мин были изучены характеристики резонатора.

Установлено, что рецепторный слой с многослойными УНТ получается стойким и позволяет проводить измерения до 29 раз. А самой оптимальной концентрацией УНТ для нанесения было выбрано 100 нг/мл, так как другие концентрации либо перегружали сенсор и давали большой шум, либо не позволяли его многоразовое использование покрытия.

Для подтверждения улучшения поверхности сенсора применяли атомно-силовую микроскопию (АСМ) – метод, позволяющий получить полную зрительную информацию о поверхности пьезоэлектрического сенсора. Модифицирование поверхности углеродными нанотрубками увеличивает площадь поверхности, а данные программного обеспечения микроскопа позволяют выбрать наиболее подходящий метод функционализации как поверхности золотого электрода, так и УНТ [5]. Вышесказанное доказывают снимки поверхности и рельефа на рисунке 2.



а) б)

в) г)

Рисунок 2 – 3D-изображение поверхности золотого электрода пьезоэлектрического сенсора с тиолированными УНТ
а) пустого
б) с УНТ, тиолированными 2-(Ацетилтио)янтарным ангидридом

в) с УНТ, тиолированными цистеамином
г) с УНТ, тиолированными 12-меркаптододекановой кислотой

Таблица 1 – Параметры поверхности сенсора

Анализируемая поверхность	Средняя шероховатость, нм	Максимальный перепад высот, нм
Чистый золотой электрод	93,061	410, 034
Сенсор с УНТ, тиолированными 2-(Ацетилтио)янтарным ангидридом	100,846	500, 651
Сенсор с УНТ, тиолированными цистеамином	120,363	540, 794
Сенсор с УНТ, тиолированными 12-меркаптододекановой кислотой	103,977	440, 061

По значениям средней шероховатости поверхности слоя сенсора на основе тиолированных нанотрубок можно сделать вывод, что наиболее подходящим тиолирующим агентом выступает цистеамин, который показал наивысшие значения при анализе. Эти данные подтверждаются снимками, сделанными с помощью атомно-силового микроскопа.

Из полученных снимков поверхности можно сделать вывод: рельеф становится более шероховатым при нанесении УНТ. Значения средней шероховатости плоскости золотого электрода доказывают, что УНТ создают равномерное покрытие на поверхности резонатора, что гарантирует надежность и точность определений в прямом методе анализа.

Список литературы

1. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки / А.В. Елецкий // Успехи физических наук. – 1997. – Т. 167, № 9. – С. 945–972. – DOI 10.3367/UFNr.0167.199709b.0945. – Текст : электронный.

2. Дьячкова Т.П. Методы функционализации и модифицирования углеродных нанотрубок / Т.П. Дьячкова, А.Г. Ткачев. – М.: Спектр, 2013. – С. 152. – Текст : электронный.

3. Skladal P. J. Piezoelectric quartz crystal sensors applied for bioanalyt-ical assays and characterization of affinity interactions / P. J. Skladal // Journal of the Brazilian Chemical Society. – 2003. – Vol. 14, № 4. – P. 491–502. – Текст : электронный.

4. Ermolaeva T.N. Piezoquartz biosensors for the analysis of environ-mental objects, foodstuff and for clinical diagnostic: Vserossiickii simpozium (All-Russian Symp.) / T.N. Ermolaeva, E.N. Kalmykova, M.V. Strukova and others // Russian Journal of General Chemistry. – 2008. – Vol. 78. – P. 2430–2444. – Текст : электронный.

5. Шукшина Е.И. Аффинные взаимодействия на поверхности пьезоэлектрического сенсора, модифицированного углеродными нанотрубками, при определении фторхинолонов / Е.И. Шукшина, О.В. Фарафонова, Т.Н. Ермолаева и др.

// Сорбционные и хроматографические процессы. – 2018. – Т. 18. – № 3. – С. 394–403. – Текст : непосредственный.

FORMATION OF THE RECEPTOR COATING PIEZOELECTRIC SENSOR

GASPARYAN ASMIK ARMENOVNA
student gr. M-AH-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: in this paper, the conditions for the formation of a bioreceptor layer based on carbon nanotubes immobilized on the surface of a gold electrode of a piezoquartz mass-sensitive sensor were investigated by the piezoquartz micro-weighing method.

Keywords: piezoelectric gravimetric sensor, receptor coating, carbon nanotubes.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЕТРА НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

ГРАЧЕВА ЕКАТЕРИНА КОНСТАНТИНОВНА
студент гр. СУЗ-18
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: воздействие ветра на здания и сооружения является важным аспектом проектирования и строительства инфраструктуры в современных условиях. Повышенное внимание к данной проблеме связано с ростом высоты и сложности зданий, а также с изменениями климатических условий.

Ключевые слова: воздействие ветра, ветровая нагрузка, метод конечных элементов.

В современном инженерном проектировании и архитектуре, понимание воздействия ветра на здания и сооружения становится все более важным, поскольку высота, сложность и инновационность строительных проектов продолжают расти. Ветровая нагрузка представляет собой один из ключевых факторов, определяющих структурную устойчивость и безопасность объектов. Развитие технологий и методов анализа позволяет более точно и всесторонне изучать воздействие ветра на здания и сооружения на различных этапах их жизненного цикла.

Ветровая нагрузка воздействует на здания и сооружения в разнообразных направлениях, таких как статические и динамические нагрузки, поперечные и продольные силы, моменты и колебания. Ветер может вызывать возникновение аэродинамических эффектов, таких как вихревые движения и образование режи-

мов резонанса, что может привести к нежелательным деформациям и повреждениям. Важно осознавать, что неправильный учет ветровой нагрузки может привести к катастрофическим последствиям, поэтому адекватное моделирование и анализ данного воздействия являются неотъемлемой частью процесса проектирования.

Современные здания и сооружения часто отличаются сложной геометрией, нестандартными формами и значительной высотой. Эти факторы способствуют возникновению более интенсивных воздействий ветра, так как большие высоты приводят к большим скоростям ветра на разных уровнях здания. В дополнение к этому, изменчивость направления и скорости ветра на разных высотах создает сложные аэродинамические явления, которые необходимо учитывать при проектировании.

Анализ воздействия ветра представляет собой систематический и многогранный процесс, направленный на понимание и оценку воздействия атмосферного ветра на здания и сооружения. Скорость ветра зависит от множества факторов, включая местоположение, высоту над уровнем моря, топографию местности и климатические условия. Направление ветра определяет, с какой стороны будут приходить воздействия на конструкцию.

Воздействие ветра на здания проявляется через ветровое давление, которое вызывает на поверхности здания различные нагрузки. Эти нагрузки включают поперечные силы, моменты, вертикальные нагрузки и колебания. Понимание этих нагрузок и их распределения по поверхности здания является фундаментальной частью анализа.

Анализ воздействия ветра может быть выполнен с использованием разнообразных методов, в зависимости от уровня детализации и точности требуемых результатов. Простые эмпирические подходы могут включать в себя использование нормативных данных и коэффициентов для оценки воздействия ветра на основе типовых конструкций. Однако более сложные и надежные результаты достигаются через численное моделирование.

Численные модели позволяют более точно представить воздействие ветра, учитывая сложную геометрию здания, изменчивость параметров ветра и аэродинамические эффекты. Метод конечных элементов (МКЭ) и вычислительная гидродинамика (CFD) являются распространенными подходами для создания детализированных численных моделей, позволяющих анализировать как статические, так и динамические эффекты ветровой нагрузки.

Анализ воздействия ветра на здания и сооружения – это сложный и многогранный процесс, требующий учета множества факторов. Точное представление параметров ветра, использование методов анализа и моделирования, а также понимание динамического поведения зданий являются неотъемлемой частью обеспечения структурной устойчивости и безопасности в условиях ветровой нагрузки.

Список литературы

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия : дата введения 2017-06-4 – Москва : Стандартинформ, 2018 – 95 с.

2. ГОСТ Р 56728-2015 Здания и сооружения. Методика определения ветровых нагрузок на ограждающие конструкции : дата введения 2015-11-19. – Москва : Стандартинформ, 2019 – 18 с.

GRACHEVA EKATERINA
student gr. SUZ-18
Lipetsk State Technical University

Abstract: the impact of wind on buildings and structures is an important aspect of the design and construction of infrastructure in modern conditions. Increased attention to this problem is associated with the increase in height and complexity of buildings, as well as changes in climatic conditions.

Keywords: wind impact, wind load, finite element method.

СТРОИТЕЛЬСТВО В СЛОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ, ОСОБЕННОСТИ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

ГРАЧЕВА ЕКАТЕРИНА КОНСТАНТИНОВНА
студент гр. СУЗ-18
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: строительство в экстремальных климатических условиях сопряжено со значительными трудностями и требует применения специальных методов и технологий. К таким условиям относятся районы Крайнего Севера, пустыни, районы с частыми землетрясениями и др. В статье рассмотрены особенности и инновационные решения для строительства в сложных климатических условиях.

Ключевые слова: строительство, климат, инновации, Крайний Север, сейсмостойкость.

Разнообразие климатических зон на территории России обуславливает необходимость применения специальных методов и решений при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Наибольшие трудности вызывает строительство в районах Крайнего Севера, вечной мерзлоты, с частыми землетрясениями, сухим жарким климатом.

Особенности строительства на Крайнем Севере определяются суровыми климатическими условиями: низкие температуры, сильные ветры, полярная ночь. Применяются методы сохранения тепла в зданиях, использование свайных фундаментов. Инновационным решением является применение энергоэффективных композитных материалов, способных выдерживать экстремальные перепады температур.

При строительстве на вечной мерзлоте необходимо предотвращать таяние грунтов и обеспечивать устойчивость фундаментов. Используются теплоизоляция, вентилируемые подполья (рисунок 1), термосваи. Существуют технологии искусственного охлаждения грунтов.

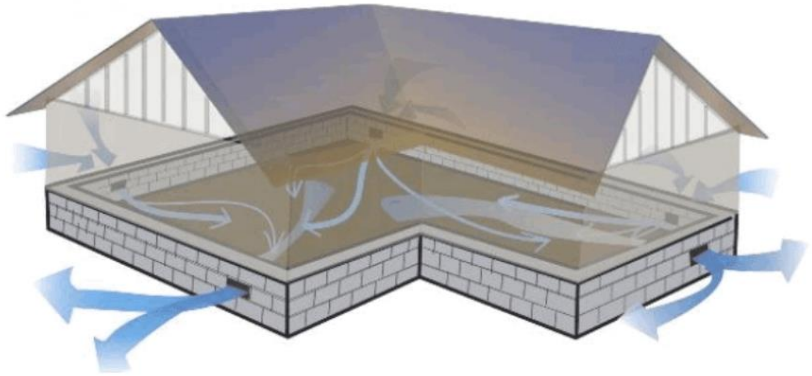


Рисунок 1 – Вентилируемое подполье

В сейсмоактивных регионах важнейшими задачами являются обеспечение сейсмостойкости зданий и сохранение их целостности и эксплуатационных характеристик при землетрясениях. Применяются сейсмоизоляция фундаментов, армирование каркасов, гибкие связи между элементами конструкций.

Таким образом, строительство в сложных климатических условиях требует комплексного подхода, включающего использование современных материалов, технологий и инженерных решений. Дальнейшее развитие получат энергоэффективные и интеллектуальные здания, адаптирующиеся к окружающей среде и обеспечивающие безопасность и комфорт населения.

Рассмотренные в статье инновационные решения позволяют значительно повысить эффективность и безопасность строительства в сложных климатических условиях. Ключевыми направлениями развития являются:

1. разработка новых композитных материалов с улучшенными характеристиками по морозо- и сейсмостойкости, теплоизоляции;
2. внедрение энергоэффективных и энергонезависимых инженерных систем жизнеобеспечения зданий;
3. применение технологий искусственного управления тепловым режимом грунтов;
4. развитие методов активного гашения колебаний и адаптивной сейсмозащиты зданий;
5. создание интеллектуальных систем мониторинга технического состояния зданий.

Реализация этих мер позволит минимизировать негативное воздействие природно-климатических условий и создавать полноценную, комфортную и безопасную среду в экстремальных регионах страны.

Список литературы

1. Сычев, С. А. Высокотехнологичные, энергоэффективные и адаптивные (роботизированные) системы для строительства в сложных климатических условиях / С. А. Сычев // Жилищное строительство. – 2019. – № 8. – С. 26-34. – DOI 10.31659/0044-4472-2019-8-26-34.
2. Руденко, А. А. Многокритериальность оценки эффективности ресурсоснабжения строительства в сложных климатических условиях / А. А. Руденко // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2023. – Т. 2, № 1(51). – С. 122-129. – DOI 10.51965/2076-7919_2023_2_1_122.
3. Завьялов, И. В. Особенности строительства в сложных климатических условиях / И. В. Завьялов // Обществознание и социальная психология. – 2022. – № 8-2(38). – С. 56-59.
4. Амирасланова, Е. О. О строительстве железных дорог в сложных климатических условиях / Е. О. Амирасланова, Н. А. Телятникова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки : материалы VI Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 125-летию РУТ (МИИТ), Москва, 25–26 ноября 2021 года. – Москва: Издательство "Перо", 2021. – С. 12-18.
5. Реймов, В. А. Особенности проектной подготовки организации строительства в сложных природно-климатических условиях / В. А. Реймов // Инновационные научные исследования: теория, методология, тенденции развития : Сборник научных статей по материалам VI Международной научно-практической конференции, Уфа, 19 ноября 2021 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. – С. 213-232.

CONSTRUCTION IN DIFFICULT CLIMATIC CONDITIONS, FEATURES AND INNOVATIVE SOLUTIONS

GRACHEVA EKATERINA
student gr. SUZ-18
Lipetsk State Technical University

Abstract: construction in extreme climatic conditions is associated with well-known difficulties and requires the use of special methods and technologies. Such conditions include areas of the Far North, deserts, areas with frequent earthquakes, etc. The article discusses the features and innovative solutions for construction in difficult climatic conditions.

Keywords: construction, climate, innovations, Far North, seismic resistance.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ УСКОРИТЕЛЬ ИОННОГО

ДВИГАТЕЛЯ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

САЛЬКОВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. Т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной работе рассматривается возможность создания электростатического ускорителя ионного мини-двигателя с использованием современных технологий и материалов. Приведено описание работы устройства.

Ключевые слова: ионный двигатель, ионизация, ускорение частиц, решётка ускорителя, экранная решётка.

Электростатический ионный ускоритель – это сетчатая система, которая притягивает ионы из разрядной камеры ионного двигателя и разгоняют их до высоких скоростей выпуска. Он состоит из решётки экрана, решётки ускорителя и иногда из решётки замедления. У каждой решётки есть своё собственное предназначение. Решетка экрана заряжена положительно и извлекает ионы из разрядной камеры, а также защищает решетку ускорителя. Решётка ускорителя ускоряет ионы, а замедления – предотвращает обратный поток электронов. Поскольку предполагается, что большинство ионных двигателей будут работать в течение нескольких лет, срок службы обычно является наиболее важным фактором. Идеальная решётка притягивала бы все приближающиеся ионы, в то же время отражая нейтральный газ, затем ускоряла бы эти ионы, создавая тягу без какой-либо эрозии, поддерживая уровни мощности и температуры постоянными.

Ионы, проходящие через отверстие решетки ускорителя, суммируются, образуя пучок, в то время как ионы, которые не попадают в отверстие, попадают на поверхность решетки ускорителя и в конечном итоге приводят к ее разрушению. Решётка экрана используется для направления ионов, чтобы они не могли попасть на решетку ускорителя. Решётка экрана отражает электроны обратно в плазму.

Основные параметры электростатического ионного ускорителя: расстояние между отверстиями двух решеток от центра к центру, диаметр отверстий в решетке ускорителя, диаметр отверстий в решётке экрана, толщина решёток ускорителя и экрана, расстояние между решётками.

Решётка экрана обычно имеет то же напряжение, что и анод, поэтому изоляция между ней и анодом не требуется.

Работа электростатического ионного ускорителя проста. Он извлекает ионы из плазмы, а затем разгоняет ее до высоких скоростей. Потенциал решётки экрана меньше, чем у разрядной камеры, поэтому она притягивает ионы из плазмы. Поскольку рассматриваемый двигатель предполагается использовать только в лаборатории, решетка замедлителя не требуется. Если испарение решётки ускорителя начнет влиять на работу двигателя, её можно будет просто заменить.

Чтобы избежать коррозии, можно использовать различные материалы или покрытия. Другой серьезной угрозой является тепловое расширение. Тепловое расширение пропорционально диаметру решеток. Большие ионные двигатели используют графитовые или молибденовые решетки, чтобы избежать этой проблемы. В наших масштабах тепловое расширение должно быть незначительным.

Для получения высокой проницаемости для ионов был использован шестиугольный порядок расположения отверстий. Решётки изогнуты, чтобы сделать форму луча более однонаправленной. Размер отверстий решетки ускорителя сведён к минимуму для максимальной проницаемости решетки и предотвращения выхода нейтрального газа из разрядной камеры.

Обычно решетки делаются настолько тонкими, насколько это возможно, чтобы сэкономить вес, но поскольку вес не является проблемой в данном проекте, решетки можно сделать толще. Возможно использование 3D-печати для изготовления решёток, но тогда их минимальная толщина будет ограничена.

Толщина решёток – 1,2 мм. Размер отверстий экранной решётки составляет 2 мм. Размер отверстий ускорительной решётки составляет 1,2 мм. Материал решёток – нержавеющая сталь. Зазор между решетками составляет 1 мм, изолятором служит пластиковое кольцо. Можно также использовать керамическую прокладку, изготовленную из оксида алюминия (Al_2O_3). Окончательную конструкцию электростатического ионного ускорителя можно увидеть на рисунке 1.

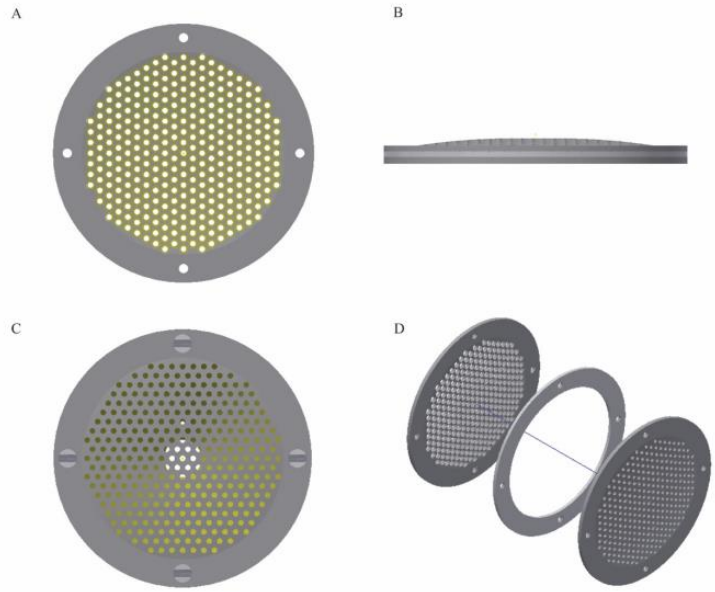


Рисунок 1 – Электростатический ионный ускоритель

Представленная конструкция была разработана с учетом того, что альтернативные виды топлива, такие как йод, адамантан и диамантан, могли быть протестированы с помощью двигателя малой тяги. Эти виды топлива на самом деле не требуют значительных изменений в конструкции.

Список литературы

1. Wirz R., Goebel D., Marrese C., Mueller J., Development of Cathode Technologies for a Miniature Ion Thruster, 39th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, AIAA-2003-4722, AIAA, Huntsville, AL, 2003

2. Wirz, R., Sullivan, R., Przybylowski, J., and Silva, M., Hollow Cathode and Low Thrust Extraction Grid Analysis for a Miniature Ion Thruster, International Journal of Plasma Science and Engineering, Vol. 2008, 2008, pp. 1–11.

3. Wirz, R. E., Miniature Ion Thrusters: A Review of Modern Technologies and Mission Capabilities, 34th International Electric Propulsion Conference, Hyogo-Kobe, Japan, July 2015, IEPC-2015-275

4. Goebel, D. M. and Katz, I., Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, John Wiley & Sons, New York, 2008.

5. Капустин В. Физико-химические основы создания многокомпонентных оксидсодержащих катодных материалов. – Перспективные материалы, 2000, № 2, с. 5–17.

ELECTROSTATIC ACCELERATOR OF THE ION THRUSTER

SALKOV MIKHAIL
student gr. T9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

GOTOVTSEV DANIIL

student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: in this paper, the possibility of creating an electrostatic accelerator of an ion mini-thruster using modern technologies and materials is considered. The description of the device operation is given.

Keywords: ion thruster, ionization, particle acceleration, accelerator grid, screen grid.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗОСКЕЛЕТА

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ТЕРНОВСКИХ ГЛЕБ АНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

НОЗДРЕВАТЫХ ВЛАДИСЛАВ АНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭП-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье описана вся электрическая часть экзоскилета.

Ключевые слова: экзоскелет, роботизированная реабилитация, походка, контроль, инсульт, позвоночник.

Объединенные двигатели приводятся в действие сервоприводом с ШИМ (широтно-импульсной модуляцией) (усовершенствованный AZBH12A8), предназначенным для привода бесщеточных двигателей постоянного тока с высокой частотой переключения. AZBH12A8 полностью защищен от перенапряжения, перегрузки по току, перегрева, неверных вычислений и коротких замыканий представлен на рисунке 1. Он использует обратную связь датчиков Холла для переключения фаз и, таким образом, управления скоростью двигателя. Благодаря компактным размерам - 63,5 x 50,8 x 16,8 мм - и весу всего 86 граммов он работает в четырехквадрантном режиме, что позволяет ему восстанавливать мощность при замедлении работы двигателей. Аналоговая линия передает приводу заданное значение скорости. Каждый привод, может приводить в движение один шарнир.

Для питания экзоскелета используется литий-ионный аккумулятор емкостью 22,5 В постоянного тока и 6,8 Ач. Батарейный блок весит 960 грамм и имеет размеры 180 х 70 х 40 мм. Ожидается, что этого небольшого блока питания хватит для работы экзоскелета примерно на один час непрерывной ходьбы.

Рисунок 1 – Усовершенствованный AZBH12A8

Напряжение 22,5 В постоянного тока приводит в действие приводы двигателей. Переключаемые регуляторы используются для выработки 12 В постоянного тока и 5 В постоянного тока от основного источника питания. Эти напряжения используются для питания датчиков и архитектуры управления. На рис. 2 показана схема, представляющая энергосистему.

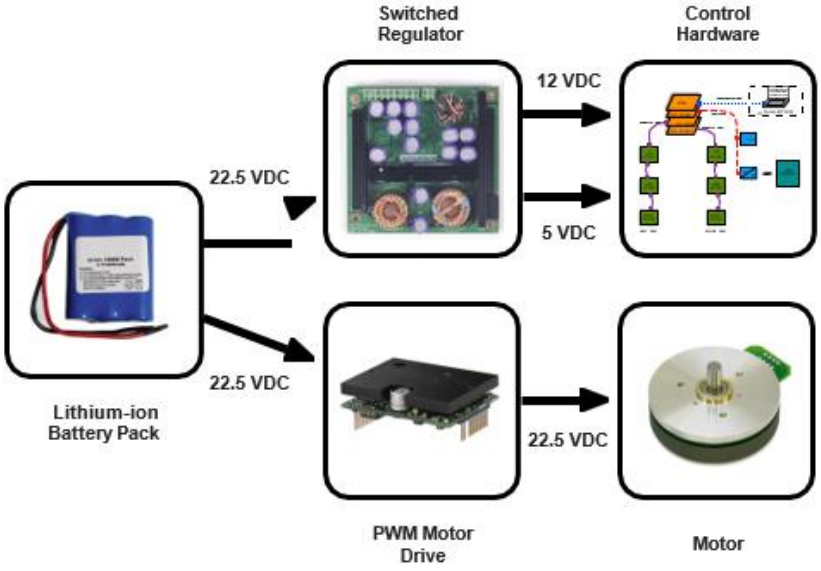


Рисунок 2 – Схема, представляющая энергосистему

Экзоскелет оснащен двумя типами датчиков: кинематическими и кинетическими. Кинематические датчики используются для измерения углового положения, скорости и ускорения; кинетические датчики измеряют силу взаимодействия между конечностью пользователя и экзоскелетом.

Каждое соединение оснащено прецизионным промышленным потенциометром, используемым в качестве датчика углового положения. Используемый потенциометр 10 Ком обладает высокой линейностью, т.е. ±0,25%, и длительным сроком службы при вращении. Его вал из нержавеющей стали соединен с для передачи движения шарнира используются зубчатый шкив и зубчатый ремень. Это позволяет избежать проскальзывания и, следовательно, потери исходной позиции. Этот датчик можно увидеть на рис. 3.

Тензометрические датчики, прикрепленные к каждому звену экзоскелета, используются в качестве датчиков силы. Эти датчики предназначены для измерения крутящего момента, создаваемого взаимодействием между конечностью субъекта и экзоскелетом. Четыре тензометрических датчика соединены в полной конфигурации моста

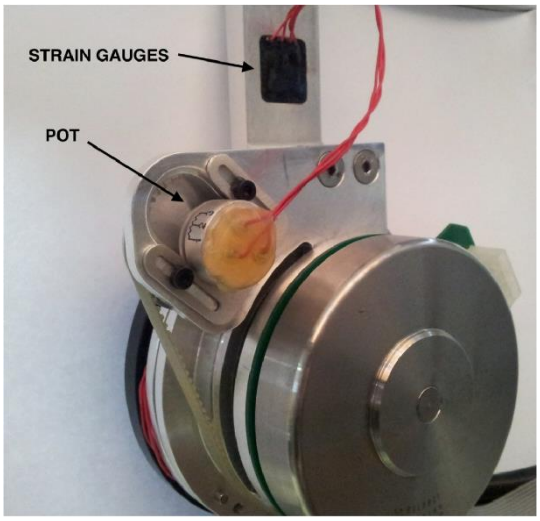


Рисунок 3 – Прецизионный промышленный потенциометр, используемый в качестве датчика углового положения

Уитстона для повышения точности точность и нечувствительность к колебаниям температуры. Мост возбуждается напряжением 5 В постоянного тока. Специально изготовленная электронная схема была разработана для балансировки моста при измерении нулевой точки и усиления выходного сигнала в 100 раз. Таким образом, выходной сигнал находится в диапазоне, позволяющем измерять крутящий момент от -40 до +40 Нм. Этот диапазон был выбран исходя из максимального постоянного крутящего момента приводов. Калибровочная константа была получена путем использования набора калиброванных весов и минимизации с помощью алгоритма наименьших квадратов.

После того, как тензометрические датчики прикреплены к соединениям, они покрываются и защищаются твердой смолой. Это позволяет избежать влажности и внешних загрязнений, которые могут привести к повреждению тензометрических датчиков или помешать измерениям. На рис.3 показано изображение тензометрических датчиков, покрытых твердой смолой в соединении экзоскелета.

Помимо крутящего момента взаимодействия между субъектом и экзоскелетом, система также может измерять крутящий момент привода. Эта задача выполняется сервоприводами, которые используют ток двигателей для вычисления выходного крутящего момента.

Подножка экзоскелета оснащена двумя чувствительными к силе резисторами, которые обнаруживают контакт стопы субъекта с землей. Эти датчики расположены под пяткой и носком, и их основная цель - определять различные фазы цикла походки.

Для сбора информации о наклоне пациента был разработан IMU (инерциальный измерительный блок). Это небольшая плата, изготовленная на заказ, которая содержит ультракомпактный, высокопроизводительный модуль MEM (микроэлектромеханический) с 3D-акселерометром и 3D-магнитометром. Модуль MEM (LSM303DLHC) изготовлен компанией STMicroelectronics и взаимодействует по протоколу I2C. Цифровые выходные данные представлены в 16 битах для каждой оси. Микроконтроллер DSP (Digital Signal Processor) собирает цифровые выходные данные с модуля MEM и отправляет их по шине CAN.

Эта же электронная плата содержит модуль Bluetooth (RN 41) производства Roving Networks. Он взаимодействует с микроконтроллером через последовательный порт. Этот модуль предназначен в качестве адаптера между CAN и Bluetooth для облегчения взаимодействия системы управления экзоскелетом с интерфейсом пользователя. На рисунке 2.10 показана схема этой платы, которая содержит IMU и адаптер Bluetooth/CAN.

На частоте 100 Гц плата отправляет два пакета по шесть байт каждый с информацией о наклоне и ориентации. Кроме того, пакеты, полученные по Bluetooth, преобразуются в шестибайтовый пакет и также отправляются через CAN. Стол показан формат сообщения CAN, отправляемого на встроенный компьютер.

На рис. 4 показана электронная плата, разработанная для беспроводной связи с пользовательским интерфейсом и сбора данных об ориентации и наклоне пациента.

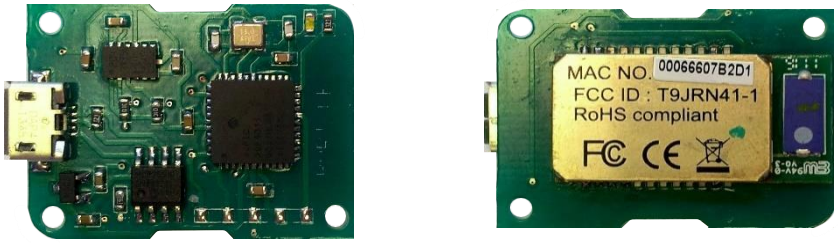


Рисунок 4 – Электронная плата, разработанная для беспроводной связи с пользовательским интерфейсом и сбора данных об ориентации и наклоне пациента

Шесть байт информации о положении шарнира и моменте взаимодействия. Для голеностопных суставов также передается контакт стопы с землей, измеренный с помощью резистора, измеряющего усилие. В таблице 2.3 показан формат сообщения CAN, отправляемого на встроенный компьютер.

Список литературы

1. Аояги, Д., Ичиносе, У.Э., Харкема, С.Дж., Дж.Э. (2007). Робот и алгоритм управления, которые могут синхронно помогать в естественном движении во время тренировки походки с опорой на вес тела после неврологической травмы. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 15 (3), 387-400.

2. Банала, С.К., Ким, С.Х., Агравал, С.К., ... Дж.П. (2009). Тренировка походки с помощью робота с активным экзоскелетом для ног (alex). Труды IEEE по нейронным системам и инженерии реабилитации, 17 (1), 2-8.

3. Боуг, Р. (2009). Экзоскелеты и роботизированное протезирование: обзор последних разработок. Промышленный робот: Международный журнал, 36 (5), 421-427.

4. Коломбо Г., Йорг М., Дитц и В. (2000). Ортез для управляемой походки для тренировки опорно-двигательного аппарата пациентов с параличом нижних конечностей. Инженерия в обществе медицины и биологии, 4, 3159-3163.

5. Коломбо Г., Йорг М., Шрайер Р.,В. (2000). Тренировка на беговой дорожке пациентов с параличом нижних конечностей с использованием роботизированного ортеза. Журнал исследований и разработок в области реабилитации, 37 (6), 693-700.

EXAMINATION OF THE ELECTRICAL PART OF THE EXOSKELETON

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

TERNOVSKIKH GLEB
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

NOZDREVATYKH VLADISLAV
student gr. EP-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of developing an exoskeleton and its need in medicine for the rehabilitation of victims of spinal injury and other injuries associated with damage to the human musculoskeletal system.

Keywords: exoskeleton, robotic rehabilitation, gait, control, stroke, spine.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ С ПРОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОНИКИ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ФОРМЕНОВ ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ
студент гр. т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: здесь я расскажу об основных способах автоматизации на предприятиях, чем реализуется эта автоматизация и о преимуществах такой автоматизации.

Ключевые слова: атоматизация, электроника, ПЛК, САУ.

Автоматизация и управление производственными процессами с помощью электроники является одной из ключевых областей развития современной индустрии. Эта технология позволяет улучшить эффективность и точность производственных операций, сократить затраты на рабочую силу и повысить качество продукции.

Одним из основных элементов автоматизации и управления производственными процессами являются программируемые логические контроллеры (ПЛК). Он представлен на рисунке 1.

Рисунок 1 – ПЛК

ПЛК – это специализированные электронные устройства, которые выполняют заданные программой операции по управлению и контролю различными процессами в производстве. Они могут управлять работой машин, роботов, конвейеров, систем автоматической сборки и других производственных устройств.

Основными функциями ПЛК являются сбор информации о состоянии системы, принятие решений на основе заданных программ и управление выходными устройствами. Он может обрабатывать входные сигналы от датчиков и переключателей, выполнять логические операции, выполнять математические вычисления, коммуницировать с другими устройствами и контролировать работу моторов, насосов, клапанов и других устройств.

ПЛК состоит из нескольких компонентов, включая центральный процессор, память для программ и данных, вводно-выводные модули (I/O modules) и коммуникационные порты. Он использует программируемую логику для выполнения различных функций управления и мониторинга.

Главной функцией ПЛК является управление и контроль промышленного оборудования и процессов. Он может принимать сигналы из датчиков и других внешних источников, обрабатывать их и давать команды на выполнение определенных действий. Например, ПЛК может контролировать работу конвейера, регулировать скорость двигателей, контролировать температуру и многое другое.

Программирование ПЛК обычно осуществляется в специальных языках, таких как логический Ladder Diagram (LD) или Function Block Diagram (FBD). Это позволяет инженерам разрабатывать логику управления и мониторинга, а также настраивать работу ПЛК в соответствии с требуемыми задачами.

Преимущества использования ПЛК включают высокую надежность, быстродействие, гибкость, возможность удаленного управления и мониторинга, а также возможность интеграции с другими системами. Он также обеспечивает легкую замену и обновление компонентов, что упрощает обслуживание и модернизацию.

ПЛК работает на основе программного обеспечения, которое позволяет программисту создавать логические алгоритмы и задавать последовательность операций для управления производственными процессами. Это позволяет автоматизировать сложные операции, улучшить точность и скорость работы, а также снизить вероятность ошибок.

Кроме ПЛК, электроника также используется в системах автоматического управления (САУ). САУ включает в себя датчики, исполнительные механизмы и контроллеры, которые совместно работают для обеспечения оптимального функционирования производственных процессов. Например, датчики могут измерять различные параметры, такие как температура, давление, уровень жидкости и т.д., а контроллеры могут анализировать эти данные и принимать соответствующие решения для поддержания оптимальных условий работы.

Преимущества автоматизации и управления производственными процессами с помощью электроники включают:

1. увеличение производительности и эффективности процессов;
2. снижение затрат на трудовые ресурсы и сокращение ошибок, связанных с человеческим фактором;
3. улучшение качества продукции и снижение брака;
4. более гибкое и адаптивное производство, позволяющее быстро реагировать на изменения в спросе и рыночных условиях;
5. улучшение условий работы и безопасности для персонала.

Однако, автоматизация и управление производственными процессами с помощью электроники также имеет свои ограничения и вызывает определенные проблемы. Например, внедрение новых систем может требовать значительных инвестиций, а также обучения персонала. Кроме того, существует риск сбоев в

электронных системах, которые могут привести к простоям и потере производительности.

В целом, автоматизация и управление производственными процессами с помощью электроники является важной и перспективной областью развития. Она позволяет компаниям повысить эффективность и конкурентоспособность, а также справиться с вызовами современной индустрии.

Список литературы

1. Абдулханова, М. Технологии производства материалов и изделий и автоматизация технологических процессов на предприятиях дорожного строительства: учебное пособие / М. Абдулханова, В.А. Воробьев. — М.: Солон-пресс, 2017. — 564 с.
2. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. — М.: Форум, 2016. — 224 с.
3. Максименко, А.Е. Автоматизация кузнечно-штамповочного производства. 2-е изд., стер / А.Е. Максименко, Н.Е. Проскуряков. — М.: МГИУ, 2017. — 192 с.
4. Безменов, В.С. Автоматизация процессов дозирования жидкостей в условиях малых производств / В.С. Безменов, В.А. Ефремов, В.В. Руднев. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. — 216 с.
5. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. — Ст. Оскол: ТНТ, 2016. — 600 с.

AUTOMATION AND CONTROL OF PRODUCTION PROCESSES USING ELECTRONICS

GOTOVTSEV DANIIL GENNADIEVICH
Student gr. EP-23-1 group
Lipetsk State Technical University

FORMENOV PAVEL PETROVICH
student gr. t9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

Abstract: here I will tell you about the main methods of automation in enterprises, how this automation is implemented and about the advantages of such automation.

Keywords: automation, electronics, PLC, ACS.

АППАРАТНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

САЗОНОВ ИВАН АНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье подробно описывается механическая структура и компоненты экзоскелета.

Ключевые слова: экзоскелет, Роботизированная реабилитация, Походка, Контроль, инсульт, позвоночник.

Введение:

Механическая конструкция экзоскелета состояла из двух основных этапов. Во-первых, технические характеристики устройства были получены в результате предварительного исследования целевой популяции. Затем, основываясь на этих данных, устройство было механически спроектировано в соответствии с этими техническими характеристиками. Особое внимание было уделено механическим регулировкам, чтобы устройство максимально подходило для всех целевых групп населения без необходимости замены деталей.

Экзоскелет предназначен для реабилитации взрослых людей в диапазоне

ростом 1,50 и 1,90 метра, с максимальной массой тела 100 кг, с нарушениями походки, такими как инсульт или травма спинного мозга. Он предназначен для оказания помощи при необходимости, тренировки походки на местности в клинических условиях и предназначен для использования пациентами, которые способны стабилизировать туловище, сохраняя некоторый уровень равновесия. Во избежание возможных падений и последующих травм пациенты всегда должны находиться под наблюдением врачей во время использования устройства. В зависимости от уровня травмы могут потребоваться некоторые дополнительные средства защиты, такие как костыли, брусья или страховочный пояс.

Конструкция экзоскелета отличается малым весом, то есть около 9 кг. Он задуман как двустороннее носимое устройство с шестью степенями свободы, в котором тазобедренные, коленные и голеностопные суставы являются приводимыми в действие. Ожидается, что скорость ходьбы достигнет 0,5 м/с (1,8 км/ч).

Алюминий и нержавеющая сталь в основном используются в механической конструкции для обеспечения механической стойкости и снижения веса. Каркас экзоскелета имеет двусторонние стойки для бедра и голени, шарнирные бедра, колени и лодыжки, а также шарнирные накладки для ног (дистально) и

поясницы (проксимально). Функция коленного шарнира выполнялась с помощью механизма с четырьмя стержнями, аналогичного анатомии коленного сустава, как описано в (Moreno et al., 2008). Механизм с четырьмя стержнями более сложный, чем моноцентрический шарнир, но более точно повторяет кинематику анатомического коленного сустава. Благодаря такой конструкции устройство может лучше адаптироваться к анатомии человека и повысить его податливость. На рис.1 проиллюстрировано сходство между человеческим и разработанным роботизированным суставом для колена.

Механическая конструкция сконструирована таким образом, чтобы допускать активные и пассивные движения в сагиттальной плоскости. Во фронтальной плоскости возможны некоторые пассивные движения в тазобедренном суставе из-за податливого крепления тазобедренного сустава. Диапазон углов соединения механически ограничен, чтобы избежать потенциального повреждения пользователя. Для голеностопного сустава подошвенное сгибание показано как разгибание, а тыльное - как сгибание в колене.

Длину бедра и хвостовиков можно регулировать с помощью механизма из двух телескопических стержней, которые фиксируются в разных положениях винтами. Тот же механизм используется для изменения положения стопы относительно положения экзоскелета на процессе ходьбы, что может быть более эффективным для моторного обучения.

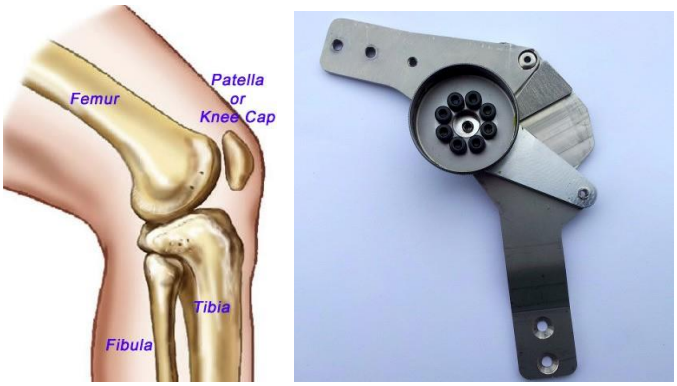


Рисунок 1 – Сходство между человеческим и разработанным роботизированным суставом для колена

На рисунке 2 показаны подробные сведения о настройке различных звеньев. Длину бедра и голени также можно регулировать, даже когда пациент носит устройство. Еще одним преимуществом экзоскелета является то, что подошвы могут приспосабливаться к различным типам обуви. Таким образом, пациентам не нужно ни снимать собственную обувь, ни надевать специальную.

Размер и расположение регулируемых закругленных держателей для пелот с ремешками на липучке позволяют адаптировать их к индивидуальным требованиям. Механическая конструкция изображена на рисунке 3.

Поролоновые прокладки используются для минимизации давления на кожу и предотвращения повреждений.

Рисунок 2 – Подробные сведения о настройке различных звеньев

Рисунок 3 – Механическая конструкция

Конструкция и выбор приводов были основаны на типичных значениях крутящего момента и мощности каждого сустава в течение цикла ходьбы при нормальной походке (не патологической) с нормальной скоростью (Зима, 2009). Была проведена оценка различных возможных кандидатов на роль исполнительных механизмов. Наиболее важными критериями при выборе технологии приведения в действие суставов человека были удельная мощность (отношение мощности привода к весу привода) и портативность. Линейные гидравлические и пневматические приводы обладают высокой удельной мощностью, но в некоторых работах предполагается, что использование электродвигателей обеспечивает снижение энергопотребления при ходьбе (Zoss, A., Kaze-rooni, & H., 2006). Кроме того, гидравлические и пневматические приводы обычно громоздки и ими нелегко управлять. Двигатели постоянного тока отвечают критериям необходимой мощности благодаря компактному и портативному решению для носимых устройств. В категории двигателей постоянного тока бесщеточные двигатели обладают рядом преимуществ для носимых устройств, включая более высокую эффективность, большую плотность крутящего момента, повышенную надеж-

ность, снижение шума, более длительный срок службы и уменьшение электромагнитных помех. Исходя из этих важных характеристик, были выбраны бесщеточные двигатели постоянного тока. Кроме того, выбранные двигатели относятся к плоскому типу. Эта характеристика дает возможность размещать двигатели соосно шарнирам и сохранять небольшой объем сбоку ножки.

Поскольку шарнирам экзоскелета требуется больший крутящий момент и меньшая скорость, чем могут обеспечить непосредственно двигатели постоянного тока, возможным решением для увеличения крутящего момента и снижения скорости является подключение коробки передач к выходному валу двигателя. Для достижения легкого решения и небольшого объема в качестве коробки передач были выбраны зубчатые передачи с волновой деформацией. Зубчатые передачи с волновой деформацией – это особый тип механической зубчатой системы, также известный как “гармонический привод”, поскольку он производится компанией Harmonic Drive. К основным преимуществам редукторов этого типа по сравнению с традиционными системами зубчатых передач относятся: отсутствие люфта, компактность, высокие передаточные числа, высокая мощность крутящего момента, соосные входной и выходной валы, хорошее разрешение и превосходная повторяемость при изменении положения инерционных нагрузок. На рисунке 4 показаны двигатели и тензодатчики, используемые в шарнирных приводах.

Рисунок 4 – двигатели и тензодатчики, используемые в шарнирных приводах

В обоих тазобедренных суставах используется двигатель постоянного тока мощностью 90 Вт (Maxon EC90-90W). Этот двигатель имеет номинальное напряжение 24 В постоянного тока и номинальный крутящий момент 390 нм. Кроме того, к валу двигателя подсоединена волновая передача с передаточным отношением 100:1, которая передает на бедро максимальный постоянный суммарный крутящий момент в 39 Нм. Максимальный крутящий момент может в 5 раз превышать номинальный. Предполагается, что средний крутящий момент в 35 Нм для привода тазобедренного сустава является достаточным для большинства пациентов (Colombo, G., Joerg, M., Schreier и др., 2000). На рисунке 5 показаны тазобедренный, коленный и голеностопный суставы.

Рисунок 5 – тазобедренный, коленный и голеностопный суставы

Двигатели постоянного тока мощностью 70 Вт (Maxon EC45-70W) с крутящим моментом 130 Нм используются в коленных и голеностопных суставах. В сочетании с зубчатым колесом с передаточным отношением 160:1 максимальный постоянный суммарный крутящий момент в этих соединениях составляет 20,8 Нм. Что касается тазобедренных суставов, то максимальный крутящий момент может в 5 раз превышать номинальный

Список литературы

1) Аояги, Д., Ичиносе, У.Э., Харкема, С.Дж., Дж.Э. (2007). Робот и алгоритм управления, которые могут синхронно помогать в естественном движении во время тренировки походки с опорой на вес тела после неврологической травмы. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 15 (3), 387-400.

2) Банала, С.К., Ким, С.Х., Агравал, С.К., ... Дж.П. (2009). Тренировка походки с помощью робота с активным экзоскелетом для ног (alex). Труды IEEE по нейронным системам и инженерии реабилитации, 17 (1), 2-8.

3) Боуг, Р. (2009). Экзоскелеты и роботизированное протезирование: обзор последних разработок. Промышленный робот: Международный журнал, 36 (5), 421-427.

4) Коломбо Г., Йорг М., Дитц и В. (2000). Ортез для управляемой походки для тренировки опорно-двигательного аппарата пациентов с параличом нижних конечностей. Инженерия в обществе медицины и биологии, 4, 3159-3163.

5) Коломбо Г., Йорг М., Шрайер Р.,В. (2000). Тренировка на беговой дорожке пациентов с параличом нижних конечностей с использованием роботизированного ортеза. Журнал исследований и разработок в области реабилитации, 37 (6), 693-700.

HARDWARE DESIGN OF THE EXOSKELETON

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

SAZONOV IVAN ANDREEVICH
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of developing an exoskeleton and its need in medicine for the rehabilitation of victims of spinal injury and other injuries associated with damage to the human musculoskeletal system.

Keywords: exoskeleton, Robotic rehabilitation, Gait, Control, stroke, spine.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

САЗОНОВ ИВАН АНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПАПИНА ИНГА ВИКТОРОВНА
Научный руководитель, Старший преподаватель кафедры физического воспитания
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье описана проблематика разработки экзоскелета и его необходимость в медицине при реабилитации пострадавших при повреждении позвоночника и других травмах, связанных с повреждением опорно-двигательного аппарата человека

Ключевые слова: экзоскелет, роботизированная реабилитация, походка, контроль, инсульт, позвоночник.

Экзоскелеты становятся очень мощным инструментом, помогающим терапевтам в реабилитации пациентов, перенесших неврологические заболевания, в частности инсульт или травму спинного мозга. В этой работе представлен роботизированный экзоскелет, предназначенный для тренировки походки на открытом воздухе у пациентов с нарушениями координации походки. Устройство

представляет собой двусторонний экзоскелет с шестью степенями свободы. Он предназначен для реализации различных стратегий контроля. Было разработано адаптивное управление траекторией, позволяющее направлять конечность пациента по желаемой траектории, допуская отклонение в зависимости от момента взаимодействия между пользователем и экзоскелетом. Стратегия контроля допуска позволяет роботизированной платформе фиксировать движения пользователя во время вспомогательного обучения и воспроизводить их во время активного обучения. Экспериментальные результаты показывают, что экзоскелет может адаптировать предварительно записанный рисунок походки к рисунку походки конкретного пользователя. Будущие исследования позволят оценить эффективность устройства при реабилитации пациентов, перенесших инсульт. Будет предложен сравнительный анализ эффективности различных роботизированных методов лечения.

Опорно-двигательный аппарат – совокупность костей скелета, суставов, сухожилий, мышц и их сосудистой сети, и нервных образований.

Инсульт – это потеря функции мозга из-за нарушения кровоснабжения головного мозга. Без крови, обеспечивающей поступление кислорода и питательных веществ, клетки мозга быстро начинают отмирать. Когда это происходит, у пострадавшего человека обычно парализована одна или несколько конечностей на одной стороне тела, потому что контралатеральная пораженная область мозга больше не может функционировать. При поражении нижних конечностей требуется реабилитационное лечение, чтобы восстановить функцию походки и вернуть способность самостоятельно ходить. Был предложен ряд индивидуальных подходов к реабилитации для улучшения общей способности к ходьбе.

Процесс восстановления утраченных движений более эффективен в течение первых 3-6 месяцев после начала инсульта и в значительной степени зависит от конкретного человека. На этом этапе могут быть начаты программы вмешательства для переобучения способности производить сильные движения и функциональные траектории во время выполнения повседневных обязанностей. Как утверждают пациенты, перенесшие инсульт, наиболее важной задачей, которую необходимо переучивать, является возможность снова ходить, чтобы по возможности вернуться к нормальной жизни. Целенаправленная и часто повторяющаяся практика признана вмешательством для восстановления функции походки.

Недавно, в попытке улучшить процесс восстановления после инсульта, было разработано множество роботизированных платформ. Кроме того, была проделана большая работа, чтобы продемонстрировать эффективность роботизированной реабилитации по сравнению с мануальной терапией у пациентов, перенесших инсульт. Роботизированная реабилитация – это область исследований, которая пытается понять процесс реабилитации и улучшить его с помощью робототехнических устройств. Этот процесс реабилитации развивает методы лечения с использованием роботов в качестве вспомогательных устройств для терапии.

Роботизированное оборудование для тренировки походки можно разделить на две группы: конечные эффекторы и экзоскелеты с электроприводом.

Первая группа устройств, конечные эффекторы, имитирует стойку и фазу качания во время циклов походки, в то время как ноги пациента помещаются на подставки для ног. Работа Гессе и др. показано устройство для повторяющейся практики ходьбы по полу и подъема по лестнице для пациентов, перенесших инсульт. Вторая группа, экзоскелеты с электроприводом, представляют собой более совершенные устройства.

Экзоскелет, от греческого “exo” = внешний + “skeletos” = скелет, представляет собой внешнюю структуру, которая поддерживает и защищает тело животного, в отличие от внутреннего скелета, например, человека. Экзоскелеты с электроприводом (далее именуемые роботизированными экзоскелетами или просто экзоскелетами) – это носимые роботы, прикрепляемые к конечностям субъекта с целью замены или улучшения их движений. Они должны соответствовать движениям пользователя и обеспечивать, по крайней мере, часть мощности, необходимой для выполнения движений.

На протяжении десятилетий инженеры и ученые мечтали воплотить в реальную жизнь экс-скелетон, который мог бы увеличить человеческую силу, превратив обычного человека в “сверхчеловека”. Из-за технологических ограничений практические варианты не могли быть разработаны до десяти лет назад. С помощью современных миниатюрных и мощных компьютеров и коммуникационных систем теперь можно разрабатывать усовершенствованные архитектуры управления. Новая технология также позволила создать небольшие и мощные приводы, которые можно встраивать в портативные устройства. Были исследованы новые источники питания, которые в настоящее время позволяют увеличить автономность непривязанных устройств. Все эти достижения в области технологий превращают мечту о воплощении в жизнь робототехнических экзоскелетов в реальность.

Первым устройством, которое можно считать предшественником современных экзоскелетов, является машина под названием Hardiman. Hardiman был разработан компанией General Electric в 1965 году и должен был позволить пользователю поднимать 680 кг. При ношении в качестве верхней механической одежды силовая конструкция должна поднимать 25 кг, так как пользователь должен ощущать ее всего в 1 кг. Устройство никогда не использовалось на практике, поскольку любая попытка пользователя выполнить маневр превращалась в резкое неуправляемое движение, затрудняющее управление машиной. Дальнейшие исследования были сосредоточены на одной руке. Им это удалось, и рука смогла поднять указанный груз в 340 кг. Но поскольку механическая конструкция рычага весила 750 кг и было невозможно заставить все компоненты работать вместе, окончательный проект был ограничен. Наконец, габариты, вес, недостаточная стабильность и проблемы с электропитанием сделали его всего лишь прототипом. Прототип General Electric Hardiman представлен на рис. 1.

Разрабатываемые в настоящее время экзоскелеты имеют два основных назначения: военные или реабилитационные устройства. Военные экзоскелеты предназначены для использования солдатами на поле боя или при проведении

спасательных работ. Они направлены на то, чтобы увеличить силу и выносливость солдат, позволяя им переносить тяжелые грузы, проходить пешком большие расстояния и т.д. Разработке военного экзоскелета в основном способствовало агентство DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), агентство перспективных исследовательских проектов в области обороны.

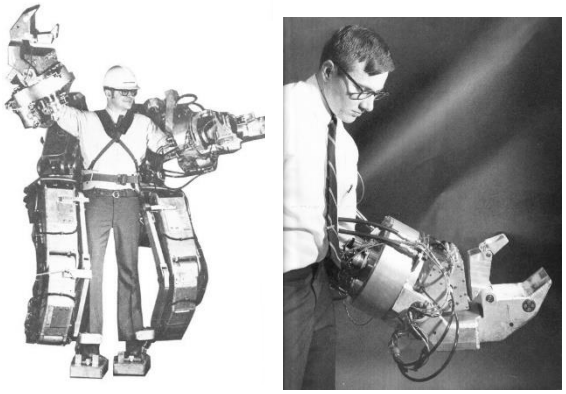


Рисунок 1 – Прототип General Electric Hardiman

На рисунке 1 представлен прототип Hardiman разработаный компанией General Electric. А) Полная конструкция кузова с оператором внутри. Из-за отсутствия нестабильности устройство никогда не включалось, когда в нем находился оператор. В) Прототип с одной рукой. Он успешно справился с задачей поднять указанный груз в 340 кг, так как пользователь ощущает его всего в 13,6 кг

Министерства обороны Соединенных Штатов, ответственного за разработку новых технологий для военного использования. Два основных проекта, разработанных соответственно Sarcos в штате Юта и Беркли в Калифорнии, финансировались DARPA.

С другой стороны, экзоскелеты для реабилитации предназначены для использования в клинических условиях, где эти устройства могут помочь людям, перенесшим инсульт, восстановить утраченные движения. Более того, он может быть применен к другим типам пациентов, таким как пациенты с травмами спинного мозга. Если поражение спинного мозга является неполным, может быть применен процесс реабилитации, аналогичный для пациентов, перенесших инсульт. В случае полного поражения спинного мозга экзоскелет может компенсировать утраченную походку. Если заставить этих людей встать с инвалидного кресла и снова ходить, это может принести большую пользу их здоровью и независимости.

При реабилитации походки экзоскелеты берут на себя задачу перемещать ногу пациента в соответствии с нормальной походкой, обычно в парадигме оказания помощи по мере необходимости.

Это означает, что экзоскелет прикладывает только ту силу, которая необходима для завершения движения пациента на поврежденных конечностях. Такой подход приводит к увеличению волевых физических усилий, а также позволяет испытуемому сосредоточиться на процессе ходьбы, что может быть более эффективным для моторного обучения.

Список литературы

1. Аояги, Д., Ичиносе, У.Э., Харкема, С.Дж., Дж.Э. (2007). Робот и алгоритм управления, которые могут синхронно помогать в естественном движении во время тренировки походки с опорой на вес тела после неврологической травмы. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 15 (3), 387-400.

2. Банала, С.К., Ким, С.Х., Агравал, С.К., ... Дж.П. (2009). Тренировка походки с помощью робота с активным экзоскелетом для ног (alex). Труды IEEE по нейронным системам и инженерии реабилитации, 17 (1), 2-8.

3. Боуг, Р. (2009). Экзоскелеты и роботизированное протезирование: обзор последних разработок. Промышленный робот: Международный журнал, 36 (5), 421-427.

4. Коломбо Г., Йорг М., Дитц и В. (2000). Ортез для управляемой походки для тренировки опорно-двигательного аппарата пациентов с параличом нижних конечностей. Инженерия в обществе медицины и биологии, 4, 3159-3163.

5. Коломбо Г., Йорг М., Шрайер Р.,В. (2000). Тренировка на беговой дорожке пациентов с параличом нижних конечностей с использованием роботизированного ортеза. Журнал исследований и разработок в области реабилитации, 37 (6), 693-700.

RESEARCH OF THE PROBLEMS OF THE PROCESS OF ROBOTIC REHABILITATION

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

SAZONOV IVAN
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of developing an exoskeleton and its need in medicine for the rehabilitation of victims of spinal injury and other injuries associated with damage to the human musculoskeletal system.

Keywords: exoskeleton, robotic rehabilitation, gait, control, stroke, spine.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХОДЬБЫ ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

КРИВЕНЬКОВ ТИМОФЕЙАНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

СКОРОХОДОВА ЮЛИЯ МИХАЙЛОВНА
Старший преподаватель кафедры физического воспитания
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПАПИНА ИНГА ВИКТОРОВНА
Научный руководитель, Старший преподаватель кафедры физического воспитания
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье исследован процесса восстановления ходьбы м применением средств роботизированной реабилитации пострадавших при повреждении позвоночника и других травмах, связанных с повреждением опорно-двигательного аппарата человека

Ключевые слова: экзоскелет, роботизированная реабилитация, походка, контроль, инсульт, позвоночник.

Экзоскелеты становятся очень мощным инструментом, помогающим терапевтам в реабилитации пациентов, перенесших неврологические заболевания, в частности инсульт или травму спинного мозга. В этой работе представлен роботизированный экзоскелет, предназначенный для тренировки походки на открытом воздухе у пациентов с нарушениями координации походки. Устройство представляет собой двусторонний экзоскелет с шестью степенями свободы. Он предназначен для реализации различных стратегий контроля. Было разработано адаптивное управление траекторией, позволяющее направлять конечность пациента по желаемой траектории, допуская отклонение в зависимости от момента взаимодействия между пользователем и экзоскелетом. Стратегия контроля допуска позволяет роботизированной платформе фиксировать движения пользователя во время вспомогательного обучения и воспроизводить их во время активного обучения. Экспериментальные результаты показывают, что экзоскелет может адаптировать предварительно записанный рисунок походки к рисунку походки конкретного пользователя. Будущие исследования позволят оценить эф-

фективность устройства при реабилитации пациентов, перенесших инсульт. Будет предложен сравнительный анализ эффективности различных роботизированных методов лечения.

Рассмотрим наиболее успешные типы экзоскелетов

ReWalk – это носимый моторизованный костюм от Argo Medical Technologies Inc., который можно использовать для терапевтических мероприятий. Экзоскелет ReWalk обеспечивает движение бедер и коленей в сагиттальной плоскости. Он включает в себя легкий износостойкий бандажный костюм, в который встроены двигатели постоянного тока в суставах, перезаряжаемые батареи, множество датчиков и компьютерную систему управления.

Устройство питается от аккумуляторных батарей, предназначенных для использования в течение всего дня и ночной зарядка. Он крепится к рюкзаку, который носит пользователь. Устройство настраивается по размеру для каждого пациента (Esquenazi et al., 2012). На рисунке 1 изображена фотография экзоскелета Argo.

Рисунок 1 – Фотография экзоскелета Argo

Изменения в центре тяжести пользователя обнаруживаются и используются для инициирования и поддержания процессов ходьбы. У пользователя также есть пульт дистанционного управления, помещенный в его / ее руку, как часы. С помощью этого интерфейса можно выполнять различные задачи, такие как переход из положения сидя в положение стоя или подъем по лестнице.

ReWalk предназначен для людей с ограниченными возможностями нижних конечностей, перенесших травмы спинного мозга. Он не может удерживать равновесие, поэтому пользователь всегда должен опираться на костыли.

Argo Medical продает две модели своего экзоскелета, которые называются Rewalk Rehabilitation и ReWalk Personal. Первый из них предназначен для кли-

нического применения и был внедрен в реабилитационных центрах по всей Европе, Израилю и Соединенным Штатам. Вторая модель предназначена для личного использования в качестве вспомогательной системы. В 2012 году Argo начала продавать персональную модель ReWalk в Европе. После некоторого времени тренировок с устройством пользователь может купить, чтобы использовать его дома. В Соединенных Штатах эта персональная модель все еще ожидает разрешения FDA (Управления по контролю за продуктами и лекарствами).

ReWalk проходит клинические испытания в реабилитационном госпитале Moss в Филадельфии.

Ekso Bionics (ранее Berkeley Bionics) - североамериканская компания, которая первоначально разрабатывала экзоскелеты для военного применения. В октябре 2010 года они представили реабилитационную версию под названием eLEGS (система походки нижних конечностей с экзоскелетом), которая в 2011 году была переименована в Ekso.

Ekso весит около 20 кг и развивает максимальную скорость 3,2 км/ч при времени автономной работы 6 часов. Он может выполнять операции "из положения сидя в положение стоя" и "из положения стоя в положение сидя", а также ходить по прямой линии. В настоящее время Ekso находится в стадии разработки, чтобы стать более легким и адаптируемым. Клинические испытания продолжаются в реабилитационных центрах Соединенных Штатов.

Устройством можно управлять с помощью пользовательского интерфейса, который может управлять устройством шаг за шагом.

Экзоскелет Вандербильта – это прототип, разработанный в Университете Вандербильта (Теннесси, США) в Центре интеллектуальной мехатроники. Устройство весит около 12 кг и, как и другие робототехнические экзоскелеты, обсуждаемые здесь, имеет только тазобедренные и коленные суставы в качестве приводимых в действие. Опора для голеностопного сустава и стопы на устройстве отсутствует, и его необходимо использовать с готовым ортезом для голеностопного сустава и стопы.

Устройство приводится в действие бесщеточными двигателями постоянного тока с помощью редуктора 24:1, который обеспечивает максимальный постоянный крутящий момент в 12 Нм для тазобедренного и голеностопного суставов. Кроме того, коленные двигатели оснащены электромеханическими тормозами, которые блокируют коленные суставы в случае отключения питания. Потенциометры используются в качестве датчиков углового положения. Литий-полимерный аккумулятор емкостью 29,6 VDD и 3,9 Ач обеспечивает один час автономной работы при непрерывной ходьбе с устройством со скоростью

0,8 км/ч (Фаррис и др., 2011).

Управление ортезом основано на информации об осанке, измеряемой на устройстве, что, по утверждению авторов, позволяет пользователю автономно управлять устройством безопасным, надежным и интуитивно понятным способом (R. J. Farris, 2012).

Устройство предназначено для оказания помощи при ходьбе людям с параплегией. Он модульный и разделен на три части, что позволяет легко надевать

и снимать его, даже если пользователь находится в инвалидном кресле. Устройство рассчитано на людей весом до 91 кг. На рис. 1.6 показано изображение экзоскелета Вандербильта. Авторы заявили, что компромисс, связанный с дизайном устройства, заключается в том, что оно нуждается в индивидуальной подгонке для каждого пользователя разных размеров.

В октябре 2012 года Университет Вандербильта подписал эксклюзивное соглашение

с корпорацией Parker Hannifin для дальнейшего развития и коммерциализации. Паркер назвал экзоскелет Indigo и планирует выпустить его версию на рынок в 2014 году. На сегодняшний день Indego все еще не получил одобрения FDA и в настоящее время недоступен для продажи.

В феврале 2013 года Parker официально заключила соглашение с больницей Sphered Center в Атланте, США, где экзоскелет проходит клинические испытания у пациентов с травмами спинного мозга.

Список литературы

1. Аояги, Д., Ичиносе, У.Э., Харкема, С.Дж., Дж.Э. (2007). Робот и алгоритм управления, которые могут синхронно помогать в естественном движении во время тренировки походки с опорой на вес тела после неврологической травмы. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 15 (3), 387-400.

2. Банала, С.К., Ким, С.Х., Агравал, С.К., ... Дж.П. (2009). Тренировка походки с помощью робота с активным экзоскелетом для ног (alex). Труды IEEE по нейронным системам и инженерии реабилитации, 17 (1), 2-8.

3. Боуг, Р. (2009). Экзоскелеты и роботизированное протезирование: обзор последних разработок. Промышленный робот: Международный журнал, 36 (5), 421-427.

4. Коломбо Г., Йорг М., Дитц и В. (2000). Ортез для управляемой походки для тренировки опорно-двигательного аппарата пациентов с параличом нижних конечностей. Инженерия в обществе медицины и биологии, 4, 3159-3163.

5. Коломбо Г., Йорг М., Шрайер Р.,В. (2000). Тренировка на беговой дорожке пациентов с параличом нижних конечностей с использованием роботизированного ортеза. Журнал исследований и разработок в области реабилитации, 37 (6), 693-700.

RESEARCH OF THE PROBLEMS OF THE PROCESS OF ROBOTIC REHABILITATION

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

KRIVENKOV TIMOFEY

student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of developing an exoskeleton and its need in medicine for the rehabilitation of victims of spinal injury and other injuries associated with damage to the human musculoskeletal system.

Keywords: exoskeleton, robotic rehabilitation, gait, control, stroke, spine.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

КРИВЕНЬКОВ ТИМОФЕЙАНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье исследована система управления экзоскелета и ее отдельные узлы.

Ключевые слова: экзоскелет, роботизированная реабилитация, походка, контроль, инсульт, позвоночник.

Все датчики подключены к небольшим электронным платам, изготовленным на заказ, расположенным на каждом стыке. Такой подход сводит к минимуму количество проводов, кабелей и соединений в экзоскелете. Вторая шина CAN соединяет все шесть суставов со встроенным компьютером, который управляет экзоскелетом.

Платы, называемые здесь Joint CAN, содержат все схемы аналоговых фильтров для каждого датчика joint, а также усилители для тензодатчиков. После фильтрации и усиления сигналы преобразуются в цифровую форму микроконтроллером DSP и отправляются на шину CAN. На рисунке 2.12 изображена схема для каждой соединительной платы CAN.

Шина CAN работает со скоростью 1 Мбит/с. На частоте 1 кГц каждая плата посылает шесть байт информации о положении шарнира и моменте взаимодействия. Для голеностопных суставов также передается контакт стопы с землей, измеренный с помощью резистора, измеряющего усилие. В таблице 1 показан формат сообщения CAN, отправляемого на встроенный компьютер.

Таблица 1 – Формат сообщения CAN, отправляемого на встроенный компьютер.

Совместный	Msg ID	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6
Правое бедро	100	Позиция MSB	Позиция LSB	Позиция MSB	Позиция LSB	–	–
Левое бедро	110	Позиция MSB	Позиция LSB	Позиция MSB	Позиция LSB	–	–
Правое колено	120	Позиция MSB	Позиция LSB	Позиция MSB	Позиция LSB	–	–
Левое колено	130	Позиция MSB	Позиция LSB	Позиция MSB	Позиция LSB	–	–
Правая лодыжка	140	Позиция MSB	Позиция LSB	Позиция MSB	Позиция LSB	пятка FSR	Палец ног FSR
Левая лодыжка	150	Позиция MSB	Позиция LSB	Позиция MSB	Позиция LSB	пятка FSR	Палец ног FSR

Микроконтроллер, используемый в платах Joint CAN, представляет собой микрочип DsPIC30F4013. Он работает с тактовой частотой 16 МГц и оцифровывает входные данные аналоговых датчиков с помощью 12 бит. Два байта используются для передачи положения и два байта для передачи момента взаимодействия по шине CAN. Информация о резисторе, измеряющем усилие, предназначена для бинарного определения контакта стопы с землей. Таким образом, на встроенный компьютер отправляются только 8 наиболее значимых битов. Платы JointCAN питаются от 5 В постоянного тока, который подается по двум проводам, параллельным шине CAN. Платы отличаются низким энергопотреблением, требующим всего около 350 МВт. Таким образом, для подключения шести плат к управляющему компьютеру требуется всего 4 провода. На рис.1 изображена изготовленная на заказ плата с обеих ее сторон. Компоненты для поверхностного монтажа используются для того, чтобы вознаградить нас возможностью уменьшения габаритов.

Архитектура управления состоит из трех основных частей: простого пользовательского интерфейса, который работает на смартфоне, специального встроенного компьютера стандарта PC104, на котором выполняется низкоуровневое управление, а также платы сбора данных и связи.

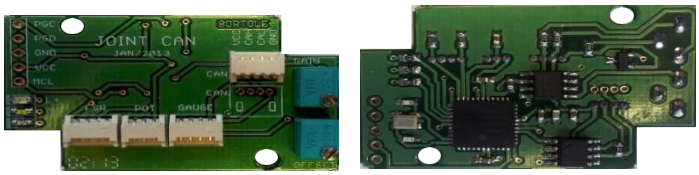


Рисунок 1 – изготовленная на заказ плата с обеих ее сторон

Пользовательский интерфейс запрограммирован на Java и работает на операционной системе Android в смартфоне. С помощью этого приложения терапевты могут запускать и останавливать выполнение процесса ходьбы и изменять скорость походки. Кроме того, интерфейс позволяет терапевтам выполнять процесс ходьбы шаг за шагом. Интерфейс взаимодействует по беспроводной сети с

помощью технологии Bluetooth с платой адаптера Bluetooth/CAN. На рисунке 2 изображен один из экранов интерфейса. Команды Bluetooth, передаваемые интерфейсом, обобщены в таблице 2. Ядро архитектуры управления базируется на компьютере PC104. PC104 входит в стандарт встраиваемых компьютеров, контролируемый консорциумом PC/104, который определяет форм-фактор и компьютерную шину. Форм-фактор был первоначально создан компанией Am-pro в 1987 году и стандартизирован консорциумом в 1992 году (Himpe, 2006). PC104 предназначен для встраиваемых вычислений в жестких средах, где приложениям требуется надежный сбор данных.

Форм-фактор PC104 позволяет модулям соединяться друг с другом подобно строительным блокам через шинный разъем (шина PCI и/или ISA). Этот тип подключения, связанный со стандартными производимыми платами с возможностями связи и ввода-вывода, которые работают совместно с PC104, может ускорить создание прототипов.Для простоты создания прототипов и отладки был выбран стек PC104. Основные характеристики PC104 обобщены в таблице 2.5.

PC104 работает под управлением ядра Matlab с возможностями управления в реальном времени. Все алгоритмы управления реализованы с помощью Simulink в рамках программного обеспечения xPC Target. Управляющее программное обеспечение разделено на два уровня. Низкоуровневое управление отвечает за получение сигналов от датчиков и независимое управление каждым двигателем. Высокоуровневый алгоритм управления координирует походку экзоскелета в соответствии со скоростью и другими параметрами, выбранными терапевтом.

Таблица 2 – Команды Bluetooth, передаваемые интерфейсом

Тип команды	**Msg ID**	**Значение**
Gait Mode	100	1
Step by Step Mode	100	2
Start Gait	110	1
Stop Gait	110	0
Speed 1	120	1
Speed 2	120	2
Speed 3	120	3
Right Step	130	0
Left Step	130	1

Шина Ethernet используется для загрузки кода Simulink в ПК 104. Эта шина также обеспечивает дополнительную связь между PC104 и компьютером. Этот канал связи используется только для сбора данных и информации, генерируемых в экзоскелете, для онлайн- или оффлайн-анализа, но управлять им нет необходимости.

Рисунок 2 – Один из экранов интерфейса

Список литературы

1. Аояги, Д., Ичиносе, У.Э., Харкема, С.Дж., Дж.Э. (2007). Робот и алгоритм управления, которые могут синхронно помогать в естественном движении во время тренировки походки с опорой на вес тела после неврологической травмы. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 15 (3), 387-400.

2. Банала, С.К., Ким, С.Х., Агравал, С.К., ... Дж.П. (2009). Тренировка походки с помощью робота с активным экзоскелетом для ног (alex). Труды IEEE по нейронным системам и инженерии реабилитации, 17 (1), 2-8.

3. Боуг, Р. (2009). Экзоскелеты и роботизированное протезирование: обзор последних разработок. Промышленный робот: Международный журнал, 36 (5), 421-427.

4. Коломбо Г., Йорг М., Дитц и В. (2000). Ортез для управляемой походки для тренировки опорно-двигательного аппарата пациентов с параличом нижних конечностей. Инженерия в обществе медицины и биологии, 4, 3159-3163.

5. Коломбо Г., Йорг М., Шрайер Р.,В. (2000). Тренировка на беговой дорожке пациентов с параличом нижних конечностей с использованием роботизированного ортеза. Журнал исследований и разработок в области реабилитации, 37 (6), 693-700.

INVESTIGATION OF THE EXOSKELETON CONTROL SYSTEM

GOTOVTSOV DANIIL
student gr. ER-23-1
Lipetsk State Technical University

KRIVENKOV TIMOFEY
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of developing an exoskeleton and its need in medicine for the rehabilitation of victims of spinal injury and other injuries associated with damage to the human musculoskeletal system.
Keywords: exoskeleton, Robotic rehabilitation, Gait, Control, stroke, spine.

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент группы ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ФОРМЕНОВ ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ
Студент группы т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

НОЗДРЕВАТЫХ ВЛАДИСЛАВ АНДРЕЕВИЧ
Студент группы ЭП-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

КОНДРАТЬЕВ СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ
Студент группы М-ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: рассказывается о методах этой самой оптимизации и моделирования, их видах и способах непосредственного применения.
Ключевые слова: интегральные системы, ИС, энергозатраты, энергоэффективность, оптимизация.

В современном мире энергопотребление стало одним из ключевых вызовов. С ростом населения и развитием технологий, энергия становится все более дефицитным ресурсом. Поэтому оптимизация и моделирование энергопотребления в интегральных системах (ИС) играют важную роль в повышении эффективности энергетических процессов.

Оптимизация и моделирование энергопотребления в интегральных системах является основополагающей задачей для обеспечения энергоэффективности и устойчивости работы электронных устройств. Постоянный рост числа электронных устройств и развитие технологий требуют эффективных решений для

сокращения энергозатрат и продления времени автономной работы. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты оптимизации и моделирования энергопотребления в интегральных системах.

Один из ключевых аспектов, влияющих на энергопотребление, - это источники потерь энергии. В интегральных системах такие источники могут быть связаны с расходом энергии на передачу данных, переключение состояний устройств, тепловыми потерями и другими факторами. Для оптимизации энергопотребления необходимо анализировать каждый источник потерь и разрабатывать методы и алгоритмы, которые могут снизить энергозатраты.

Одним из решений является использование энергосберегающих алгоритмов и протоколов. Например, алгоритмы управления питанием могут контролировать состояние каждого устройства и настраивать его энергопотребление в зависимости от текущей нагрузки и требований работы системы. Это позволяет минимизировать энергозатраты в режиме ожидания или при низкой активности.

Другой подход к оптимизации энергопотребления – это разработка энергоэффективных архитектур и технологий. Различные архитектурные и технологические решения могут существенно влиять на энергопотребление устройств. Например, использование многозадачности и параллельных вычислений позволяет снизить энергозатраты путем эффективного распределения ресурсов. Также разработка энергоэффективных материалов и технологий может уменьшить энергопотребление при производстве и эксплуатации интегральных систем.

Для эффективного анализа и оптимизации энергопотребления в интегральных системах широко используется моделирование. Математические модели позволяют оценить энергопотребление на различных уровнях: аппаратном, системном и программном. С помощью симуляции и исходя из моделей можно провести анализ энергопотребления и оценить эффективность различных оптимизационных методов. Это позволяет выбрать наиболее эффективные способы оптимизации энергопотребления и предсказать результаты их внедрения.

Оптимизация энергопотребления в ИС является сложной задачей, требующей разработки специальных методов и алгоритмов. Одним из основных подходов к оптимизации является управление энергопотреблением через различные режимы работы системы. Например, можно использовать планирование задач и распределение ресурсов таким образом, чтобы минимизировать энергопотребление.

Другим важным подходом является разработка энергосберегающих алгоритмов и методов. Это может включать в себя использование эффективных алгоритмов обработки данных, оптимизацию алгоритмов работы с памятью и другие техники для сокращения энергопотребления.

Моделирование является важным инструментом для изучения и анализа энергопотребления в ИС. Создание математических моделей позволяет предсказывать и оценивать энергетические характеристики системы до ее физической реализации. Это позволяет исследователям и инженерам оптимизировать систему на ранних стадиях проектирования.

Существует несколько различных видов моделей энергопотребления. Одним из них является моделирование на уровне аппаратного обеспечения (hardware-level modeling). Это подразумевает создание модели, описывающей потребление энергии различными элементами системы, такими как процессоры, память, периферийные устройства и т.д. Это позволяет оптимизировать энергопотребление самой системы.

Другим видом моделирования является моделирование на уровне приложений (application-level modeling). Это подразумевает создание моделей, описывающих энергопотребление при выполнении конкретных приложений. Это помогает разработчикам оптимизировать приложения с учетом энергозатрат.

Применение оптимизации и моделирования в интегральных системах может привести к значительным улучшениям в энергетической эффективности.

Одно из главных применений - это разработка энергосберегающих алгоритмов и методов, которые могут быть использованы для улучшения энергетической эффективности в различных типах интегральных систем, таких как мобильные устройства, серверы и IoT-устройства.

Кроме того, оптимизация и моделирование энергопотребления позволяют исследователям и инженерам проводить анализ различных аспектов энергопотребления в интегральных системах. Например, они могут изучать влияние различных параметров на энергопотребление и оптимизировать систему с учетом этих факторов.

Оптимизация и моделирование энергопотребления в интегральных системах играют важную роль в повышении эффективности энергетических процессов. Применение этих подходов позволяет разработчикам создавать энергосберегающие системы и алгоритмы, а также проводить анализ и исследования в области энергопотребления. Это помогает справиться с вызовами ограниченности энергии и двигаться в сторону более устойчивого развития.

Список литературы

1. Сазыкин, В. Оптимизации систем энергоснабжения / Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. – 2017.

2. Ковалев, А. Методы оптимизации энергопотребления в микроэлек-тронных системах / Ковалев А.В. – Таганрог, 2009.- 235 с.

3. Борисов А. Современные методы теории интегрируемых систем / Борисов А.В., Мамаев И.С. – 2003.

4. Черный, А. Интегральные информационные системы / Москва: ВИНИТИ, 1974. – 60 с.

5. Переломов А. ИНТЕГРИРУЕМЫЕ СИСТЕМЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И АЛГЕБРЫ / Переломов А. М. – 1990, 228 с.

OPTIMIZATION AND MODELING OF POWER CONSUMPTION IN INTEGRATED SYSTEMS

GOTOVTSEV DANIIL
student of the EP-23-1 group
Lipetsk State Technical University

FORMENOV PAVEL
student of group t9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

NOZDREVATYKH VLADISLAV
student gr EP-22-1
Lipetsk State Technical University

KONDRATIEV SERGEY
student of the MEP-23-1 group
Lipetsk State Technical University

Abstract: the methods of this very optimization and modeling, their types and ways of direct application are described.

Keywords: integrated systems, IC, energy consumption, energy efficiency, optimization.

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ФОРМЕНОВ ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ
студент гр. Т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье описаны проблемы энергоэффективности в промышленных предприятиях, их влияния на производство и способы их решения в разных частях производства.

Ключевые слова: предприятия, метод, энергоэффективность, энергетические показатели.

Энергоэффективность представляет из себя рациональное использование энергоресурсов. От нее зависит конкурентоспособность производства и доля рынка, которую компания может занять, поскольку в некоторых областях затраты на энергоносители составляют 15-40% себестоимости продукции. Ежегодно значимость этого критерия только возрастает, что напрямую связано с постоянным ростом цен на энергоресурсы. Оптимизация энергетических показателей оказывает существенное влияние на рентабельность организации и позволяет экономить 20-25% энергоресурсов в год.

Показатели энергетической эффективности влияют:

1.на выпуск продукции;

2. разные этапы производства;

3. разных технологических процессов.

Также показатели энергоэффективности могут рассчитываться отдельно для каждого оборудования, используемого в производстве.

Уровень энергоэффективности определяется в ходе аудита, где анализируются имеющиеся в компании системы энергопотребления и отдельные установки, оценивается, насколько эффективно организованы технические процессы с точки зрения энергопотребления. Также анализируются условия договоров с поставщиками энергии.

Причины недостаточной энергетической эффективности предприятия:

1. организационные и эксплуатационные факторы. К ним относятся несоответствие персонала требованиям эксплуатации оборудования, низкое качество ремонта, неадекватное управление со стороны руководителей, а иногда и полное отсутствие системы учета;

2. использование сырья ненадлежащего качества. Это часто происходит, когда на предприятии отсутствует входной контроль ресурсов, поступающих извне, или оно функционирует неэффективно. Для устранения проблемы необходимо, чтобы контроль осуществлялся последовательно тремя структурами: отделом логистики, отделом качества и персоналом, непосредственно взаимодействующим с сырьем;

3. наличие технологических проблем на предприятии. Устаревшее оборудование с низким уровнем эффективности, а также неудовлетворительное состояние как производственного оборудования, так и зданий, электросетей и другой инфраструктуры предприятия неизбежно приводят к снижению энергетических показателей. При выявлении проблем такого рода важно определить мероприятия по энергосбережению и строго следовать намеченным планам.

На основании выявленных проблем и недостатков следует перейти к разработке стратегии улучшения энергетических показателей предприятия. Как правило, корректировка начинается с наиболее энергоемких секторов, по которым необходимо оценить данные за прошедший год.

Современным же вариантом повышения показателей энергоэффективности предприятий является установка комплексной автоматизации энергоустановок. На данный момент ищут решения, которые позволят оперативно отслежи-

вать показатели эффективности, составлять и анализировать энергетические балансы предприятий, проводить статистический анализ и прогнозировать будущие затраты.

Средства автоматизации учета энергоресурсов с целью повышения энергетической эффективности предприятия показывают реальное потребление энергоресурсов. Это позволяет не только экономить энергию в производственном процессе, но и избежать штрафов за перерасход энергоресурсов. На основе объективной статистики легко планировать и прогнозировать дальнейшее потребление ресурсов.

Энергосбережение на предприятии для экономии электичества:

1. учет электроэнергии при помощи приборов, имеющих точность 1,0;

2. установка устройств компенсации активной и реактивной энергии 3 для потребителей с присоединенной мощностью до 150 кВт-ч;

3. высокую эффективность показала установка датчиков всех типов: присутствия, движения, реле времени. 3. Сокращение "холостой" работы осветительных ламп позволяет сэкономить до 30% средств на оплату энергии;

4. снижение потребления электроэнергии за счет установки частотно-регулируемых приводов для управления электродвигателями и оптимизации работы производственного оборудования. Эта мера также полезна для настройки режимов работы оборудования с целью задания рабочих параметров и оптимизации рабочего процесса. Эффективность – от 20% потребляемой электроэнергии на работу электродвигателей;

5. установка на оборудование высококачественных устройств плавного пуска, вероятность перегрева и выхода из строя электродвигателей должна быть снижена:

Высокотехнологичные методы повышения энергоэффективности систем отопления:

1. использование солнечных коллекторов для отопления. В солнечные дни эти современные системы позволяют экономить до 50% основного топлива, используемого системой отопления;

2. тепловые насосы, эффективность которых достигается при использовании как воздушных, так и наземных коллекторов. Эффективность внедрения этих систем очень высока;

Энергоэффективные высокотехнологичные методы в системах водоснабжения. Использование безводных или маловодных технологий требует значительных инвестиций в модернизацию производства, но в то же время отличается максимальной экономией до 60-70%.

Высокотехнологичные технологии, повышающие энергоэффективность системы газоснабжения.

Экономия газа – актуальная проблема для всех предприятий, нуждающихся в этом энергоресурсе.

Энергосбережение для предприятий за счет экономии газа:

1. установка датчиков, регуляторов, позволяющих управлять оборудованием вручную;

2. регуляторы температуры в стеклоплавильных печах, позволяющие экономить 12% расхода. Хотя этот показатель невелик, за счет стабильного снижения потребления ресурса значительно сократились производственные затраты.

Список литературы

1. Пасхальный, Д. Влияние кластерных структур на развитие хозяйственных связей / Д.С. Пасхальный – Экон. Науки, 2008 –276-280 с.
2. Лапина М. Формирование промышленных кластеров в концепции инновационного развития региона / М.С. Лапина – СПб.: Изд Инфо-да 2009.
3. Марков Л. Исследование наукоемких предприятий Новосибирска. Кластерный подход / Марков Л.С., Ягольницер М.А
4. Макаров А. Стратегия конкурентного развития / Макаров А.В., Трапезников А.М., Чепчевин С.Г
5. Новицкий Н. Инновационная экономика России / Новицкий Н.А. – М.:УРСС, 2009.

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

FOMINOV PAVEL PETROVICH
student gr. T9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of energy efficiency in industrial enterprises, their impact on production and ways to solve them in different parts of production.

Keywords: enterprises, method, energy efficiency, energy indicators.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНКИЕ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент группы ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ФОРМЕНОВ ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ
Студент группы т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

КОНДРАТЬЕВ СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ
Студент группы М-ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: эта статья посвящена применению искусственного интеллекта в электронике, электротехнике, а также других сферах производства и жизни людей

Ключевые слова: эффективность, электроника, ИИ, искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ИИ) является одной из самых инновационных и быстроразвивающихся областей техники. В последние годы ИИ нашел широкое применение в различных отраслях, включая электронику и электротехнику. Применение его в этих областях позволяет создавать интеллектуальные системы и устройства, способные адаптироваться к изменяющимся условиям, анализировать данные и принимать автономные решения. В данной статье рассмотрим основные области применения ИИ в электронике и электротехнике и его влияние на развитие этих областей.

Одной из главных областей применения в электронике является разработка и производство электронных компонентов и устройств. ИИ позволяет оптимизировать процессы проектирования и разработки электроники, а также повысить качество и надежность продуктов. С помощью алгоритмов машинного обучения, он может анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, что помогает улучшить процессы проектирования, оптимизировать энергопотребление, улучшить теплоотвод и сделать устройства более компактными и перспективными.

ИИ также находит применение в разработке автоматизированных систем тестирования и контроля качества электронных устройств. С помощью машинного обучения может обнаруживать дефекты и неполадки на производственных линиях, классифицировать отклонения и принимать соответствующие меры для исправления проблем. Это позволяет повысить качество и надежность производимых продуктов, снизить затраты на партии с дефектами и улучшить общую эффективность производства.

Еще одной областью применения ИИ в электронике является разработка и управление умными системами и устройствами. Умный дом, умный офис, умные города – все они основаны на искусственном интеллекте и с его помощью устройства и системы могут автоматически адаптироваться к предпочтениям пользователя, оптимизировать использование энергии, управлять освещением,

отоплением, кондиционированием воздуха и другими функциями, повышая удобство, комфорт и безопасность.

Он также активно применяется в разработке автономных транспортных систем. Беспилотные автомобили и дроны, оснащенные ИИ, способны анализировать окружающую среду, распознавать объекты, принимать решения и управлять движением без участия человека. Это имеет большое значение для автомобильной и аэрокосмической промышленности, так как позволяет повысить безопасность и эффективность транспортных систем, уменьшить количество аварий и исключить определенные ошибки, связанные с человеческим фактором.

Также он используется для прогнозирования и оптимизации энергопотребления в электротехнике. С развитием возобновляемых источников энергии и растущей важности энергоэффективности, ИИ позволяет создавать системы управления энергопотреблением, которые предсказывают и оптимизируют использование электроэнергии в реальном времени. Это помогает снизить затраты на энергию, повысить эффективность систем электроснабжения и сократить негативное воздействие на окружающую среду.

ИИ также находит применение в разработке интеллектуальных систем управления. Во многих отраслях промышленности, энергетике и транспорте используются сложные автоматизированные системы, которые требуют автономности и способности адаптироваться к изменениям. В этом ИИ приходит на помощь, обеспечивая разработку и создание интеллектуальных систем управления, способных принимать автономные решения, анализировать данные и оптимизировать производственные процессы.

Кроме того, ИИ находит применение в области обработки сигналов. Распознавание речи, обработка изображений и видео – все это области, где ИИ позволяет создать уникальные и эффективные алгоритмы. Например, в распознавании речи ИИ может преобразовывать звуковые данные в текст, позволяя создавать системы диктовки и голосовых помощников. В обработке изображений и видео ИИ может автоматизировать процессы обнаружения объектов, классификации изображений, анализа визуальной информации и создания фильтров для улучшения качества изображений.

Помимо всего перечисленного он также применяется в медицине для разработки диагностических и прогностических моделей, обработки и анализа медицинских изображений, создания систем поддержки принятия решений и многое другое. В финансовой сфере ИИ позволяет анализировать огромные объемы данных, прогнозировать тренды и риски, оптимизировать инвестиционные стратегии, а также предлагать клиентам персонализированные финансовые услуги.

ИИ также находит применение в автоматизации производственных процессов, управлении логистикой и транспортом, создании робототехники, разработке автономных систем и многое другое. В целом, ИИ имеет огромный потенциал для оптимизации и улучшения различных областей деятельности человека.

В заключение, применение искусственного интеллекта в электронике и электротехнике имеет огромный потенциал для оптимизации и улучшения различных систем и процессов. Развитие ИИ продолжает идти вперед, и мы можем ожидать еще большего влияния ИИ на электронику и электротехнику в будущем.

Список литературы

1. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта : учеб, пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. — М. : БИНОМ. Лаборатории знаний, 2014. - 127 с.

2. Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2001. — 290 с.

3. Хоггер, К. Введение в логическое программирование / К. Хоггер. — М.: Мир, 1988. - 348 с..

4. Шкодырев, В. П. Нейроинформатика и нейротехнологии : в 2 ч. Ч. 2. Самоорганизация и самообучение в нейронных сетях : учеб, пособие / В. П. Шкодырев. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001. — 92 с.

5. Норвиг, П. Искусственный интеллект: современный подход / П. Норвиг, С. Рассел. — М.: Вильямс, 2006. — 1408 с.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

GOTOVTSEV DANIIL
student of the EP-23-1 group
Lipetsk State Technical University

FORMENOV PAVEL
student of group t9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

KONDRATIEV SERGEY
student of the MEP-23-1 group
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article is devoted to the application of artificial intelligence in electronics, electrical engineering, and other areas of production and human life

Keywords: efficiency, electronics, AI, artificial intelligence.

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент группы ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ФОРМЕНОВ ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ
студент гр. т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

САЗОНОВ ИВАН АНДРЕЕВИЧ
студент гр.ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

САЛЬКОВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. Т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в этой статье я расскажу о перспективах развития новых материалов для электроники, наиболее интересные разработки среди них.

Ключевые слова: электроника, материал, направление, анализ, разработка.

В современном мире электроника стала неотъемлемой частью нашей жизни. Мы используем электронные устройства повсюду - от мобильных телефонов и компьютеров до автомобилей и бытовых приборов. Однако, чтобы эти устройства работали эффективно, необходимы новые материалы, которые обладают улучшенными свойствами и функциональностью.

Разработка новых материалов для электроники является сложным и многогранным процессом. Она требует глубоких знаний в области физики, химии и материаловедения. Однако, благодаря новым технологиям и научным открытиям, исследователи постоянно находят новые материалы, которые могут быть использованы в электронных устройствах.

Одной из основных задач при разработке новых материалов для электроники является повышение электропроводности. Современные устройства нуждаются в материалах, которые обладают высокой электропроводностью, чтобы обеспечить эффективную передачу энергии и проводимость внутри устройства. Кроме того, материалы должны быть стабильными в долгосрочной эксплуатации и обладать необходимыми физико-химическими свойствами.

Одним из современных трендов в разработке материалов для электроники является использование 2D материалов, таких как графен и транзисторы на основе нанотрубок. Графен обладает уникальными свойствами, такими как высокая электропроводность и прозрачность, а также высокая механическая прочность. Эти свойства делают графен потенциально применимым в различных областях электроники, включая гибкие дисплеи, солнечные батареи и сенсорные технологии.

Также перспективным направлением в разработке новых материалов для электроники является использование нанотехнологий. Наноматериалы обладают уникальными свойствами, которые не могут быть достигнуты с помощью традиционных материалов. Например, графен - один из наиболее известных наноматериалов, обладает высокой электропроводностью, механической прочностью и гибкостью. Это делает его идеальным материалом для создания тонких и гибких электронных устройств.

Еще одним перспективным направлением в разработке новых материалов для электроники является использование органических полупроводников. Органические полупроводники - это материалы, состоящие из органических молекул, которые обладают полупроводящими свойствами. Эти материалы могут быть использованы для создания органических светодиодов (OLED), солнечных батарей и других устройств. Они обладают высокой эффективностью и низкой стоимостью производства, что делает их очень привлекательными для промышленности.

Кроме того, разработка новых материалов для электроники также включает исследование и анализ свойств существующих материалов. Например, исследователи постоянно работают над улучшением свойств силикона - одного из основных материалов, используемых в электронике. Они стремятся увеличить его электропроводность, улучшить его механическую прочность и устойчивость к окружающей среде.

Анализ новых материалов для электроники включает в себя не только их физические и химические свойства, но и их электрические и магнитные характеристики. Исследователи используют различные методы анализа, такие как спектроскопия, микроскопия и рентгеновская дифракция, чтобы изучить структуру и свойства материалов на микро- и наноуровне.

Основными задачами анализа новых материалов являются:

Определение физических и химических свойств материала: в рамках анализа новых материалов проводятся различные эксперименты и тесты для исследования и измерения таких характеристик, как прочность, термическая стабильность, магнитные свойства, электропроводность и другие.

Определение структуры материала: анализ новых материалов включает изучение и оценку структуры материалов на микро- и макроуровне. Это может включать использование методов, таких как электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, спектроскопия и др.

Оценка потенциальных применений: на основе результатов анализа новых материалов определяются их потенциальные применения и возможности использования в различных сферах. Например, материалы, обладающие высокой прочностью и легкостью, могут быть применены в авиационной и автомобильной промышленности.

Идентификация новых свойств и особенностей материалов: анализ новых материалов может помочь обнаружить новые свойства и особенности материалов, которые могут привести к разработке новых технологий и новых продуктов. Например, открытие материалов с высокой проводимостью может привести к созданию более эффективных и мощных электронных устройств.

Разработка и анализ новых материалов для электроники имеет огромное значение для развития современных технологий. Она позволяет создавать более эффективные и функциональные электронные устройства, которые могут быть использованы в различных областях нашей жизни. Благодаря постоянному развитию исследований в этой области, мы можем ожидать появления новых материалов, которые изменят нашу жизнь еще больше.

Список литературы

1. Александров С. Технология полупроводниковых материалов/ Алек-сандров С.Е., Греков Ф.Ф., Лань, 2012. – 240с.
2. Балышева О.Л. Материалы для акустоэлектронных устройств/ Учебное пособие. - СПб. ГУАП, 2005. – 50 с.
3. Баранский П. Полупроводниковая электроника. Свойства материалов. Справочник/ Баранский П.И., Клочков В.П., Потыкевич И.В., Киев, Наукова думка, 1975. – 704 с.
4. Брусенцов Ю. Материалы электронной техники/ Брусенцов Ю.А., Пручкин В.А., Филатов И.С., Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 44 с.
5. Воробьева А.И., Уткина Е.А. Материалы электронной техники/ Воробьева А.И., Уткина Е.А., Учебное пособие. – Минск: БГУИР, 2007. – 226 с.

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF NEW MATERIALS FOR ELECTRONIC DEVICES

GOTOVTSEV DANIIL
student gr EP-23-1
Lipetsk State Technical University

FOMINOV PAVEL
student gr. T9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

SAZONOV IVAN
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

SALKOV MIKHAIL
student gr. T9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

Abstract: in this article I will talk about the prospects of new materials for electronics, the most interesting developments among them.
Keywords: electronics, material, direction, analysis, development.

ТЕКУЩИЕ СОСТОЯНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ТЕРНОВСКИХ ГЛЕБ АНДРЕЕВИЧ
Студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье описано текущие состояние разработок экзоскелета и его необходимость в медицине при реабилитации пострадавших при повреждении позвоночника и других травмах, связанных с повреждением опорно-двигательного аппарата человека.
Ключевые слова: экзоскелет, Роботизированная реабилитация, Походка, Контроль, инсульт, позвоночник.

В данной работе мы рассмотрим современное состояние робототехнических экзоскелетов нижних конечностей, предназначенных для реабилитации и/или функциональной компенсации. Бывшие скелетоны, разработанные для военных целей, выходят за рамки данной работы и здесь рассматриваться не будут. Для получения дополнительной информации.

Ранее реабилитационные экзоскелеты не были амбулаторными устройствами. Эти системы основаны на протезе для ходьбы и системе поддержки веса тела в сочетании с беговой дорожкой. Используя заранее определенные схемы движений, они обычно не допускают изменений в походке. Иногда эти платформы также используют среду виртуальной реальности, которая может как мотивировать пациента, так и побуждать его активно выполнять движения. Одним из наиболее используемых и изученных устройств в этой категории является, см.

рис. 1. Разработанная швейцарской компанией Hocoma, первая версия представляла собой устройство с ограниченным контролем положения, но последние разработки демонстрируют более гибкие стратегии (Colombo, G., Joerg, M., Dietz, & V., 2000). Несмотря на то, что виртуальные среды использовались как средство повышения вовлеченности и мотивации пользователей, выполнение походки в реальной среде может оказаться наиболее сложной ситуацией для пациентов. Для получения обзора, включающего тренажеры на беговой дорожке.

Также следует отметить, что FES (функциональная электрическая стимуляция) использовалась во многих исследованиях для восстановления подвижности у пациентов, особенно страдающих поражениями спинного мозга. Что касается недавнего прогресса FES в восстановлении походки, то

Рисунок 1 – Разработанный компанией Hocoma, Lokomat основан на походочном ортезе и системе поддержки веса тела в сочетании с беговой дорожкой и системой виртуальной реальности

Гибридная вспомогательная конечность (HAL) – это носимый робот, предназначенный для различных применений, включая реабилитацию, поддержку при тяжелых родах, спасательную поддержку, а также развлечения. Он выпускается в нескольких вариантах: для всего тела, нижней части тела и для одной ноги (Kawamoto, H., Sankai, & H., 2002). Версия HALO для одной ноги была разработана для поддержки ходьбы людей с гемиплегией. Новая версия этого устройства, HALO 5 (full body), предназначена для пользователей с параличом нижних конечностей (Tsukahara et al., 2009).

HAL разработан Университетом Цукуба и Cyberdyne, оба в Японии. Исследование этого экзоскелета было проведено доктором Санкаи, профессором Университета Цукуба. Cyberdyne не продает HAL, вместо этого она сдает его в аренду больницам и медицинским учреждениям, только в Японии. В феврале 2013 года HAL получил глобальный сертификат безопасности, став первым экзоскелетом, достигшим этой цели представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Гибридная модель вспомогательной конечности для всего тела, разработанная профессором Санкаем из Университета Цукуба, Япония. Экзоскелет получил глобальный сертификат безопасности в феврале 2013 года и сдается в аренду больницам и медицинским учреждениям Японии

Модель устройства с нижней частью корпуса весит около 15 кг, а модель с полным корпусом - около 23 кг. Он работает на батарейках и имеет автономность примерно в два с половиной часа. Приводы тазобедренных и коленных суставов основаны на серводвигателях постоянного тока и гармонических приводных механизмах, в то время как голеностопный сустав управляется пассивно (Kawamoto et al., 2002). У HAL есть блок управления, который пользователь носит в рюкзаке. Это устройство работает под управлением операционной системы Linux и

подключается к компьютеру удаленного мониторинга по беспроводной локальной сети (Lee, S., Sankai, & Y., 2002). На рисунке 1.3 изображена полная модель экзоскелета профессора Санкаи.

Механизмы приведения в действие HAL основаны на сигналах поверхностной электромиографии (sEMG). С помощью поверхностного электрода, прикрепленного к коже, система может определять движения пользователя. Управление экзоскелетом осуществляется путем мониторинга электромиографии и модели походки, разработанной пользователем.

Гибридная система, которую они называют “кибернетической системой добровольного управления” (Kawamoto, H., Sankai, & Y., 2005). Недостатком этой системы управления является то, что она требует процесса адаптации и подстраивания под конкретного пользователя, который может занять до двух месяцев в зависимости от каждого человека (Guizzo, E., Goldstein, & H., 2005), что делает ее непрактичной в условиях реабилитации.

HAL использовался для проведения клинических испытаний в различных больницах Японии (Suzuki et al., 2005), (Kawamoto et al., 2009). Одно исследование, проведенное Маэсимой и соавт. (Maeshima et al., 2011), в котором приняли участие 16 пациентов, перенесших инсульт, с тяжелой гемиплегией. Четырем пациентам потребовалась помощь в походке, а 12 нуждались в наблюдении во время ходьбы. Они сравнили длину шага, скорость ходьбы и индекс физиологических затрат при ношении двустороннего костюма HAL и ортеза колено-лодыжка-стопа. Результаты показали, что костюм HAL увеличил длину шага и скорость ходьбы только у 4 из 16 пациентов. Индекс физиологических затрат увеличился у двенадцати пациентов после тренировки походки, но снятие костюма привело к снижению значений индекса физиологических затрат до эквивалентных уровней до использования HAL.

Как пришли к выводу авторы в своем исследовании, HAL полезен не всем пациентам с гемиплегией, хотя он может увеличить скорость ходьбы и повлиять на способность к ходьбе. Костюм HAL использует сигналы электромиографии для обеспечения силовой поддержки, что может затруднить пациентам с тяжелой формой гемиплегии выполнение упражнений с использованием собственных мышц. Это может привести к нестабильности, что приведет к уменьшению длины шага и скорости ходьбы.

Список литературы

1) Аояги, Д., Ичиносе, У.Э., Харкема, С.Дж., Дж.Э. (2007). Робот и алгоритм управления, которые могут синхронно помогать в естественном движении во время тренировки походки с опорой на вес тела после неврологической травмы. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 15 (3), 387-400.

2) Банала, С.К., Ким, С.Х., Агравал, С.К., ... Дж.П. (2009). Тренировка походки с помощью робота с активным экзоскелетом для ног (alex). Труды IEEE по нейронным системам и инженерии реабилитации, 17 (1), 2-8.

3) Боуг, Р. (2009). Экзоскелеты и роботизированное протезирование: обзор последних разработок. Промышленный робот: Международный журнал, 36 (5), 421-427.

4) Коломбо Г., Йорг М., Дитц и В. (2000). Ортез для управляемой походки для тренировки опорно-двигательного аппарата пациентов с параличом нижних конечностей. Инженерия в обществе медицины и биологии, 4, 3159-3163.

5) Коломбо Г., Йорг М., Шрайер Р.,В. (2000). Тренировка на беговой дорожке пациентов с параличом нижних конечностей с использованием роботизированного ортеза. Журнал исследований и разработок в области реабилитации, 37 (6), 693-700.

RESEARCH OF THE PROBLEMS OF THE PROCESS OF ROBOTIC REHABILITATION

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article describes the problems of developing an exoskeleton and its need in medicine for the rehabilitation of victims of spinal injury and other injuries associated with damage to the human musculoskeletal system.

Keywords: exoskeleton, Robotic rehabilitation, Gait, Control, stroke, spine.

АНАЛИЗ ВАЛКОВЫХ СИСТЕМ СТАНОВ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКИ

ДЖЕЛОМАНОВ МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ
студент гр. М-ОД-22
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

САМСОНОВ СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ
студент гр. М-ОД-22
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

МАЗУР ИГОРЬ ПЕТРОВИЧ
Научный руководитель, профессор, заведующий кафедрой обработки металлов давлением
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье освещены валковые системы, применяемые в металлургическом производстве. Перечислены основные системы валков, их достоинства и недостатки, а также отличительные уникальные конструкционные особенности.

Ключевые слова: прокатный валок, клеть, прокатный стан, листовая прокатка

Современное прокатное производство листового металла предусматривает прокатку с использованием валковых систем, которые могут варьироваться от двухвалковых до многовалковых, в зависимости от требуемых для потребителя типоразмера и свойств конечной продукции. На рисунке 1 представлены наиболее популярные валковые системы, использующиеся в прокатном производстве.

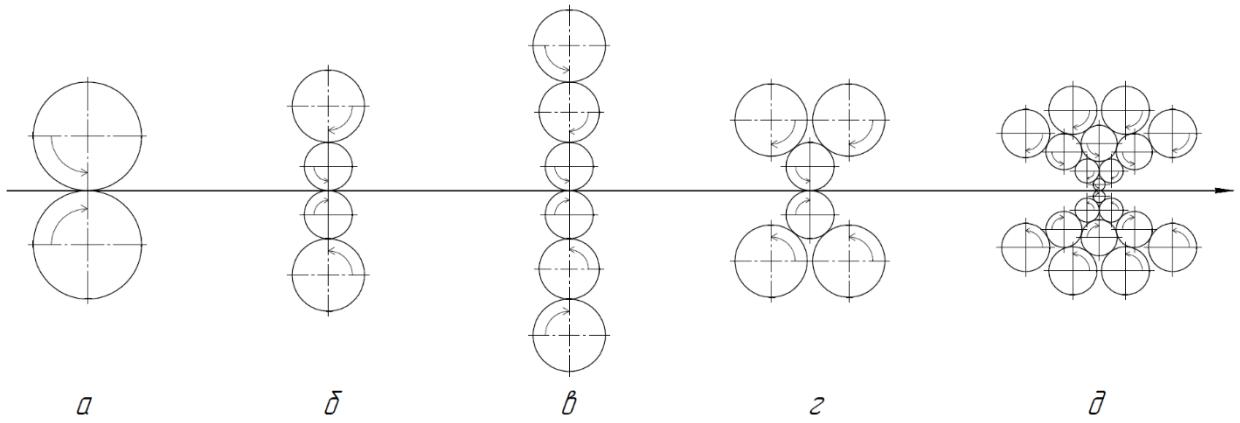


Рисунок 1 – Валковые системы для производства листового проката, используемые в прокатном производстве черной металлургии: а – двухвалковая; б – четырехвалковая; в – шестивалковая (вариант 1); г – шестивалковая (вариант 2); д – двадцативалковая

Самой простой конструкционно и в обслуживании является двухвалковая система. Два валка (оба приводные) обеспечивают достаточные обжатия для большинства видов продукции. Основным минусом данной системы является высокий прогиб валков, что неблагоприятно отражается на поперечном сечении и плоскостности полосы. Также данная система не подходит для прокатки тонких полос – жесткость валковой системы не позволит за счет упругой деформации и прогиба получить полосу тоньше 2 мм. Клети с данным типом системы применяются там, где не требуются высокие показатели точности, но требуется максимальная деформация, например, на слябингах или в качестве первых клетей ШСГП. Наличие вышеописанных минусов оказывают негативное воздействие на получаемую продукцию, поэтому следующий вид систем вытеснил двухвалковые, в виду высокой рентабельности.

Четырехвалковые системы («кварто») получили наибольшее распространение среди остальных валковых систем. Их устанавливают на станах холодной и горячей прокатки, применяют как для грубой деформации с обжатием 50-60 мм, так и для получения качественной тонкой полосы с высокими показателями плоскостности. В клетях с системами данного типа рабочие валки являются приводными, а опорные – холостыми и вращаются за счет сил трения. Опорные валки служат для уменьшения прогиба, увеличения жесткости рабочих валков и снижения нагрузки на подшипники. Внедрение опорных валков избавило кон-

струкцию от минусов двухвалковых клетей, а совместно с применением различных систем, например, противоизгиба или осевой сдвижки, а также с применением специальных профилировок рабочего и опорного валков позволяют получить продукцию высокого качества, что делает данную систему самой популярной.

Шестивалковые системы – это следующая стадия развития по увеличению валков и как следствие увеличению жесткости клети. В таких системах два рабочих и четыре опорных валка. Ввиду высокой жесткости рабочей клети служат для холодной прокатки тонких полос и узких лент в рулонах. Практика показала, что преимущества этих клетей по сравнению с клетями «кварто» невелика, а конструкция сложнее, поэтому большого применения они не нашли (применяются главным образом при прокатке узкой стальной и медной ленты).

Двадцативалковая система уникальна за счет большого количества валков – восьми первых промежуточных, шести вторых промежуточных, четырех промежуточных приводных и двух рабочих. Ее главная специализация – получение сверхтонких холоднокатаных полос, толщиной 0,15-0,08 мм. Основными недостатками является сложность конструкции, низкая производительность, а также проблемы плоскостности. Несмотря на имеющиеся минусы, в виду специфики и узкой направленности прокатки, не теряют свою актуальность и на данный момент незаменимы при производстве тонких и сверхтонких полос.

Помимо вышеперечисленных существуют трехвалковые и двенадцативалковые системы, однако есть и более специфичный и уникальный вид – планетарная система. В такой системе используется один опорный валок, по периметру которого расположены рабочие валки. На рисунке 2 представлена схема планетарной системы.

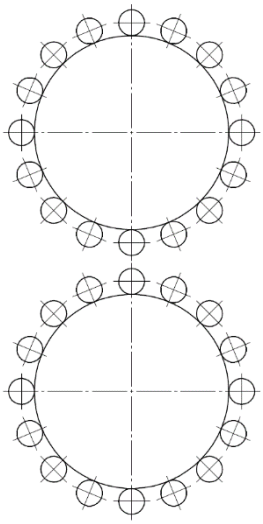


Рисунок 2 – Планетарная система

Помимо уникальности конструкции, главным плюсом является возможность в данной клети получить обжатие в 92-95% за один проход. Вышеперечисленные системы имеют ограничения обжимной способности, например, четырехвалковые клети позволяют получить относительное обжатие не более 40%.

Планетарная система чаще всего представляет собой одну планетарную клеть, которая позволяет в случае с другими клетями значительно сократить занимаемое пространство с сохранением производительности.

Однако есть весомые недостатки, из-за которых на данный момент такие клети не применяются, а именно:

1. сложность конструкции;
2. проблемы профиля полосы.

Сложность конструкции является «камнем преткновения», так как созданные экземпляры малоэффективны для широкого сортамента и имеют множество минусов ввиду слабого развития процесса прокатки на планетарных системах.

На данный момент листопрокатное производство использует четырехвалковые системы, обеспечивающие все необходимые условия для производства высококачественных стальных полос. В то же время, другие виды не менее востребованы, например, шестивалковые или двадцативалковые системы ввиду их конкретных преимуществ при производстве определенных типоразмеров. Некоторые виды оказались устаревшими или просто не имеют преимуществ перед современными аналогами. Есть и совсем уникальные виды (планетарные системы), которые не используются из-за наличия ряда не решенных проблем, но имеют высокий потенциал.

Список литературы

1. Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов / А.А. Королев. – М.: 1985 г. – 376 с.

2. Королев А.А. Прокатные станы и оборудование прокатных цехов. Учебное пособие для вузов / А.А. Королев – Издание 2 –М.: Металлургия, 1981 г. – 207 с.

3. Зайцев В.С., Третьяков В.А. Проектирование параметров и режимов работы оборудования листопрокатных цехов / В.С. Зайцев – Липецк: ЛГТУ, 2009 г. – 660 с.

4. Lorn D. Newton, B.Sc. Eng. The planetary rolling mill [Text]: Submitted to the School of Graduate Studies in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree. McMaster University. – Hamilton, Ontario, 1970. – 78 pages.

ANALYSIS OF ROLL SYSTEMS OF METAL SHEET ROLLING MILLS

DZHELOMANOV MIKHAIL
student gr. M-OD-22
Lipetsk State Technical University

SAMSONOV SERGEY
student gr. M-OD-22
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article highlights the roll systems used in metallurgical production. The main roll systems are listed, their advantages and disadvantages, as well as distinctive unique design features.
Key words: roll, stand, rolling mill, metal sheet rolling.

РОДИТЕЛЬСКИЙ ТРУД КАК СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН: РЕГИОНАЛЬНЫЙ СРЕЗ

ДУБЛАВСКАЯ ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА
студент гр. СЦ-21
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: проведен теоретико-практический анализ проблемы отношения людей в возрасте от 18 лет города Липецка к родительскому труду. Разработана методика «Родительский труд как социокультурный феномен». Данная методика была апробирована на совершеннолетнем населении города Липецка. Были выявлены некоторые тенденции отношения к такому понятию, как родительский труд.
Ключевые слова: родительский труд, человеческий капитал, дети.

Институт семьи всегда имел огромное значение в жизни общества, будь то 15 лет назад, или в 15 веке, но мир вокруг нас меняется, постоянно совершенствуется. Каждый день происходят какие-то изменения, новые ценности, новые тенденции. Изменилось, как и само воспитание, так и способ, и модели выстраивания отношений родитель-ребенок. Если раньше забота о детях была исключительно материнской обязанностью, то сейчас они разделяются между супругами, а также другими субъектами внешней среды, если раньше это считалось просто данностью, то сейчас родительский труд является трудовой деятельностью. Поэтому было бы очень интересно изучить и рассмотреть мнения людей о таком феномене, как родительский труд.

Цель работы: изучить отношение людей в возрасте от 18 лет в регионе на примере города Липецк к родительскому труду, как социокультурному феномену.

Для достижения поставленной цели были поставлены такие задачи, как: разработка методики; выявление влияния внешних факторов (родительский труд своих родителей, дошкольные учреждения, другие родственники) на собственное отношение к родительскому труду; исследование моделей, функций, методов и видов родительского труда.

М. М. Пшеничникова определяет родительский труд как «особый вид трудовой деятельности по рождению, уходу, воспитанию, обучению и развитию детей, их социализации и дальнейшей профессионализации, выполняемой родителями, родственниками и специалистами сферы социальной репродукции на всех

стадиях воспроизводства человеческого капитала – от перинатальной до инкорпоративной».

Объект родительского труда – личность, ребенок. Предмет родительского труда – человеческий капитал, который также является и его результатом.

Субъект родительского труда зависит от его стадии: на личностной – родители, на групповой – все члены семьи, на общественной – социальные институты.

Также следует обратить внимание на стадии родительского труда. Социологи выделяют из них следующие 7: перинатальную, младенческую, дошкольную, раннюю школьную, школьную подростковую, стадию профессиональной подготовки, инкорпоративную стадию, в зависимости от самой стадии реализации родительского труда, роль одних функций увеличивается, а других – уменьшается.

Сейчас родительский труд также имеет полное право называться трудовой деятельностью, так как соответствует следующим ее признакам:

1. он связан с созиданием благ, в частности с материальных и духовных;

2. он имеет своей целью формирование высокоценного человеческого капитала (с одной стороны – формирование общего человеческого капитала, с другой – достижение определенных статусов детьми и родителями);

3. родительский труд легитимен;

4. это энергозатратный процесс. Его исполнители затрачивают определенное количество физической, нервной и интеллектуальной энергии;

5. относится к общественно полезной деятельности.

Также была разработана программа исследования.

Гипотеза: по мнению большинства опрошенных родительский труд является особым видом экономической деятельности и поэтому должен материально стимулироваться государством.

Метод исследования: опрос. Респондентам предлагалось заполнить анкету, состоящую из 33 вопросов полузакрытого вида. В опросе приняло участие 217 человек.

Цель анкеты: выявить отношение населения города Липецка в возрасте от 18 лет к родительскому труду, как социокультурному феномену.

Форма организации материала: материал предоставлялся респондентам в виде Google формы, выборка стихийная.

Для большинства опрошенных родительский труд является полной ответственностью за жизнь ребенка, включая его образование и досуг – его выбрали 83,9% респондентов. Были затронуты «временные рамки» родительского труда, до какого момента уместно заботить о ребенке, в соответствии с тем, что подразумевали под родительским трудом респонденты, отвечая на вопрос выше. Так 47,9% респондентов считают, что родители должны «трудиться на благо ребенка» до его совершеннолетия, 30,4% - всю жизнь ребенка и 21,7% до его вступления в брак.

По результатам исследования 73,7% опрошенных считают родительский труд трудовой деятельностью, 26,3% - соответственно не считают (см. рис. 1).

На вопрос «должен ли родительский труд оплачиваться государством» 65% ответили положительно и 35% отрицательно. Что касается размера оплаты родительского труда – большинство опрошенных отметили сумму 30 тысяч рублей (11,5%), на втором месте по большинству ответов сумма 50 тысяч рублей (9,7%) и на третьем – 20 тысяч рублей (9,2%). Остальные ответы разбросаны в диапазоне от 4,5 тысячи рублей до 100 тысяч рублей. Также были упомянуты такие варианты ответы, как размер МРОТа и прожиточного минимума в соответствующем регионе (по 0,9%).

Таким образом, гипотеза нашего исследования подтвердилась: большинство опрошенных считают, что родительский труд является трудовой деятельностью и должен оплачиваться государством, по мнению большинства, эта сумма должна быть не менее 30 000 рублей.

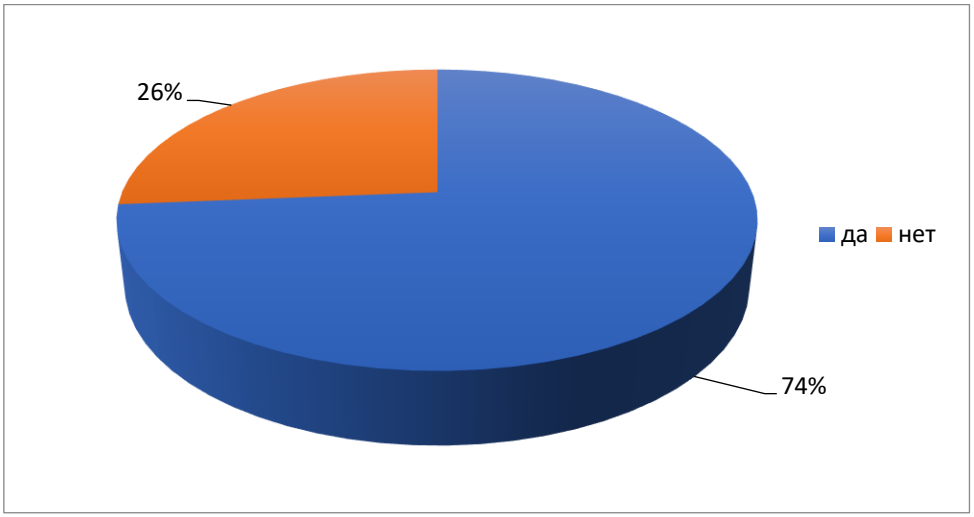


Рисунок 1 – является ли родительский труд трудовой деятельностью

Самым популярным видом воспитания является воспитание, основанное на взаимном уважении и доверии родителей и детей. Также респондентам предлагалось оценить родительский труд своих родителей, 72,8% опрошенных довольны своим воспитанием, 16,6% затруднились с ответом, 10,6% не довольны. На вопрос о помощи в уходе за ребенком респонденты ответили следующим образом: большинство (65,4%) считают уместной помощь других родственников, 55,8% отметили помощь государственных учреждений (детские сады и т.д.), 43,3% одобряют помощь старших детей, 29,5% сказали о няне и меньшая часть опрошенных (28,1%) считают, что это только родительская обязанность. Заключительным вопросом для респондентов был о том, хотели ли респонденты, чтобы их родительский труд стал примером и образцом для собственных детей. 88% опрошенных ответили положительно, 9,7% затруднились с ответом и 2,3% высказались отрицательно.

Такой феномен, как родительский труд действительно терпит значительные изменения, сложность его изучения заключается в том, что эти изменения

определяют сами люди, и уследить за ними непросто. Родительский труд признается экономическим видом деятельности и должен гарантироваться государством, большинством опрошенных была определена сумма в 30 000 рублей.

По результатам исследования мы можем сказать, что тенденция изменений отношений людей к родительскому труду содержит потенциал для дальнейшего исследования. На наш взгляд перспективными аспектами в исследовании данной проблемы могут быть: особенности родительского труда у различных национальностей.

Таким образом, родительский труд является одним из самых важных и значимых видов труда, который необходим для формирования здоровой и счастливой личности. Он требует большой ответственности, терпения, любви и заботы со стороны родителей.

Список литературы

1. Пшеничникова, М. М. Родительский труд: содержание и особенности реализации в малых городах Уральского региона : дисс. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Пшеничникова Маргарита Михайловна. – Екатеринбург, 2012. – С. 19.

2. Илышев, А.М.Стратегия включения репродуктивного труда в экономику России: монография / А.М. Илышев, И.В. Лаврентьева. – М. : ИД «Финансы и кредит», 2005. – 70 с.

3. Илышев, А. М. Введение в репродуктивистику. Становление науки о воспроизводстве человека / А. М. Илышев, А. П. Багирова. – Москва : Финансы и статистика, 2010. – С. 100-117.

4. Быкова, Д. Г. Развитие пенсионной системы РФ на основе учета результатов родительского труда: дисс. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Быкова Дарья Георгиевна. – Екатеринбург, 2016 г. – 149 с.

5. Багирова, А. П. Мотивация родительского труда и регулирование установок на родительство населения Уральского региона : монография / А. П. Багрова [и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 271 с.

6. Синица, А. Л. Труд по уходу за детьми дошкольного возраста: сочетание домашней и общественной форм : автореф. дисс. ... канд. экон. наук : 08.00.05. / Синица Арсений Леонидович. – Москва, 2011. – С. 20.

PARENTAL WORK AS A SOCIO-CULTURAL PHENOMENON: REGIONAL SECTION

DUBLAVSKAYA DARYA SERGEEVNA
student gr. SC-21
Lipetsk State Technical University

Abstract: A theoretical and practical analysis of the problem of the attitude of

people over the age of 18 in the city of Lipetsk to parental work has been carried out. The methodology "Parental work as a sociocultural phenomenon" has been developed. This technique was tested on the adult population of the city of Lipetsk. Some trends in attitudes towards such a concept as parental labor were identified.
Keywords: parental labor, human capital, children.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА ФАКТОРОВ ПОЯВЛЕНИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА

ЗУБКОВА НАДЕЖДА СЕРГЕЕВНА
студент гр. ПМ-19-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье приведены результаты исследования факторного анализа характеристик пациентов, связанных с появлением сахарного диабета.
Ключевые слова: факторный анализ, метод главных компонент.

С каждым годом количество людей, страдающих сахарным диабетом, увеличивается. Сахарный диабет – это метаболическое заболевание, характеризующееся хронической гипергликемией (повышенным содержанием глюкозы в крови), развивающейся в результате нарушения механизмов взаимодействия инсулина с клетками тканей или его секреции. В основе механизма развития данного заболевания лежит инсулинорезистентность. При наличии этого отклонения клетки тканей организма перестают реагировать на инсулин, таким образом, биологический ответ снижается. Инсулинорезистентность приводит к тому, что мышечная и жировая ткань полностью утрачивают способность поглощать глюкозу и синтезировать гликоген в печени. Это приводит к осложнениям в виде болезней сердца, потере зрения, ампутации конечностей и заболеваниям почек.

Считается, что генетическая предрасположенность является основной причиной развития сахарного диабета. В число факторов риска данного заболевания также входят и избыточный вес, абдоминальная форма ожирения, малоподвижный образ жизни, неправильное питание, содержащее большое количество жиров и углеводов. Ранее считалось, что основная группа риска - пациенты старше 40 лет, имеющие сразу комплекс причин, но, к сожалению, все чаще болезнь начала проявляться у молодых людей с нормальной массой тела. По данным исследования лаборатории «Invitro», в России число больных сахарным диабетом приближается к 9 миллионам. Ранняя диагностика позволит вовремя начать лечение и сократить негативное влияние внешних факторов.

Одним из самых эффективных инструментов выявления заболевания на ранней стадии являются прогностические модели. На основе полной характеристики текущего состояния пациента можно определить риск возникновения рас-

сматриваемого заболевания. Для построения моделей необходимо проанализировать входные параметры, выявить взаимосвязи и определить значимые факторы.

Исходные данные представляют собой набор характеристик, которые потенциально могут быть связаны с диагностированием сахарного диабета. Размер выборки: 253680 строк и 22 столбца. Достаточно большое количество переменных говорит о том, что для дальнейшего анализа необходимо выявить взаимозависимые переменные и преобразовать входные данные в несколько значимых факторов.

После удаления из фрейма данных признака наличия у пациента диабета, так как он является целевым прогнозируемым параметром, для увеличения точности будущей модели производится нормировка. Первый этап анализа - поиск взаимосвязей между случайным набором факторов. Применяя метод главных компонент, инициализируем и обучаем модель с тремя факторами.

	factor 0	factor 1	factor 2
GenHlth	-0.734968		
PhysHlth	-0.629347		0.382027
DiffWalk	-0.623351		
Income	0.549462		
Education	0.433767		0.377492
HighBP	-0.424675	0.360044	
PhysActivity	0.371571		
MentHlth	-0.367276		
HeartDiseaseorAttack	-0.344495		
BMI			
Stroke			
Smoker			
HvyAlcoholConsump			
Age		0.558903	
NoDocbcCost		-0.318410	
AnyHealthcare		0.313651	
HighChol	-0.301917	0.308400	
CholCheck		0.185712	
Veggies			0.227146
Fruits			0.195122
Sex			-0.097983

Рисунок 1 - Матрица факторных нагрузок для трех факторов

	factor 0	factor 1
GenHlth	-0.740312	
DiffWalk	-0.620151	-0.000148
PhysHlth	-0.593052	
Income	0.539234	0.195881
HighBP	-0.430033	0.350579
Education	0.412842	0.130506
PhysActivity	0.374019	
MentHlth	-0.362109	-0.269409
HeartDiseaseorAttack	-0.349662	
HighChol	-0.307361	0.304695
BMI	-0.267676	
Stroke	-0.260126	0.101230
Smoker	-0.236226	
Veggies	0.193868	0.091767
Fruits	0.150005	
HvyAlcoholConsump	0.042096	-0.026083
Age	-0.303977	0.554946
NoDocbcCost	-0.216193	-0.327893
AnyHealthcare		0.309398
CholCheck	-0.059901	0.185719
Sex		0.077518

Рисунок 2 - Матрица факторных нагрузок для двух факторов

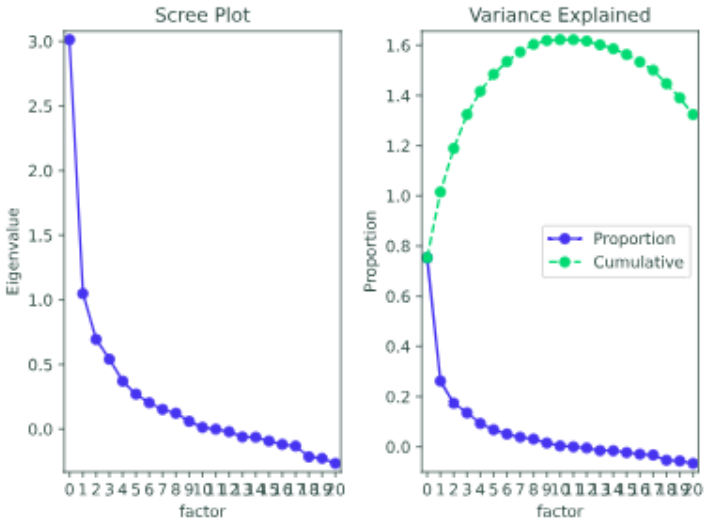


Рисунок 3 - Определение оптимального количества факторов с помощью метода локтя

На рисунке 1 представлена матрица факторных нагрузок, отражающая корреляцию между полученными факторами и переменными исходного массива данных. Значения, которые выходят за границы диапазона от 0.3 до -0.3, говорят том, что фактор в достаточной степени объясняет соответствующую переменную и может участвовать в дальнейшем моделировании вместо исходного параметра.

Выделенные желтым цветом строки в каждом столбце предположительно соответствуют одному фактору. Например, factor 2 может быть определен как «питание», но он является слишком слабым, так как все значения в рамках данного фактора не превышают 0,3. В свою очередь, factor 0 включает слишком

много переменных, что может значительно усложняет интерпретацию будущей модели. Следовательно, заданное количество факторов некорректно.

Метод локтя является одним из самых популярных методов определения оптимального значения факторов. Суть метода заключается в вычислении суммы квадратов расстояний между точками и определении среднего значения. Оптимальное значение в данном случае определяется с помощью точки перегиба – это место, где график резко уменьшается по оси x.

Используя метод локтя, визуализация которого для исходного массива представлена на рисунке 3, по точке перегиба можно однозначно определить, что первые два фактора наиболее значимы, на них приходится основная доля объясненной дисперсии.

Используя полученные выводы, построим новую модель по методу главных компонент. На рисунке 2 представлены результаты построения модели с двумя факторами. Рассматривая матрицу факторных нагрузок, можно увидеть, что теперь переменные достаточно равномерно распределены, в каждой категории находятся значимые переменные, которые позволяют интерпретировать полученные результаты. Таким образом, факторы, потенциально влияющие на появление сахарного диабета, можно разделить на две категории: параметры, связанные с уровнем жизни и с возрастными изменениями.

Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что факторный анализ методом главных компонент подходит для обработки медицинских данных. Так, в рамках данного исследования выявлены две категории значимых факторов, которые влияют на появление сахарного диабета: возрастные изменения и показатели качества жизни. Полученные результаты будут использоваться в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Фокс, Чарльз Диабет 2 типа у взрослых всех возрастов. – Москва: Арт-Бизнес-Центр, 2015. – 335 с.

2. Иберла, К. Факторный анализ / Пер. с нем. В. М. Ивановой; Предисл. А. М. Дуброва. – Москва: «Статистика», 1980. – 398

3. Соловьев, А.Л. Шабад М.А. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ / Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Политехника, 2007. – 175 с.

4. Официальная документация scikit-learn. – URL: https://scikitlearn.org/ (дата обр. 15.07.2023).

5. Хуттер Ф., Коттхофф Л., Ваншорен Х. Введение в автоматизированное машинное обучение. – М. : ДМК Пресс, 2023. – 256 с.

6. Кугаевских А. В., Муромцев Д. И., Кирсанова О. В. Классические методы машинного обучения. – Спб. : Университет ИТМО, 2022. – 48 с.

7. Зубкова Н. С. Сравнение моделей доменной плавки, построенных на основе CatBoost, XGBoost и LightGBM // Летняя школа молодых ученых ЛГТУ –

2022 : сборник трудов научно-практической конференции студентов Липецкого государственного технического университета, 23–27 августа. – 2022. – С. 27–30

APPLICATION OF THE METHOD OF PRINCIPAL COMPONENTS FOR THE ANALYSIS OF THE FACTORS OF THE APPEARANCE OF DIABETES MELLITUS

ZUBKOVA NADEZHDA
student gr. PM-19-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article reveals the results of research, the results of factor analysis, characteristic for the occurrence of diabetes mellitus.

Keywords: factor analysis, principal components method.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОФАЗНЫХ НЕУПРАВЛЯЕМЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ АКТИВНОЙ НАГРУЗКЕ

ЗУЕВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
студент гр. ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: статья посвящена сравнению характеристик неуправляемых выпрямителей. Описываются основные принципы работы и структура данных устройств, а также анализируются их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: неуправляемый выпрямитель, диод, однополупериодный выпрямитель, двухполупериодный выпрямитель.

Введение

Сейчас, современные отрасли электротехники – электропривод, электроснабжение, а также бытовую электронику невозможно представить без преобразовательной техники. В основном производство, преобразование и распределение электроэнергии происходит на переменном токе, однако, некоторая часть всей производимой энергии (30-35%) также используется и в виде постоянного тока.

Электротехническое устройство, преобразующее переменный ток в постоянный, называется выпрямителем. Сейчас, в энергетическом секторе, до сих пор

не теряют своей популярности однофазные неуправляемые схемы выпрямителей напряжения. Они являются очень важным элементом в системах преобразования электроэнергии и одной из ключевых задач при разработке таких систем, является выбор наиболее подходящей схемы и параметров неуправляемых выпрямителей напряжения, которые обеспечат высокую эффективность и минимальные потери энергии в работе.

Сравнение трёх однофазных схем выпрямителей будем производить в программе «Multisim», при одинаковых параметрах активной нагрузки и значений питающего напряжения полупроводниковых диодов.

Обозначения измерительных приборов и элементов на схеме:

- XSC1,2 – осциллографы;
- XMM1,2 – вольтметры;
- XMM3 – амперметр;
- R2 – активная нагрузка;
- R1 – токоограничивающий резистор;
- D – полупроводниковый диод;
- T2 – понижающий трансформатор;
- V1 – источник переменного напряжения.

Обозначения на осциллограммах:

- U_{mBX}– амплитудное напряжение вторичной обмотки трансформатора;
- "U"$_{mВЫХ}$ – амплитудное напряжение на нагрузке после выпрямления;
- "U"$_{СР}$ – постоянная составляющая выпрямленного напряжения.

Схема однополупериодного выпрямителя напряжения представлена на рисунке 1, осциллограммы с приборов представлены на рисунке 2

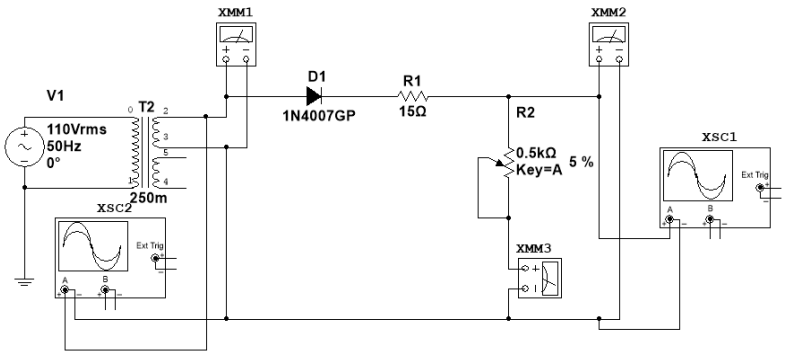


Рисунок 1 – Однофазная однополупериодная схема выпрямителя напряжения

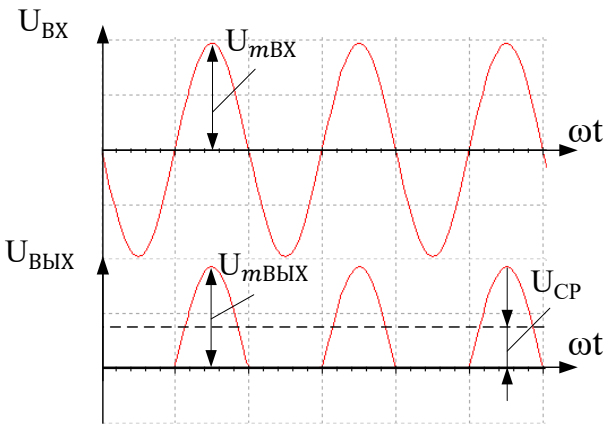


Рисунок 2 – Графики напряжений до и после выпрямления

Когда на вторичной обмотке трансформатора возрастает положительная полуволна синусоиды, диод D_1 открывается и проводит ток, при отрицательной полуволне синусоиды на вторичной обмотке – ток в цепи не протекает и к диоду D_1 прикладывается обратное напряжение, равное амплитуде напряжения вторичной обмотки (диод при этом закрыт).

Схема, двухполупериодного выпрямителя напряжения с нулевым выводом представлена на рисунке 3, осциллограммы с приборов представлены на рисунке 4

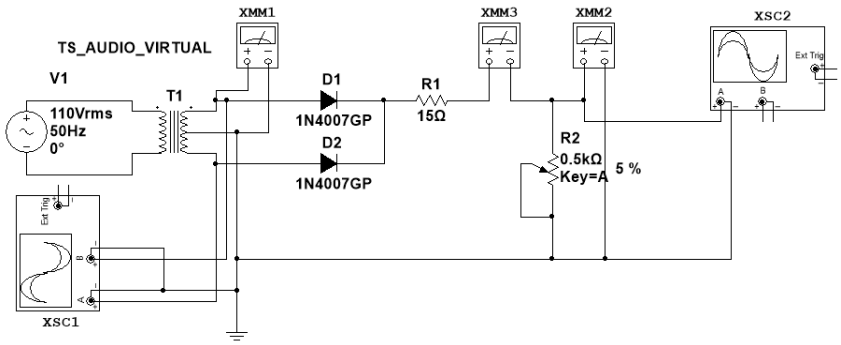


Рисунок 3 – Однофазная двухполупериодная схема выпрямителя напряжения

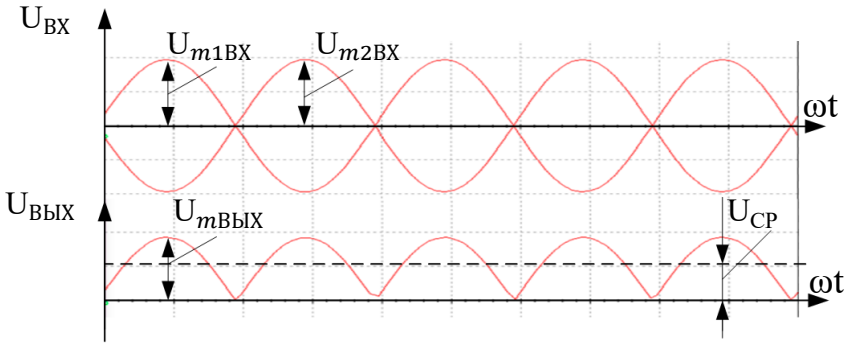


Рисунок 4 – Графики напряжений до и после выпрямления

На вторичной обмотке трансформатора имеется отвод от средней точки, относительно которого напряжение на диодах D_1 и D_2 лежит в противофазе. Когда напряжение на вторичной верхней обмотке положительно по отношению к средней точке, то напряжение на вторичной нижней обмотке отрицательно. При этом ток проходит через диод D_1, а диод D_2 заперт. Когда один из вентилей проводит ток, напряжение на нем приблизительно равно нулю (0,7-1,2В), следовательно, к запертому диоду через проводящий диод прикладывается двойное обратное напряжение, равное двум амплитудным значениям напряжения вторичной обмотки.

Мостовая схема, двухполупериодного выпрямителя представлена на рисунке 5, осциллограммы приборов представлены на рисунке 6

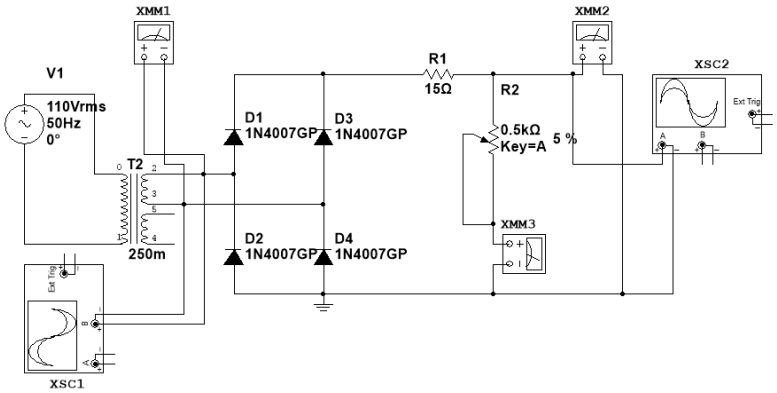


Рисунок 5 – Мостовая однофазная двухполупериодного схема выпрямителя

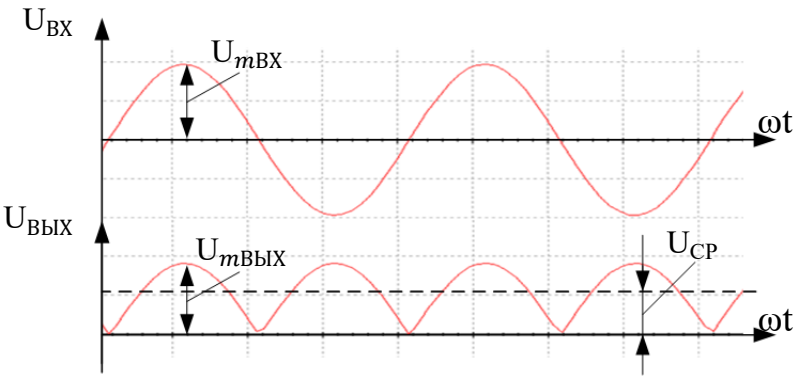


Рисунок 6 – Графики напряжений до и после выпрямления

В данной схеме используется 4 диода, два из них D_1 и D_3, представляют собой катодную группу и образуют общий «+». Диоды D_2 и D_4 соединены в анодную группу и образуют общий «-». В катодной группе в любой момент времени открыт тот вентиль, у которого максимальный потенциал анода. В анодной группе в любой момент времени открыт тот у которого минимален потенциал катода. Обратное напряжение на закрытом диоде равняется амплитудному напряжению вторичной обмотки трансформатора

Получившиеся параметры сравнения трёх схем сведены в таблице 1

Таблица 1 – Сравнительные характеристики трёх схем выпрямителей

Полученные данные	$U_{mВХ}$ Амплитуда вторичной обмотки	$U_{ОБР}$ Напряжение на запертом диоде	$U_{СР}$ Действующее выпрямленное напряжение
Однополупериодный выпрямитель	38,8	38,8	12,4
Двухполупериодный выпрямитель	38,8	77,6	24,7
Мостовой двухполупериодный выпрямитель	38,8	38,8	24,7

Анализируя таблицу 1 можно сказать, что главным отличием между параметрами схем является амплитуда обратного напряжения на закрытом диоде, а также значение выпрямленного (среднего) напряжение на активной нагрузке. Выпрямленное напряжение на «однополупериодном выпрямителе» составило приблизительно 0,45 от подаваемого действующего напряжения на выпрямитель, что и является недостатком. С задачей выпрямления лучше всего справились «двухполупериодные выпрямители», выпрямленное напряжение которых

составило приблизительно 0,9 от подаваемого действующего напряжения на выпрямитель, при этом существенным недостатком, в схеме с нулевым выводом, является двойное значение обратного напряжения, а также необходимость использования специализированного трансформатора, следовательно, в схеме с нулевым выводом диоды будут дороже и габаритнее по сравнению с мостовой схемой.

Список литературы

1. Коновалов, Б.И. Основы преобразовательной техники / Б.И. Коновалов, В.С. Мишуров // Учебное пособие. – Томск, 2015. –197 с.
2. Борисов, П.А. Расчет и моделирование выпрямителей / П.А. Борисов, В.С. Томасов // Учебное пособие по курсу «Элементы систем автоматики» (Часть 1). – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2009. – 169 с.
3. Гельман, М.В. Вентильные преобразователи постоянного и переменного тока / М.В. Гельман, М.М. Дудкиин // Учебное пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 228 с.
4. Брылина, О.Г. Силовая электроника / О.Г. Брылина, М.В. Гельман, М.М. Дудкин // Учебное пособие к виртуальным лабораторным работам. – Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 146 с.
5. Горбачев, Г.Н. Промышленная электроника / Г.Н. Горбачев, Е.Е. Чаплыгин // М.:Энергоатомиздат, 1988. – 320с.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF SINGLE-PHASE UNCONTROLLED VOLTAGE RECTIFIERS AT ACTIVE LOAD

ZUEV SERGEY
student gr. EP-21-2
Lipetsk State Technical University

PONOMAREV PAVEL
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article is devoted to comparing the characteristics of uncontrolled rectifiers. The basic principles of operation and structure of these devices are described, as well as their advantages and disadvantages are analyzed.

Keywords: uncontrolled rectifier, diode, single-half-period rectifier, two-half-period rectifier.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 ВОЛЬТ

ЗУЕВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
студент гр. ЭП-21-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: статья посвящена сравнению достоинств и недостатков существующих систем заземления электроустановок. Описываются основные принципы работы заземления и структура данных систем.

Ключевые слова: заземление, защитный проводник, изолированная нейтраль, глухозаземленная нейтраль, электроустановка.

Электроустановки в быту и на промышленных предприятиях играют неотъемлемую роль нашего современного образа жизни. Сложно представить, как бы сейчас мы обходились без электроприборов, которые присутствуют в наших домах, а также на предприятиях различных сфер производства. Однако, при всех удобствах пользования электричеством есть проблема – электробезопасность. Бытовые и промышленные электроустановки могут стать серьезным источником опасности, если они не обслуживаются должным образом. Пожары, удар электрическим током, повреждение электроприборов могут возникнуть в случае не правильной эксплуатации электрооборудования.

Заземление электроустановок является важным и неотъемлемым элементом при проектировании схем электроснабжения. Оно защищает человека от электрического удара током, предотвращает повреждения оборудования и обеспечивает должную безопасность объектов.

Заземление – это преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электрической установки или оборудования с заземляющим устройством.

При использовании трансформаторов с глухозаземленной нейтралью выделяют следующие системы заземления: TN-C, TN-C-S, TN-S, TT.

Система заземления TN-C представлена на рисунке 1. В данной системе нулевой рабочий и защитный проводник объединены в один PEN-проводник, что делает систему простой и экономичной, именно поэтому данное заземление применялось в домах старой постройки которое можно встретить и сейчас. Ключевым недостатком является отсутствие отдельного проводника защитного заземления PE. На практике это означает лишь то, что в розетках жилого помещения заземление отсутствует, но зачастую в таких системах применяют зануление, что крайне опасно, ведь при обрыве или отгорании нулевого проводника теряются

защитные функции и на поверхностях неизолированных корпусов образуется опасное для жизни напряжение.

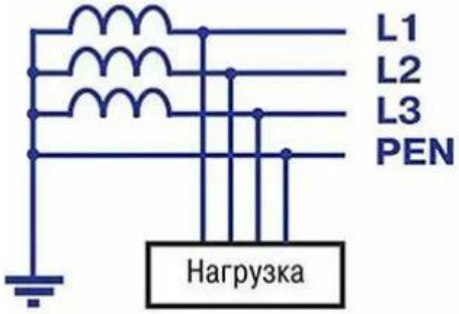


Рисунок 1 – Система заземления TN-C

Система заземления TN-C-S представлена на рисунке 2. В данной системе нулевой рабочий и защитный проводник PEN объединены в один до ввода в дом, далее осуществляется расщепление проводника отдельно на рабочий ноль (N) и защитное заземление (PE), при этом производится повторное заземление PE-проводника в доме. Данная система широко применяется при модернизации жилых домов заменяя систему TN-C. В случае повреждения провода PEN на участке от подстанции до объекта, на проводнике PE, а, следовательно, и всех связанных с ним корпусных деталях электроприборов, появится опасное напряжение.

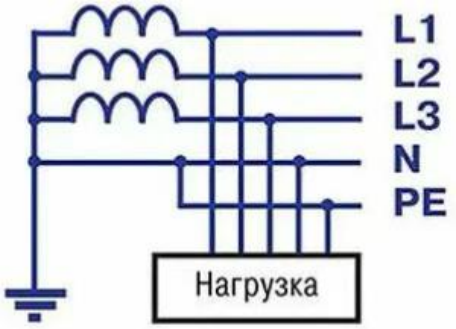


Рисунок 2 – Система заземления TN-C-S

Система заземления TN-S представлена на рисунке 3. В данной системе нулевой рабочий и защитный проводник функционируют отдельно на протяжении всей линии электропередачи. Система является самой безопасной среди других схем, однако не особо распространена из-за ее высокой стоимости.

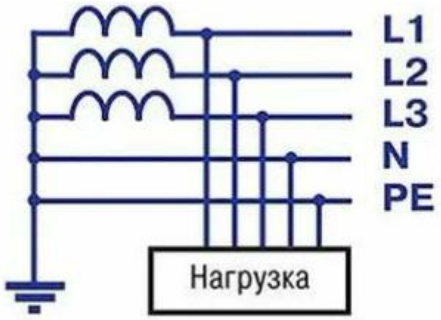


Рисунок 3 – Система заземления TN-S

Система заземления ТТ представлена на рисунке 4. В такой системе от подстанции к объекту идет только нулевой рабочий проводник N, поэтому требуется высококачественное заземление от индивидуального заземляющего контура, поэтому такая система чаще применяется в частных домах.

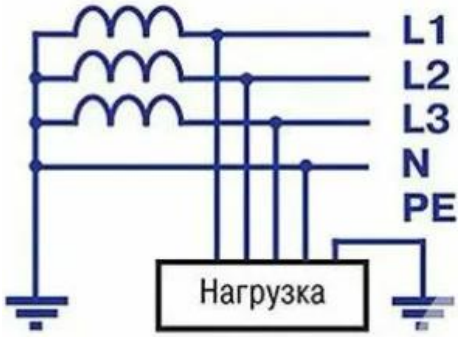


Рисунок 4 – Система заземления ТТ

Система заземления IT представлена на рисунке 5. Данная система используется при монтаже подстанции на базе трансформатора с изолированной нейтралью, в котором нет нулевого проводника, именно поэтому система применима только для двух- и трёхфазных электроустановок. Неизолированный (металлический) корпус электрооборудования соединяются с контуром заземления здания. Такая система заземления в большинстве случаев применяется для электроснабжения объектов с особыми требованиями электробезопасности. Это помещения опасных производств, лабораторий, а также взрывоопасных объектов.

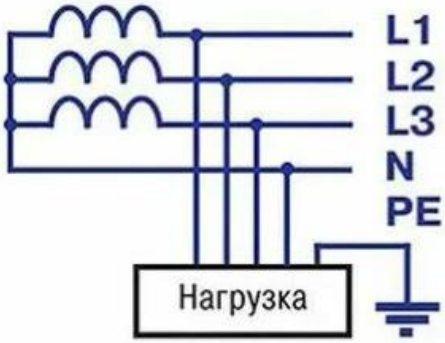


Рисунок 5 – Система заземления IT

Подводя итог, можно сказать что система заземления TN-C которая до сих пор работает в домах старой постройки, является самой не надежной с точки зрения электробезопасности и поэтому её нужно модернизировать в систему TN-C-S, которая при использовании устройств защитного отключения имеет достаточную электробезопасность, так как при малейших утечках тока будет срабатывает аппарат защиты, а если произойдет обрыв PEN проводника, повторное заземление продолжит обеспечивать работу электроприборов. Система TN-S не нашла широкого применения из-за высокой стоимости, хотя является самой безопасной. Система TT требует организацию повторного заземления, для которого нужен индивидуальный заземляющий контур с проверкой его нормативного сопротивления. Системы IT, применяют для защиты объектов, питающихся от трансформаторных подстанций с изолированнной нейтралью, которые требуют повышенных мер к электробезопасности, при этом также должен быть организован индивидуальный защитный контур заземления.

Список литературы

1. Карякин, Р.Н. Инструкции по устройству сетей заземления и молниезащите / Р.Н. Корякин, В.И. Солнцев, Л.К. Коновалова // Учебное пособие. – Москва, 1994. – 84 с.
2. Казанцева, Л.В. Пособие по выполнению заземления и уравнивания потенциалов оборудования информационных технологий / Л.В. Казанцева // Учебное пособие. – Москва, 2004. – 48 с.
3. Карякин, Р.Н. Нормы устройства систем заземления / Р.Н. Корякин // Учебное пособие. – Москва, 2002. – 120 с.
4. Карташев, В.А. Безопасность жизнедеятельности: Пособие по выполнению практической работы «Расчет защитного заземления» / В.А. Карташев // Учебное пособие. – мГТУ ГА, 2010. – 20 с.
5.Калиничева О.А. Основы электробезопасности в электроэнергетике / О.А. Калиничева // Учебное пособие. – Архангельск: «С(А)ФУ», 2015. – 126 с.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF GROUNDING SYSTEMS OF ELECTRICAL INSTALLATIONS WITH VOLTAGE UP TO 1000 VOLTS

ZUEV SERGEY
student gr. EP-21-1
Lipetsk State Technical University

PONOMAREV
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article is devoted to comparing the advantages and disadvantages of existing grounding systems of electrical installations. The basic principles of grounding operation and the structure of these systems are described.

Keywords: grounding, protective conductor, insulated neutral, deafly grounded neutral, electrical installation

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЭКЗОСКЕЛЕТ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

КАСТЮХИН ДМИТРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ
студент гр. Т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ГОТОВЦЕВ ДАНИИЛ ГЕННАДЬЕВИЧ
студент гр. ЭП-23-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: разработка и производство полнотелых экзоскелетов достаточно трудный и дорогостоящий процесс, из-за сложностей конструкции, тонкостей механической интеграции и большего веса. Следовательно, из-за этих проблем было разработано очень мало полнотелых экзоскелетов с электроприводом, несмотря на растущий спрос. В этой статье представлено писание и общий дизайн полнотелого экзоскелета с электроприводом.

Ключевые слова: вспомогательный экзоскелет, проблемы экзоскелета, электропривод.

Полнотелые экзоскелеты обычно используются в качестве усилителей силы или дополнения опорно-двигательной системы человека, при которых нагрузки передаются через определенные механизмы и силовою конструкцию (раму) в целом. Следовательно, при физическом взаимодействии человека и экзоскелета человек испытывает лишь небольшую часть нагрузки. Поскольку энергия в основном передается через механическую структуру вспомогательного устройства, благодаря этому человек способен управлять нагрузками, выходящими за рамки его естественных возможностей.

В первую очередь, полнотелый состоит из двух основных подсистем, подсистемы нижней части тела и подсистемы верхней части тела, соединенных вместе через модули талии и позвоночника. Такой экзоскелет необходим для людей с ограниченными возможностями, для того чтобы они могли заниматься своей

повседневной деятельностью. Для разработки проекта необходимо сформулировать набор функциональных и конструктивных требований, которые понадобятся для реализации полноценной модели экзоскелета. Как правило такие требования подбираются индивидуально для каждого человека и зависят от его возраста, роста, массы тела, индивидуальных физических и психических возможностей.

Рассмотрим принцип работы электромеханического экзоскелета. Пользователь надевает систему с помощью набора ремней на ногах, двух плечевых ремней и двух захватов на руке. Система приводится в действие гидравлическими и электрическими приводами. Кроме электродвигателей в экзоскелете находится большое количество различных датчиков угла наклона частей тела, также присутствуют датчики мониторинга состояния пользователя, которые контролируют его физическую активность и в целом его состояние. Кроме вышеперечисленных датчиков в экзоскелете могут находится датчики импульсов нервной системы, благодаря таким датчика экзоскелет сможет использовать пользователь без некоторых конечностей тела, например, рук и ног, в этом случае отдельные части экзоскелета будут являться электромеханическим протезом, способствующим выполнять определённые функции и задачи.

Все сигналы, поступающие с датчиков экзоскелета обрабатываются программируемым логическим контроллером (ПЛК), в зависимости от сигналов, поступающих с датчиков, контроллер управляет электродвигателями и распределяет на них определенную нагрузку. Программа для ПЛК пишется индивидуально для каждого пользователя, так как для корректной работы экзоскелета необходимо указывать определенные физические способности человека (рост, вес и т.п).

Питание электродвигателей и управлюящей системы экзоскелета можно реализовать от аккумуляторов постоянного тока напряжением 12-24 В.

Проблемы проектирование электромеханического экзоскелета

Проблемы проектирования экзоскелетов с электроприводом в основном связаны со сложностью анатомии человека, частности, плечевому комплексу позвоночнику. Экзоскелеты – это механические конструкции, соответствующие строению человеческого тела. Следовательно, экзоскелет должен быть способен воспроизводить кинематику анатомии человека в максимально возможной степени без столкновения механических частей с человеком или с самим собой. Это создает проблемы для вспомогательных экзоскелетов, которые крепятся к каждому сегменту конечности человека. Распространенной проблемой является несносность, возникающая между конечностями двух систем. Несоответствие кинематики суставов экзоскелета и суставов человека может привести к большим нагрузкам на интерфейс экзоскелета и в худшем случае повредить человеческий сустав. Более того, давление крепления оказывает большое влияние на комфорт, умственную нагрузку, физическую нагрузку и усилия, испытываемые пользователем. Одним из подходов к решению этой проблемы является использование вручную регулируемые звенья системы. При таком подходе длина рычагов регулируется вручную для выравнивания экзоскелета с суставом человека.

Недостатком этого подхода является сложная конструкция и повышенная инерция и масса. Более того, для вспомогательных портативных экзоскелетов желательна компактная конструкция. Следовательно, конструктивное решение экзоскелета должно представлять собой компромисс между компактной и легкой конструкцией с достаточным запасом прочности, чтобы пользователь мог с комфортом выполнять необходимую деятельность. Разработка модуля позвоночника, который соединяет экзоскелеты нижних конечностей и верхних конечностей, является еще одной проблемой для создания данных устройств, ведь механический позвоночник имеет ограничения в движениях по сравнению с гибким позвоночником человека, что приводит к плохому взаимодействию человека с данной системой и повышенной мышечной активностью, а также травмам позвоночника.

Список литературы

1. Экзоскелет [Электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экзоскелет.
2. Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries [Электронный ресурс] – режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/306923953_Powered_Exoskeletons_for_Walking_Assistance_in_Persons_with_Central_Nervous_System_Injuries_A_Narrative_Review.
3. Экзоскелеты [Электронный ресурс] – режим доступа: https://top3dshop.ru/blog/exoskeleton-explained-review.html#:~:text=Принцип%20действия%20активных%20экзоскелетов%20для,по%20ступенькам%2C%20остановка%20и%20т.д.

ELECTROMECHANICAL EXOSKELETON FOR PEOPLE WITH DISABILITIES

KASTYUKHIN DMITRY
student gr. T9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

GOTOVTSEV DANIIL
student gr. EP-23-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: the development and production of full-bodied exoskeletons is a rather difficult and expensive process, due to the complexity of the design, the intricacies of mechanical integration and greater weight. Consequently, because of these problems, very few full-bodied electric exoskeletons have been developed, despite the growing demand. This article presents a description and general design of a full-bodied exoskeleton with an electric drive.

Keywords: auxiliary exoskeleton, exoskeleton problems, electric drive.

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КОММУТАЦИИ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

КОРШАКОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ
студент гр. ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. ЭКС-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: статья посвящена изучению способов улучшения коммутации в машинах постоянного тока. Описываются главные достоинства и недостатки разных способов, а также сферы деятельности, в которых эти средства нашли применения.

Ключевые слова: машина постоянного тока, ток коммутации, политура, реактивная ЭДС.

В современном мире электрические машины постоянного тока применяются во многих отраслях, главными примерами которых являются: электротранспорт, системы автоматического регулирования и так далее. Из-за повышенного спроса эти машины, инженеры каждый день пытаются сделать их более эффективными и менее ресурсозатратными.

Устройство, предназначенное для преобразования механической энергии в электрическую и наоборот, называются машинами постоянного тока и подразделяются они на генераторы и двигатели соответственно. В современном мире многие предприятия и техника зависят от этих устройств. Самые простые примеры применения двигателя постоянного тока являются: механизмы подъемников, экскаваторов и так далее. Машины постоянного тока в режиме генератора применяются для питания обмоток возбуждения мощных синхронных машин, судов и прочих нужд. Главным плюсом машины постоянного тока является то, что они являются обратимыми, следовательно, не нужно пересобирать схему, чтобы переключиться с двигателя на генератор и наоборот. Так же к плюсам можно отнести: плавное регулирование частоты вращения вала, хорошие пусковые свойства: большой пусковой момент при сравнительно небольшом пусковом токе. Из недостатков можно выделить наличие щеточно-коллекторного узла, который требует особого ухода, ведь именно он и снижает надежность машины.

Основной причиной недостаточных коммутационных свойств в машинах постоянного тока, является – добавочный ток коммутации:

$$i_{доб} = \frac{\sum e}{\sum r_k},$$

где $\sum r_k$ – сумма сопротивлений цепи коммутирующей секции,

$\sum e$ – суммарное ЭДС (электродвижущая сила) в коммутирующей секции

Основным методом ограничения $i_{доб}$ (добавочный ток) является уменьшение ЭДС, которую стремятся приблизить к 0. Именно отсюда появляются различные способы усовершенствования коммутации.

Одним из основных способов улучшения коммутации в машинах постоянного тока, это – выбор щеток для коллектора с увеличенным электрическим сопротивлением. Но, у них есть свой недостаток, плотность тока в этих щетках мала, что приводит к нежелательному увеличению площади их контакта, а, следовательно, и возрастанию габаритов всей машины. Именно поэтому, такие щетки целесообразно ставить на машины с небольшим рабочим током. Политура коллектора – тонкая оксидная пленка на поверхности коллектора, обладающая повышенным электрическим сопротивлением, именно она улучшает контакт щеток и коллектора.

Основываясь на многолетнем опыте эксплуатации, выделяют четыре основные гр. щеток: графитовые, электрографитированные, угольно-графитовые, медно-графитовые. Они различаются по химическому составу, области применения и переходным процессам.

Еще одним способом улучшения коммутация является уменьшение реактивной ЭДС. Значительное влияние на общую ЭДС в месте коммутации оказывает реактивная электродвижущая сила, формула которой представлена ниже:

$$e_р = e_L + e_м,$$

где $e_р$- реактивная электродвижущая сила,

e_L- электродвижущая сила самоиндукции,

$e_м$- электродвижущая сила взаимоиндукции

1) Ширина щетки сильно влияет на ЭДС взаимоиндукции, ведь чем она больше, тем больше число секций одновременно коммутируют под ней ,что приводит к нежелательному увеличению $e_м$.

Наиболее выгодно брать щетки по ширине в 2-3 коллекторные пластины, так как если брать более узкие, то они теряют механическую прочность, а также имеют большую длину, что приводит к нежелательному увеличению габаритов машины.

2) ЭДС самоиндукции e_L может быть ослаблена уменьшением индуктивности секций. Для этого следует применять секции обмотки якоря с большим числом витков. Недостатки: при проектировании машин с такими данными, они получаются большие и неэффективные.

К наиболее частым способам улучшения коммутации можно отнести добавочные полюсы, изображенные на рисунке 1.

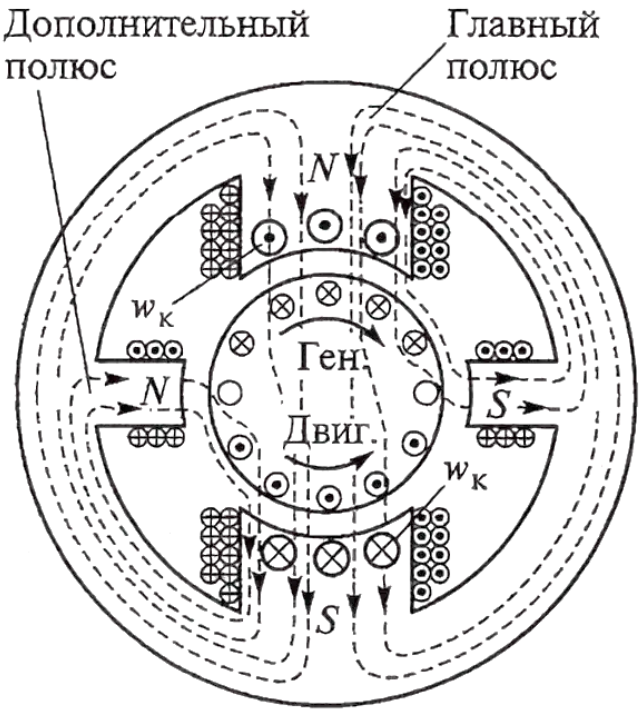


Рисунок 1 – Схематичное изображение добавочных полюсов в МПТ

Они предназначены для создания дополнительного магнитного потока электрической машины, который позволяет уменьшить вредное воздействие реакции якоря, и повысить качество коммутации тягового двигателя. Образовавшаяся электродвижущая сила будет равна по величине и противоположна по направлению суммарной ЭДС ($\sum e$). Обмотка добавочных полюсов подключается последовательно с обмоткой якоря, так как магнитные поля в якорной обмотке и дополнительных полюсах будут иметь противоположные направления, а, следовательно, компенсировать друг друга. Стоит добавить, что число добавочных полюсов не может превышать количества основных, их будет столько же или вдвое меньше.

Анализируя данные способы улучшения коммутации, можно сделать вывод, что все они хороши по-своему и каждый из них подходит для определенных задач. Инженеры десятилетиями собирали данные и улучшали способы коммутации электрических машин, с целью сделать их более экономически выгодными. Именно благодаря этому у современных машин очень высокие характеристики по сравнению с теми же устройствами несколько лет назад.

Список литературы

1. Авилов, В. Д. Решение проблемы оптимизации коммутационного процесса в электрических машинах постоянного тока [Электронный ресурс] / В. Д. Авилов, Ш. К. Исмаилов // Известия Транссиба. 2012. №4 (12). – 4-6 с.

2. Карасев, М. Ф. Коммутация коллекторных машин постоянного тока [Электронный ресурс] / М. Ф. Карасев. – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 224 с.

3. Вегнер, О. Г. Теория и практика коммутации машин постоянного тока [Электронный ресурс] / О. Г. Вегнер. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 272 с.

4. Стрельбицкий, Э. К. Учет влияния технологии на коммутацию при проектировании машин постоянного тока [Электронный ресурс] / Э. К. Стрельбицкий, В. С. Стукач, А. Я. Цирулик // Известия ТПУ. 1968. – 344-348 с.

5. Чеботков, Э. Г. Расчет поля добавочных полюсов прямоугольной формы машин постоянного тока [Электронный ресурс] /. Э. Г. Чеботков, А. И. Скороспешкин // Известия ТПУ. 1971. – 430 с.

6. Скороспешкин, А. И. Расчет поля главных полюсов в зоне коммутации машин постоянного тока серии п [Электронный ресурс] / А. И. Скороспешкин, Э. Г. Чеботков // Известия ТПУ. 1968. – 313-317 с

WAYS TO IMPROVE MACHINE SWITCHING DIRECT CURRENT

KORSHAKOV ALEXANDER
student gr. EP-21-2
Lipetsk State Technical University

PONOMAREV PAVEL
student gr. EX-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article is devoted to the study of ways to improve switching in DC machines. The main advantages and disadvantages of different methods are described, as well as the areas of activity in which these tools have found applications.

Keywords: DC machine, switching current, polish, reactive EMF.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

КУРЛЫКИНА ЕЛИЗАВЕТА НИКОЛАЕВНА
студент гр. Т-п-21
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье освещен вопрос о перспективах развития туризма в республике Дагестан, зачем стоит развивать туризм в данной области. Рассмотрены основные виды туризма в республике Дагестан.

Ключевые слова: туризм, виды туризма, Дагестан, перспектива развития, отдых.

Туризм – это отрасль экономики и вид деятельности, связанные с перемещением людей в различные места с целью отдыха, познавательных целей, деловых встреч и учебы. Главная цель туризма – предоставить отдых и развлечения от повседневной рутины.

Туризм является важным фактором развития государства, поскольку он способствует созданию рабочих мест, развитию инфраструктуры, диверсификации экономики и увеличению доходов. Он также способствует сохранению и повышению культурного, исторического и природного наследия, благодаря тому, что туристы посещают достопримечательности и местные объекты.

Республика Дагестан расположена на северо-восточном склоне Кавказского хребта и на югозападе Прикаспийской низменности. Наличие более 25 горных вершин высотой более 4000 метров (Базар-Дюзю, Шалбуздаг, Дюльтыдаг, Диклосмта, Аддала-Шухгельмеэр, Деавгай, Балиал и др.) дает возможность для развития активного и экстремального туризма. На востоке территория Республики Дагестан на протяжении 530 километров омывается водами Каспийского моря (купальный сезон длится 120 дней). Примерно 70 процентов мирового запаса охраняемых редких и ценных рыб осетровых пород содержат биоресурсы Каспийского моря. Республика занимает лидирующую позицию в России по запасам геотермальных вод (86,2 тыс. куб. метров в сутки). На территории Республики Дагестан расположено примерно 600 водоемов. Природными памятниками являются Сулакский каньон, бархан Сары-Кум, гора Пушкин-Тау, Карадахская теснина, Гунибское плато, Самурский лес, а также десятки водопадов и пещер, расположенных в различных районах Дагестана.

При обеспечении комплекса соответствующих условий, туристическая отрасль для Республики Дагестан может стать ключевым драйвером экономического развития. Природно-климатические условия и богатейшее историко-культурное наследие позволяют создать в республике мощный комплекс объектов туристко-рекреационной сферы, состоящей из следующих видов отдыха: лечебно-оздоровительного, пляжного, экологического, аграрного, этнического, исторического, паломнического, горнолыжного и экстремального. В мировой туристко-рекреационной сфере наблюдаются тенденции, которые выводят туристический потенциал республики на выигрышные позиции за счет популяризации отдыха, ориентированного на новые ценности, прежде всего на тесное общение с природой.

Дагестан является рынком туризма и отдыха со значительным потенциалом, имеет определенную материальную базу туристского комплекса с довольно развитыми транспортными и торговыми сетями, средствами коммуникаций, традиционными центрами народных промыслов, наличием резервов трудовых ресурсов. Имеющаяся на сегодня структура туристско-рекреационного комплекса позволяет принять одновременно более 25 тыс. туристов и отдыхающих, обеспечить отдых и оздоровление свыше 70 тыс. детей и подростков.

В республике расположено 6474 объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), из них: объектов культурного наследия федерального

значения 1933 единицы, регионального значения 4514 единиц, включая историко-архитектурные комплексы и достопримечательные места 40 населенных пунктов республики. В список выявленных памятников, расположенных на территории республики, входит 2278 объектов наследия, также подлежащих государственной охране и обеспечению их сохранности.

Развитие туристической отрасли, обеспеченное необходимым уровнем туристической инфраструктуры, позволит принимать свыше 2 млн туристов, оказывать туристические услуги в объеме более 19 млрд рублей в год. С начала 2021 года наблюдается значительный рост въездного туристского потока в республику. По экспертным оценкам на 15.07.2021г. в республике побывало более 650 тыс. туристов. В отдельных туристских локациях рост числа туристов в сравнении с аналогичным периодом 2021 года - составил более 60-70 %, в частности - в г. Дербент, Гунибский район (Гамсутль, Салта, Гуниб, Кегер и т.д.), Хунзахский район, Сулакский каньон, Сарыкумский Бархан, Шамильский район, Кала-Корейш и Кубачи и др.

Загруженность коллективных средств размещения в указанных территориях составила более 97%. По городам Махачкала и Дербент загруженность КСР - более 75-80%. Загруженность по гостевым домам 95% и выше. В республике функционируют 310 коллективных средств размещения (КСР), в т.ч. 55 турбаз, 17 санаторно-курортных организаций, 178 гостиниц, 65 гостевых дома, 20386 койко/мест на 7078 номеров.

Но существуют и серьезные ограничения, препятствующими развитию туристко-рекреационного комплекса Республики Дагестан:

1. существенное отставание материально-технической базы;
2. низкий уровень сервиса и качества туристских и рекреационных услуг;
3. недостаточная развитость транспортной инфраструктуры;
4. дефицит квалифицированных кадров;
5. недостаточная информированность потенциальных клиентов в отношении туристических и рекреационных ресурсов региона и их преимуществах перед другими туристическими ресурсами (как других регионов, так и других стран);
6. негативное общественное мнение о политической ситуации в республике.

В последние пять лет, республика обзавелась и своими ключевыми конкурентными преимуществами по развитию туризма:

1. выгодное транспортно-географическое положение Республики Дагестан;
2. ландшафтное разнообразие;
3. туристическая уникальность. Большое количество объектов культурного наследия федерального и регионального значения, включенных в Единый государственный реестр объектов культурного наследия народов Российской Федерации;
4. уникальное этническое разнообразие народов, проживающих на территории Дагестана.

5. тёплое море, длительный купальный пляжный сезон, наличие песчаного берега.

6. наличие природных ресурсов (горы, моря, каньоны, реки), бальнеологических и рекреационных ресурсов.

7. уникальные народные художественные промыслы.

8. уникальное культурно историческое наследие.

9. разнообразие этнической кухни.

10. наличие действующей инфраструктуры (туристской).

11. человеческий ресурс (трудовые ресурсы).

12. наличие в регионе сетевых туроператоров.

В республике создано самостоятельное ведомство, занимающееся вопросами развития туристской отрасли – Министерство по туризму и народным художественным промыслам Республики Дагестан. Работа Министерства направлена на реализацию государственной политики в области туризма, создание условий для развития туристской инфраструктуры и привлечение инвестиций, позиционирование Дагестана, как региона с высокими туристскими возможностями, сохранение и развитие народных художественных промыслов; на развитие законодательно-нормативной базы в сфере туризма и вопросов программного обеспечения развития туристской отрасли. Правительством республики туризм определен как стратегическая бюджетообразующая отрасль экономики.

Согласно принятой государственной программе по развитию туристического комплекса в республике, в целях реализации программы, проводятся масштабные работы по всем направлениям:

1. приведение в надлежащий вид всех туристических маршрутов;

2. определение трендовых направлений, которые пользуются популярностью среди туристов;

3. совершенствование транспортной и инженерной инфраструктуры к основным туристским достопримечательностям и объектам туристского показа (дорожное покрытие, парковочные территории, обзорные площадки и т.д.);

4. осуществление мониторинга санитарного состояния мест массового отдыха населения (пляжи, объекты туристского показа, рекреационные зоны);

5. проводятся мероприятия по признанию территорий Республики Дагестан лечебно-оздоровительными местностями или курортами местного и республиканского значения.

В целом, развитие туризма в республике Дагестан имеет большой потенциал, и при правильной стратегии и инвестициях, она может стать популярным туристическим направлением, привлекающим как внутренних, так и иностранных туристов.

Список литературы

1.Туризм-драйвер развития экономики: сборник научных статей под ред. М.А. Морозова, Т.П. Розановой. - М.: КноРус, 2018. - 224с.

2. Статистические данные Министерства по туризму и народным художественным промыслам Республики Дагестан - www.dagtourism.com.
3. Распоряжение Правительства РФ от 7 марта 2019 г. № 369-р Об утверждении Стратегии развития туризма на территории Северо-Кавказского федерального округа до 2035 г. - http://garant.ru
4. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН - https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-turizma-v-respublike-dagestan
5. Сборник материалов Фестиваля науки Юга России: «Молодежный научный форум «Наука и молодежь - факторы становления инновационного общества» (4/4) - http://science.dgu.ru

PROSPECTS OF TOURISM DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

KURLYKINA ELIZAVETA NIKOLAEVNA
student gr. T-p-21
Lipetsk State Technical University

Abstract: this article highlights the issue of the prospects for the development of tourism in the Republic of Dagestan, why it is worth developing tourism in this area. The main types of tourism in the Republic of Dagestan are considered.

Keywords: tourism, types of tourism, Dagestan, development prospects, recreation.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА

НИКИФОРОВ МАКСИМ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. М-ТЭ-21-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ШАРАПОВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в настоящей работе рассматривается организация требуемого воздухообмена и поддержание допустимых параметров внутреннего воздуха. За счёт выполнения данных требований обеспечивается микроклимат производственного здания механообрабатывающего цеха.

Ключевые слова: микроклимат, система вентиляции, отопление, механообрабатывающее производство.

Обеспечение микроклимата производственного здания является важной и актуальной технологической задачей. От выполнения требований к параметрам микроклимата зависит работоспособность персонала и качество производственного процесса

Для обеспечения микроклимата механообрабатывающего производства предусматривается разработка системы отопления и вентиляции.

Основные задачи системы вентиляции в механообрабатывающем производстве, это удаление тепла от работающих двигателей, регулирование влажности воздуха, вытяжка паров охлаждающей жидкости, наждачной и металлической пыли, а также других вредных и токсичных примесей. Поэтому механообрабатывающие производства оборудуют приточными и вытяжными общеобменными системами вентиляции, а также отдельными местными вытяжными установками, размещенными у сварочных постов и в других местах, где в воздухе присутствуют загрязнения. Пример таких систем представлен на рисунке 1.

Рисунок 1. Система вентиляции механообрабатывающего производства

Необходимость проектирования основной системы отопления определяется по результатам составления теплового баланса производственного здания. Чаще всего основная система отопления не требуется, так как тепловой баланс положительный. Предусматривается только дежурная система отопления, предназначенная для обеспечения внутренней температуры воздуха +5°С в нерабочее время во время отопительного периода. Дежурное отопление должно соответствовать следующим требованиям: простота обслуживания; низкая стоимость оборудования и эксплуатации; соответствие гигиеническим требованиям; поддержание необходимых климатических параметров. Для механообрабатывающего производства в качестве отопительного пробора целесообразно применять

гладкотрубные регистры.

Таким образом, наличие системы вентиляции и отопления в производственном здании механообрабатывающего производства позволяет поддерживать требуемый воздухообмен и допустимые параметры внутреннего воздуха, создавать условия, отвечающие санитарно-гигиеническим требованиям для работы обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Пешкова, А. В. Проектирование системы вентиляции экипировочного пункта / А. В. Пешкова, А. И. Шарапов, К. А. Нитченко // Летняя школа молодых ученых ЛГТУ - 2017 : Сборник научных трудов научно-практической конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета, Липецк, 21–25 августа 2017 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2018. – С. 118-120.

2. Плешкова, Е.С., Мафуми Г., Шарапов, А.И. Система вентиляции цеха водоподготовки [Текст] / Е. С. Плешкова, Г. Мафуми, А. И. Шарапов // Наука молодых - будущее России: сборник научных статей 5-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 4 т., Курск, 10–11 декабря 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 308-311.

3. Плешкова, Е. С. Реконструкция местной вытяжной системы вентиляции для сталелитейного цеха / Е. С. Плешкова, А. И. Шарапов // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 282-284.

PROVISION OF THE MICROCLIMATE OF THE PRODUCTION BUILDING MACHINERY SHOP

NIKIFOROV MAXIM
student gr. M-TE-21-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: in this paper, the organization of the required air exchange and the maintenance of permissible parameters of the internal air are considered. Due to the fulfillment of these requirements, the microclimate of the production building of the machining shop is ensured.

Key words: microclimate, ventilation system, heating, machining production.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКРОСКОПОВ, ИХ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

НОЗДРЕВАТЫХ ВЛАДИСЛАВ АНДРЕЕВИЧ
студент гр. ЭП-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ГОЛЕВ ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ
студент гр. ЭП-22-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной статье проведён статический анализ микроскопов, изучены области их применения, показаны схемы, представлена зависимость числовой апертуры от разрешающей способности каждой модели микроскопа, рассмотрены преимущества и недостатки каждого микроскопа.

Ключевые слова: микроскоп, числовая апертура, разрешающая способность, свет.

Микробиология – наука, предметом изучения которой являются микроскопические существа – микробы, включающими в себя: одноклеточные организмы, Многоклеточные организмы и Бесклеточные. В микробиологии с помощью микроскопа изучают живые и убитые клетки микроорганизмов как в окрашенном, так и в неокрашенном виде.

Основные виды микроскопов:

Световой микроскоп. Все объекты рассматриваются в проходящем свете сухим и иммерсионным объективом. Минимальное увеличение - 630 (для иммерсионного объектива) и максимальное увеличение - 1350. На рисунке 1 представлена схема светового микроскопа. Световой микроскоп применяется для изучения морфологии, структуры, подвижности и тинкториальных свойств микроорганизмов, имеет следующие значения числовой апертуры d=0,199и разрешающей способности: A=2,66.

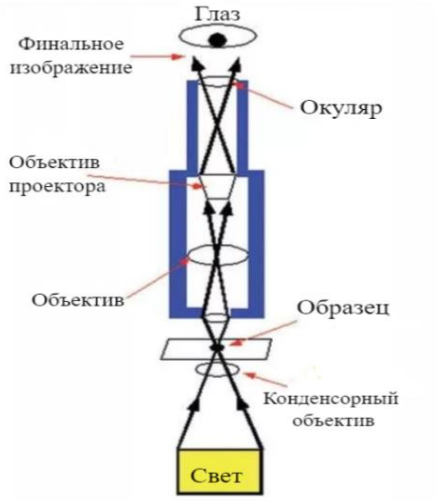


Рисунок 1 – Схема светового микроскопа

Люминесцентный микроскоп. В этом микроскопе, в отличие от светого используются ультрафиолетовые лучи и люминесцирующие красители, способные светиться под УФ-лучами. Позволяет наблюдать микроорганизмы в излучаемом ими свете и цвете. Максимальное увеличение - в 3000 раз. Схема люминесцентного микроскопа показаны на рисунке 2. Применяется не только для изучения морфологии, и тинкториальных свойств, но и для исследования процессов жизнедеятельности микробной клетки, имеет следующие значения числовой апертуры d=0,101 и разрешающей способности: A=5,2.

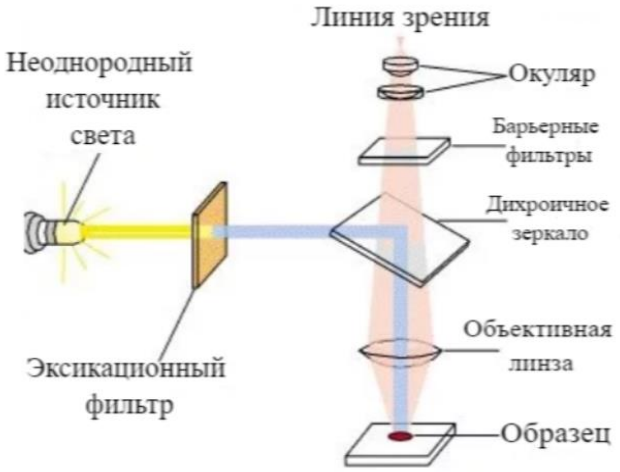


Рисунок 2 – Схема люминесцентного микроскопа

Инвертированные микроскопы. У инвертированных микроскопов исследования проводят в проходящем свете в светлом или темном поле с применением метода фазового контраста. Линзы окуляра и объектива дают обратное увеличенное изображение. Позволяет проводить широкий круг микроскопических исследований: визуальное наблюдение, фотографирование, применение светлого и темного полей в прямом и отраженном свете, прямое и косое освещение, микроскопирование в поляризованном свете, методом фазовых контрастов, в свете лю-

минесценции. Схема инвертированного микроскопа показана на рисунке 3. Методы наблюдения в темном поле, фазово-контрастный используются с целью исследования живых клеток микроорганизмов, имеет следующие значения числовой апертуры d=0,302 и разрешающей способности: A=1,75.

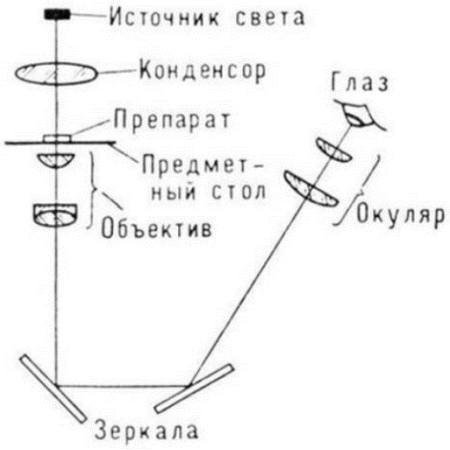


Рисунок 3 – Схема инвертированного микроскопа

Стереомикроскоп. Применятся для рассматривания предметов с объёмным их восприятием. Изображения предмета образуют стереопару, что обеспечивает передачу объектов в соответствии с тем, как их раздельно видит правый и левый глаз человека. Существуют две основные оптические схемы стереомикроскопов - схема Аббе и схема Грену, они изображены на рисунке 4. Стереомикроскоп может быть аналоговым или цифровым. Позволяет изучать колонии, микологические культуры, имеет следующие значения числовой апертуры d=0,788 и разрешающей способности: A=6,1.

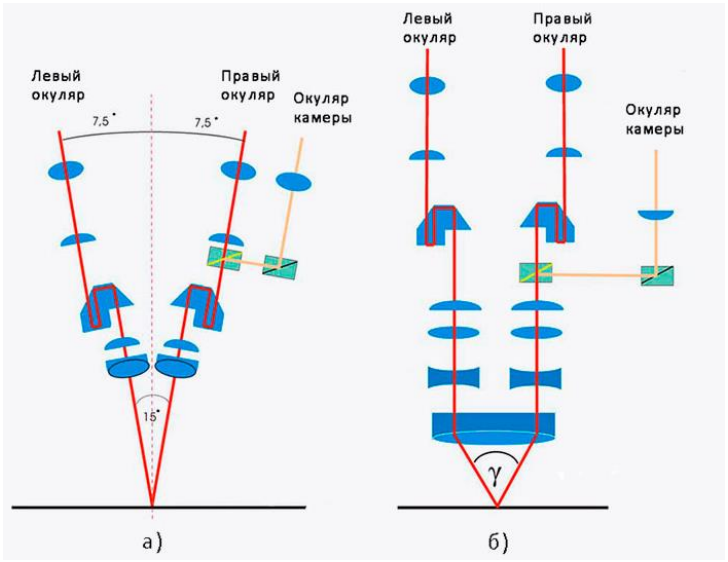


Рисунок 4 – Схема стереомикроскопа: а) оптическая схема Аббе, б) оптическая схема грену

На рисунке 5 представлена зависимость числовой апертуры от разрешающей способности каждой модели микроскопа

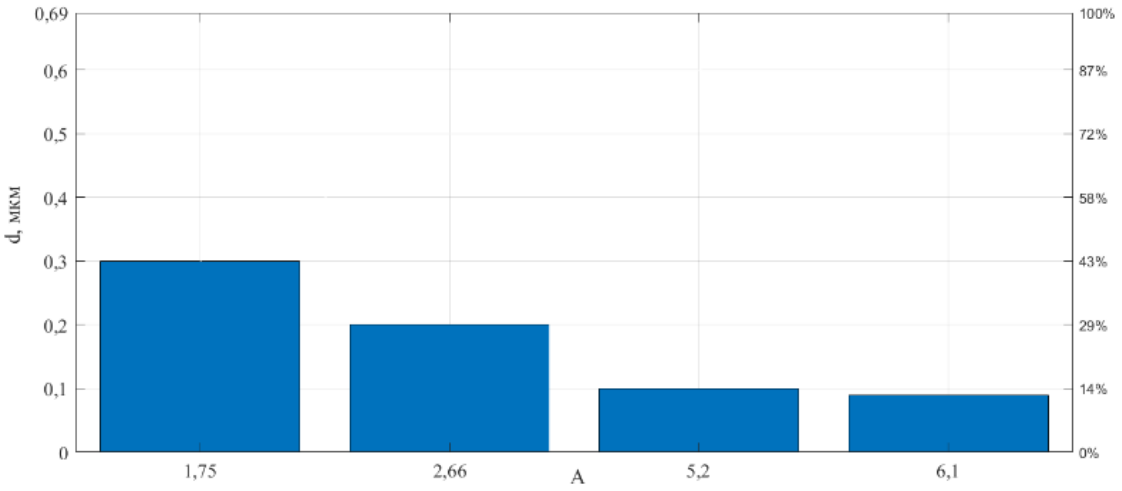


Рисунок 5 – Зависимость числовой апертуры от разрешающей способности

Исходя из полученного графика, показанного на рисунке 5 и описанной информации ранее, можно сказать, что микроскоп, имеющий самое большое значение разрешающей способности, при этом имеет самую низкую чёткость изображения – инвертированный микроскоп. А микроскоп с самым низким значением разрешающей способности, имеет наибольшую чёткость изображения – стереомикроскоп. Близким к стереомикроскопу является люминесцентный микроскоп. Световой микроскоп является универсальным, так как имеет сбалансированные параметры числовой апертуры и разрешающей способности, что даёт ему возможность применяться во многих исследованиях и быть самым распространённым. Таким образом чёткость изображения обратно пропорциональна разрешающей способности. Говоря о преимуществах и недостатках каждого микроскопа, следует отметить, что у светового микроскопа к плюсам можно отнести его малые размеры, из-за чего его можно расположить в любой лаборатории. Также он очень дешёвый и простой в использовании. Минусом данного микроскопа является его ограниченная возможность изучения объектов. Если объект слишком толстый или непрозрачный – его будет трудно или вообще невозможно изучить на данном микроскопе, потому что свет не сможет проходить сквозь этот объект.

Для люминесцентного микроскопа преимуществами являются: цветное светящееся изображение вокруг объекта исследования на чёрном фоне, обнаружение живых и мёртвых организмов благодаря подсветке (синие – живые, красные – погибшие), и по сравнению со световым – можно исследовать как прозрачные, так и непрозрачные объекты, а недостатком данного микроскопа – можно работать только в узкой области, прилежащей к покровному стеклу – невозможно сделать объёмный анализ объекта.

Инвертированные микроскопы. Главными достоинствами этого микроскопа являются: практически неограниченные габаритные размеры образца, возможность подключать к микроскопу несколько камер и вести исследование в

разных режимах. К недостаткам стоит отнести следующее: возможные механические повреждения образца при контакте исследуемой поверхности с предметным столом.

Стереомикроскоп. Этот микроскоп имеет следующие преимущества: позволяет производить фотофиксацию изображений и производить измерения средствами программного обеспечения камеры, большое поле зрения. А к недостаткам: Несколько дискретных увеличений, одно фиксированное увеличение или система увеличения трансфокатора

Таким образом, было проведен сравнительный анализ параметров и особенностей представленных микроскопов, выявлены основные плюсы и недостатки, показана графическая зависимость числовой апертуры от разрешающей способности. Все рассмотренные микроскопы по-своему уникальны, каждый из них имеет свои особенности, что делает их незаменимыми в сфере их применения.

Список литературы

1. Электронный ресурс [https://studfile.net/preview/3066497/page:3/].
2. Электронный ресурс [https://studopedia.ru/10_289328_mikrobiologicheskie-laboratorii-i-ih-oborudovanie.html].
3. Электронный ресурс [https://www.microscop.ru/oborudovanie/inverted/].
4. Электронный ресурс http://elib.usma.ru/bitstream/usma/969/1/UMK_2015_016.pdf]
5. Основы оптики. / Родионов С.А. Конспект лекций. – С ПБ: СПб ГИТМО (ТУ), 2000. - 167 с.
6. Геометрическая оптика. / Бегунов Б.Н. Москва: МГУ, 1966.
7. Оптика. / Годжаев Н.М. Москва: Высш. школа, 1977.

STATISTICAL ANALYSIS OF MICROSCOPES, THEIR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

NOZDREVATYKH VLADISLAV
student gr. EP-22-1
Lipetsk State Technical University

GOLEV IVAN
student gr. EP-22-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: in this article, a static analysis of microscopes is carried out, their applications are studied, schemes are shown, the dependence of the numerical aperture on the resolution of each microscope model is presented, the advantages and disadvantages of each microscope are considered.

Keywords: microscope, numerical aperture, resolving power, light.

КРИОНИКА: ПУТЬ К БЕССМЕРТИЮ ИЛИ ЛОЖНАЯ НАДЕЖДА?

РЕБРИКОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
студент гр. СУЗ-19
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в статье рассматривается технология крионики, заключающаяся в заморозке тел умерших людей с целью их последующего оживления. Анализируются аргументы сторонников и противников крионики. Делается вывод о перспективах применения этой технологии.

Ключевые слова: крионика, криоконсервация, бессмертие, оживление, будущее.

В последние десятилетия в научном сообществе активно обсуждается технология крионики, суть которой заключается в заморозке тел умерших людей при сверхнизких температурах в надежде на их последующее оживление. Сторонники крионики полагают, что таким образом можно сохранить структуру человеческого мозга, а в будущем появятся технологии, позволяющие восстановить мозговую деятельность и личность человека.

Процесс криоконсервации начинается сразу после констатации биологической смерти. Тело помещается в криозащитный раствор, охлаждается до температуры ниже нуля, а затем хранится в специальных резервуарах с жидким азотом при -196 градусах Цельсия. Сторонники крионики утверждают, что при такой температуре все биохимические процессы останавливаются, и структура тканей сохраняется неопределенно долго.

Однако многие ученые крайне скептически относятся к перспективам крионики. Они указывают на ряд проблем этой технологии. Во-первых, процесс заморозки неизбежно приводит к образованию кристаллов льда внутри клеток, что разрушает их структуру. Во-вторых, сохранить в неповрежденном виде все органы и системы организма пока не представляется возможным. В-третьих, даже если удастся оживить отдельные клетки или фрагменты тканей, восстановить личность человека и его память вряд ли удастся.

Тем не менее, в последние годы интерес к крионике растет. Этому способствуют определенные успехи в смежных областях, таких как клонирование, трансплантология, нейротехнологии. Ряд частных компаний уже предлагает услуги по криоконсервации за довольно высокую плату. Хотя законность такой деятельности остается под вопросом, число желающих заморозить свое тело после смерти растет.

С этической точки зрения крионика вызывает массу вопросов. Некоторые критики считают ее вмешательством в естественный ход вещей и нарушением цикла жизни и смерти. Другие обеспокоены неясным правовым статусом людей, которых пытаются оживить спустя многие годы после их смерти. Есть опасения и по поводу коммерциализации этой сферы.

Тем не менее, сторонники крионики полагают, что у человечества появляется шанс победить смерть. По их мнению, это открывает путь к радикальному продлению жизни и достижению физического бессмертия. Криоконсервация рассматривается ими как мост между настоящим и будущим, когда появятся технологии реанимации.

По всей видимости, в ближайшем будущем крионика останется экспериментальной технологией с неопределенными перспективами. Однако исследования в этой области могут принести определенную пользу для изучения процессов при глубоком охлаждении организма. В далекой перспективе появление прорывных технологий в медицине может коренным образом изменить отношение к криоконсервации и надеждам на победу над смертью. Пока же это остается спорным экспериментом, исход которого неясен. Тем не менее, крионика продолжает привлекать сторонников, мечтающих о бессмертии.

Список литературы

1. Орлов, А. А. Криоконсервация тела умершего человека как новая форма погребения: цивилистический и культурологический подходы / А. А. Орлов // Многонациональная Россия: вчера, сегодня, завтра : Сборник научных статей III научно-практической конференции, Смоленск, 18 октября 2022 года / Отв. редактор Н.Н. Розанова. – Смоленск: Смоленский государственный университет, 2022. – С. 324-331.

2. Патент № 2751969 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/00. Криодеструктор : № 2021102005 : заявл. 28.01.2021 : опубл. 21.07.2021 / В. О. Бондаренко, Д. О. Епифанов, А. И. Холявин [и др.] ; заявитель Акционерное общество "Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электроприбор".

3. Erte, L. A. Cryonics: legal and ethical aspects / L. A. Erte, K. S. Efimkova // Bioethics. – 2019. – No. 2(24). – P. 30-36. – DOI 10.19163/2070-1586-2019-2(24)-30-36.

CRYONICS: THE PATH TO IMMORTALITY OR FALSE HOPE?

REBRIKOV SERGEI
student gr. SUZ-19
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article discusses the technology of cryonics, which consists in freezing the bodies of dead people in order to revive them. The arguments of supporters and opponents of cryonics are analyzed. The conclusion is made about the prospects of application of this technology.

Keywords: cryonics, cryopreservation, immortality, revitalization, future.

НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ: НАПРЯМУЮ СВЯЗЫВАЯ РАЗУМ И МАШИНУ

РЕБРИКОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
студент гр. СУЗ-19
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в статье рассматриваются нейроинтерфейсы - устройства, позволяющие устанавливать прямую связь между мозгом человека и внешними устройствами. Описаны существующие технологии нейроинтерфейсов, их применение и перспективы развития. Особое внимание уделено инвазивным нейроимплантантам, позволяющим считывать и передавать сигналы непосредственно из нервной ткани. Рассмотрен потенциал нейроинтерфейсов для лечения неврологических заболеваний, создания нейропротезов и улучшения человеческих способностей.

Ключевые слова: нейроинтерфейсы, мозг-компьютерный интерфейс, нейроимплантанты, инвазивные технологии, нейропротезирование.

Нейроинтерфейсы представляют собой устройства, позволяющие устанавливать прямую связь между мозгом человека и внешними устройствами, такими как компьютеры, протезы, роботы. Цель создания нейроинтерфейсов - предоставить пользователю возможность управлять различными системами и получать от них обратную связь только силой мысли, без дополнительных механических действий. Основные типы существующих нейроинтерфейсов:

1. неинвазивные устройства, регистрирующие активность мозга через кожу головы (электроэнцефалография). Используются для управления виртуальной или физической техникой, коммуникации;
2. имплантируемые нейроимплантанты, устанавливаемые хирургическим путем непосредственно в мозг и позволяющие с высокой точностью считывать и передавать нейронные сигналы;
3. гибридные устройства, объединяющие неинвазивные датчики с минимально инвазивными имплантантами.

Особый интерес представляют инвазивные нейроимплантанты, поскольку они обеспечивают самое высокое качество связи с мозгом. К примеру, технология Neurolink позволяет имплантировать в мозг тысячи электродов с разрешением в один нейрон. Это открывает уникальные возможности для лечения болезней мозга, восстановления утраченных функций, расширения человеческих способностей.

Уже сегодня нейроинтерфейсы активно применяются в медицине. Например, для возвращения двигательных функций парализованным пациентам, слуха при глухоте, зрения при слепоте. В перспективе нейроимплантанты позволят лечить болезни Альцгеймера, Паркинсона, эпилепсию, депрессию и др.

Помимо медицины, у нейроинтерфейсов огромный потенциал для расширения человеческих возможностей. Скорость мысли на порядки превосходит скорость ввода информации через клавиатуру или речь. Нейроинтерфейсы могут

сделать взаимодействие с компьютерами и роботами максимально естественным и органичным.

Однако существуют и этические опасения по поводу глубокого вмешательства в работу мозга. Необходимо тщательное изучение всех рисков перед широким применением инвазивных технологий на людях. Тем не менее, при ответственном подходе нейроинтерфейсы имеют потенциал кардинальным образом улучшить качество жизни миллионов людей.

Список литературы

1. Котов, С. В. Применение технологии нейроинтерфейс "мозг - компьютер"+экзоскелет в составе комплексной мультимодальной стимуляции при реабилитации пациентов с инсультом / С. В. Котов, Е. В. Исакова, Е. В. 2. 2. Слюнькова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2019. – Т. 119, № 12-2. – С. 37-42. – DOI 10.17116/jnevro201911912237.

Tsymay, Yu. V. Neurointerface Modeling for Controlling Dynamic Systems / Yu. V. Tsymay, A. P. Nyrkov, M. V. Kardakova // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2022. – No. 4(32). – P. 85-93. – DOI 10.24412/2413-2527-2022-432-85-93.

3. Кашуро, Л. А. Разработка интеллектуальной системы нейроинтерфейса на базе детского технопарка "Кванториум" города Орла / Л. А. Кашуро, С. А. Походных // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – № 9(43). – С. 69-71.

4. Лебедев, М. А. Сознание и душа: что добавят нейроинтерфейсы? / М. А. Лебедев // Труды кафедры богословия Санкт-Петербургской Духовной Академии. – 2019. – № 2(4). – С. 76-105. – DOI 10.24411/2541-9587-2019-10017.

5. Бодин, О. Н. Нейроинтерфейс для управления роботизированными устройствами / О. Н. Бодин, Г. А. Солодимова, А. Н. Спиркин // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019. – № 4(30). – С. 70-76. – DOI 10.21685/2307-5538-2019-4-8.

NEUROINTERFACES: DIRECTLY CONNECTING THE MIND AND THE MACHINE

REBRIKOV SERGEI
student gr. SUZ-19
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article deals with neurointerfaces - devices that allow establishing direct connection between the human brain and external devices. The existing technologies of neurointerfaces, their application and development prospects are described. Special attention is paid to invasive neuroimplants that allow reading and transmitting signals directly from the nerve tissue. The potential of neurointerfaces for the treatment

of neurological diseases, creation of neuroprostheses and improvement of human abilities is considered.

Keywords: neurointerfaces, brain-computer interface, neuroimplants, invasive technologies, neuroprosthetics.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СВЕРХПРОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

РЕБРИКОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
студент гр. СУЗ-19
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в статье рассматриваются перспективные направления применения нанотехнологий в строительной отрасли для создания новых композитных материалов с улучшенными физико-механическими характеристиками. Особое внимание уделяется использованию углеродных нанотрубок, графена, диоксида кремния для модификации бетона и других материалов. Показан потенциал нанотехнологий для повышения прочности, износостойкости, долговечности конструкций.

Ключевые слова: нанотехнологии, строительные материалы, прочность бетона, нанотрубки, графен, диоксид кремния.

Улучшение физико-механических свойств традиционных и создание принципиально новых высокотехнологичных строительных материалов с уникальным комплексом характеристик является крайне актуальной и приоритетной задачей современного строительного материаловедения и нанотехнологий.

Улучшение физико-механических свойств строительных материалов является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений считается применение нанотехнологий, позволяющих изменять структуру материалов на наноуровне.

Внедрение наночастиц различной природы в состав бетона повышает его прочность и долговечность. Широко используются углеродные нанотрубки и графен. Их добавление увеличивает предел прочности бетона на сжатие на 15-40%, а также улучшает другие эксплуатационные показатели.

Еще одним перспективным наполнителем является нанодиоксид кремния. Он повышает морозо- и коррозионную стойкость бетона за счет уплотнения его структуры. Использование комплексных нанодобавок открывает возможность получения высокотехнологичных бетонов со сверхвысокими прочностными характеристиками.

Наномодификация применима и для других материалов. Добавление наночастиц в гипсокартон повышает его огнестойкость и водостойкость. Армирование фиброцемента углеродными нанотрубками значительно увеличивает его изгибную прочность и трещиностойкость.

Применение нанотехнологий открывает путь к созданию принципиально новых композитных материалов с заранее заданными свойствами. Внедрение наномодифицированных материалов в строительство позволит существенно повысить долговечность и надежность зданий и сооружений.

Таким образом, нанотехнологии предоставляют широкие возможности для улучшения физико-механических характеристик строительных материалов. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят расширить ассортимент перспективных нанодобавок и сферы их применения в строительной отрасли.

Список литературы

1. Тютина, А. Д. Влияние нанотехнологий на архитектуру / А. Д. Тютина, Д. С. Родионов // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 11-1(69). – С. 56-58.

2. Савицкая, О. Е. Применение нанотехнологий и инноваций для повышения качества дорожного покрытия / О. Е. Савицкая, А. А. Кузьмин // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России : 3. Материалы XIII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию профессора Рима Яковлевича Цыганова, основателя высшего дорожного образования в Волгоградской области, Волгоград, 21–24 мая 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2019. – С. 138-140.

4. Иванов, Л. А. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть III / Л. А. Иванов, П. С. Прокопьев // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 292-303. – DOI 10.15828/2075-8545-2019-11-3-292-303.

5. Белов, В. В. Строительные материалы : учебник для бакалавров / В. В. Белов, В. Б. Петропавловская ; Тверской государственный технический университет. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Тверь : Тверской государственный технический университет, 2021. – 240 с. – ISBN 978-5-7995-1172-2.

THE USE OF NANOTECHNOLOGY TO CREATE HEAVY-DUTY CONSTRUCTION MATERIALS

REBRIKOV SERGEI
student gr. SUZ-19
Lipetsk State Technical University

Abstract: the article discusses promising areas for the application of nanotechnologies in the construction industry to create new composite materials with improved physical and mechanical characteristics. Particular attention is paid to the use of carbon nanotubes, graphene, silicon dioxide to modify concrete and other materials. The potential of nanotechnologies to increase the strength, wear resistance, and durability of structures is shown.

Keywords: nanotechnology, building materials, concrete strength, nanotubes, graphene, silicon dioxide.

ПОЛЫЙ КАТОД ИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

САЛЬКОВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ
студент гр. Т9-ЭП-21-2
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ПОНОМАРЕВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ
Научный руководитель, преподаватель кафедры электропривода
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в данной работе рассматривается возможность создания полого катода ионного мини-двигателя с использованием современных технологий и материалов. Приведено описание работы ионного двигателя.

Ключевые слова: ионный двигатель, полый катод, плазма, ионизация, электроны.

За последние десятилетия популярность электрических ракетных двигателей быстро возросла, и эта тенденция сохраняется. Несмотря на то, что тяга этих двигателей все еще не очень велика, возможность поддерживать их включенными в течение нескольких месяцев в конечном итоге даёт больший удельный импульс, что позволяет снизить вес спутников и, следовательно, затраты. Ионные мини-двигатели имеют силу тяги равную нескольким мН, но они по-прежнему удовлетворяют большинству требований к эксплуатации, позволяя практически любым способом изменять орбитальное положение спутников весом до 100 кг. Электрические ракетные двигательные установки используются в качестве корректировочных двигателей для изменения орбиты или в качестве маршевого двигателя. Химические ракетные двигатели могут достигать КПД до 35 процентов, в то время как электрические – более 90 процентов.

Ионный двигатель работает за счет бомбардировки нейтрального топлива электронами. Эти электроны образуются в полом катоде при нагревании, которое запускает термоэлектронную эмиссию. Затем электроны выбрасываются в разрядную камеру, где они падают на положительно заряженный анод. Притягиваясь к аноду, электроны бомбардируют нейтральное топливо внутри разрядной камеры и генерируют плазму. Генерируемая плазма всасывается решетками и разгоняется до высоких скоростей (более 30 км/с). Катод-нейтрализатор, который испускает электроны с той же скоростью, с какой ионы выходят из двигателя, используется для того, чтобы избежать увеличения отрицательного заряда двигателя, что привело бы к притяжению выходящих ионов обратно к двигателю и, следовательно, уменьшению тяги. На рисунке 1 наглядно показан принцип работы двигателя.

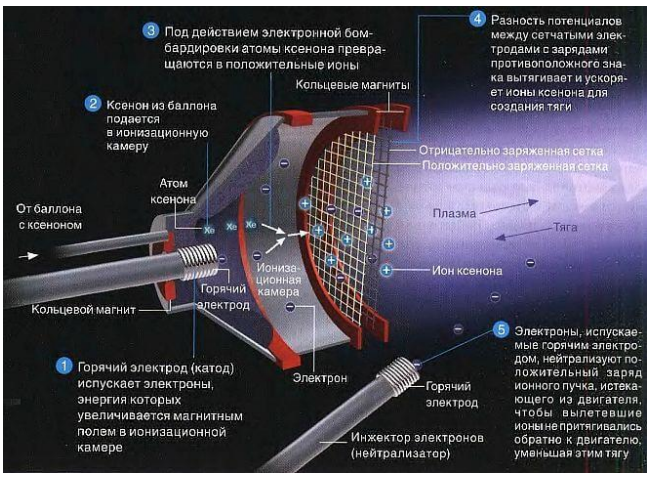


Рисунок 1 – Принцип работы ионного двигателя

Существует три различных типа генераторов плазмы: электронные на постоянном токе (DC); генераторы, использующие радиочастотный разряд (RF); генераторы, использующие микроволновый разряд (MW).

Ионные двигатели, использующие радиочастотный разряд и микроволновой разряд для генерации плазмы, имеют почти аналогичную конструкцию с ионным ускорителем и с электронным нейтрализатором. Разница с ними заключается в том, что вместо источника питания с полым катодом или анодом они имеют антенную конструкцию, которая используется для ионизации топливного газа. В этих двигателях также используются самогенерируемые магнитные поля для повышения эффективности ионизации.

Катодный эмиттер испускает электроны, которые ионизируют топливо. Изготовление полого катода является сложной задачей, поскольку это очень точное и компактное оборудование, которое необходимо нагревать до высоких температур, чтобы катод начал испускать электроны. Типичную конфигурацию катода можно увидеть на рисунке 2.

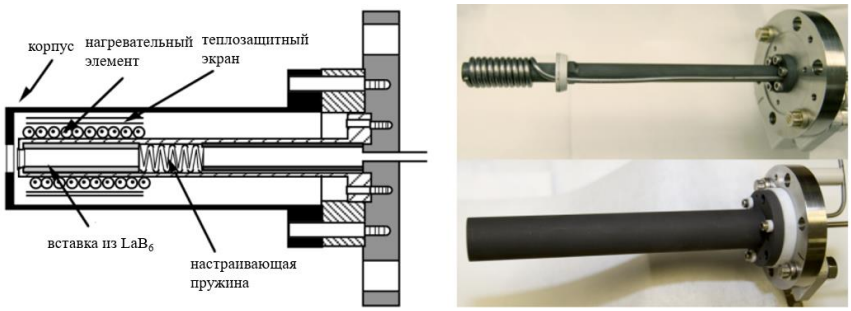


Рисунок 2 – Устройство катода

Температура, требуемая для полого катода, зависит от используемого материала вставки. В первых моделях ионных двигателей использовались вольфрамовых нити, которые требовалось нагреть примерно до 2300 °C, чтобы начать процесс ионизации. Это вызывало проблемы с регулированием температуры и снижало эффективность двигателей. Решением для этого было использование

полых катодов, в которых внутри вольфрамовой трубки устанавливается вставка. Вставка запускает тепловыделение при более низких температурах, что упрощает конструкцию. На рисунке 3 представлены различные материалы вставок и их тепловыделение в зависимости от температуры.

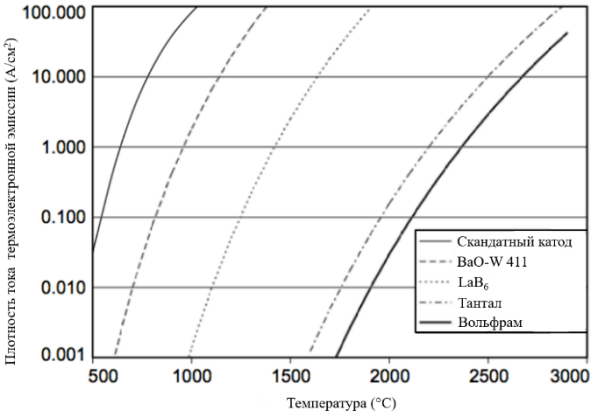


Рисунок 3 – Плотность тока термоэлектронной эмиссии в зависимости от температуры

Из рисунка 3 легко понять, почему использование танталовых и вольфрамовых катодов было прекращено. Полые катоды, пропитанные оксидом бария (BaO-W) и скандатные (металлопористые катоды на основе вольфрамовой губки, пропитанной алюминатом бария – кальция состава $2{,}5BaO \cdot 0{,}4CaO \cdot Al_2O_3$) катоды кажутся наиболее интересными с точки зрения рабочей функции. Стандартные металлопористые катоды для повышения термоэлектронной эмиссии часто покрывают пленкой осмия, в то время как в случае со скандатным катодом такая пленка ухудшает эмиссионные свойства катода.

Гексаборид лантана (LaB_6) работает при температуре около 1700°C. Несмотря на то, что требуемая температура нагрева выше, гексаборид лантана очень надежен и не требует такого чистого топлива, как оксид бария. Значения тока разряда с полыми катодами из гексаборида лантана в десять раз больше, чем способны выдержать катоды из оксида бария (около 250 А).

Проектирование полого катода следует начинать с определения характеристик разряда. Это позволяет определить размер катода, а также материал. Если требования к разряду невелики, вольфрамовая нить накала может обеспечить достаточное тепловое излучение для ионизации газа, если требования к разряду возрастают, требуется полый катод. Полый катод является более верным решением с точки зрения тока разряда.

Вставка имеет внутренний диаметр 2 мм и длину 20 мм. Материалом вставки является гексаборид лантана. При её нагревании до 1300 °C ток разряда будет составлять 291 мА. Нагревательный элемент представляет собой танталовую проволоку, покрытую оксидом алюминия. Изоляторы также изготавливаются из оксида алюминия. Наружный диаметр катодной трубки составляет 5 мм.

Держатель имеет наружный диаметр 9 мм. Катодная трубка и держатель изготовлены из графита. Теплозащитный экран изготовлен из тантала. Конструкция катода показана на рисунке 4.

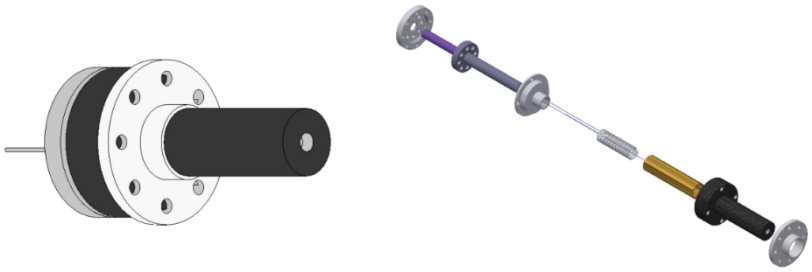


Рисунок 4 – Конструкция полого катода

Представленная конструкция была разработана с учетом того, что альтернативные виды топлива, такие как йод, адамантан и диамантан, могли быть протестированы с помощью двигателя малой тяги. Эти виды топлива на самом деле не требуют значительных изменений в конструкции. Полый катод подходит для этих требований.

Список литературы

1. Wirz R., Goebel D., Marrese C., Mueller J., Development of Cathode Technologies for a Miniature Ion Thruster, 39th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, AIAA-2003-4722, AIAA, Huntsville, AL, 2003
2. Wirz, R., Sullivan, R., Przybylowski, J., and Silva, M., Hollow Cathode and Low Thrust Extraction Grid Analysis for a Miniature Ion Thruster, International Journal of Plasma Science and Engineering, Vol. 2008, 2008, pp. 1–11.
3. Wirz, R. E., Miniature Ion Thrusters: A Review of Modern Technologies and Mission Capabilities, 34th International Electric Propulsion Conference, Hyogo-Kobe, Japan, July 2015, IEPC-2015-275
4. Goebel, D. M. and Katz, I., Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, John Wiley & Sons, New York, 2008.
5. Капустин В. Физико-химические основы создания многокомпонентных оксидсодержащих катодных материалов. – Перспективные материалы, 2000, № 2, с. 5–17.

HOLLOW CATHODE OF THE ION THRUSTER

SALKOVM IKHAIL
student of group T9-EP-21-2
Lipetsk State Technical University

Abstract: this paper considers the possibility of creating a hollow cathode of an ion mini thruster using modern technologies and materials. Describes the operation of an ion thruster.
Keywords: ion thruster, hollow cathode, plasma, ionization, electrons.

СУХИЕ БИОДОБАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

ЧАПЛИНСКАЯ ВИКТОРИЯ КОНСТАНТИНОВНА
студент гр. ФХЭ-21-1
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

ДЕРГУНОВА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА
Научный руководитель, преподаватель кафедры химии
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Аннотация: в работе представлены результаты оценки активности сухих строительных биодобавок на основе бактерий в процессе хранения. Введение бактерий в бетоносмесительную установку может значительно улучшить свойства бетона, такие как прочность, устойчивость к воздействию воды и долговечность. Однако, для достижения максимального эффекта, необходимо правильно подобрать концентрацию бактерий и условия их хранения.
Ключевые слова: строительные сухие смеси, биодобавки, биоминерализация, к - каррагинат, альгинат натрия, карбоксиметилцеллюлоза, уреазная активность.

В данной статье описываются различные факторы, влияющие на активность сухих строительных биодобавок, содержащих уреазные бактерии. Одной из главных проблем является сохранение уреазной активности бактерий во время хранения. Одним из решений этой проблемы является использование метода иммобилизации клеток бактерий в геле, что позволяет сохранить активность биомассы и использовать биодобавки в течение длительного времени.

Для исследования были использованы различные носители, такие как каппа-карригинат, альгинатный натрий и карбоксиметицеллюлозный гель. В качестве бактериальных культур были использованы штаммы Sp. Pasteurii (Ш1), B. Spherica (Ш2) и B. Pseudofiirma (Ш3), а также микробный консорциум (Ш4), выделенный из почвы.

В ходе работы были проведены испытания на прочность бетонных смесей на сжатие и изгиб с биодобавками Ш1-Ш4, оценка влияния кислот на потерю массы образцов бетона и оценка зависимости уреазной активности биодобавок и прочности на сжатие образцов цементных систем от времени хранения биодобавки (рисунок 1).

Результаты показали, что уреазная активность большинства биодобавок оставалась практически неизменной после экструзионной обработки. Это свидетельствует о том, что использование биодобавок с иммобилизованными клетками бактерий может быть эффективным способом сохранения активности уреазы во время хранения и использования в строительстве.

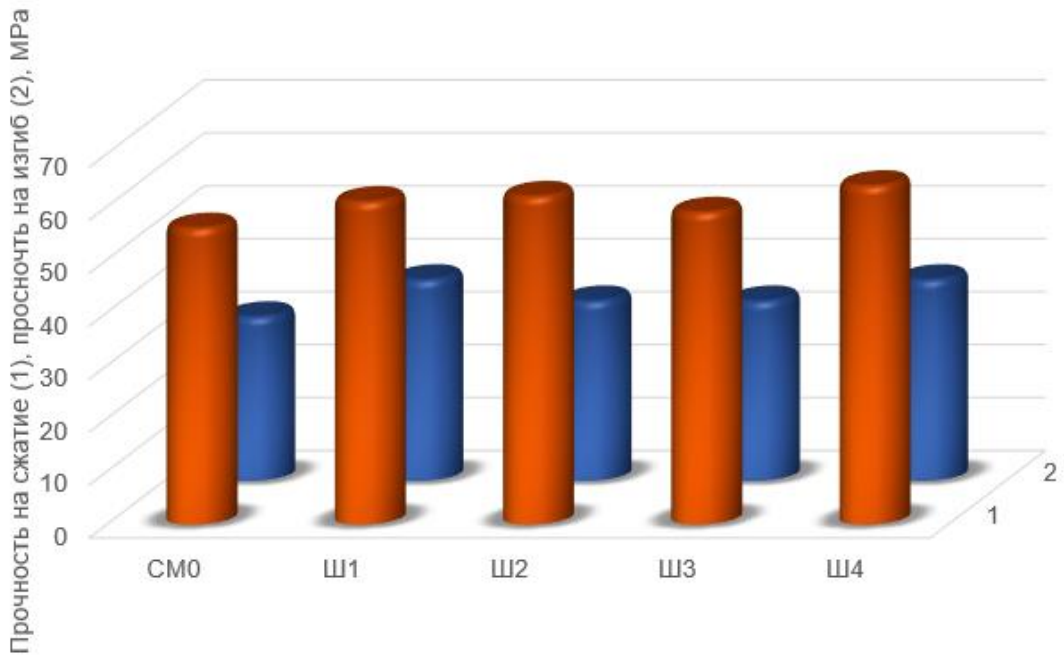


Рисунок 1 – Прочность бетонных смесей на сжатие и изгиб с биодобавками Ш1-Ш4

Увеличение прочности при сжатии после 28-дневной выдержки может быть связано с рядом факторов. Одним из них является повышение pH пористого материала. Это может способствовать росту микробных клеток, что в свою очередь может привести к образованию осадка кальцита и повышению прочности бетона. Кроме того, высокая щелочность порового раствора также может активировать непрореагированные частицы цемента и приводить к увеличению прочности.

Однако установлено, что концентрация клеток 10^8/мл приводит к снижению прочности на сжатие по сравнению с 10^7/мл. Это может быть связано с избыточной реакцией ферментов уреазы. Уреаза - это фермент, который содержится в бактериях и способствует разложению мочевины, которая образуется в результате белкового обмена. Избыточная реакция уреазы может привести к избыточному производству аммиака, который является токсичным для бетона. Таким образом, концентрация 10^8/мл может приводить к избыточной реакции уреазы и образованию аммиака, что снижает прочность бетона.

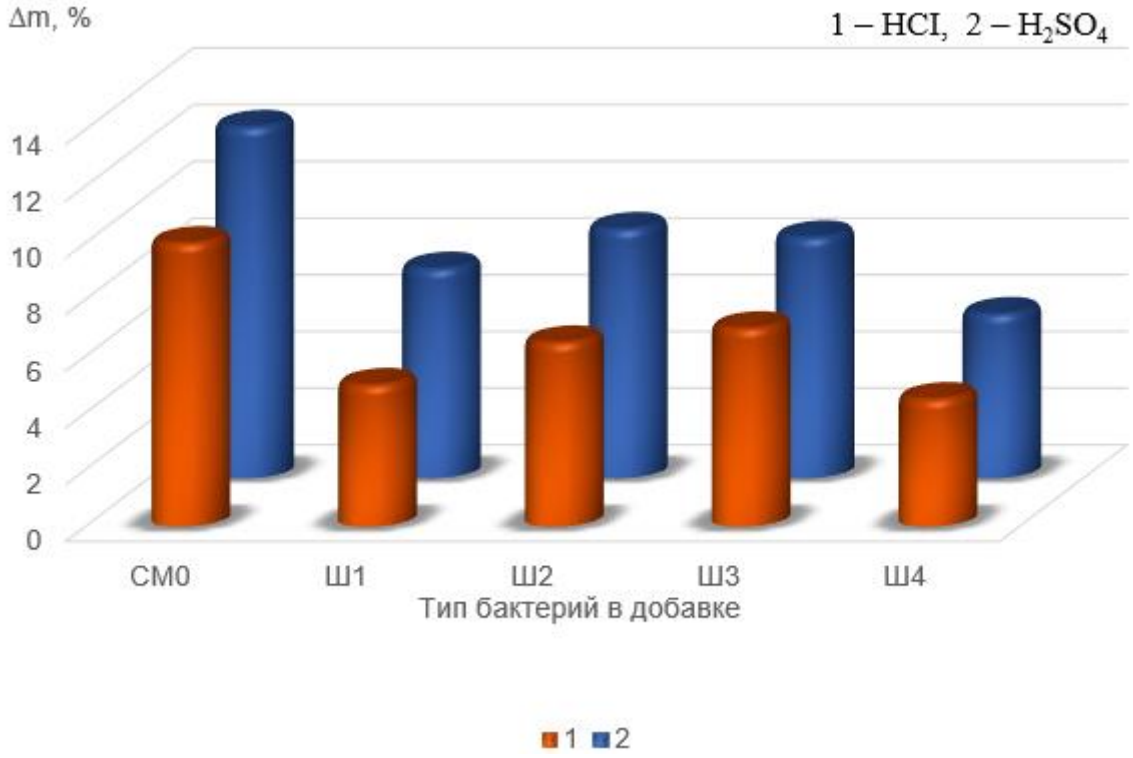


Рисунок 2 – Оценка влияния кислот на потерю массы образцов бетона

Введение бактерий в бетонные смеси может снизить потерю массы бетона и повысить его стабильность. Однако, использование биодобавки с концентрацией 107 клеток/ мл, подвергнутой воздействию 5 % HCl в течение 30 дней, привело к уменьшению потери массы до 4.5 %. Уменьшение потери массы объясняется заполнением пор бетона биомассой бактерий, а также образованием кальцита в матрице (рисунок 2).

Уреазная активность биодобавок была определена через реакцию ферментативного гидролиза карбамида под действием уреазы. Были проанализированы образцы после четырехмесячного хранения.

Таблица 1 – Зависимость уреазной активности биодобавок и прочности на сжатие образцов цементных систем от времени хранения биодобавки.

№ п/п	Срок хранения биодобавки, сут	Уреазная активность, мг NH_3/г/сут	Прочность на сжатие, МПа
1	1	57,74	48,2
2	7	56,74	48,1
3	28	44,84	47,9
4	62	44,78	47,8
5	120	44,68	46,2

Результаты показали, что уреазная активность большинства биодобавок оставалась практически неизменной после экструзионной обработки. Это свиде-

тельствует о том, что использование биодобавок с иммобилизованными клетками бактерий может быть эффективным способом сохранения активности уреазы во время хранения и использования в строительстве.

Список литературы

1. Yoosathaporn S., Tiangburanatham P., Bovonsombut S., Chaipanich A., Pathom-Aree W. A cost effective cultivation medium for biocalcification of Bacillus pasteurii KCTC 3558 and its effect on cement cubes properties. Microbiological Research. 2016. Vol. 186–187, pp. 132–138. DOI:10.1016/j. micres.2016.03.010
2. Priyom S.N., Moinul Islam Md., Saiful Islam Md. An experimental investigation on the performance of bacterial concrete. Conference: 4th International Conference on Advances in Civil Engineering 2018 (ICACE 2018). https://www.researchgate.net/ publication/329842409_an_experimental_ investigation_on_the_performance_of_bacterial_concrete.
3. Zhao X., Wang M., Wang H., et al. Study on the remediation of Cd pollution by the biomineralization of urease-producing bacteria. Int. J. Environ. Res., 2019,16(2), 268. doi: 10.3390/ijerph16020268
4. Pacheco-Torgal F., Ivanov v., Tsang Daniel C.W., Introduction to biobased materials and biotechnologies for eco-efficient construction, Bio-Based Materials and Biotechnologies for Eco-Efficient Construction, 2020, p.1-16.
5. Abudoleh S.M., Mahayreh A.A., Frejat A.A., Hulaisy F.A, Hamdan, S.O. Bioconcrete development using calcite -precipitating bacteria isolated from different sources in Jordan. International Conference on Building Materials and Materials Engineering (ICBMM 2018) 2019. Vol. 278(12):01011. DOI: 10.1051/matecconf/201927801011.

DRY BIOADDITIVES TO INCREASE THE STRENGTH OF CONCRETE

CHAPLINSKAYA VICTORIA
student gr. FHE-21-1
Lipetsk State Technical University

Abstract: the paper presents the results of assessing the activity of dry building bioadditives based on bacteria during storage. It was found that the introduction of bacteria into the mixture in various concentrations reduced mass loss, thereby increasing the stability of concrete mixtures.

Keywords: dry building mixes, bioadditives, biomineralization, k - carrageenan, sodium alginate, carboxymethylcellulose, urease activity.

Научное электронное издание

ЛЕТНЯЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ЛГТУ

Сборник трудов научно-практической конференции
студентов
Липецкого государственного технического университета

Респ. Дагестан, 22–28 августа 2023 г.

Ответственный за выпуск: С.Е. Кондратьев
Компьютерная верстка: Д.А. Кастюхин

Подписано к использованию 02.02.2024.
Усл. печ. л. 7,6.
Липецкий государственный технический университет. Отдел полиграфических работ и услуг.
398055, Липецк, ул. Московская, 30.