СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

CII СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

№6(101)

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2021

СибАК
www.sibac.info

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Электронный сборник статей по материалам CII студенческой международной научно-практической конференции

№ 6 (101)
Июнь 2021 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2021

УДК 62
ББК 30
Н34

Председатель редколлегии:
Дмитриева Наталья Витальевна – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:
Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;
Ахметов Сайранбек Махсутович – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;
Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

Н34 **«Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:** Электронный сборник статей по материалам CII студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2021. – № 6(101) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://sibac.info/archive/technic/6(101).pdf

Электронный сборник статей по материалам CII студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Технические науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 30

ISSN 2310-4066
© ООО «СибАК», 2021 г.

Оглавление

Секция «Архитектура, строительство» 7

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК ПО УСЛОВИЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ 7
Елеусизов Саулет Жумабаевич

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК 14
Елеусизов Саулет Жумабаевич

Секция «Информационные технологии» 18

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕПОЗИТАРНЫЙ УЧЕТ» 18
Игнатьев Рудольф Петрович

МАШИННЫЙ ЯЗЫК И ЯЗЫК АССЕМБЛЕРА ИСТОРИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ 23
Карибов Янис Андреевич
Зинченко Кирилл Алексеевич
Лоба Инна Сергеевна

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ И БЫСТРОЙ СВЯЗИ С АБОНЕНТОМ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ И МЕССЕНДЖЕРАХ 28
Керпеченко Николай Вячеславович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА» 32
Орловская Оксана Демьяновна
Ерохин Александр Сергеевич
Карповский Владимир Александрович

КЛАССИФИКАЦИЯ СЛОЁВ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СОСУДОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ 39
Потапенко Анастасия Валентиновна
Комраков Владимир Викторович

АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНОЙ ПУНКТ 42
Походов Роман Валентинович

МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ 46
Ролдугина Мария Андреевна
Золотарева Татьяна Александровна

Секция «Космос, авиация» **52**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВЕРХЛЕГКИХ РАКЕТ НОСИТЕЛЕЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ 52
Алим Рысбек Куанышулы
Шестопалова Ольга Львовна

ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ 58
Бердибек Бекнур Бабаханович
Шестопалова Ольга Львовна

ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА МАРСОХОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ 63
Бердибек Бексултан Бабаханулы
Шестопалова Ольга Львовна

ВЫБОР ВИБРОСТЕНДА ВЫНУЖДАЮЩЕЙ СИЛЫ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕДУРЫ СВЕРТЫВАНИЯ КРИТЕРИЕВ МЕТОДОМ АДДИТИВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ 69
Сгибнева Ксения Александровна
Шестопалова Ольга Львовна

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ «РД-107» И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ 75
Данагулов Темирлан Ганиулы
Шестопалова Ольга Львовна

ВЫБОР РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ТЯЖЕЛОГО КЛАССА ДЛЯ ВЫВОДА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА НА ГЕОПЕРЕХОДНУЮ ОРБИТУ 80
Шобдиров Бейбарыс Талгатович
Шестопалова Ольга Львовна

Секция «Математика» **86**

ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ 86
Большакова Марианна Афанасьевна,
Бугаева Ая Петровна,

Секция «Материаловедение» **94**

ИЗУЧЕНИЕ КАВИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕТАЛЛ И МЕТОДЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ 94
Лоскутов Сергей Евгеньевич

ИЗУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ ДЛЯ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИЕ 99
Лоскутов Сергей Евгеньевич

Секция «Машиностроение» 103

ПРИМЕНЕНИЕ ГАРНИТУРЫ С ИЗОГНУТОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ ЛЕЗВИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ 103
Лоскутов Сергей Евгеньевич
Шумарина Наталья Евгеньевна
Батракевич Егор Матвеевич

Секция «Металлургия» 109

ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ 109
Гузнов Никита Андреевич

Секция «Технологии» 115

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ 115
Алфаяад Ассим Гани Хашим
Валиев Динар Зиннурови

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА И ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА 130
Афанасьев Денис Александрович

SLM-ТЕХНОЛОГИЯ: АНАЛИЗ ОПОРНЫХ СТРУКТУР ИЗДЕЛИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАТЕРИАЛА 145
Кравец Данила Владимирович

Секция «Электротехника» 152

АЛГОРИТМ ПРОЕКТНОГО РАСЧЁТА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЭКРАНИРОВАННЫМИ ПОЛЮСАМИ 152
Амиров Владислав Вадимович
Падеев Александр Сергеевич

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ МАШИН 158
Амиров Владислав Вадимович
Падеев Александр Сергеевич

Секция «Энергетика» **163**

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУНКТА ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ЖИРОВИЧСКАЯ» РБ 163
Мойсейчик Игорь Иванович
Кропочева Людмила Владимировна

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АВТОНОМНОМ СОЛНЕЧНОМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ 167
Скерсь Евгений Антонович
Кропочева Людмила Владимировна

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБЪЕКТА 174
Таврель Адриан Сергеевич
Кропочева Людмила Владимировна

ВНЕДРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ПУНКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ 180
Телеш Анастасия Александровна
Кропочева Людмила Владимировна

ПОТЕНЦИАЛ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ТОРМОЖЕНИЯ 185
Узельдингер Константин Сергеевич
Колмаков Виталий Олегович

СЕКЦИЯ

«АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО»

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК ПО УСЛОВИЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Елеусизов Саулет Жумабаевич
магистрант,
кафедра «ТСиПСМ»,
Казахский автомобильно-дорожный институт
им. Л.Б. Гончарова,
РК, г.Алматы
E-mail: 4ertejnik@list.ru

PRINCIPLES AND METHODS OF DESIGNING TRANSPORT INTERCHANGES ACCORDING TO THE CONDITION OF ENSURING TRAFFIC SAFETY

Saulet Eleussizov
graduate student,
Department "TCPBM",
L.B. Goncharov Kazakh Automobile
and Road Institute,
Kazakhstan, Almaty

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются основные положения по проектированию транспортных развязок на автомобильных дорогах. При этом за определяющий критерий принимается условие обеспечения безопасности движения. Приведены схемы развязок движения на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог разных уровнях, показаны их преимущества и недостатки.

ABSTRACT

The article discusses the main provisions for the design of transport interchanges on highways. In this case, the condition for ensuring traffic safety is taken as the determining criterion. The diagrams of traffic interchanges at intersections and

junctions of highways at different levels are given, their advantages and disadvantages are shown.

Ключевые слова: пересечение автомобильных дорог, транспортные развязки, безопасность движения.

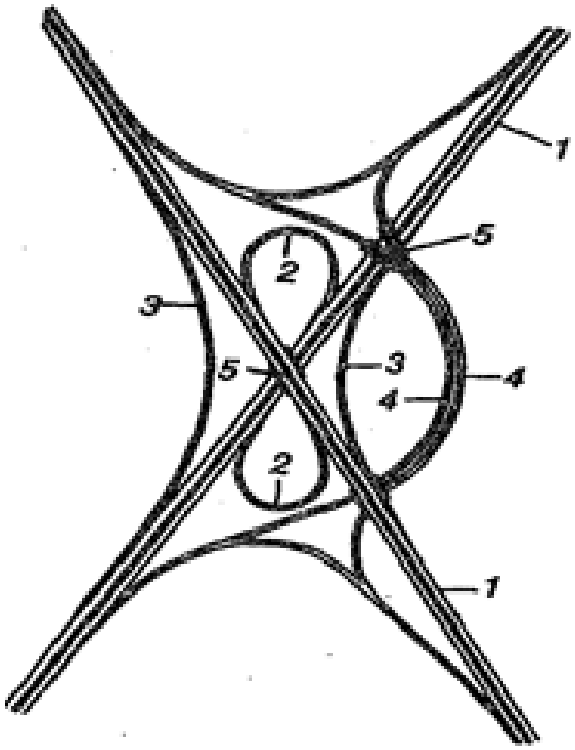
Keywords: intersections of highways, transport interchanges, traffic safety.

Алматы – один из крупнейших мегаполисов Казахстана. Естественно, он, как и другие крупные города развитых стран, сталкивается с необходимостью решения проблемы автомобильных обменов. Сегодня при проектировании автомобильных дорог приоритет отдается современным технологиям и методам обзора производства, в основном основанным на использовании высокопроизводительного метода сбора информации о Земле: использование ГИС при обследовании автомобильных дорог и сооружений на них, метод Земли, воздуха, космоса, цифровая фотограмметрия, спутниковая навигационная система, техника "GPS", электронный тахеометр, наземное лазерное сканирование земли и геофизические методы инженерно-геологических изысканий. Транспортная развязка – это совокупность дорожных сооружений (мостов и тоннелей), предназначенных для минимизации пересечений транспортных потоков и, таким образом, увеличения пропускной способности дороги. Транспортные обмены в основном воспринимаются как транспортные пересечения на разных уровнях, но этот термин также используется для особых случаев транспортных пересечений на том же уровне. На сегодняшний день используются новейшие современные технологии при строительстве развязок, автомобильных дорог для повышения качества и безопасности обменов.

Транспортные развязки на перекрестках автомобильных дорог различного уровня являются наиболее сложными фитингами автомобильных дорог с точки зрения проектирования, компоновки, соединительных пандусов, продольных и поперечных профилей вертикали, а также планирования и организации поверхностного дренажа. Обмены на различных уровнях, организованные в

первую очередь на магистралях высокой категории, предназначены для предотвращения пересечения транспортных потоков в разных направлениях на одном уровне, с соответствующим увеличением пропускной способности дорог, трафика, скорости, уровня комфорта и безопасности дорожного движения. В качестве примера транспортно-пересадочного комплекса, показанного на рис. 1, показаны основные ваши элементы: шоссе, перекресток, левый поворот, выход, правый поворот, директива, выход, левый поворот, эстакада.

Тип и принципиальная схема транспортных развязок определяются различными факторами: категориями перекрестков, предполагаемой интенсивностью потока транспортных маршрутов; земельным участком и положением особенностей земельного участка в данном районе перекрестка, или перекрестка, из множества разработанных конструкций транспортных развязок на перекрестках и перекрестках автомобильных дорог. На рисунке 2 показаны некоторые из них, которые на практике используются при строительстве транспорта.



1 – пересекающие автомагистрали; 2 – левоповоротные съезды; 3 -правоповоротные съезды; 4 – директивные лево поворотные съезды; 5 – путепроводы

Рисунок 1. Схема сложной транспортной развязки в разных уровнях

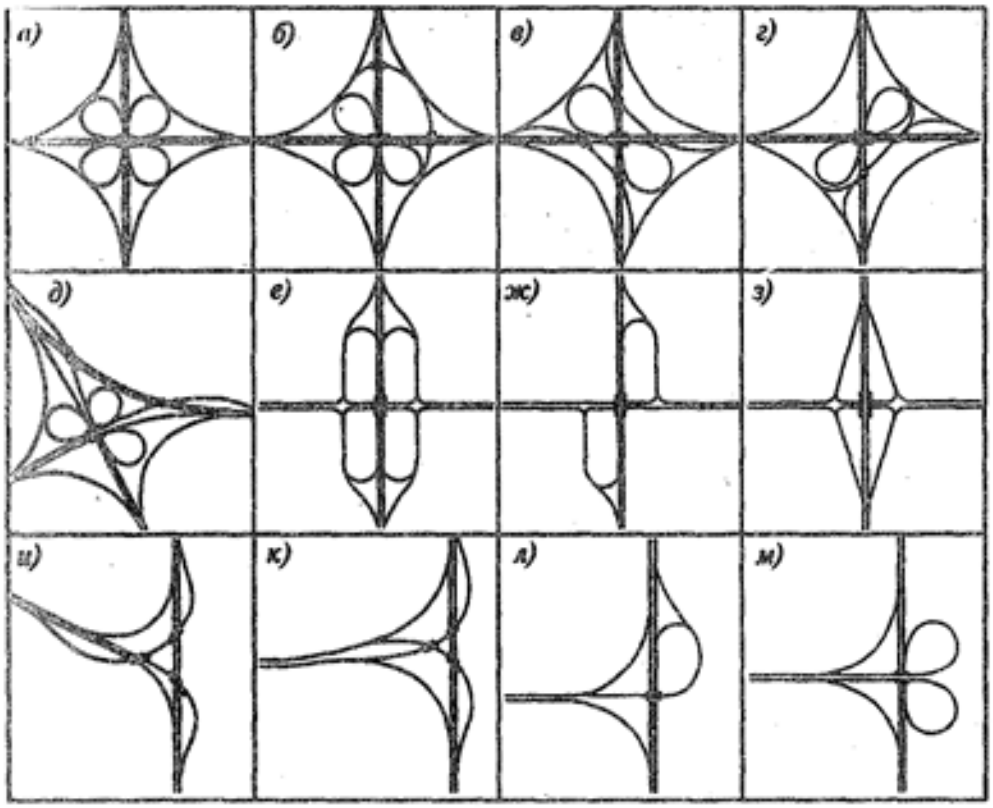


Рисунок 2. Схемы развязок движения на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог разных уровнях

Со стороны действующих строительных норм и правил проектирования к развязкам движения предъявляют следующие требования:

- Перекрестки и соединения предусмотрены на дорогах I-II категории не более чем через 5 км, а на дорогах III категории – не более чем через 2 км;
- Вывод дорог I-III категории и ввод на них осуществляется с устройством скоростных линий электропередачи;
- На этом участке ответвлений и соединений, на съезде с транспортных развязок, используются специальные типы переходных кривых, характеризующиеся параболическими или S-образными правилами изменения кривизны, и наилучшими условиями движения в них автомобилей с переменной скоростью. Ширина дороги по всей длине выхода левого поворота предполагается равной 5,5 метра, а на выходе правого поворота – 5,0 метра.

Ширина дороги внутри кривой на выходе должна быть не менее 1,5 м, а снаружи – 3,0 м. Продольные уклоны на выходе из транспортных пандусов на разных уровнях не должны превышать 40.

Одним из видов сложных транспортных обменов является клеверный лист. В конце 1960-х годов кумулятивные обмены клевера начали преодолевать классические обмены клевера за рубежом. При такой конструкции обмен, выход, удлинение и радиус поворота на этой основе увеличиваются, что позволяет быстро перемещаться по его увеличению. В некоторых случаях третий уровень обмена используется для расширения выходов короткого замыкания.

Преимущества этого обмена заключаются в том, что он недорогой по сравнению с другими типами обмена, и только 2 уровня могут быть использованы для 2 съезда с шоссе, расположенного перед въездом, и необходимо сбросить поток трафика, прежде чем съезд с шоссе немного уменьшится. Высокая емкость обмена.

Недостатки изолируются, когда один из потоков должен преобладать над другим. Если сравнить поток движения, и тогда общественный транспорт не сможет двигаться через район светофоров по мере увеличения трафика, туннель также может быть заблокирован, и потребуется большее расстояние до следующего перекрестка.

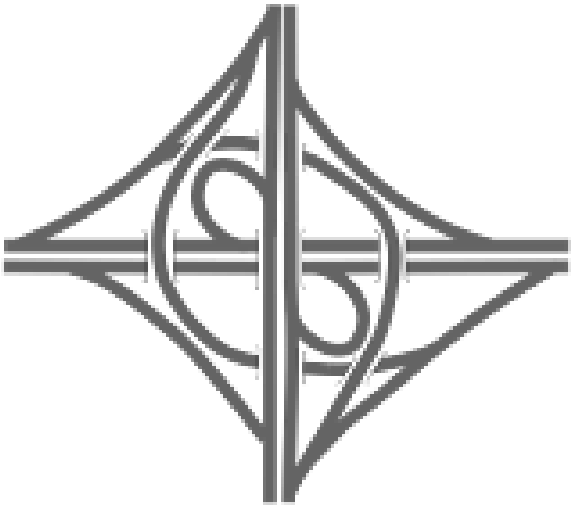


Рисунок 3. Схема клеверообразной развязки

Еще одна альтернатива кумулятивному четырехуровневому обмену турбинами (также называемому "Virpool", что переводится как "вращение"). Как правило, для обмена турбинами требуется меньше (обычно два или три) уровней, и обмен спиралью выходит к своему центру. Особенностью биржи является съездная рампа с большим радиусом поворота, что позволяет увеличить пропускную способность биржи в целом.

Преимущества этого в высокой пропускной способности, а съезд расположен перед въездом, а также необходимо сбросить поток до того, как съезд с шоссе будет уменьшен.

Недостатком является то, что для строительства требуется много места, требуется строительство 11 мостов, экстремальные перепады высот при прохождении съездов.

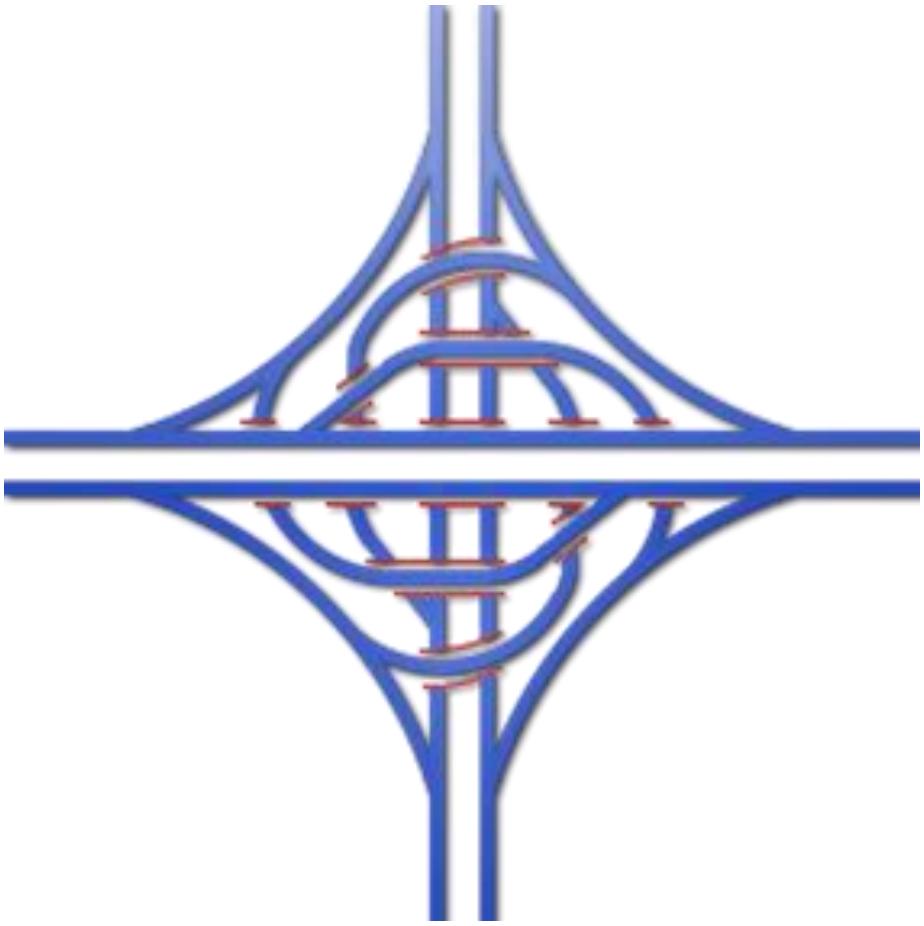


Рисунок 4. Схема развязки

Рисунок 5. Развязка в натуре (аэрофотоснимок)

Обмен светофорами формируется путем пересечения двух или более дорог под произвольным (обычно прямым) углом. Термин "обмен" используется только в случае сложного светофорного цикла, наличия других дорог для преобразования движения или последующего запрета в одном направлении.

Преимущества: простота светофорных циклов; возможность выделить отдельный цикл для пешеходов.

Недостатки: проблема левого поворота при интенсивном движении на одной из дорог; при интенсивном движении время ожидания зелёного может достигать 10 минут; при большом трафике есть большой риск возникновения дорожных «пробок».

Список литературы:

1. Гохман В.А. и др. Пересечения и примыкания автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1989. – 319 с.
2. Секретев К.М. Новые транспортные технологии. – М.: Евразия экспресс; Издание 255-е, 2006. – 176 с.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК

Елеусизов Саулет Жумабаевич
магистрант,
кафедра «ТСиПСМ»,
Казахский автомобильно-дорожный
институт им. Л.Б. Гончарова,
РК, г.Алматы
E-mail: 4ertejnik@list.ru

METHODS FOR ASSESSING THE SAFETY OF VEHICLES ON THE ELEMENTS OF TRANSPORT INTERCHANGES

Saulet Eleussizov
graduate student,
Department "TCPBM",
L.B. Goncharov Kazakh Automobile
and Road Institute,
Kazakhstan, Almaty

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются методы оценки аварийности в местах пересечений автомобильных дорог: методы анализа статистики дорожно-транспортных происшествий; методы оценки безопасности дорожного движения с использованием баллов; метод конфликтных условий; метод коэффициента запаса прочности; метод аварийной скорости. Приводятся показатели оценки аварийности.

ABSTRACT

The article deals with the methods of assessing accidents at intersections of highways: methods of analyzing statistics of road accidents; methods of assessing road safety using points; the method of conflict conditions; the method of the safety factor; the method of emergency speed. The indicators of accident assessment are given.

Ключевые слова: пересечение автомобильных дорог, транспортные развязки, безопасность движения, аварийность, показатели.

Keywords: road intersections, transport interchanges, traffic safety, accident rate, indicators.

Оценка степени безопасности дорожного движения с целью ее повышения является одной из основных задач дорожно-эксплуатационных служб. Необходимо выявить опасные зоны и разработать меры по улучшению условий движения на них.

Основными методами анализа и оценки безопасности дорожного движения являются следующие: методы анализа статистики дорожно-транспортных происшествий; методы оценки безопасности дорожного движения с использованием баллов; метод конфликтных условий; метод коэффициента запаса прочности; метод аварийной скорости. Выявление опасных мест на дороге осуществляется по статистике распределения аварий вдоль дороги.

Из существующих показателей оценки наиболее распространенным и объективным является показатель $К_а$ относительной аварийности, учитывающий пробег транспортных средств

С учетом среднесуточной интенсивности N движения транспортных средств в течение года на участке магистрали протяженностью l показатель относительной аварийности на 1 млн. км пробега

Также используется количество ДТП за год на тыс. водителей $К_а'$ и на один километр дороги $К_а'$.

В связи с различной степенью тяжести последствий ДТП для возможности сравнительной оценки и анализа различных ДТП применяют коэффициент $К_Т$ тяжести ДТП, определяем как отношение числа погибших $П_у$ к числу раненных $П_р$ за определенный период времени.

Тяжесть последствий от ДТП может быть охарактеризована, кроме того, отношением числа погибших $П_у$ или раненных $П_р$ к общему числу ДТП – $П_{ДТП}$.

Места концентрации аварий показывают, что это не единственная дорога на том же уровне, и, таким образом, сохранить в плане и профиле небольшой радиус невозможно.

Таблица 1.

Показатель интенсивности движения для определения районов и мест концентрации дорожно-транспортных происшествий

Количество ДТП Пдтп, единиц	Интенсивность движения Nгр, авт./сут.
4	9132
5	11416
6	13699
7	15982
8	18265
9	20548

Комплексная оценка дорог с использованием баллов является одним из старейших методов. Согласно этому методу, условия безопасности дорожного движения, оцениваемые по сумме баллов, будут учитывать особенности дороги: ширину дороги с радиусом кривой на участке видимости, расстояние до объектов на обочине дороги, наличие автобусных остановок вблизи перекрестка. Будет использоваться шкала баллов со значениями от 1 до 10. В то же время оценка 10 соответствует благоприятным условиям движения.

Метод конфликтных ситуаций больше подходит для сравнения вариантов для перекрестков дорог. Метод предполагает, что аварии всегда предшествует опасная ситуация, которая возникает снова и снова, для предотвращения которой требуется резкое изменение режима или траектории движения.

Для уменьшения потерь времени автотранспортом и уменьшения площади земельного участка, необходимого для размещения зданий, элементы транспортной развязки рассчитываются на меньших скоростях, чем на пересечении дорог.

Если в плане есть свободные условия для отслеживания выходов, следует по возможности избегать прямых выступов и обратных кривых. Смежные кривые имеют постоянный радиус через кривые перехода или образуют выход в виде сплошных кривых перехода (клотоида).

Пандусы съезда участка кривых перехода, прилегающие к основным дорогам, рассчитываются при постоянном радиусе скорости для крутой части съезда 90 м или более и переменных скоростях малого радиуса.

Необходимость реконструкции развязок возникает в следующих случаях:

- расширение перекрестка с целью увеличения количества полос для увеличения транзитного движения;
- расширение перекрестков для строительства путепроводов, накопительных полос или других элементов дорожной сети с целью увеличения пропускной способности и снижения аварийности;
- улучшение планировки съездов и проектирование путепроводов, которые больше не совместимы с возрастающей интенсивностью движения и составом транзитных и поворотных транспортных потоков.

Для снижения затрат на строительство при расширении перекрестка следует изменить параметры съезда в переходных кривых, не затрагивая круговую часть съезда и не меняя его радиуса, если его величина соответствует требованиям безопасности движения.

Список литературы:

1. Гохман В.А. и др. Пересечения и примыкания автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1989. – 319 с.
2. Секретев К.М. Новые транспортные технологии. – М.: Евразия экспресс; Издание 255-е, 2006. – 176 с.

СЕКЦИЯ

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕПОЗИТАРНЫЙ УЧЕТ»

Игнатьев Рудольф Петрович
магистрант 1 курса,
кафедра информационных систем в экономике,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола
E-mail: rudolfignatev@gmail.com

DEVELOPMENT OF BANK INFORMATION SYSTEM "DEPOSITARY ACCOUNTING" MODULE

Rudolf Ignatyev
graduate of 1st year,
Department of Information Systems in Economics,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola

АННОТАЦИЯ

На сегодняшний день депозитарные операции актуальны в деятельности банка, т.к. клиенты достаточно активно передают ценные бумаги на хранение и учет, а банки, соответственно, получают доходы от проведения депозитарных операций и принимают ценные бумаги в обеспечение по выдаваемым кредитам. Поэтому цель исследовательской работы заключается в проектировании модуля банковской информационной системы (ИС) «Депозитарный учет». Инструментальными средствами описания предметной области являются программный продукт StarUML и MS Access. Спроектированный модуль ИС «Депозитарный учет» послужит основой для последующего внедрения модуля, тем самым будет достигнуто автоматизированное ведение депозитарного учета ценных бумаг, а также учет и выполнение брокерских и иных операций.

ABSTRACT

Today, custody operations are relevant in the activities of the bank, as customers quite actively transfer securities for storage and accounting, and banks, respectively, receive income from custody operations and accept securities as collateral for loans issued. Therefore, the aim of the research work is to design a module of the banking information system (IS) "Depository accounting". Instrumental means to describe the subject area are the software product StarUML and MS Access. Designed module of IS "Depository accounting" will be the basis for further implementation of the module, thereby will be achieved automated depositary accounting of securities, as well as accounting and execution of brokerage and other operations.

Ключевые слова: депозитарий; аналитический счет; проектирование.

Keywords: depository; analytical account; design.

Был проведен мониторинг информации по разработчикам банковских ИС, имеющим частичную автоматизацию депозитарного учета. Выделяются следующие соответствующие программные продукты, выпускаемые для банков:

- InterBank Retail: ДБО физических лиц;
- RS-Retail v. 5.5;
- RS-Retail v. 6;
- программный продукт «БАНК 21 ВЕК» (подсистема «Депозитные договоры»).

Под местом хранения ценных бумаг понимается хранилище депозитария, внешнее хранилище или депозитарий (реестродержатель), где находятся сертификаты ценных бумаг (решение о выпуске ценных бумаг), удостоверяющие ценные бумаги, права на которые учитываются в депозитарии.

Информация обо всех исполненных и исполняемых депозитарием операциях должна содержаться в операционном журнале депозитария. В соответствии с регламентом депозитария операционный журнал депозитария

может быть единым или состоять из отдельных операционных журналов счетов депо и лицевых счетов депо.

Для ведения аналитического учета депозитарий должен открыть аналитические счета депо: счета депо депонентов (пассивные счета депо) и счета депо мест хранения (активные счета депо). Информация депозитарного учета, хранимая в депозитарии, содержится в журналах и картотеках (рисунок 1).

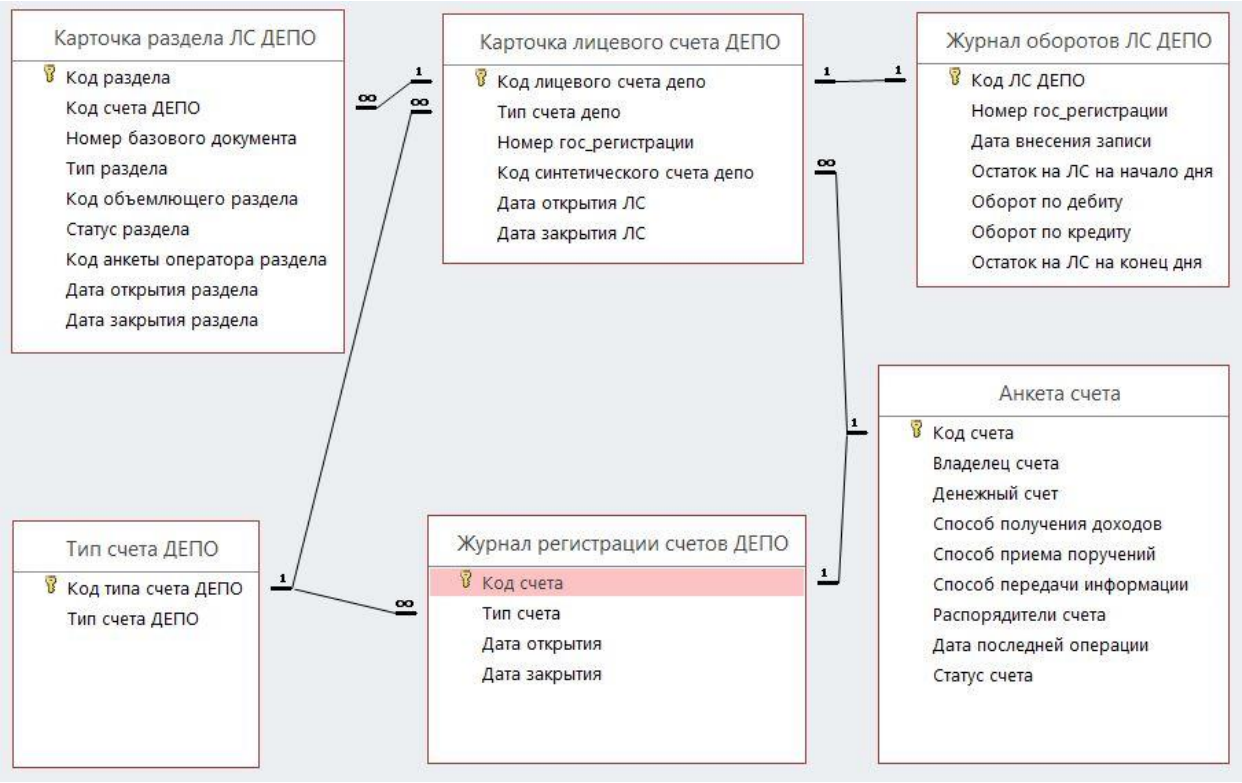


Рисунок 1. Инфологическая модель модуля депозитарного учета

Затем опишем основные элементы модели депозитарного учета.

«Депозитарная деятельность – финансовые услуги, связанные с хранением сертификатов ценных бумаг и/или учетом и переходом прав на ценные бумаги» [3].

Описанные элементы представлены в модели «Операция открытия счета депо депонента» по методологии IDEF0 (рисунок 2).

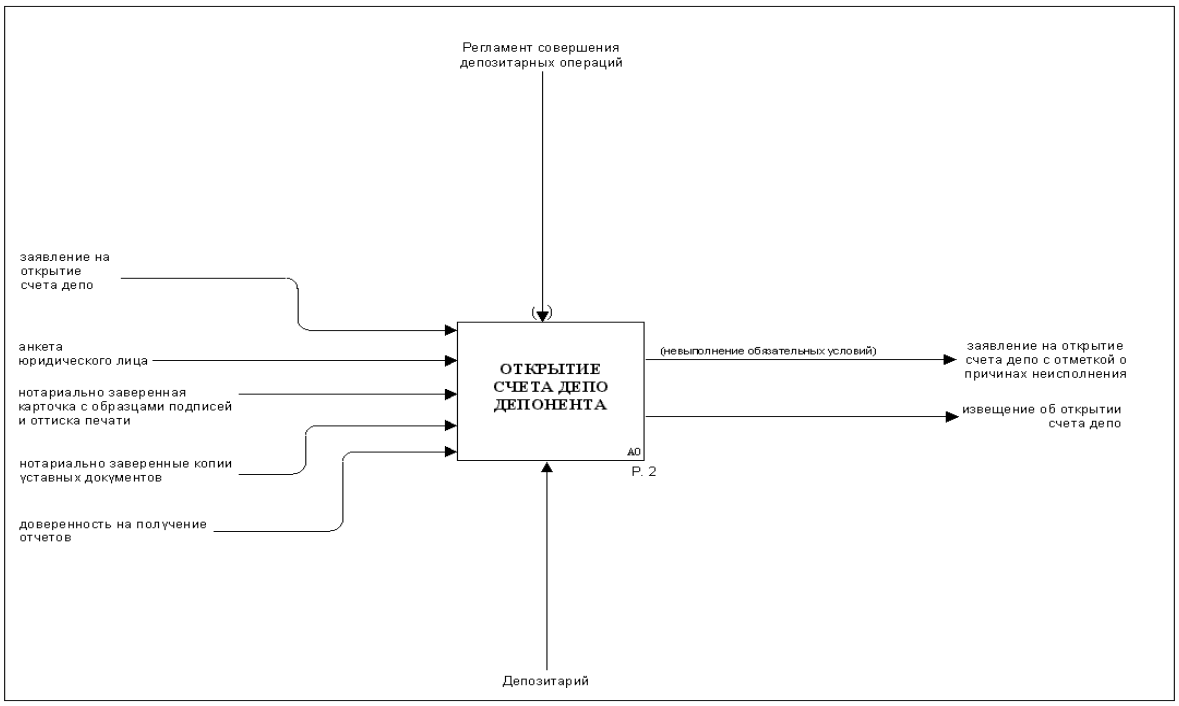


Рисунок 2. Общее представление концептуальной модели

Проведя необходимые действия, получим общее представление модели. Далее необходимо провести детализацию основного блока, представив дочернюю диаграмму этого блока (рисунок 3).

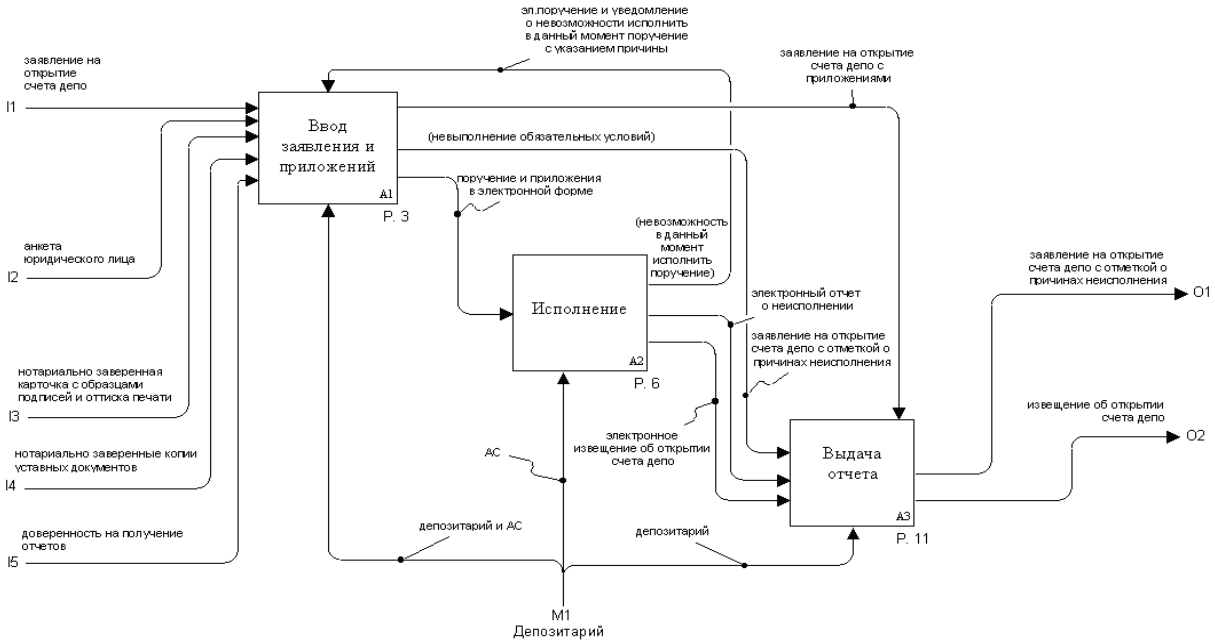


Рисунок 3. Детализация основного блока

Последним этапом процесса проектирования данного модуля ИС выступает описание требований ИС. Выделим требования, сгруппированные по типам:

1. К программному обеспечению:

- поддержка работы с достаточным количеством акционеров;
- поддержка плана счетов ДЕПО в соответствии с рекомендациями Центробанка РФ;
- наличие возможностей по настройке и модификации выходных документов;
- поддержка основных технологических операций, предусмотренных регламентами.

2. К каналам связи:

- наличие процедур использования защищенных каналов связи;
- описание способов защиты информации при ее передаче по каналам связи.

3. К аппаратуре:

- удаленный доступ пользователей к ресурсам модуля ИС;
- технологическая и информационная согласованность с аппаратно-программными средствами субъектов ИС.

Таким образом, реализация и внедрение модуля банковской ИС «Депозиарный учет» позволит банку оптимизировать деятельность по сопровождению операций на финансовых рынках, а именно – минимизировать риски, связанные с ошибками ручного ввода данных в систему, а также разгрузить высококвалифицированных сотрудников, ответственных за депозитарные операции.

Список литературы:

1. Белов, В.В. Проектирование информационных систем: Учебник / В.В. Белов. – М.: Академия, 2018. – 144 с.
2. Гвоздева, Т.В. Проектирование информационных систем. Стандартизация: Учебное пособие / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод. – СПб.: Лань, 2019. – 252 с.
3. Википедия [Электронный ресурс] : свобод. энцикл. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org – 05.06.2021
4. Фризен, И.Г. Офисное программирование (2-е издание) [Электронный ресурс]: учебное пособие / Фризен И.Г. – Электрон. текстовые данные. – М.: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2016. – 244 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/57169.html – 10.06.2021

МАШИННЫЙ ЯЗЫК И ЯЗЫК АССЕМБЛЕРА ИСТОРИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ

Карибов Янис Андреевич
студент,
Институт прикладной информатики,
математики и физики,
Армавирский государственный
педагогический университет,
РФ, г. Армавир
E-mail: cyberpartizan@hotmail.com

Зинченко Кирилл Алексеевич
студент,
Институт прикладной информатики,
математики и физики,
Армавирский государственный
педагогический университет,
РФ, г. Армавир

Лоба Инна Сергеевна
научный руководитель, старший преподаватель,
Армавирский государственный
педагогический университет,
РФ, г. Армавир

MACHINE LANGUAGE AND ASSEMBLY LANGUAGE HISTORY AND INTERCONNECTION

Yanis Karibov
student,
institute PIMiF,
Armavir State Pedagogical University,
Russia, Armavir

Kirill Zinchenko
student, i
nstitute PIMiF,
Armavir State Pedagogical University,
Russia, Armavir

Inna Loba
scientific
advisor, teacher,
Armavir State Pedagogical University,
Russia, Armavir

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассказывается про язык Ассемблер его историю разновидности, необходимость и его взаимосвязь с машинным кодом история появления языка и почему он так необходим. В каких задачах он используется и что на нем пишется.

ABSTRACT

This article tells about the Assembly language, its history of variety, the need and its relationship with machine code, the history of the emergence of the language and why it is so necessary. In what tasks it is used and what is written on it.

Ключевые слова: ассемблер; машинный код; программа.

Keywords: assembler; machine code; program.

Язык ассемблера — это язык программирования невысокого уровня. По сравнению с машинными кодами ассемблер дает возможность использования более понятных и простых символьных команд и используемых для обозначения человеком. Перевод с кода, написанного человеком, в машинный код понятный для процессора, требуется определённая программа, которая имеет называние и это ассемблер.

Ассемблерные команды одна за другой копируют действия и команды процессора. По факту это и есть тот же код, но более понятный для человека. Помимо этого ассемблер, дает возможность использовать метки взамен адресов ячеек памяти, которые при ассемблировании заменяются на автоматически рассчитываемые абсолютные или относительные адреса, а также так называемых.

Ассемблерные директивы дают возможность использовать блоки с данными, производить ассемблирование определенного участка кода с использованием необходимых для пользователя условий, выставлять определенные значения меток, включать макроопределения.

Существуют языки высокого уровня – в которых присутствуют print, if, function и тому подобное. Язык высокого уровня это означает, что для общения с компьютером вы используете более или менее понятный человеку язык. Возможно, что другой человек и не поймет ваш код, но хотя бы слова он сможет прочесть.

В отличие от человека компьютер не может понять наш язык. Он состоит из памяти, состоящей из регистров, которые состоят из единиц нулей и логических операций. Поэтому для исполнения программы написаннуювамией необходима другая программа, которая поможет ей понять, переведет написанное человеком в машинный код.

Под ассемблером понимается собирательное наименование низкоуровневых языков. Но все же код все ещё пишет человек, но данный код уже намного ближе к работе процессора, нежели к мышлению самого человека.

Искусство, называемое программированием, заключается в умении создавать и реализовывать программные продукты, придуманные человеком. Язык же это всего лишь система знаков необходимая для написания кода понятного компьютеру.

Языки программирования делятся на три вида:

- Языки высокого уровня
- Языки низкого уровня
- Машинный язык

Программирование состоит из множества ответвлений, которые в совокупности составляют написание программного продукта. В наше время есть тысячи языков, которые используются для написания кода. Некоторые из них становятся популярными, некоторые менее популярны, во многом это зависит от простоты понимания и удобства использования языка.

Одни из первых программистов в основном имели блокноты с кодами программ которые были наиболее часто используемые для того, чтобы не переписывать код вручную каждый раз при его необходимости. Одна из загвоздок была в следующем, адреса команд менялись в зависимости от

размещения в памяти. Была необходимость в автоматизирования процесса расставления адресов по своим метам в памяти. Кембриджские программисты написали набор из унифицированных подпрограмм, из которых после и была собрана библиотека. Это сильно упростило процесс разработки в последующем было необходимо ввести резервированное слово и компьютер производил настройку самостоятельно.

Морис Уилкс назвал мнемоническую схему для «Эдсака» и библиотеку подпрограмм собирающей системой (по-английски assembly system – отсюда слово «ассемблер»), поскольку она собирала последовательности подпрограмм.

В 1948 году была выпущена первая, написанная на машинных кодах, компьютерная программа разработана она была в Англии.В плоть до1950 года компьютерные программы были написаны на машинном коде.Данный способ написания программы являлся очень труда затратным, весь процесс написания кода необходимо было разбивать на элементарные действия которые, соответствовали командам процессора. Из-за этого нагромождённость программ и их сложность были колоссальными. Что вызывало большое количество ошибок, для устранения которых было необходимо большое количество времени. Ассемблер используют для написания программ, в которых важны быстродействие и объём памяти.

Машинный код – система команд конкретной вычислительной машины (процессора), которая интерпретируется непосредственно процессором. Команда, как правило, представляет собой целое число, которое записывается в регистр процессора. Процессор читает это число и выполняет операцию, которая соответствует этой команде. Язык программирования низкого уровня (низкоуровневый язык программирования) – это язык программирования, максимально приближённый к программированию в машинных кодах. В отличие от машинных кодов, в языке низкого уровня каждой команде соответствует не число, а сокращённое название команды (мнемоника). Например, команда ADD – это сокращение от слова ADDITION (сложение). Поэтому использование языка низкого уровня существенно упрощает написание и чтение

программ (по сравнению с программированием в машинных кодах). Язык низкого уровня привязан к конкретному процессору. Например, если вы написали программу на языке низкого уровня для процессора PIC, то можете быть уверены, что она не будет работать с процессором AVR.

Язык программирования высокого уровня – это язык программирования, максимально приближённый к человеческому языку (обычно к английскому, но есть языки программирования на национальных языках, например, язык 1С основан на русском языке). Язык высокого уровня практически не привязан ни к конкретному процессору, ни к операционной системе (если не используются специфические директивы).

Исходные тексты программы, написанной на языке высокого уровня, вы в большинстве случаев можете откомпилировать разными компиляторами для разных процессоров и разных операционных систем. С ассемблерными исходниками это сделать будет намного сложнее. Конечно, эта разница почти не ощутима для разных ассемблеров, которые предназначены для одинаковых процессоров. Но в том то и дело, что для каждого процессора существует свой ассемблер и свой язык ассемблера. В этом смысле программировать на языках высокого уровня гораздо проще. Однако за все удовольствия надо платить. В случае с языками высокого уровня мы можем столкнуться с такими вещами как больший размер исполняемого файла, худшее быстродействие и т.п.

Список литературы:

1. Калашников, О. Ассемблер? Это просто! Учимся программировать (+ CD-ROM) / О. Калашников. – М.: СПб: БХВ, 2006. – 384 с.
2. Лин, В. PDP-11 и VAX-11. Архитектура ЭВМ и программирование на языке ассемблера / В. Лин. – М.: Радио и связь, 1989. – 320 с.
3. Майко, Г.В. Assembler для IBM PC / Г.В. Майко. – М.: Бизнес-Информ, 1997. – 212 с.
4. Сибеста Структурное программирование на языке ассемблера ЭВМ VAX-11 / Сибеста, Р. – М.: Мир, 1988. – 536 с.
5. Скэнлон, Л. Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера / Л. Скэнлон. – М.: Радио и связь, 1989. – 336 с.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ И БЫСТРОЙ СВЯЗИ С АБОНЕНТОМ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ И МЕССЕНДЖЕРАХ

Керпеченко Николай Вячеславович
студент,
кафедра «Информационные технологии»,
Гомельский государственный технический
университет им. П.О. Сухого,
РБ, г.Гомель
E-mail: kerpiachenka@gmail.com

MOBILE APPLICATION FOR FINDING AND QUICKLY CONNECTING WITH THE CONTACT IN SOCIAL NETWORKS AND MESSENGERS

Mikalai Kerpiachenka
Student,
Department of Information Technologies,
Gomel State Technical University by Pavel Sukhoi,
Republic of Belarus, Gomel

АННОТАЦИЯ

В качестве главной цели выступает программный продукт, позволяющий выполнять отправку сообщений абоненту через социальные сети и мессенджеры для более оперативной связи.

В разработке применяются паттерны проектирования и современные подходы, способствующие созданию более качественного и гибкого продукта, дальнейшее развитие которого будет производиться значительно проще.

Результатом является мобильное приложение, разработанное под платформу Android, позволяющее создавать абонентов, добавлять для каждого определённый набор социальных сетей и мессенджеров и осуществлять отправку небольших сообщений.

Мобильное приложение обладает несколькими преимуществами, благодаря которым, связь с абонентами становиться проще и быстрее.

ABSTRACT

The main aim of this application – sending a short message to a contact via social networks and messengers.

Some patterns and modern approaches were applied. These patterns can help create quality and flexible product, which is easy to manage in the future.

The result is mobile application developed for the Android platform and allows to create and add some social networks and messengers to certain contact. Moreover, user can send a short message to the contact.

To sum up, mobile app has several advantages, which make it easier and faster to communicate with contacts.

Ключевые слова: социальная сеть; мессенджер; мобильное приложение.

Keywords: social network; messenger; mobile app.

Социальные сети набирают популярность с каждым днём. Согласно статистике 2021 года – среднестатистический пользователь проводит в интернете около семи часов в сутки, из которых 2 часа 25 минут составляют социальные сети [1].

Проблема связи с абонентом является актуальным вопросом в виду своей значимости для менеджеров или людей, находящихся на руководящих позициях. Руководителям важно иметь возможность связи со своими работниками, а менеджерам постоянно необходимо поддерживать связь со своими коллегами и клиентами, и в контексте бизнеса, каждая минута может играть большую роль. Отсюда возникает необходимость разработки такого рода приложения, для частичного или полного устранения данной проблемы.

Безусловно, для решения такой проблемы уже присутствуют некоторые приложения. Однако, многие из них являются десктопными вариантами и в большинстве своём выполняют функцию агрегации социальных сетей. Таким образом данные программные средства хоть и позволяют частично решать данную задачу, но всё же не являются полноценным решением проблемы.

Для хранения всей необходимой информации, используется реляционный подход, на основе которого разрабатывается база данных, содержащая несколько таблиц: две справочные таблицы (Abonent, Platform) и одна промежуточная

(AbonentPlatformCrossRef) для реализации связи многие-ко-многим, которая возникает между таблицами Abonent и Platform.

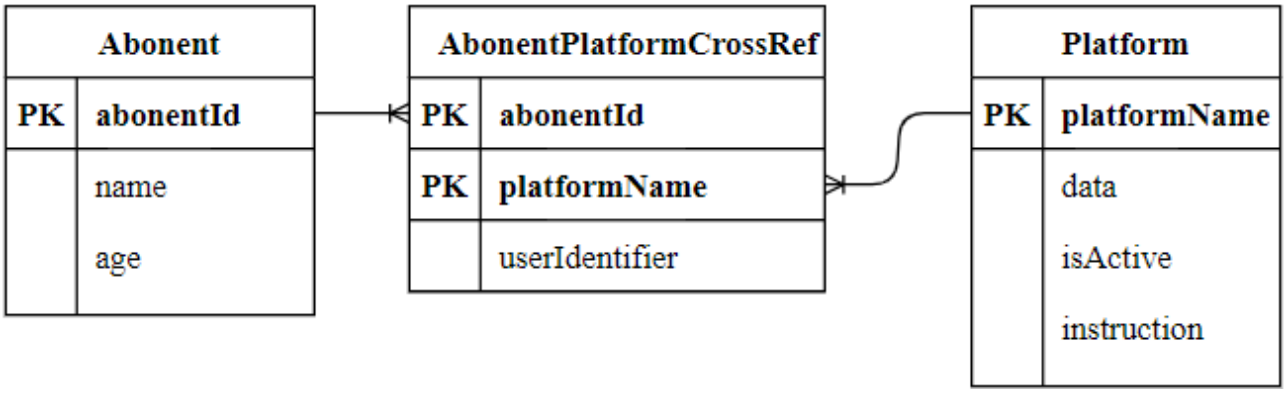


Рисунок 1. ER-диаграмма базы данных

Всё приложение базируется на архитектуре Model-View-ViewModel (MVVM), которая уже является общепринятым стандартом для разработки мобильных приложений. Суть архитектуры заключается в отделении логики по предоставлению данных от слоя бизнес-логики путём её определения в отдельном классе, тем самым выполняя более чёткое разграничение [2].

В качестве основных функциональных возможностей можно привести следующий набор:

- возможность добавления нового абонента в систему;
- средства для просмотра, редактирования и удаления абонента из БД;
- возможность настройки поддерживаемых соцсетей и мессенджеров для получения доступа к их внутреннему API;
- добавление идентификационных данных для конкретных абонентов с целью их идентификации в соцсети.
- механизм отображения активности пользователя (онлайн/оффлайн);
- механизм для ввода сообщения, выбора соцсетей или мессенджеров и дальнейшая рассылка сообщения на выбранный набор платформ.

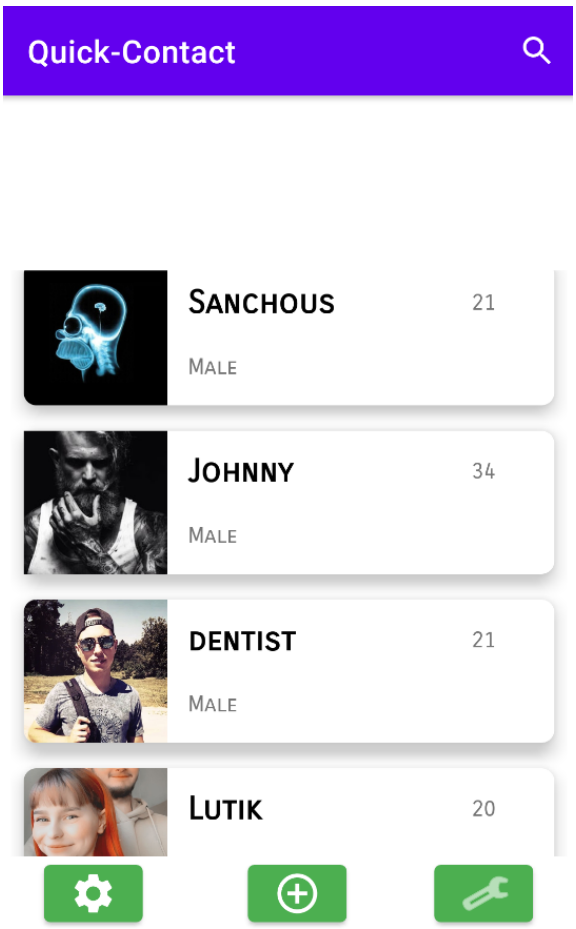


Рисунок 2. Главное меню приложения

Таким образом, простой интерфейс и быстрая работа приложения позволяет сэкономить время на уведомление абонента о каком-либо важном событии и повышает шанс того, что абонент действительно увидит данное сообщение в одной из платформ.

Список литературы:

1. DIGITAL 2021: актуальная статистика и аудитория социальных сетей в мире и Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ratingbynet.by/digital-2021-aktualnaya-statistika-i-auditoriya-sotsialnykh-setey-v-mire-i-belarusi/ (дата обращения: 26.05.21)
2. Реализовываем MVVM в Android [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stfalcon.com/ru/blog/post/android-mvvm (дата обращения: 27.05.21)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»

Орловская Оксана Демьяновна
студент, кафедра ВТиСУ,
Владимирский государственный
университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир
E-mail: ksucha5555599@mail.ru

Ерохин Александр Сергеевич
студент, кафедра ВТиСУ,
Владимирский государственный
университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир
E-mail: Alexander356@yandex.ru

Карповский Владимир Александрович
научный руководитель, канд. техн. наук, доц.,
Владимирский государственный
университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир

THE USE OF DOMESTIC OPERATING SYSTEMS IN THE TRAINING OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF "APPLIED INFORMATICS»

Oksana Orlovskaya
student,
Department of Computer Science and Technology,
Vladimir State University,
Russia, Vladimir

Aleksandr Erokhin
student,
Department of Computer Science and Technology,
Vladimir State University,
Russia, Vladimir

Vladimir Karpovskiy
supervisor,
Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor,
Vladimir State University,
Russia, Vladimir

АННОТАЦИЯ

В статье представлены сведения о практике внедрения и использования отечественной операционной системы Astra Linux при подготовке специалистов по направлению «Прикладная информатика». Для иллюстрации приведены снимки экрана, полученные при использовании компьютера в локальной сети совместно с компьютерами, использующими операционную систему Windows.

ABSTRACT

The article presents information about the practice of implementing and using the domestic operating system Astra Linux in the training of specialists in the field of "Applied Computer Science". To illustrate, the screenshots are taken when using a computer on a local network in conjunction with computers using the Windows operating system.

Ключевые слова: Astra Linux, отечественная операционная система, импортозамещение, локальная сеть, сетевой адрес, доступ к общим папкам, удаленный доступ, домен.

Keywords: Astra Linux, domestic operating system, import substitution, local network, network address, shared folder access, remote access, domain.

Государственная программа в области импортозамещения программных средств [1] предусматривает, что по разделу «Клиентские операционные системы» к 2025 году доля импортозамещения должна составить 50%.

В связи с этим необходимо готовить специалистов, в том числе и по направлению «Прикладная информатика», к массовому внедрению отечественных операционных систем (ООС) на предприятиях и в организациях всех отраслей народного хозяйства.

В качестве ООС, которую наиболее просто можно внедрить в учебный процесс кафедр, готовящих специалистов по направлению «Прикладная информатика», целесообразно использовать операционную систему Astra Linux, распространяемую ООО «РусБИТех-Астра» [2]. Этот продукт построен на базе

свободно распространяемого ПО. Он включен в Единый реестр отечественного программного обеспечения, соответствуют требованиям импортозамещения.

Данную операционную систему отличает возможность выполнения практически всех настроек с помощью графического интерфейса, во многом совпадающим с хорошо известным интерфейсом Windows. Это облегчает ее использование студентами и преподавателями, ранее использовавшими систему Windows.

Рассмотрим выполнение типовых настроек ООС Astra Linux, предназначенной для использования на клиентских машинах. При изучении системы её можно установить на виртуальную машину, при реальном использовании установка выполняется на физическое устройство, подключаемое к сети организации.

Установка сетевого адреса при подключении к локальной сети выполняется аналогично тому, как это делается в Windows, отличие заключается лишь в компоновке элементов формы, используемой для выбора режима адресации и ввода адресов и маски сети (рисунок 1).

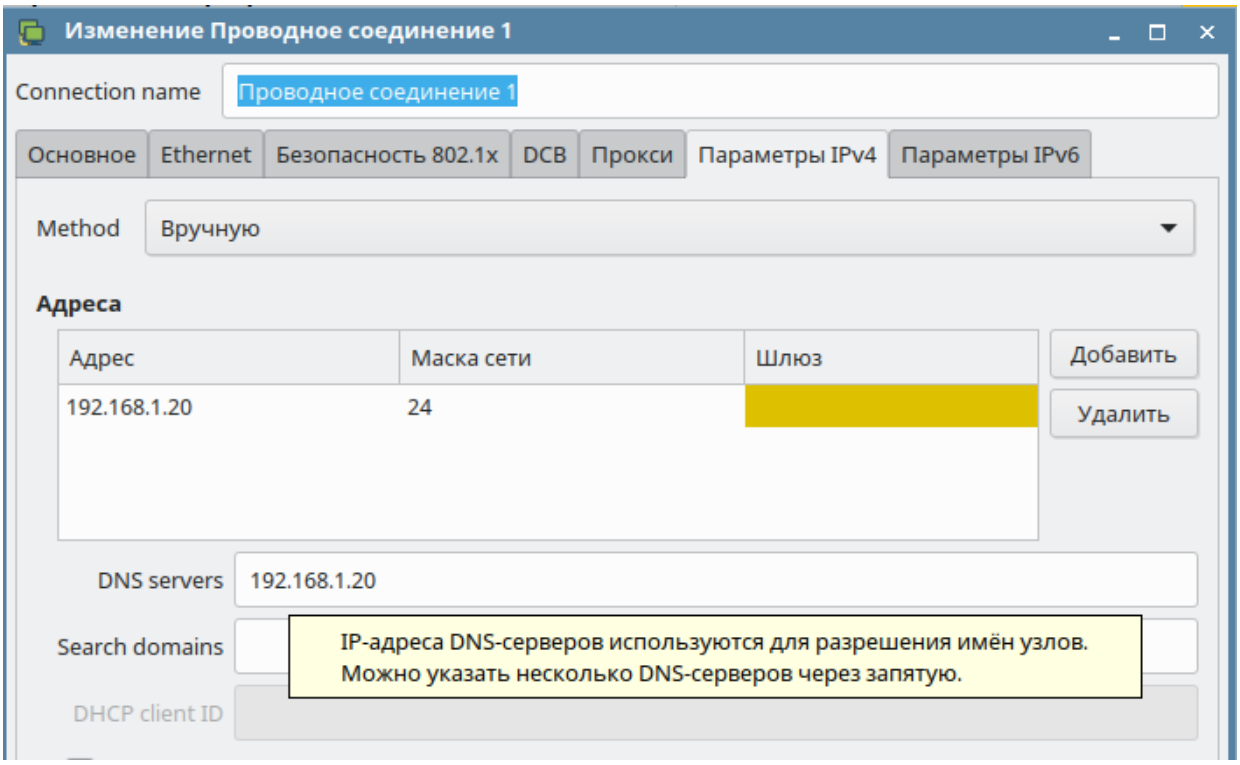


Рисунок 1. Форма для установки сетевого адреса устройства

При необходимости автоматизации назначения адресов используется служба DHCP, которая настраивается с помощью программы DHCP-сервер, доступной на панели управления (рисунок 2). Настройки выполняются так же, как и для службы DHCP Windows.

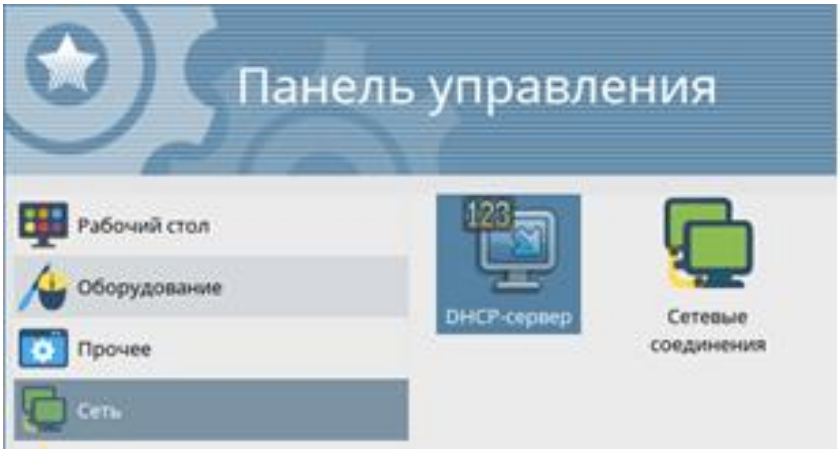


Рисунок 2. Настройка службы DHCP

Локальная сеть служит для доступа к ресурсам, который в ООС Astra реализуется протоколом Samba. Этот протокол аналогичен протоколу SMB, используемому Windows, и обеспечивает доступ по сети к файлам и принтерам на других машинах, включая машины с ОС Windows. Настройка доступа выполняется утилитой Общие папки (Samba), рисунок 3.

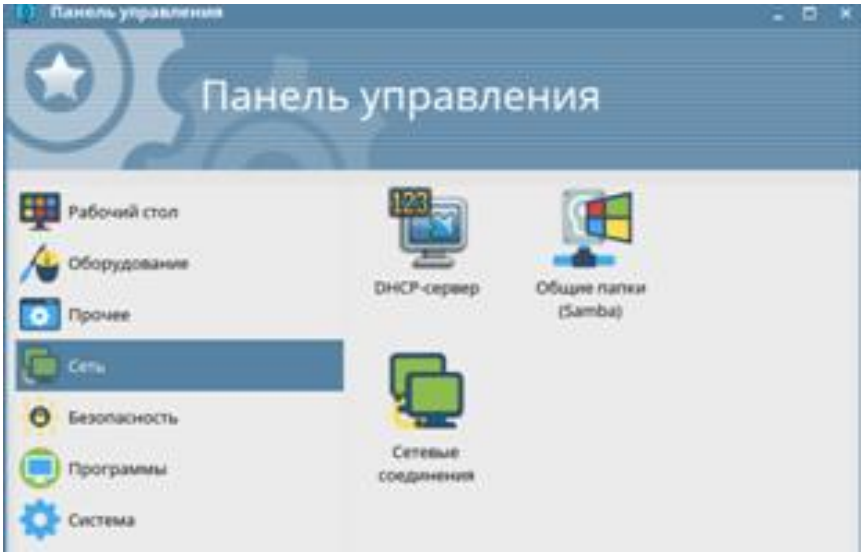


Рисунок 3. Настройка параметров общего доступа по Samba

На рисунках 4 и 5 показано, как с машины Astra произведен доступ к общим папкам на машине с Windows 10, а к ресурсам, расположенным на машина Astra, с машины Windows 10.

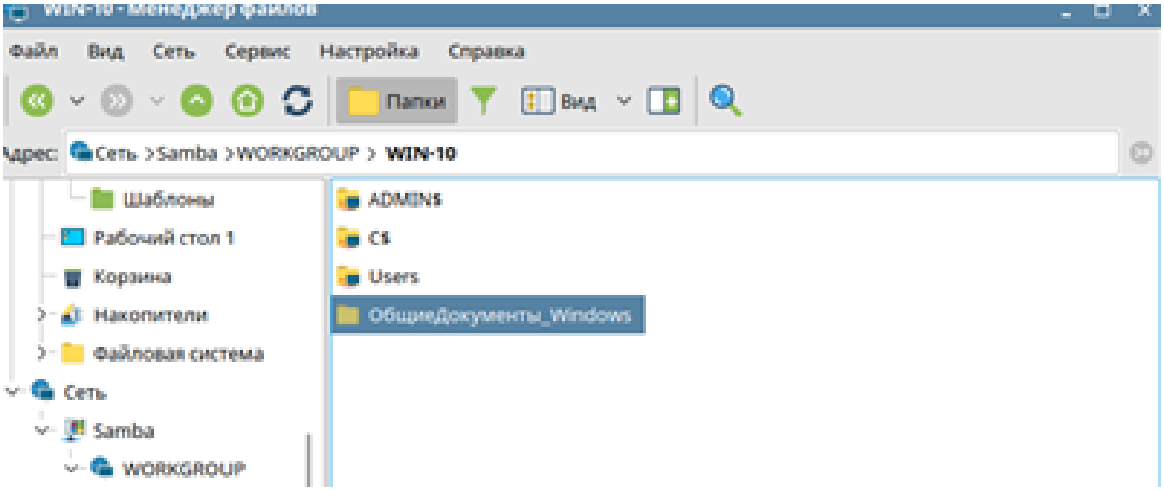


Рисунок 4. Доступ к общим папкам Windows с Astra

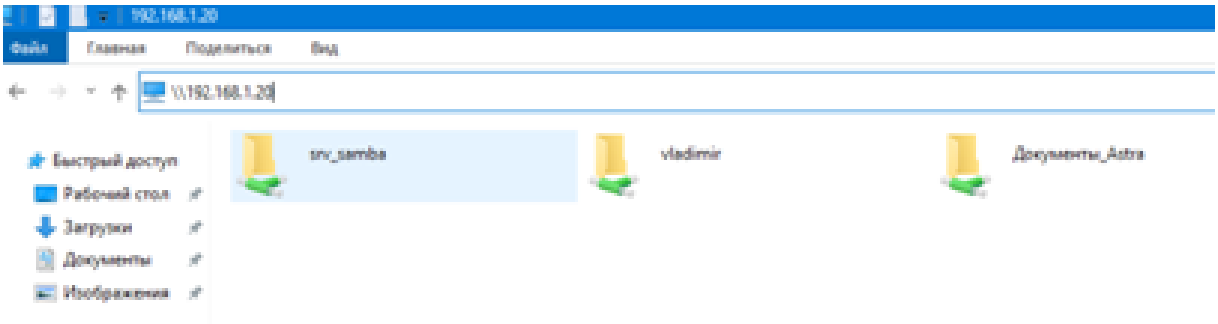


Рисунок 5. Доступ к общим папкам Astra из Windows

Часто возникает потребность в использовании программ, работающих на машине Windows с рабочего места с ООС Astra. Для этого используется удаленный доступ по протоколу RDP с помощью программы KRDC. На рисунке 6 показано подключение к Windows машине, в результате чего на рабочем столе Astra доступен компьютер с операционной системой Windows.

В этом случае можно полноценно работать с прикладным ПО Windows на машине Astra Linux. Для примера на рисунке 6 приведено окно приложения Excel, запущенного в режиме удаленного доступа.

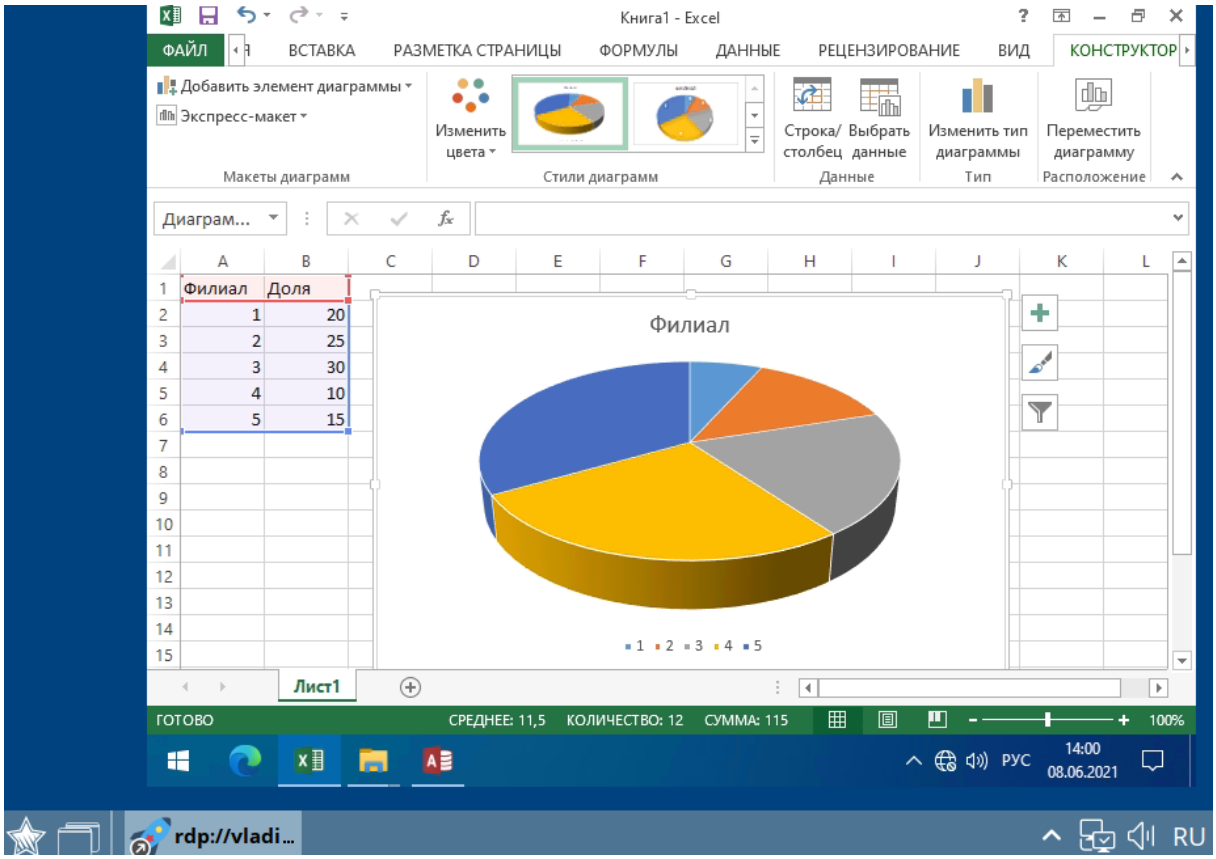


Рисунок 6. Приложение Windows, используемое в режиме удаленного доступа с машины Astra Linux

Обычно существующая сеть Windows работает в домене под управлением Active Directory. Уутилита Active Directory Fly позволяет компьютеру Astra Linux стать полноценным клиентом Active Directory.

На рисунке 7 показан результат подключения к домену, мы видим компьютер Astra среди компьютеров домена.

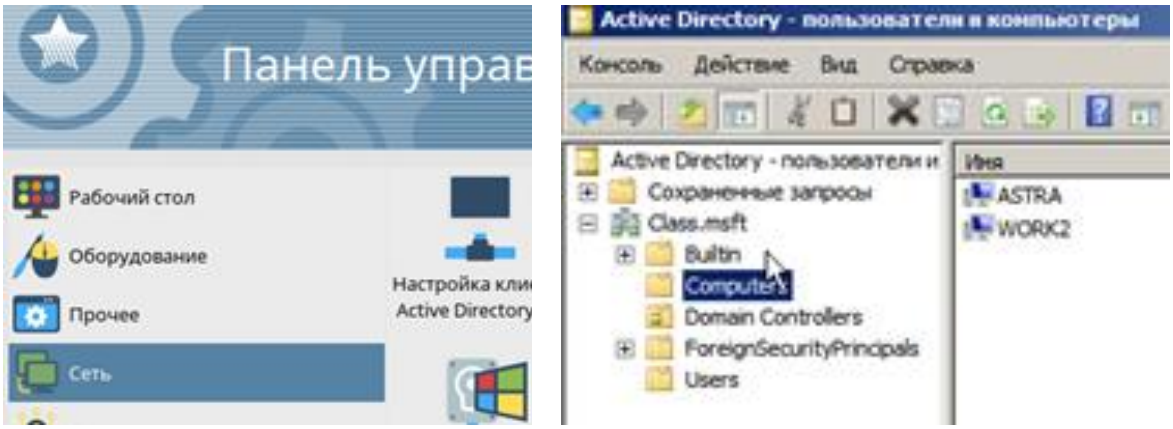


Рисунок 6. Работа с приложением Windows в режиме удаленного доступа

Учетная запись astra_user, созданная в домене, позволяет новому компьютеру войти в домен.

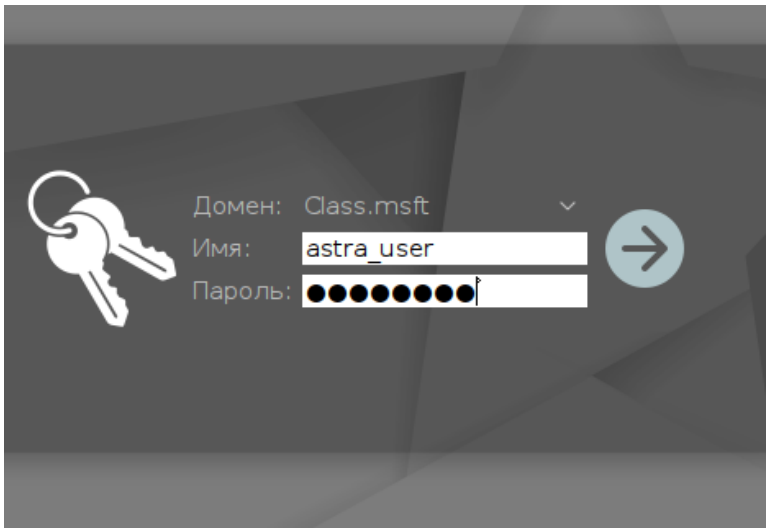


Рисунок 7. Вход компьютера AstraLinux в домен с доменной учетной записью

Таким образом, внедрение ООС Astra Linux в учебный процесс студентов, ранее использовавших преимущественно ОС Windows, является актуальным и возможным силами персонала, не имеющего специальных глубоких знаний в области ОС Linux, на основании знаний и навыков, приобретенных ранее при использовании ОС Windows.

Список литературы:

1. Приказ Минкомсвязи России «Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digital.gov.ru/ru/documents/4548/. (Дата обращения: 07.06.2021).
2. Операционные системы Astra Linux [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.astralinux.ru/pages/viewpage.action?pageId=327739 (Дата обращения: 07.06.2021).

КЛАССИФИКАЦИЯ СЛОЁВ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СОСУДОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Потапенко Анастасия Валентиновна
студент,
кафедра «Информационные технологии»,
Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого,
Беларусь, г. Гомель
E-mail: nastassia99pv@bk.ru

Комраков Владимир Викторович
научный руководитель, доц.,
кафедра «Информационные технологии»,
Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого,
Беларусь, г. Гомель

CLASSIFICATION OF HUMAN SKULL COMPUTER TOMOGRAPHY IMAGES FOR DETECTION VESSELS IN IMAGES

Anastasia Potapenko
Student,
Department of Information Technologies,
Gomel State Technical University by Pavel Sukhoi,
Republic of Belarus, Gomel

Vladimir Komrakov
scientific adviser, Assistant professor,
Department of Information Technologies,
Gomel State Technical University by Pavel Sukhoi,
Republic of Belarus, Gomel

По статистике, сердечно-сосудистые заболевания на сегодняшний день являются одной из основных причин инвалидности и смерти жителей большинства современных развитых стран. На долю болезней сердца сегодня приходится 16% всех случаев смерти в мире [1].

Для студентов, ординаторов, врачей и пациентов также немаловажную роль имеет демонстрация расположения объектов анатомических структур на медицинских изображениях. Обширной областью применения представляется

демонстрация расположения объектов сосудов для студентов, ординаторов и самих пациентов, так как наглядное представление гораздо облегчает общение с человеком, далеким от анатомии человека. Поэтому программное средство предназначено для обработки изображений слоёв компьютерной томографии (КТ) черепа человека, с целю классификации и обнаружения сосудов на изображениях, является актуальной задачей. Кроме того, программный продукт может стать помощником для разработки программных средств для изготовления моделей для предоперационного планирования на основе медицинских снимков.

Рентгеновский компьютерный томограф для КТ-сканирования наиболее распространен в больницах и клиниках, в отличии от томографа для МРТ-сканирования. Такое распространение обусловлено ценой аппаратов сканирования.

Для задачи классификации обнаружения чаще всего используются свёрточные и рекуррентные нейронные сети. Считается, что свёрточные нейронные сети распознают объекты, изучая сложные представления форм объектов. Однако нейронные сети склонны к распознаванию текстур, а не форм [2]. YOLOv4 – один из алгоритмов быстрого обнаружения объектов, который может применяется в режиме реального времени. Его можно оптимизировать параллельно и легко обучить модель [3]. Идея одноэтапного обнаружения заключается в том, что изображение просматривается только один раз.

Для решения задачи классификации и обнаружения сосудов на изображениях слоёв КТ используются: архитектура нейронной сети YOLOv4, Google Colaboratory для обучения нейронной сети YOLOv4, изображения слоёв компьютерной томографии черепа головы здоровых людей из набора данных «Brain CT Hemorrhage Dataset Normal Versus Hemorrhagic CT Scans», размещенных в социальной сети Kaggle, предобученные веса для модели нейронной сети YOLOv4, фреймворк TensorFlow для работы с нейронной сетью, PySimple для интерфейса приложения.

Программный средство обладает следующим функционалом: загрузка пользовательских изображений для анализа, выбор параметров для отображения результата анализа, анализ изображения на наличие объектов сосудов и сохранение результатов, предоставление результата анализа пользователю.

Нейронная сеть должна выполняет функцию обнаружения сосудов с определённой точностью. Результатом классификации являются две папки, содержащие изображения, на которых отсутствуют сосуды, и изображения с наличием сосудов. Результатом обнаружения является оригинальное изображение с отображением областей, содержащие сосуды.

При дальнейшей работе над программным средством, например, обработка уже обнаруженных объектов, перспективной областью применения может стать изготовление моделей для предоперационного планирования. В дальнейшем программное средство может стать основой учебного пособия, где каждый сможет на своём примере медицинского изображения томографии произвести поиск объектов разных анатомических структур.

Список литературы:

1. ВОЗ публикует статистику о ведущих причинах смертности и инвалидности во всем мире за период 2000–2019 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leadin-g-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019 (дата обращения: 03.06.2021)
2. Imagenet-trained cnns are biased towardstexture; increasing shape bias improves.Accuracy and robustness [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/pdf/1811.12231.pdf (дата обращения: 03.06.2021)
3. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/pdf/2004.10934.pdf (дата обращения: 03.06.2021)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНОЙ ПУНКТ

Походов Роман Валентинович
студент,
кафедра «Информационные технологии»,
Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого,
РБ, г. Гомель
E-mail: pokhodov.roman@gamil.com

AUTOMATED SECURITY CHECKPOINT

Roman Pokhodov
Student,
Department of Information Technologies,
Gomel State Technical University by Pavel Sukhoi,
Republic of Belarus, Gomel

АННОТАЦИЯ

В качестве главной цели выступает программный продукт, позволяющий автоматизировать контрольно-пропускной пункт на различных видах парковок.

В разработке применяются паттерны проектирования и современные подходы, способствующие созданию более качественного и гибкого продукта, дальнейшее развитие которого будет производиться значительно проще.

Результатом является приложение, разработанное под платформу Windows, позволяющее отслеживать проезд транспортных средств через контрольно-пропускной пункт и вести автоматический учёт въезжающих и выезжающих автомобилей.

Приложение обладает несколькими преимуществами, благодаря которым, упрощает проезд клиенту и позволяет снизить расходы предприятия.

ABSTRACT

The main goal is a software product that allows you to automate the checkpoint at various types of parking lots.

Design patterns and modern approaches are used in the development process, which contribute to the creation of a better and more flexible product, the further development of which will be much easier.

The result is an application developed for the Windows platform that allows you to track the passage of vehicles through the checkpoint and keep automatic records of incoming and outgoing cars.

The application has several advantages, thanks to which, it simplifies the journey to the client and allows you to reduce the costs of the enterprise.

Ключевые слова: автомобильные номера; распознавание; нейронные сети.

Keywords: car license plates; recognition; neural networks.

Автоматизация контрольно-пропускного пункта часто применяется в гаражных кооперативах, парковках жилых и коммерческих зон, а также для подземных паркингов. Владельцы парковок могут собирать данные о клиентах, чтобы препятствовать созданию мест хранения автохлама, позволяют контролировать количество свободных парковочных мест. Для работы данной системы владельцу автомобиля, не нужно предъявлять документы или использовать чипы, которые в процессе эксплуатации могут прийти в негодность или быть утерянными, а также нет необходимости в использовании квитанций на оплату, которые увеличивают время работы пропускного пункта и существенном риске их утери при длительном хранении автомобиля.

Автоматизированный пропускной пункт основан на работе с индивидуальным регистрационным знаком транспортного средства. Аппаратная часть состоит из антивандальной IP-камеры и автоматически работающего шлагбаума с беспроводным интерфейсом. Серверная часть представляет собой хранилище данных о номерных знаках, обработчик видеоинформации с камеры, который определяет регистрационный номер. Клиентская часть служит для получения статистики о работе пропускного-пункта и для настройки. Для разработки программного обеспечения используется язык программирования Python и

библиотека OpenCV. Для поиска номерного знака на изображении и последующего его распознавания используется свёрточная нейронная сеть. В качестве архитектуры нейронной сети использовалась архитектура U-net.

Одним из недостатков программного обеспечения являются грязные номера, которые не всегда возможно распознать, однако данная проблема является нарушением правил дорожного движения согласно пункту 18.12 КоАП РБ.

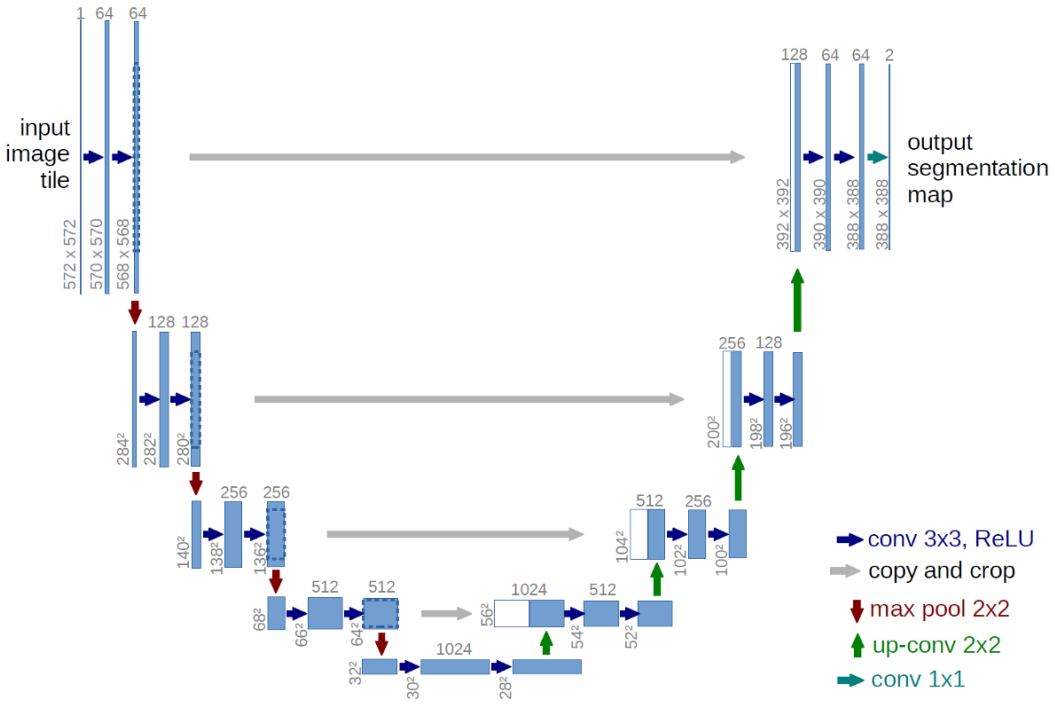


Рисунок 1. Архитектура U-net

Всё приложение базируется на архитектуре Model-View-Controller(MVC), которая уже является общепринятым стандартом для разработки приложений. Суть архитектуры заключается в отделении логики по предоставлению данных от слоя бизнес-логики путём её определения в отдельном классе, тем самым выполняя более чёткое разграничение.

В качестве основных функциональных возможностей можно привести следующий набор:

- локализация номерного знака;
- распознавание текста номерного знака;

- ведение учёта въезда и выезда автомобилей;
- хранение необходимой информации в базе данных.

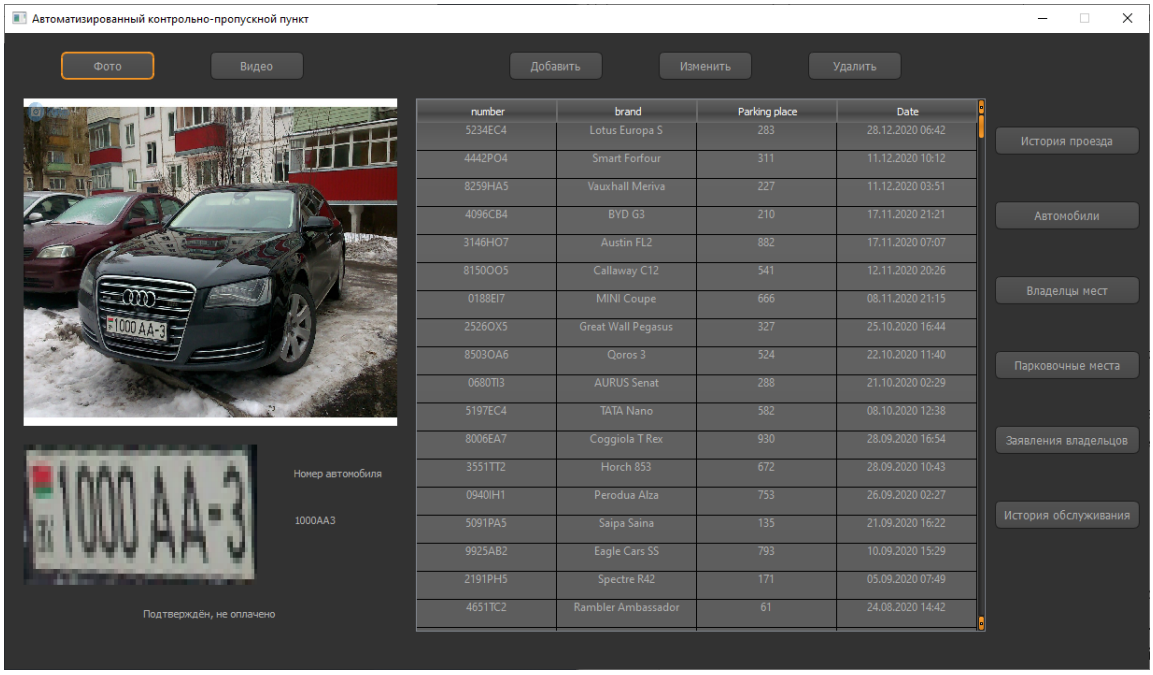


Рисунок 2. Главное меню приложения

Таким образом, простой интерфейс и быстрая работа приложения позволяет сэкономить время на проезд автомобилей и вести статистику предприятия.

Список литературы:

1. Системы распознавания автомобильных номеров. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.videomax-server.ru/ support/articles/raspoznavanie-avtomobilnykh-nomerov-proektirovanie-nastroyka/ – Дата доступа: 15.04.2021.
2. U-Net: нейросеть для сегментации изображений. – Электронные данные. – Режим доступа: https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/u-net-image-segmentation/. – Дата доступа: 10.05.2021.

МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Ролдугина Мария Андреевна,
студент,
кафедра ИИТиЗИ,
Липецкий государственный
педагогический университет
имени П.П. Семенова-Тян-Шанского,
РФ, г. Липецк
E-mail: mari.roldugina16@mail.ru

Золотарева Татьяна Александровна
научный руководитель,
ст. преподаватель кафедры ИИТиЗИ,
Липецкий государственный
педагогический университет
имени П.П. Семенова-Тян-Шанского,
РФ, г. Липецк

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные методы шифрования, которые применяются в криптографии для защиты информации от нежелательного доступа к ней. Так как в настоящее время владение информацией играет важную роль не только в жизни человека, но и государства, она всё больше нуждается в защите от посторонних лиц. Шифрование является наиболее распространенным и надёжным методом обеспечения безопасности информации, которое представляет собой преобразование информации для дальнейшего её расшифрования в случае необходимости авторизованным пользователям. Важной особенностью любого алгоритма шифрования является использование ключа, который утверждает выбор конкретного преобразования из совокупности возможных для данного алгоритма. В зависимости от признака шифрования существует несколько методов шифрования.

Цель исследования. Рассмотреть современные криптографические методы шифрования.

Материал и методы исследования. На основании учебных материалов и информационных ресурсов провести исследование, какие методы шифрования применяются для защиты информации.

Выводы. В современном мире существует множество различных криптографических методов шифрования для защиты информации, так как шифрование используется уже долгое время. В данной статье были рассмотрены лишь основные и наиболее часто реализуемые из возможных и известных методов шифрования. Некоторые методы обладают низкой криптоустойчивостью, что позволяет использовать их только в качестве элементов другой криптосистемы, другие методы являются более распространенными, но также имеют свои недостатки и преимущества. Несмотря на наличие недостатков в методах шифрования шифрование остаётся самым надёжным криптографическим способом обеспечения безопасности информации.

Ключевые слова: криптография; шифрование; алгоритмы замены; алгоритмы перестановки; алгоритмы гаммирования; симметричное шифрование; ассиметричное шифрование; поточное шифрование; блочное шифрование.

Введение. В современном мире, в котором каждый человек зависим от информации и информационных технологий, появляется сильная необходимость в защите информации от её незаконной передачи или хищения. Среди всех методов защиты информации наиболее надёжными являются криптографические методы, так как охраняется непосредственно сама информация, а не доступ к ней (например, зашифрованный файл нельзя прочесть даже в случае кражи носителя).

В первую очередь под криптографической защитой понимается шифрование, которое развивалось с давних времён и совершенствовалось с течением времени, подстраиваясь под развитие информации и переход к новым технологиям её хранения, передачи и получения.

Результаты исследования. В криптографии шифрование представляет собой преобразование информации в целях сокрытия её от посторонних лиц. Главной целью шифрования является засекречивание данных от несанкционированного доступа, что обеспечивается с помощью специального ключа, который используется для расшифровки информации.

Шифрование помогает решить три основные задачи криптографии:

- обеспечение конфиденциальности – ограничение доступа к информации посторонним лицам;
- обеспечение целостности – гарантия на невозможность преобразования данных при передаче или хранении лицами, не имеющими на это право;
- обеспечение аутентификации – проверка подлинности субъектов или подлинности самой информации;

Существующие в современном мире способы шифрования могут быть классифицированы по различным признакам.

В качестве первого признака, по которому производится классификация, используется тип преобразования, осуществляемого с открытым текстом при шифровании. К данной группе относятся следующие методы:

- алгоритмы замены – фрагменты исходного текста (отдельные буквы или группа букв) заменяются некоторыми их эквивалентами (буквами, цифрами, символами или их комбинацией) в тексте;
- алгоритмы перестановки – буквы исходного текста при шифровании каким-нибудь способом меняются местами, то есть изменяется только порядок следования символов открытого текста;
- алгоритмы гаммирования – фрагменты исходного текста складываются с символами некой случайной последовательности [4, с. 16].

Данные методы обладают низкой криптостойкостью, поэтому используются только в качестве элементов криптосистемы.

Эффективным средством повышения стойкости шифрования является комбинированное шифрование с использование двух или более методов. На практике наибольшее распространение получили следующие комбинации:

- перестановка + гаммирование;
- замена + гаммирование;
- гаммирование + гаммирование;
- замена + перестановка.

В современной криптографии наиболее часто используются методы, классифицирующиеся по типу ключей. Пользователи имеют право на доступ к зашифрованной информации, если они обладают определенным аутентичным ключом. Вся сложность и, собственно, задача шифрования состоит в том, как именно реализован этот процесс. Такими методами являются:

- симметричное шифрование – используется один ключ (секретный), с помощью которого отправитель зашифровывает сообщение, а получатель его расшифровывает, данное преобразование является обратимым при этом секретный ключ передается от отправителя получателю по другому надёжному каналу [3, с. 4];
- асимметричное шифрование (криптосистема с открытым ключом) – используются два взаимосвязанных ключа: открытый ключ, который отправитель сообщает всем по незащищённому каналу связи для шифрования информации и проверки электронной подписи, и закрытый ключ, который используется для расшифровки информации и создания электронной подписи.

Симметричное шифрование обеспечивает высокую скорость обмена информацией по сравнению с ассиметричным шифрованием, но этот метод является менее надёжным из-за возможности перехвата секретного ключа. Недостатком асимметричных шифров является большая трудоемкость, что приводит к уменьшению скорости при шифровании [1, с. 88]. Поскольку вычисления в случае асимметричного шифрования сложнее, то процедура расшифрования занимает также больше времени.

Для компенсации недостатков симметричного шифрования в настоящее время широко применяется комбинированная криптографическая схема, в которой с помощью асимметричного шифрования передаётся сеансовый ключ, используемый сторонами для обмена данными с помощью симметричного шифрования. Также одним из важнейших недостатков симметричных шифров является невозможность их использования в механизмах формирования электронной цифровой подписи и сертификатов, потому что ключ известен каждой стороне.

Так как перед шифрованием исходный текст представляется в виде определённых последовательностей, называемых шифрвеличинами, существует следующая классификация:

- поточное шифрование – последовательно шифруется каждый символ исходного текста независимо от других [2, с. 16];
- блочное шифрование – исходный текст при шифровании делится на блоки фиксированной длины для увеличения количества шифрвеличин.

Большинство существующих шифров с секретным ключом однозначно могут быть отнесены либо к поточным, либо к блочным шифрам. Но теоретическая граница между ними является довольно размытой.

Поэтому существуют следующие основные различия между поточными и блочными шифрами в аспектах их безопасности и удобства:

- важнейшим достоинством поточных шифров перед блочными является высокая скорость шифрования, соизмеримая со скоростью поступления входной информации;
- структура поточного ключа может иметь уязвимые места, что предоставляет возможность получить дополнительную информацию о ключе;
- поточные шифры в отличие от блочных шифров могут быть подвержены частым атакам при помощи линейной алгебры и дифференциального анализа.

Список литературы.

1. Криптографические методы и средства защиты информации: учеб. пособие / Н.Г.Бутакова, Н.В.Федоров. – СПб.: ИЦ «Интермедия», 2019 – 384 с.
2. Криптографические методы защиты информации: учебник и практикум для академического бакалавриата / И.Н. Васильева. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 349 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс. [электронный ресурс] – URL: https://static.my-shop.ru/product/pdf/226/2253908.pdf (дата обращения 28.05.2021).
3. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник / Панасенко С.П. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 576 с.: ил.
4. Основы современной криптографии: учебный курс для высших учебных заведений /С.Г. Баричев, Р.Е.Серов – М.:«Горячая линия – Телеком», 2001. – 120 с. [электронный ресурс] – URL: https://bookree.org/reader?file=437455&pg=9 (дата обращения 28.05.2021).

СЕКЦИЯ

«КОСМОС, АВИАЦИЯ»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВЕРХЛЕГКИХ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Алим Рысбек Куанышулы
студент,
кафедра КиИЛА,
филиал «Восход» Московского
авиационного института,
РФ, г. Байконур
E-mail: riki_98_98@mail/ru

Шестопалова Ольга Львовна
научный руководитель,
канд. техн. наук, доц.,
филиал «Восход» Московского
авиационного института,
РФ, г. Байконур

Применительно к космической технике нанотехнологии ассоциируются прежде всего с наноспутниками – КА массой от 1 до 10 кг. До сегодняшних дней запуск наноспутников, малых космических аппаратов, многоспутниковых орбитальных группировок совершалось вместе с полноразмерными КА. Но, похоже, настало время задуматься и о специальной РН для нано-КА.[1]

Сверхлегкие ракеты-носители предназначены для выведение микро- и наноспутников а также малых космических аппаратов в заданную орбиту. Существующие классификации ракет-носителей (РН) по энергетическим возможностям достаточно условны, и вплоть до последнего времени такой класс, как сверхлегкая РН, или микроРН, в нормативных документах и в специальной литературе отсутствовал. Сейчас к сверхлегким (микроРН) одни авторы относят ракеты, способные вывести на низкую околоземную орбиту (НОО) полезную нагрузку массой до 500 кг , другие – до 300 кг и даже до 100 кг .[2]

В данной работе проведен анализ следующих сверхлегких ракет-носителей: «Electron», «Pegasus», «Hyperbola-1», «Vector-H». Группой экспертов определены основные характеристики сверхлегких ракет-носителей (диаметр, длина, стартовая масса, масса полезного груза, стоимость пуска, тяга, удельный импульс, загрязненность), представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики сверхлегких ракет-носителей

РН	**Диаметр, м**	**Длина, м**	**Стартовая масса, Т**	**Масса полезного груза, кг**	**Стоимость пуска, млн.долл**	**Тяга, кН**	**Удельный импульс, с**	**Загрязненность, кг/кг·(т/т)**
Electron	1,2	17	10,5	250	4,9	162	303	0,87
Pegasus	1,27	16,9	2,3130	443	40	192	325	0,87
Hyperbola-1	2,5	20,8	31,0	300	55	185	331	0,87
Vector-H	1,2	15	11,9	290	4,5	172	312	0,9

«Электрон» – ракета-носитель сверхлёгкого класса, разработанная новозеландским подразделением американской частной аэрокосмической компании Rocket Lab. [3]

Предназначена для коммерческих запусков микро- и наноспутников, позволяет вывести полезную нагрузку массой до 150 кг на солнечно-синхронную орбиту высотой 500 км или до 250 кг на низкую околоземную орбиту. Стоимость запуска ракеты-носителя составляет от 4,9 до 6,6 млн долларов США. [3]

«Пегас» – американская крылатая ракета-носитель лёгкого класса с возможностью воздушного старта. Разработана корпорацией Orbital Sciences Corporation. [2; 3]

Старт производится с помощью специально оборудованного самолёта L-1011 *Stargazer* фирмы Lockheed Corporation. Отделение ракеты от самолёта-носителя происходит на высоте порядка 12 км. [2; 3]

Основную тягу двигателя создают три основных ступени ракеты, работающие на твёрдом топливе. В варианте Pegasus HAPS дополнена блоком маневрирования, работающим на гидразине. [2; 3]

Масса носителя – 18 500 кг (Pegasus), 23 130 кг (Pegasus XL)

Масса полезного груза, выводимого на низкую околоземную орбиту носителем «Пегас» – до 443 кг.

Hyperbola-1 (также Shian Quxian 1, SQX-1) – китайский коммерческий сверхлегкий ракета-носитель, разработанный компанией iSpace, один из стартапов, созданных в результате открытия китайскими властями в 2014 году рынка запуска спутников. Hyperbola-1 – твердотопливный ракета-носитель, способная вывести 300 кг полезной нагрузки НОО. Свой первый успешный полет он совершил 23 июля 2019 года. [3]

Ракета Vector-H массой 8700 кг была разработана в виде блочного обновления для Vector-R. Ракета имеет высоту около 16 метров. Первая ступень укомплектована 5-ма двигателями и более увеличенными баками с топливом. Как планируется, расчетная эксплуатация РН будет позволять выполнять до 25 пусков в год. [4]

Методами ранжирования, балльных оценок, допустимых относительных отклонений, попарных приоритетов определены значения весовых коэффициентов предпочтения экспертов. Значения весовых коэффициентов представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Сводная таблица весовых коэффициентов характеристик

Методы задания предпочтений	**Критерии**							
	Диаметр	**Длина**	**Стартовая масса**	**Масса ПГ**	**Тяга**	**Стоимость пуска**	**Удельный импульс**	**Загрязне-ность**
Метод ранжирования	0,089	0,061	0,100	0,161	0,133	0,122	0,194	0,139
Метод балльных оценок	0,069	0,066	0,105	0,156	0,144	0,135	0,184	0,141

Продолжение таблицы 2.

Метод относительных отклонений	0,106	0,104	0,108	0,124	0,123	0,123	0,190	0,123
Метод попарных приоритетов	0,069	0,065	0,105	0,156	0,144	0,135	0,184	0,141

Средние значения весовых коэффициентов: $\lambda_1 = 0{,}102$; $\lambda_2 = 0{,}129$; $\lambda_3 = 0{,}136$; $\lambda_4 = 0{,}123$; $\lambda_5 = 0{,}143$; $\lambda_6 = 0{,}126$; $\lambda_7 = 0{,}11$; $\lambda_8 = 0{,}092$.

Затем определяются максимумы каждого локального критерия (см. табл. 1): $a_1^+ = 2{,}5$, $a_2^+ = 20{,}8$; $a_3^+ = 31$; $a_4^+ = 443$; $a_5^+ = 220$; $a_6^+ = 55$; $a_7^+ = 331$, $a_8^+ = 0{,}9$.

При решении задачи максимизируются четвертый, пятый, седьмой критерии (масса ПГ, тяга, удельный импульс), а первый, второй, третий, шестой, восьмой (диаметр, длина, стартовая масса, стоимость пуска, загрязненность) минимизируются.

В соответствии с принципом максимальной эффективности нормализованные критерии определяются из следующих соотношений:

- для критериев, которые максимизируются:

$$\hat{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_j^+}, j = \overline{1,l} \tag{1}$$

- для критериев, которые минимизируются:

$$\hat{a}_{ij} = 1 - \frac{a_{ij}}{a_j^+}, j = \overline{l+1,n} \tag{2}$$

Оптимальным будет тот вариант, который обеспечивает максимальное значение функции цели:

$$F_i(a_{ij}) = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot \hat{a}_{ij}, \; i = \overline{1,m} \tag{3}$$

Таблица 3.

Нормализованные характеристики разгонных блоков

РН	Диаметр, м	Длина, м	Стартовая масса, Т	Масса полезного груза, кг	Стоимость пуска, млн. долл	Тяга, кН	Удельный импульс, с	Загрязненность, кг/кг·(т/т)
Electron	0,52	0,183	0,661	0,564	0,736	0,911	0,915	0,033
Pegasus	0,492	0,187	0,925	1	1	0,273	0,982	0,033
Hyperbola-1	0	0	0	0,677	0,841	0	1	0,033
Vector-H	0,52	0,279	0,616	0,655	0,782	0,918	0,943	0

По формуле (3) определили обобщенную функцию цели по каждому варианту техники: $F_1 = 0{,}56$; $F_2 = 0{,}612$; $F_3 = 0{,}317$; $F_4 = 0{,}584$.

Наиболее полно удовлетворяет заданным предпочтениям группы экспертов сверхлегкий РН «Pegasus», т.к. $F_{max} = F_2 = 0{,}612$. Основные характеристики «Pegasus» представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Характеристики сверхлегкого РН «Pegasus»

РН	Диаметр, м	Длина, м	Стартовая масса, Т	Масса полезного груза, кг	Стоимость пуска, млн.долл	Тяга, кН	Удельный импульс, с	Загрязненность, кг/кг·(т/т)
Electron	1,2	17	10,5	250	4,9	162	303	0,87
Pegasus	1,27	16,9	2,3130	443	40	192	325	0,87
Hyperbola-1	2,5	20,8	31,0	300	55	185	331	0,87
Vector-H	1,2	15	11,9	290	4,5	172	312	0,9

Сверхлегкий РН «Pegasus» превосходит все остальные РН по параметрам масса полезного груза, тяги но уступает некоторым РН по удельному импульсу. Но пуск РН «Pegasus» является дорогостоящим. Поэтому по экономическим соображениям, оптимальным выбором для запуска малых космических аппаратов является РН «Electron» и РН «Vector-H».

Список литературы:

1. В.Н. Блинов, Н.Н. Иванов, Ю.Н. Сеченов, В.В. Шалай «Ракеты носители. Проекты и реальность». – М.: Ленанд, 2015. – 352 с.
2. В.Н. Блинов, Н.Н. Иванов, Ю.Н. Сеченов, В.В. Шалай «Ракеты носители. Проекты и реальность (книга-2)» – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. -399 с.
3. Ракеты-носители сверхлегкого класса: ниша на рынке пусковых услуг и перспективные проекты [Электронный ресурс]. URL: https://www/vesvks.ru/vks/
4. РН «Vector-H» [Электронный ресурс]. URL: https://aboutspacejornal.net/
5. Уманский С.П. Ракеты-носители. Космодромы. – М.: Изд-во Рестарт+. 2001 – 216 с.

ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Бердибек Бекнур Бабаханович
студент,
кафедра КиИЛА,
филиал «Восход» Московского
авиационного института,
РФ, г. Байконур
E-mail: berdibek.beknur@bk.ru

Шестопалова Ольга Львовна
научный руководитель,
канд. техн. наук, доц.,
филиал «Восход» Московского
авиационного института,
РФ, г. Байконур

В работе определен электрический ракетный двигатель, наиболее полно удовлетворяющий предпочтениям группы экспертов по комплексу оценочных показателей, с использованием процедуры свертывания критериев методом аддитивной оптимизации.

Электрический ракетный двигатель (ЭРД) – ракетный двигатель, принцип работы которого основан на преобразовании электрической энергии в направленную кинетическую энергию частиц. [1]

В таких двигателях в качестве источника энергии для создания тяги используется электрическая энергия бортовой энергоустановки космического аппарата.

Электрические ракетные двигатели имеют исключительно высокий удельный импульс, составляющий до 100 км/с и более. Однако большой потребный расход энергии (1-100 кВт/Н тяги) и малое отношение тяги к площади поперечного сечения реактивной струи (не более 100 кН/м2) ограничивают максимальную целесообразную тягу ЭРД несколькими десятками Ньютон. Недостатком электрических ракетных двигателей также является малое ускорение космического аппарата, которое составляет десятые или даже сотые доли ускорения свободного падения (g), что ограничивает применение таких двигателей только космическим пространством. Поэтому для запуска космического

аппарата с Земли к другим планетам необходимо комбинировать обычные химические ракетные двигатели с электрическими.

1) ЭРД СПД-50

Выбранные оценочные показатели и их значения:

назначения – ЭРДУ малых космических аппаратов, тяга – 14 мН, мощность – 0,22 кВт, удельный импульс – 860 с, тяговый КПД – 26 %, ресурс – ≥2500 ч, масса – 1,23 кг, стоимость – 200 тыс. $.

2) ЭРД СПД-60

Выбранные оценочные показатели и их значения:

назначения – ЭРДУ малых космических аппаратов, тяга – 30 мН, мощность – 0,5 кВт, удельный импульс – 1300 с, тяговый КПД – 37 %, ресурс – 2500 ч, масса – 1,2 кг, стоимость – 220 тыс. $.

3) ЭРД СПД-70

Выбранные оценочные показатели и их значения:

назначения – ЭРДУ малых космических аппаратов, тяга – 40 мН, мощность – 0,66 кВт, удельный импульс – 1470 с, тяговый КПД – 43 %, ресурс – 3100 ч, масса – 2 кг, стоимость – 260 тыс. $.

Необходимо провести анализ оценочных показателей (характеристик) электрических ракетных двигателей и выбрать двигатель, исходя из характеристик, приведенных в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики ракетных двигателей

ЭРД	Тяга	Мощность	Удельный импульс	Тяговый КПД	Ресурс	Масса	Стоимость
СПД-50	14	0,22	860	26	2499	1,23	200
СПД-60	30	0,5	1300	37	2500	1,2	220
СПД-70	40	0,66	1470	43	3100	2	260

В данной работе максимум предпочтения отдается тяге и энергетическим характеристикам представленных ракетных двигателей. Однако, в случае смены приоритетных характеристик оптимальное значение может сменится в

пользу другого типа, с наибольшими параметрами, соотносящимися с максимальным возможным значением в приоритете.

Ниже приведена сводная таблица весовых коэффициентов характеристик, вычисленных методами ранжирования, балльных оценок, допустимых относительных отклонений, попарных приоритетов.

Таблица 2.

Сводная таблица весовых коэффициентов характеристик

Методы	**Критерии**						
	Тяга	**Мощ-ность**	**Удельный импульс**	**Тяговый КПД**	**Ресурс**	**Масса**	**Стои-мость**
Метод ранжирования	0,220	0,110	0,160	0,180	0,120	0,120	0,090
Метод балльных оценок	0,172	0,131	0,144	0,154	0,137	0,137	0,125
Метод относ-ных отклонений	0,104	0,113	0,110	0,127	0,155	0,165	0,226
Метод попарных приоритетов	0,172	0,131	0,144	0,154	0,137	0,137	0,125
Сумма	0,668	0,485	0,558	0,615	0,549	0,559	0,566

Среднее значение весовых коэффициентов:

$\lambda_1 = \frac{0,220+0,172+0,088+0,172}{4} = 0,167;$

$\lambda_2 = \frac{0,485}{4} = 0,121;$ $\lambda_3 = \frac{0,558}{4} = 0,140;$ $\lambda_4 = \frac{0,615}{4} = 0,154;$ $\lambda_5 = \frac{0,549}{4} = 0,137;$ $\lambda_6 = \frac{0,559}{4} = 0,140;$ $\lambda_7 = \frac{0,566}{4} = 0,142;$

Определим максимум каждого локального критерия.

Таблица 3.

Характеристики ракетных двигателей с определенными максимальными элементами

ЭРД	Тяга	Мощность	Удельный импульс	Тяговый КПД	Ресурс	Масса	Стоимость
СПД-50	14	0,22	860	26	2499	1,23	200
СПД-60	30	0,5	1300	37	2500	1,2	220
СПД-70	40	0,66	1470	43	3100	2	260
Макс. элемент столбца	40	0,66	1470	43	3100	2	260

$a_1^+ = 40, a_2^+ = 0{,}66;\ a_3^+ = 1470;\ a_4^+ = 43;\ a_5^+ = 3100;\ a_6^+ = 2; a_7^+ = 260.$

При решении задачи максимизируются первый, второй, третий четвертый, пятый критерии (тяга, мощность, удельный импульс, тяговый КПД, ресурс), а шестой критерия (масса) и седьмой критерия (стоимость) минимизируются.

Исходя из принципа максимизации эффективности, при нормализованный критерии.

Таблица 4.

Нормализованные характеристики ракетных двигателей

ЭРД	Тяга	Мощность	Удельный импульс	Тяговый КПД	Ресурс	Масса	Стоимость
СПД-50	0,350	0,333	0,585	0,605	0,806	0,385	0,231
СПД-60	0,750	0,758	0,884	0,860	0,806	0,400	0,154
СПД-70	1	1	1	1	1	0,000	0,000

Определим обобщенную функцию цели по каждому варианту техники:

$F_1 = 0{,}167 \cdot 0{,}350 + 0{,}121 \cdot 0{,}333 + 0{,}140 \cdot 0{,}585 + 0{,}154 \cdot 0{,}605 + 0{,}137 \cdot 0{,}806 + 0{,}140 \cdot 0{,}385 + 0{,}142 \cdot 0{,}231 = 0{,}471;$

$$F_2 = 0{,}167 \cdot 0{,}750 + 0{,}121 \cdot 0{,}758 + 0{,}140 \cdot 0{,}884 + 0{,}154 \cdot 0{,}860 + 0{,}137 \cdot 0{,}806 + 0{,}140 \cdot 0{,}400 + 0{,}142 \cdot 0{,}154 = 0{,}661;$$

$F_3 = 0{,}167 \cdot 1 + 0{,}121 \cdot 1 + 0{,}140 \cdot 1 + 0{,}154 \cdot 1 + 0{,}137 \cdot 1 + 0{,}140 \cdot 0 + 0{,}142 \cdot 0 = 0{,}719;$

Наиболее полно удовлетворяет заданным предпочтениям группы экспертов ракетный двигатель «СПД-70», т.к. $F_{max} = F_3 = 0{,}719$.

Список литературы:

1. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 19 с.
2. Лебедев А.А. Курс системного анализа: [учеб.пособие] / А.А. Лебедев. – М.: Машиностроение: Машиностроение-Полет, 2010. – 255 с.
3. Системный анализ, управление и динамическое моделирование воспроизводственного процесса на макроуровне : учеб.пособие для вузов по направл. «Системный анализ и управление» / М.Б. Гузаиров [и др.]. – М.: Машиностроение, 2013. – 207 с.

ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА МАРСОХОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ

Бердибек Бексултан Бабаханулы
студент,
кафедра КиИЛА,
филиал «Восход» Московского
авиационного института,
РФ, г. Байконур
E-mail: Beksul1999@gmail.com

Шестопалова Ольга Львовна
научный руководитель,
канд. техн. наук, доц.,
филиал «Восход» Московского
авиационного института,
РФ, г. Байконур

Данная работа направлена на определение наиболее предпочтительного варианта марсохода для покорения планеты Марс.

Марсоход (англ. *Mars rover*) – планетоход, предназначенный для изучения Марса, как правило, способный к перемещению по его поверхности, и доставляемый на Марс с помощью спускаемых аппаратов. Марсоходы представляют собой аппараты, оборудованные различными приборами, тем самым являющиеся не только беспилотными машинами, но и научными лабораториями, служащими для исследования Красной планеты. [1]

1) Марсоход «Соджорнер»

«Соджорнер» (англ. *Sojourner*, *Пришелец*) – марсоход космического агентства НАСА, запущенный в рамках программы «Марс Патфайндер».

Название марсохода Соджорнер дословно означает «временный житель» или «проезжий», оно было дано победителем голосования – 12-летним мальчиком из штата Коннектикут, США. Марсоход назван в честь женщины-борца с негритянским рабством – Соджорнер Трут. [2]

2) Марсоход «Кьюриосити»

«Кьюрио́сити» (англ. *Curiosity*, МФА: [ˌkjʊərɪˈɒsɪti] – *любопытство, любознательность*) – марсоход третьего поколения, разработанный для исследования

кратера Гейла на Марсе в рамках миссии НАСА «Марсианская научная лаборатория» (*Mars Science Laboratory*, сокр. MSL). Марсоход представляет собой автономную химическую лабораторию в несколько раз больше и тяжелее предыдущих марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити». [3]

3) Марсоход «Чжужун»

«Тяньвэ́нь-1» (кит. трад. 天問一號, упр. 天问一号, пиньинь Tiānwèn yīhào, палл. Тяньвэ́нь ихáо , «Вопрошающий Небо номер один») или Китайская миссия на Марс (англ. Mars Global Remote Sensing Orbiter and Small Rover) (HX-1) – китайская автоматическая межпланетная станция (АМС), состоящая из орбитального аппарата (спутника Марса) и спускаемого аппарата, полезной нагрузкой которого является шестиколёсный марсоход Чжужун («кит. 祝融, пиньинь Zhùróng, палл. Чжужу́н» – бог огня). [4]

4) Марсоход «Персеверанс»

«Персеве́ранс» (англ. *Perseverance*, американское произношение: [ˌpɜːrsəˈvɪrəns]; в переводе на русский язык – «Настойчивость») – марсоход, разработанный для исследования кратера, озеро на Марсе в рамках миссии НАСА «Марс-2020». Был изготовлен Лабораторией реактивного движения НАСА и запущен к Марсу 30 июля 2020 года [5].

Необходимо провести анализ оценочных показателей (характеристик) марсоходов и выбрать марсоход, исходя из характеристик, приведенных в таблице. [2, 3, 4, 5]

Таблица 1.

Характеристики марсоходов

Марсоходы	**Передача данных, (Мб/сутки)**	**Максимальная скорость, (см /сек)**	**Производитель ность, (MIPS)**	**Масса, кг**	**Энергопотреб-ление, (кВт/сол.)**	**Количество научных приборов, (шт)**	**Память, (Мб)**
Соджорнер	20	2	0,1	11,5	15	4	0,5
Чжужун	65	9	20	5000	310	5	712

Продолжение таблицы 1.

Кьюриосити	32	4	400	899	125	10	256
Персеверанс	48	6	50	1050	250	7	513

В данной работе максимум предпочтения отдается производительности и энергетическим характеристикам представленных марсохода. Однако, в случае смены приоритетных характеристик оптимальное значение может смениться в пользу другого типа, с наибольшими параметрами, соотносящимися с максимальным возможным значением в приоритете.

Ниже приведена сводная таблица весовых коэффициентов характеристик, вычисленных методами ранжирования, балльных оценок, допустимых относительных отклонений, попарных приоритетов.

Таблица 2.

Сводная таблица весовых коэффициентов характеристик

Методы задания предпочтении	**Передача данных, (Мб/сутки)**	**Максимальная скорость, (см /сек)**	**Производительность, (MIPS)**	**Масса, кг**	**Энергопотребление, (кВт/сол.)**	**Количество научных приборов, (шт)**	**Память, (Мб)**	**Сумма**
Метод ранжирования	0,15	0,129	0,157	0,143	0,086	0,171	0,164	1
Метод балльных оценок	0,146	0,125	0,154	0,141	0,118	0,157	0,155	1
Метод относительных отклонений	0,139	0,165	0,135	0,131	0,140	0,154	0,132	1
Метод попарных приоритетов	0,146	0,124	0,183	0,099	0,102	0,120	0,130	1
Сумма	0,581	0,543	0,629	0,514	0,446	0,602	0,581	4

Среднее значение весовых коэффициентов:

$$\lambda_1 = \frac{0{,}15+0{,}146+0{,}139+0{,}146}{4} = 0{,}145;$$

$$\lambda_2 = \frac{0,129+0,125+0,165+0,124}{4} = 0,136;$$

$$\lambda_3 = \frac{0,157+0,154+0,135+0,183}{4} = 0,157;$$

$$\lambda_4 = \frac{0,143+0,141+0,131+0,099}{4} = 0,128;$$

$$\lambda_5 = \frac{0,086+0,118+0,140+0,102}{4} = 0,111;$$

$$\lambda_6 = \frac{0,171+0,157+0,154+0,120}{4} = 0,150;$$

$$\lambda_7 = \frac{0,164+0,155+0,132+0,130}{4} = 0,146;$$

Определим максимум каждого локального критерия.

Таблица 3.

Характеристики марсоходов с определенными максимальными элементами

Марсоходы	**Передача данных, (Мб/сутки)**	**Максимальная скорость, (см /сек)**	**Производительность, (MIPS)**	**Масса, кг**	**Энергопотребление, (кВт/сол.)**	**Количество научных приборов, (шт)**	**Память, (Мб)**
Соджорнер	20	2	0,1	11,5	15	4	0,5
Чжужун	65	9	20	5000	310	5	712
Кьюриосити	32	4	400	899	125	10	256
Персеверанс	48	6	50	1050	250	7	513

$a_1^+ = 65$, $a_2^+ = 9$; $a_3^+ = 400$ $a_4^+ = 5000$; $a_5^+ = 310$; $a_6^+ = 10$; $a_7^+ = 712$.

При решении задачи минимизируются четвертый, пятый критерии (масса, энергопотребление и), а остальные критерии максимизируются.

Таблица 4.

Нормализованные характеристики марсоходов

Марсоходы	Передача данных, (Мб/сутки)	Максимальная скорость, (см /сек)	Производительность, (MIPS)	Масса, кг	Энергопотребление, (кВт/сол.)	Количество научных приборов, (шт)	Память, (Мб)
Соджорнер	0,307	0,222	0,0002	0,997	0,951	0,4	0,0007
Чжужун	1	1	0,05	0	0	0,5	1
Кьюриосити	0,492	0,444	1	0,820	0,596	1	0,359
Персеверанс	0,738	0,666	0,125	0,79	0,193	0,7	0,720

Определим обобщенную функцию цели по каждому варианту техники:

$$F_i(a_{ij}) = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot \hat{a}_{ij}\,, i = \overline{1,m}$$

$F_1 = 0{,}370;\ F_2 = 0{,}510; F_3 = 0{,}665;\ F_4 = 0{,}552.$

Наиболее полно удовлетворяет заданным предпочтениям группы экспертов марсоход «Кьюриосити», т.к. $F_{\max} = F_3 = 0{,}665$. Основные характеристики «Кьюриосити» представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Характеристики марсохода «Кьюриосити»

Марсоходы	Передача данных, (Мб/сутки)	Максимальная скорость, (см /сек)	Производительность, (MIPS)	Масса, кг	Энергопотребление, (кВт/сол.)	Количество научных приборов, (шт)	Память, (Мб)
Кьюриосити	32	4	400	899	125	10	256

В ходе данной работы было выбрано четыре марсохода, среди которых с помощью данного метода был определен наиболее полно удовлетворяющий заданным предпочтениям группы экспертов: «Кьюриосити», так как $F_{\max} = F_3 =$ 0,665. Марсоход «Кьюриосити» является наиболее полно удовлетворяющим требованием по совокупности характеристик из четырех марсоходов, потому чтот имеет высокую производительность, а также имеет больше приборов для исследования красной планеты.

Список литературы:

1. Планетоходы / а.л. кемурджиан, в.в. громов, и.ф. кажукало и др.; под ред. А.Л. Кемурджиана – м., машиностроение, 1993.
2. Https://mars.nasa.gov/mpf/rover/name.html
3. Https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html
4. Https://www.ixbt.com/news/2021/04/26/k-amerikanskomu-marsohodu-perseverancevskore-prisoedinitsja-kitajskij-bog-ognja-pervyj-rover-iz-podnebesnoj-poluchil.html
5. Https://esquire.ru/articles/196563-marsianskie-hroniki-pochemu-marsohod-nasa-perseverans-mozhet-sovershit-revolyuciyu-v-issledovanii-kosmosa-dazhe-esli-ne-naydet-na-marse-zhizn/#part0

ВЫБОР ВИБРОСТЕНДА ВЫНУЖДАЮЩЕЙ СИЛЫ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕДУРЫ СВЕРТЫВАНИЯ КРИТЕРИЕВ МЕТОДОМ АДДИТИВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Сгибнева Ксения Александровна
студент 5 курса,
кафедра «Конструкция и испытания летательных аппаратов»,
филиал «Восход» Московского авиационного института,
РФ, г. Байконур
E-mail: sgibneva.ksenya@mail.ru

Шестопалова Ольга Львовна
научный руководитель,
канд. техн. наук, доц.,
филиал «Восход» Московского авиационного института,
РФ, г. Байконур

Вибростенды средней вынуждающей силы – это вибростенды предназначенные для испытаний оборудования массой до 1000 кг [1]. Диапазон развиваемых усилий вибростендов данной категории составляет от 15 до 65 кН.

Вибростенды средней вынуждающей силы представлен на рисунке 1.

Рисунок 1. Вибростенд средней вынуждающей силы

Система с воздушным охлаждением, подходящая для испытания изделий малого размера (электронных деталей, соединителей, портативных устройств, механических сборочных узлов).

Технические характеристики:

- Виброперемещение в непрерывном режиме 51 мм.
- Полезный диапазон частот от 5 до 3000 Гц.
- Максимальная статическая нагрузка до 1000 кг.
- Максимальное виброускорение до 100g.
- КПД усилителя с воздушным охлаждением более 90 %.
- Прочная конструкция цапфы с воздушной изоляцией.

Проведен анализ оценочных показателей (характеристик) вибрационных стендов и выбрать стенд, исходя из характеристик, приведенных в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики вибрационных стендов

	Диапазон частот, Гц	**Виброперемещение, мм**	**Виброскорость, м/с**	**Виброускорение, g**	**Диаметр арматуры, мм**	**Масса, кг**	**Статическая нагрузка, кг**
M1528A	3000	51	2	784	280	18	300
M3240A	2500	51	2	980	400	32	500
M5044A	2500	51	2	980	445	49	1000
M6044A	2500	51	2	980	445	49	1000
M6544A	2200	51	2	902	445	70	1000

В данной работе максимум предпочтения отдается диапазону частот выводимой полезной нагрузки и энергетическим характеристикам представленных разгонных блоков. Однако, в случае смены приоритетных характеристик

оптимальное значение может сменится в пользу другого типа, с наибольшими параметрами, соотносящимися с максимальным возможным значением в приоритете.

Ниже приведена сводная таблица весовых коэффициентов характеристик, вычисленных методами ранжирования, балльных оценок, допустимых относительных отклонений, попарных приоритетов.

Таблица 2.

Сводная таблица весовых коэффициентов характеристик

	Диапазон частот, Гц	**Вибро перемещение, мм**	**Вибро скорость, м/с**	**Вибро ускорение, g**	**Диаметр арматуры, мм**	**Масса, кг**	**Статическая нагрузка, кг**	**Сумма**
Метод ранжирования	0,205	0,170	0,170	0,170	0,062	0,045	0,178	1
Метод балльных оценок	0,200	0,169	0,167	0,173	0,068	0,043	0,175	1
Метод относительных отклонений	0,222	0,082	0,098	0,201	0,081	0,075	0,239	1
Метод попарных приоритетов	0,200	0,169	0,167	0,173	0,068	0,043	0,175	1
Сумма	0,828	0,591	0,603	0,718	0,281	0,208	0,769	4

Среднее значение весовых коэффициентов:

$$\lambda_1 = \frac{0{,}205 + 0{,}200 + 0{,}222 + 0200}{4} = 0{,}207;$$

$$\lambda_2 = \frac{0{,}170 + 0{,}169 + 0{,}082 + 0{,}169}{4} = 0{,}147;$$

$$\lambda_3 = \frac{0{,}170 + 0{,}167 + 0{,}098 + 0{,}167}{4} = 0{,}150;$$

$$\lambda_4 = \frac{0{,}170 + 0{,}173 + 0{,}201 + 0{,}173}{4} = 0{,}179;$$

$$\lambda_5 = \frac{0{,}062 + 0{,}0689 + 0{,}081 + 0{,}0689}{4} = 0{,}070;$$

$$\lambda_6 = \frac{0{,}045 + 0{,}0439 + 0{,}075 + 0{,}043}{4} = 0{,}052;$$

$$\lambda_7 = \frac{0{,}178 + 0{,}175 + 0{,}239 + 0{,}769}{4} = 0{,}192.$$

Определим максимум каждого локального критерия из таблицы 2.

$a_1^+ = 3000$, $a_2^+ = 51$; $a_3^+ = 2$; $a_4^+ = 980$; $a_5^+ = 445$; $a_6^+ = 70$; $a_7^+ = 1000$.

При решении задачи максимизируются критерии с первого по четвертый, а пятый и шестой критерии минимизируются.

Исходя из принципа максимизации эффективности, нормализуем критерии:

$$\hat{a}_{11} = \frac{3000}{3000} = 1;$$

$$\hat{a}_{12} = \frac{51}{51} = 1;$$

$$\hat{a}_{13} = \frac{2}{2} = 1;$$

$$\hat{a}_{14} = \frac{784}{980} = 0{,}8;$$

$$\hat{a}_{15} = 1 - \frac{2800}{445} = 0{,}37;$$

$$\hat{a}_{16} = 1 - \frac{18}{70} = 0{,}74;$$

$$\hat{a}_{17} = \frac{300}{1000} = 0{,}3;$$

Результаты расчета для всех вибростендов сведены в таблицу 3.

Таблица 3.

Нормализованные характеристики стендов

	Диапазон частот, Гц	**Вибро перемещение, мм**	**Вибро скорость, м/с**	**Вибро ускорение, g**	**Диаметр арматуры, мм**	**Масса, кг**	**Стати ческая нагрузка, кг**
М1528А	1	1	1	0,800	0,370	0,742	0,300
М3240А	0,833	1	1	1	0,101	0,542	0,500

Продолжение таблицы 3.

M5044A	0,833	1	1	1	0	0,300	1
M6044A	0,833	1	1	1	0	0,300	1
M1528A	0,733	1	1	0,920	0	0	1

Определим обобщенную функцию цели по каждому варианту техники:

$F_1 = 0{,}207 \cdot 1 + 0{,}147 \cdot 1 + 0{,}150 \cdot 1 + 0{,}179 \cdot 0{,}8 + 0{,}070 \cdot 0{,}370 + 0{,}052 \cdot$
$\cdot\, 0{,}742 + 0{,}192 \cdot 0{,}3 = 0{,}771;$

$F_2 = 0{,}207 \cdot 0{,}83 + 0{,}147 \cdot 1 + 0{,}150 \cdot 1 + 0{,}179 \cdot 1 + 0{,}070 \cdot 0{,}101 + 0{,}052 \cdot$
$\cdot\, 0{,}543 + 0{,}192 \cdot 0{,}5 = 0{,}782;$

$F_3 = 0{,}207 \cdot 0{,}83 + 0{,}147 \cdot 1 + 0{,}150 \cdot 1 + 0{,}179 \cdot 1 + 0{,}070 \cdot 0 + 0{,}052 \cdot 0{,}3 +$
$+0{,}192 \cdot 1 = 0{,}858;$

$F_4 = 0{,}207 \cdot 0{,}83 + 0{,}147 \cdot 1 + 0{,}150 \cdot 1 + 0{,}179 \cdot 1 + 0{,}070 \cdot 0 + 0{,}052 \cdot 0{,}3 +$
$+0{,}192 \cdot 1 = 0{,}858;$

$F_5 = 0{,}207 \cdot 0{,}73 + 0{,}147 \cdot 1 + 0{,}150 \cdot 1 + 0{,}179 \cdot 0{,}920 + 0{,}070 \cdot 0 + 0{,}052 \cdot$
$\cdot\, 0 + 0{,}192 \cdot 1 = 0{,}808.$

Наиболее полно удовлетворяет заданным предпочтениям группы экспертов вибрационный стенд M5044A и M6044A, т.к. $F_{max} = F_3 = F_4 = 0{,}858$.

В ходе выполнения работы применен метод нахождения оптимального решения многокритериальной задачи с использованием процедуры свертывания критериев методом аддитивной оптимизации. Выбрано пять различных вибрационных стендов, среди которых с помощью данного метода, определен наиболее полно удовлетворяющий заданным предпочтениям группы экспертов: M5044A и M6044A, т.к. $F_{max} = F_3 = F_4 = 0{,}858$.

Вибрационные стенды M5044A и M6044A превосходят других по параметрам виброускорения и статической нагрузки.

Список литературы:

1. Вибростенды. URL: https://theseuslab.by/p61914535-vibrostendy-srednej-vynuzhdayuschej.html.

2. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 19 с.
3. Лебедев А.А. Курс системного анализа: [учеб.пособие] / А.А. Лебедев. – М.: Машиностроение: Машиностроение-Полет, 2010. – 255 с. – URL: http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web/SearchResult/ToPage/1.
4. Системный анализ, управление и динамическое моделирование воспроизводственного процесса на макроуровне: учеб.пособие для вузов по направл. «Системный анализ и управление» / М.Б. Гузаиров [и др.]. – М.: Машиностроение, 2013. – 207 с.
5. URL: http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web/SearchResult/ToPage/1.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ «РД-107» И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Данагулов Темирлан Ганиулы
студент,
кафедра КиИЛА,
филиал «Восход» Московского
Авиационного Института,
РФ, г. Байконур
E-mail: t.danagulov@mail.ru

Шестопалова Ольга Львовна
Научный руководитель,
канд. техн. наук, доц.,
филиал «Восход» Московского
Авиационного Института,
РФ, г. Байконур

В данной работе произведены оценка и выбор наиболее предпочтительного жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) на основе «РД-107». Оценка проводилась группой экспертов на основании семи критериев данной технической системы.

На основании мнений группы экспертов выявлены наиболее важные характеристики: тяга, масса, удельный импульс и стоимость. Габаритные размеры: диаметр и высота, ПДК топлива, имеющие меньшие весовые значения, оставлены в математической модели, так как они оказывают влияние на выбор ЖРД при комплексном оценивании.

Анализу подвергнуты следующие ракетные двигатели: РД-107, РД-107ММ, РД-107А, РД-108, РД-108ММ, РД-108А.

РД-107 (индекс 8Д74) – ЖРД, созданный для первой в мире межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 в ОКБ-456. Используется на каждом боковом блоке первой ступени всех ракет-носителей семейства «Союз».

С помощью двигателей РД-107 и РД-108 разработки «НПО Энергомаш» до настоящего времени надежно обеспечивается выполнение отечественной программы пилотируемых полетов. К настоящему времени были проведены

работы по модернизации базовых двигателей РД-107 для первой ступени (основные модернизации – двигатели 8Д74, 8Д728, 11Д511 и 14Д22) и двигателей РД-108 для второй ступени (основные модернизации – двигатели 8Д75, 8Д727, 11Д512 и 14Д21) – всего 18 модификаций для различных программ.

РД-107ММ – вариант разработан для РН «Молния».

РД-107А и РД-108А – вариант разработанный для РН «Союз-ФГ». [3]

Ниже в таблице 1 приведены характеристики перечисленных ЖРД. [1, 2]

Таблица 1.

Характеристики ЖРД

ЖРД	**Тяга, тс**	**Масса, кг**	**Удельный импульс, с**	**Высота, мм**	**Диаметр, мм**	**ПДК топлива, мг/м^3**	**Стоимость, млн. долл.**
РД-107	102	1300	313	2865	1850	2,9	11
РД-107ММ	94	1300	314	2865	1850	2,9	11
РД-107А	96	1156	320,2	2578	1850	2,9	11
РД-108	96	1402	315	2865	1950	2,9	8
РД-108ММ	85	1402	316	2865	1950	2,9	8
РД-108А	97	1151	320,6	2865	1950	2,9	8

Для решения данной задачи была применена процедура свертывания критериев методом аддитивной оптимизации с предварительным использованием методов ранжирования, балльных оценок, допустимых относительных отклонений, попарных приоритетов.

Ниже приведена сводная таблица весовых коэффициентов характеристик, вычисленных перечисленными выше методами.

Таблица 2.

Весовые коэффициенты характеристик

	Тяга	**Масса**	**Удельный импульс**	**Высота**	**Диаметр**	**ПДК топлива**	**Стоимость**	**Сумма**
Метод ранжирования	0,2	0,193	0,179	0,128	0,093	0,093	0,114	1
Метод балльных оценок	0,188	0,185	0,173	0,120	0,104	0,112	0,116	1
Метод отн-ных отклонений	0,157	0,146	0,146	0,142	0,138	0,131	0,141	1
Метод попарных приоритетов	0,167	0,154	0,15	0,104	0,092	0,083	0,1	1
Сумма	0,754	0,690	0,648	0,550	0,405	0,417	0,536	4
Весовые коэффициенты	0,178	0,169	0,162	0,124	0,107	0,105	0,118	1

Для решения, в первую очередь, была произведена нормализация критериев с помощью определения максимума каждой отдельной характеристики. Исходя из данных таблицы 1, получили, что $a_1^+ = 102$, $a_2^+ = 1402$; $a_3^+ = 320{,}2$; $a_4^+ = 2865$; $a_5^+ = 1950$; $a_6^+ = 2{,}9$; $a_7^+ = 11$.

При решении задачи максимизируются первый, третий, и четвертый критерии (тяга в пустоте, удельный импульс тяги в пустоте, ПДК топлива), а второй, четвертый, пятый и седьмой критерии (масса, высота, диаметр, стоимость) минимизируются.

Исходя из принципа максимизации эффективности, нормализуем критерии.

$$\hat{a}_{11} = \frac{102}{102} = 1$$
$$\hat{a}_{12} = 1 - \frac{1300}{1402} = 0{,}073$$
$$\hat{a}_{13} = \frac{311}{320{,}6} = 0{,}976$$
$$\hat{a}_{14} = 1 - \frac{2865}{2865} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{15} = 1 - \frac{1850}{1950} = 0{,}051$$
$$\hat{a}_{16} = \frac{2{,}9}{2{,}9} = 1$$
$$\hat{a}_{17} = 1 - \frac{11}{11} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{21} = \frac{94}{102} = 0{,}922$$
$$\hat{a}_{22} = 1 - \frac{1300}{1402} = 0{,}073$$
$$\hat{a}_{23} = \frac{314}{320{,}6} = 0{,}979$$
$$\hat{a}_{24} = 1 - \frac{2865}{2865} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{25} = 1 - \frac{1850}{1950} = 0{,}051$$
$$\hat{a}_{26} = \frac{2{,}9}{2{,}9} = 1$$
$$\hat{a}_{27} = 1 - \frac{11}{11} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{31} = \frac{96}{102} = 0{,}941$$
$$\hat{a}_{32} = 1 - \frac{1156}{1402} = 0{,}175$$
$$\hat{a}_{33} = \frac{320{,}2}{320{,}6} = 0{,}999$$
$$\hat{a}_{34} = 1 - \frac{2578}{2865} = 0{,}100$$
$$\hat{a}_{35} = 1 - \frac{1850}{1950} = 0{,}051$$
$$\hat{a}_{36} = \frac{2{,}9}{2{,}9} = 1$$
$$\hat{a}_{37} = 1 - \frac{11}{11} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{41} = \frac{96}{102} = 0{,}941$$
$$\hat{a}_{42} = 1 - \frac{1402}{1402} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{43} = \frac{315}{320{,}6} = 0{,}982$$
$$\hat{a}_{44} = 1 - \frac{2865}{2865} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{45} = 1 - \frac{1950}{1950} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{46} = \frac{2{,}9}{2{,}9} = 1$$
$$\hat{a}_{47} = 1 - \frac{8}{11} = 0{,}273$$
$$\hat{a}_{51} = \frac{85}{102} = 0{,}833$$
$$\hat{a}_{52} = 1 - \frac{1402}{1402} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{53} = \frac{316}{320{,}6} = 0{,}986$$
$$\hat{a}_{54} = 1 - \frac{2865}{2865} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{55} = 1 - \frac{1950}{1950} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{56} = \frac{2{,}9}{2{,}9} = 1$$
$$\hat{a}_{57} = 1 - \frac{8}{11} = 0{,}273$$
$$\hat{a}_{61} = \frac{97}{102} = 0{,}951$$
$$\hat{a}_{62} = 1 - \frac{1151}{1402} = 0{,}179$$
$$\hat{a}_{63} = \frac{320{,}6}{320{,}6} = 1{,}000$$
$$\hat{a}_{64} = 1 - \frac{2865}{2865} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{65} = 1 - \frac{1950}{1950} = 0{,}000$$
$$\hat{a}_{66} = \frac{2{,}9}{2{,}9} = 1$$
$$\hat{a}_{67} = 1 - \frac{8}{11} = 0{,}273$$

Оптимальным будет тот вариант, который обеспечивает максимальное значение функций цели по формуле $F_i(a_{ij}) = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j * \hat{a}_{ij}, i = \overline{1,m}$:

$F_1 = 0{,}177 \cdot 1 + 0{,}171 \cdot 0{,}073 + 0{,}163 \cdot 0{,}976 + 0{,}124 \cdot 0 +$

$+0{,}104 \cdot 0{,}051 + 0{,}106 \cdot 1 + 0{,}116 \cdot 0 = 0{,}461;$

$F_2 = 0{,}447; F_3 = 0{,}484; F_4 = 0{,}465; F_5 = 0{,}447; F_6 = 0{,}501.$

Так как $F_{max} = F_6 = 0{,}501$, то это говорит о том, что с помощью данного метода был определен наиболее полно удовлетворяющий заданным предпочтениям группы экспертов: РД-108А.

Двигатель РД-108А превосходит другие аналоги по удельному импульсу тяги, массе и при этом имеет хорошие показатели тяги и стоимости.

Однако, данное решение, полученное в результате математического моделиования, не является единственно верным, так как основывается на оценочном мнении группы экспертов. К примеру, в данной работе максимум предпочтения отдается тяговооруженности и массе представленных ЖРД. Но, в случае смены приоритетных характеристик оптимальное значение может смениться в пользу другого типа, с наибольшими параметрами, соотносящимися с максимальным возможным значением в приоритете.

Ввиду этого проведенную работу следует рассматривать, как основу и рекомендации для дальнейших более тщательных исследований. Окончательное решение и принятие выбора в данном случае остается за лицом, принимающим решение.

Список литературы:

1. НПО «ЭНЕРГОМАШ» имени академика В.П. Глушко «Путь в ракетной технике» под ред. Б.И. Каторгина. – М.: Машиностроение/Машиностроение – Полет, 2004. – 488 с.
2. ГОСТ 10227-2013. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия, 2013. – 20 с.
3. Вестник Российской академии наук, том 74, № 3, 2004 С. 499-506.

ВЫБОР РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ТЯЖЕЛОГО КЛАССА ДЛЯ ВЫВОДА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА НА ГЕОПЕРЕХОДНУЮ ОРБИТУ

Шобдиров Бейбарыс Талгатович
студент,
кафедра КиИЛА, филиал «Восход»
Московского авиационного института,
РФ, г. Байконур
E-mail: bshobdiroov@gmail.com

Шестопалова Ольга Львовна
научный руководитель, канд. техн. наук, доц. филиала «Восход»,
Московского авиационного института,
РФ, г. Байконур

Данная работа направлена на определение наиболее предпочтительного варианта ракеты-носителя тяжелого класса для вывода полезной нагрузки большей массы.

Тяжёлая ракета-носитель — класс ракет-носителей (РН), способных выводить на низкую околоземную орбиту (НОО) от 20 до 50 тонн [1].

1) РН «Протон-М»

РН «Протон» – ракета-носитель (РН) тяжёлого класса, предназначенная для выведения автоматических космических аппаратов на орбиту Земли и далее в космическое пространство. Способна выводить на геостационарную орбиту (ГСО) грузы до 3,3 т. Разработана в 1961—1967 годах в подразделении ОКБ-23 (ныне ГКНПЦ имени М. В. Хруничева), являвшемся частью ОКБ-52 В. Н. Челомея [2].

2) РН «Чанчжэн-5»

РН «Чанчжэн-5» – китайская РН тяжелого класса семейства Чанчжэн, разработанная Исследовательским институтом ракетной техники Китайского объединения космических технологий. Третий представитель (после «Чанчжэн-6» и «Чанчжэн-7») новой линейки китайских ракет-носителей, использующий экологически чистое ракетное топливо: жидкий водород, жидкий кислород и керосин. Это серийная универсальная многоступенчатая ракета, способная доставлять на орбиту грузы массой до 25 тонн [5].

3) РН Falcon 9 FT

Falcon 9 FT – ракета-носитель тяжёлого класса серии Falcon американской компании SpaceX. Falcon 9 FT состоит из двух ступеней и использует в качестве компонентов топлива керосин марки RP-1 и жидкий кислород [3].

4) РН «Ариан-5 ES»

«Ариан-5 ES» – европейская одноразовая тяжёлая ракета-носитель семейства Ариан, предназначена для выведения полезной нагрузки на низкую опорную орбиту (НОО) или геопереходную орбиту (ГПО). Производится Европейским космическим агентством (ЕКА), основной подрядчик — European Astrium Space Transportation (EADS) [3].

Необходимо провести анализ оценочных показателей (характеристик) ракет-носителей (РН) и выбрать РН, исходя из характеристик, приведенных в таблице. [2, 4, 5, 6]

Таблица 1.

Характеристики ракета-носителей

Ракета-носители	**Стартовая масса, т**	**Масса полезного груза на ГПО, т**	**Длина, м**	**Надёжность, %**	**Тяга двигателя на первой ступени, кН**	**Стоимость, млн. дол.**	**Удельный импульс на первой ступени, с**
«Протон-М»	705	7,1	58,2	90	10026	70	228
Falcon 9 FT	549	8,3	70	100	8227	62	311
«Чанчжэн-5»	867	14	57	80	1400	163	426
«Ариан-5 ES»	777	6,1	52	100	1390	170	432

В данной работе максимум предпочтения отдается массе выводимой полезной нагрузки и энергетическим характеристикам представленных ракета-носителей тяжелого класса. Однако, в случае смены приоритетных характеристик оптимальное значение может смениться в пользу другого типа, с наибольшими параметрами, соотносящимися с максимальным возможным значением в приоритете.

Ниже приведена сводная таблица весовых коэффициентов характеристик, вычисленных методами ранжирования, балльных оценок, допустимых относительных отклонений, попарных приоритетов.

Таблица 2.

Сводная таблица весовых коэффициентов характеристик

Методы задания предпочтении	**Стартовая масса**	**Масса полезного груза на ГПО**	**Длина**	**Надёжность**	**Тяга двигателя на первой ступени**	**Стоимость**	**Удельный импульс на первой ступени**	**Сумма**
Метод ранжирования	0,170	0,125	0,089	0,170	0,223	0,134	0,089	1
Метод балльных оценок	0,156	0,120	0,109	0,174	0,193	0,124	0,123	1
Метод относительных отклонений	0,134	0,168	0,160	0,132	0,131	0,136	0,138	1
Метод попарных приоритетов	0,155	0,144	0,109	0,155	0,192	0,123	0,123	1
Сумма	0,615	0,557	0,467	0,631	0,739	0,517	0,473	4

Среднее значение весовых коэффициентов:

$$\lambda_1 = \frac{0{,}170+0{,}156+0{,}134+0{,}155}{4} = 0{,}154;$$

$$\lambda_2 = \frac{0{,}125+0{,}120+0{,}168+0{,}144}{4} = 0{,}139;$$

$$\lambda_3 = \frac{0{,}089+0{,}109+0{,}160+0{,}109}{4} = 0{,}117;$$

$$\lambda_4 = \frac{0{,}170+0{,}174+0{,}132+0{,}155}{4} = 0{,}158;$$

$$\lambda_5 = \frac{0{,}223 + 0{,}193 + 0{,}131 + 0{,}192}{4} = 0{,}185$$

$$\lambda_6 = \frac{0{,}134+0{,}124+0{,}136+0{,}123}{4} = 0{,}129;$$

$$\lambda_7 = \frac{0{,}089+0{,}123+0{,}138+0{,}123}{4} = 0{,}118;$$

Определим максимум каждого локального критерия.

Таблица 3.

Характеристики разгонных блоков с определенными максимальными элементами

Ракета-носители	Стартовая масса, т	Масса полезного груза на ГПО, т	Длина, м	Надёжность, %	Тяга двигателя на первой ступени, кН	Стоимость, млн. дол.	Удельный импульс на первой ступени, с
«Протон-М»	705	7,1	58,2	90	10026	70	228
Falcon 9 FT	549	8,3	70	100	8227	62	311
«Чанчжэн-5»	867	14	57	80	1400	163	426
«Ариан-5 ES»	777	6,1	52	90	1390	170	432

$a_1^+ = 867, a_2^+ = 14; a_3^+ = 70\ a_4^+ = 100; a_5^+ = 10026; a_6^+ = 170; a_7^+ = 432.$

При решении задачи максимизируются второй, четвертый, пятый, седьмой критерии (масса полезного груза на ГПО, надёжность, тяга двигателя на первой ступени, удельный импульс на первой ступени), а первый, третий, шестой критерии (стартовая масса, длина, стоимость) минимизируются.

Таблица 4.

Нормализованные характеристики разгонных блоков

Ракета-носители	Стартовая масса, т	Масса полезного груза на ГПО, т	Длина, м	Надёжность, %	Тяга двигателя на первой ступени, кН	Стоимость, млн. дол.	Удельный импульс на первой ступени, с
«Протон-М»	0,187	0,507	0,169	0,9	1,000	0,588	0,528
Falcon 9 FT	0,367	0,593	0,000	1	0,821	0,635	0,720
«Чанчжэн-5»	0,000	1,000	0,186	0,8	0,140	0,041	0,986
«Ариан-5 ES»	0,104	0,436	0,257	1	0,139	0	1

Определим обобщенную функцию цели по каждому варианту техники:

$$F_i(a_{ij}) = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot \hat{a}_{ij}\,, i = \overline{1,m}$$

$F_1 = 0{,}594;\ F_2 = 0{,}589; F_3 = 0{,}435;\ F_4 = 0{,}408.$

Наиболее полно удовлетворяет заданным предпочтениям группы экспертов ракета-носитель «Протон-М», т.к. $F_{\max} = F_1 = 0{,}594$. Основные характеристики «Протон-М» представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Характеристики ракета-носителя тяжелого класса «Протон-М»

Ракета-носитель	**Стартовая масса, т**	**Масса полезного груза на ГПО, т**	**Длина, м**	**Надёжность, %**	**Тяга двигателя на первой ступени, кН**	**Стоимость, млн. дол.**	**Удельный импульс на первой ступени, с**
«Протон-М»	705	7,1	58,2	90	10026	70	228

В ходе данной работы было выбрано четыре ракета-носителя тяжелого класса, среди которых с помощью данного метода был определен наиболее полно удовлетворяющий заданным предпочтениям группы экспертов: «Протон-М», так как $F_{\max} = F_1 = 0{,}594$. Ракета-носитель «Протон-М» является наиболее полно удовлетворяющим требованием по совокупности характеристик из четырех ракета-носителей, потому что может выводить больше полезного груза, имеет высокую надежность, а также имеет большую тягу двигателя и удельный импульс.

Список литературы:

1. Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники. Книга 2 / Под ред. И.В. Бармина. – М.: Изд-во Полиграфикс РПК, 2006
2. Ракета-носители. Проекты и реальность. Ракеты-носители России и Украины. Книга 1 / Под ред. В.Н. Блинов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011
3. Ракета-носители. Проекты и реальность. Зарубежные ракеты-носители. Книга 2 / Под ред. В.Н. Блинов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Falcon_9
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Чанчжэн-5
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ариан-5ES

СЕКЦИЯ

«МАТЕМАТИКА»

ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Большакова Марианна Афанасьевна,
магистрант,
педагогический институт,
Северо – Восточный федеральный
университет имени М.К. Аммосова,
РФ, г. Якутск
E-mail: f1e2uf@yandex.ru

Бугаева Ая Петровна,
научный руководитель,
канд. пед. наук, доц.,
Северо-Восточный федеральный
университет имени М.К. Аммосова,
РФ, г. Якутск
E-mail: whityt@mail.ru

FORMATION OF KEY COMPETENCIES OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS IN THE PROCESS OF PERFORMING MATHEMATICAL PROJECTS

Marianna Bolshakova
Master's student,
Pedagogical Institute,
North – Eastern Federal University
named after M.K. Ammosov,
Russia, Yakutsk

Aya Bugaeva
Scientific supervisor,
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
North-Eastern Federal University
named after M.K. Ammosov,
Russia, Yakutsk

АННОТАЦИЯ

В статье представлены формирования ключевых компетенций младших школьников. С целью выявления уровня сформированности ключевых компетенций были применены диагностические методики и выявлен уровень сформированности ключевых компетенций учеников на констатирующем этапе исследования.

ABSTRACT

The article presents the formation of key competencies of primary school students. In order to identify the level of formation of key competencies, diagnostic methods were used and the level of formation of key competencies of students at the ascertaining stage of the study was revealed.

Ключевые слова: ключевые компетенции, проектная деятельность, компетенция, компетентностный подход, констатирующий этап.

Keywords: key competencies, project activity, competence, competence approach, stating stage.

Для формирования ключевых компетенций младших школьников в процессе выполнения математических проектов располагает значительными возможностями, среди которых необходимо выделить, прежде всего, высокий уровень значимости, разнообразие видов учебно-познавательной деятельности учащихся в процессе выполнения проектов, направленность содержания учебного материала, возможность широкого применения полученных знаний и умений на практике.

В настоящее время начальная школа оказалась в центре противоречий, связанных с ожиданиями общества новых образовательных результатов и недостаточной разработанностью научно-методических основ их достижения младшими школьниками. В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом начального общего образования (ФГОС НОО), начальная школа призвана сформировать целостную систему универсальных

учебных действий (познавательных, регулятивных, коммуникативных), «обеспечивающих овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу умения учиться».

Компетенция – готовность субъекта эффективно организовать внутренние и внешние ресурсы для постановки и достижения цели [2].

Ключевые компетенции младших школьников включают в себя сформированные организационные (способность организовать свою деятельность), интеллектуальные (способность результативно мыслить и работать с информацией), оценочные (способность самостоятельно делать свой выбор в мире мыслей, чувств и ценностей и отвечать за выбор), коммуникативные (способность общаться и взаимодействовать с людьми) умения.

В конце обучения начальной школы учащиеся 4 класса должны владеть, следующими видами образовательных компетенций, которые представлены в таблице ниже, каждая из которых имеет свой результат [3].

Чтобы перейти к обучению, необходимо задать компетенции в деятельностной форме. В этом случае само название компетенции будет определять суть соответствующего метода обучения (ценностно-смысловые компетенции, учебно-познавательные компетенции, социокультурные компетенции, коммуникативные компетенции, информационные компетенции, природоведческие и здоровьесберегающие компетенции) [1].

В педагогике накоплены определённые научные предпосылки решения проблемы формирования ключевых компетенции младших школьников, указывающие на то, что образовательный процесс, направленный на овладение учебной, в том числе и коммуникативной деятельностью, будет способствовать гармонизации развития личности. Теоретической базой при написании данной работы являются как исследования педагогов по данной теме, так и собственный опыт педагогической практики. А также будут использованы в некоторых этапах исследования Е.С. Полат, Н.Ю. Пахомовой, А.М. Гаврилина и Е.Н. Землянской уделявших, большое внимание изучению и систематизации огромного числа

современных новаторских методик преподавания, в том числе и проектной деятельности.

Для достижения качества образования необходимо так организовать обучение каждого ребёнка, чтобы оно способствовало развитию, учило созидать, самостоятельно добывать знания, ориентироваться в нестандартной ситуации, быть ответственным за свои поступки. Реализация компетентностного подхода – это важное условие повышения качества образования [5].

В качестве респондентов в экспериментальной группе выступили младшие школьники, обучающиеся в 4 «г» классе, где я сама являюсь классным руководителем. В работе участвовало 30 обучающихся (13 девочек и 17 мальчиков).

С целью выявления уровня сформированности ключевых компетенций были применены следующие диагностические методики: – методика Г.Ю. Ксензовой “Шкала выраженности учебно – позновательного интереса” (учебно – познавательные компетенции); методика А.Н. Рябиноной “Нахождение схем к задачам” (ценностно-смысловые компетенции); тест В.Ф. Ряховского “Оценка уровня общительности” (коммуникативная компетенции).

Уровень сформированности ключевых компетенций каждого ученика на констатирующем этапе.

На констатирующем этапе эксперимента – учащиеся 4 «Г» класса. (1 группа 15 учащихся – экспериментальная; 2 группа 15 учащихся – контрольная)

Методика Г.Ю. Ксензовой “Шкала выраженности учебно – познавательного интереса” (учебно – познавательные компетенции).

Цель: определение уровня сформированности учебно-познавательной компетенции младших школьников.

Методика представляет шкалу с описанием поведенческих признаков, характеризующих отношение школьника к учебным задачам и выраженность его учебно-познавательного интереса. Учителю необходимо отметить наиболее характерные особенности поведения каждого ученика при решении учебных задач (отсутствие интереса, реакция на новизну, любопытство, ситуативный

учебный интерес, устойчивый учебно познавательный интерес, обобщенный учебно-познавательный интерес) [6].

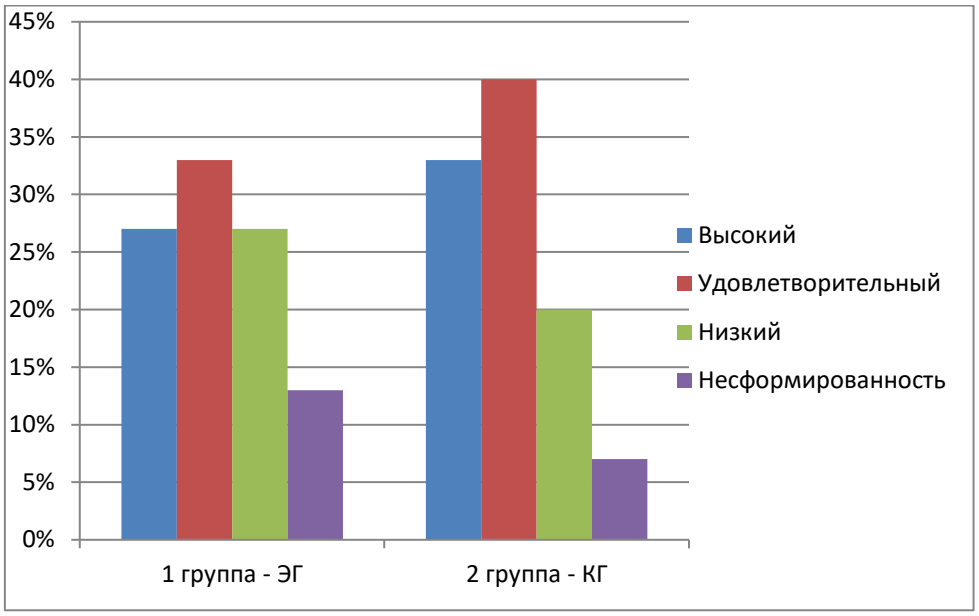


Рисунок 1. Результаты методики Г.Ю. Ксензовой "Шкала выраженности учебно – позновательного интереса"

По итогам методики в экспериментальной группе выявлено: у 27% учащихся высокий уровень учебно-познавательно компетенции, 33% имеют удовлетворительный уровень. А также у 27% учащихся низкий показатель и у 13% несформированность учебно – познавательного интереса.

В контрольной группе: у 33% учащихся высокий уровень учебно-познавательно компетенции, 40% имеют удовлетворительный уровень. А также у 20% учащихся низкий показатель и у 7% несформированность учебно – познавательного интереса.

Методика "Нахождение схем к задачам" по А.Н. Рябинкиной (ценностно-смысловые).

Цель: определение уровня ценностно-смысловых компетенций младших школьников.

Для этого ученикам было предложено найти соответствующую схему к каждой задаче. В схемах числа обозначены буквами. Предлагаются следующие задачи:

1. Миша сделал 6 флажков, а Коля – на 3 флажка больше. Сколько флажков сделал Коля?

2. На одной полке 4 книги, а на другой – на 7 книг больше, сколько книг на двух полках?

3. На одной остановке из автобуса вышли 5 человек, а на другой вышли 4 человека. Сколько человек вышли из автобуса на двух остановках?

4. На велогонке стартовали 10 спортсменов. Во время соревнования со старта сошли 3 спортсмена. Сколько велосипедистов пришли к финишу?

5. В первом альбоме 12 марок, во втором – 8 марок. Сколько марок в двух альбомах? [6]

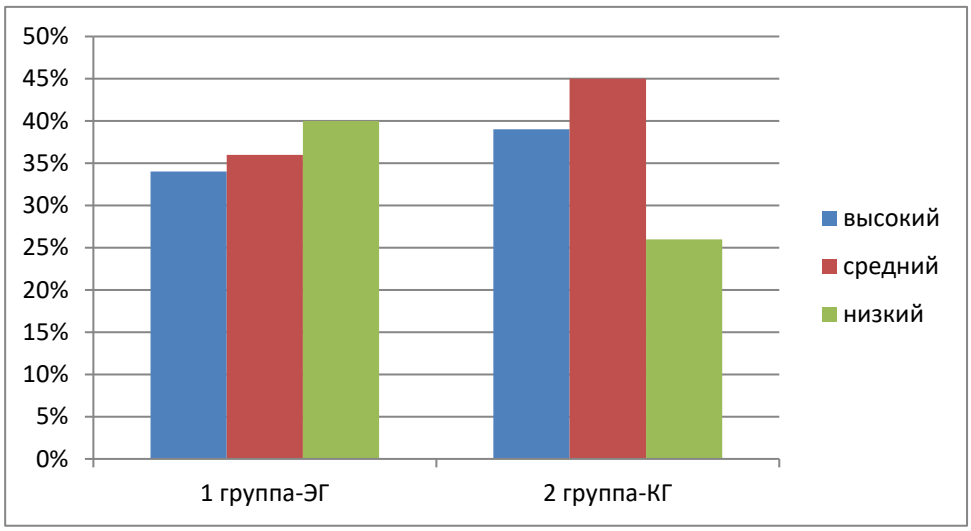


Рисунок 2. Результаты методики "Нахождение схем к задачам" А.Н. Рябинкиной

Методика «Оценка уровня общительности» В.Ф. Ряховского (коммуникативные компетенции).

Цель: выявление уровня коммуникативных компетенций младших школьников.

Тест содержит 20 вопросов, ответы на которые позволяют описывать типичное или предпочитаемое поведение респондента в различных по сложности и эмоциональной насыщенности ситуациях коммуникации. Допускается 2 варианта ответов, оцениваемых в балльной системе: «да» (1 балл), «нет» (0

баллов). Полученные баллы по 20 пунктам суммируются, максимально возможное количество баллов по этому тесту – 20 баллов, минимальное – 0 баллов. Выделяются 3 уровня: низкий, средний и высокий [6].

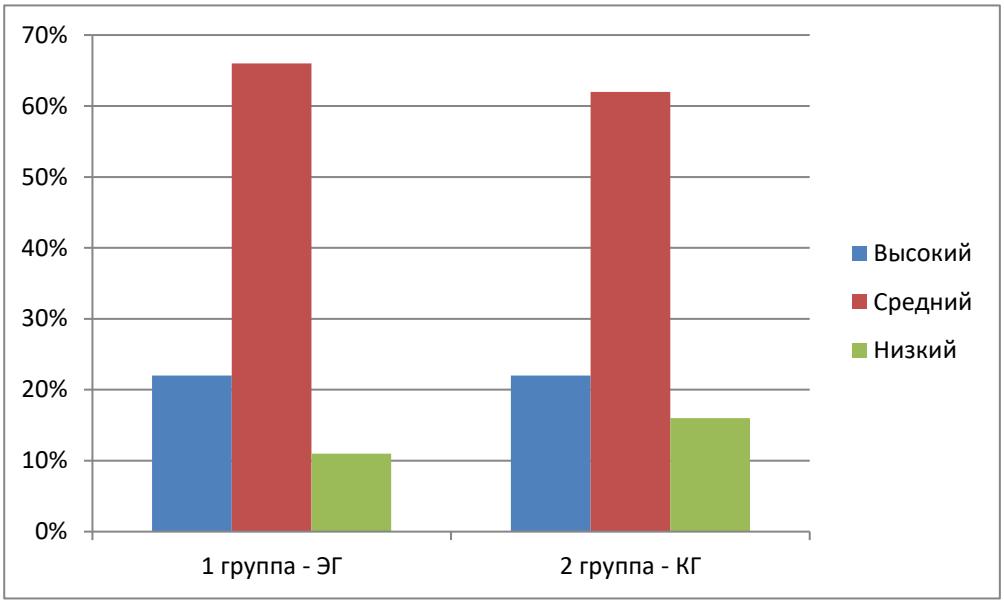


Рисунок 3. Результаты методики «Оценка уровня общительности» В.Ф. Ряховского

Таким образом, по итогам теста «Оценка уровня общительности» В.Ф. Ряховского определили следующие уровни коммуникации со сверстниками. В экспериментальной группе с высоким уровнем коммуникации выявлено 22% ученика, 66% учеников имеют средний уровень коммуникативных способностей и 11% респондент имеет низкий уровень общительности.

В контрольной группе у 22% детей имеют высокий уровень умения выразить и отобразить в речи существенные ориентиры, 62% детей показали средний уровень, 16% детей низкий уровень.

По итогам анализа выполненных методик и наблюдения были опредены уровени сформированности ключевых компетенций экспериментальной и контрольной группы.

В ходе констатирующего эксперимента по теме исследования выявлено, что 27% детей экспериментальной группы и 33% учащихся контрольной группы имеют высокий уровень учебно – познавательной компетенции, 33%

учащихся экспериментальной и 40% контрольной группы удовлетворительный уровень, и 27% экспериментальной и 20% контрольной группы имеют низкий уровень. Несформированность учебно-познавательного интереса 13% у экспериментальной группы и 7% в контрольной группе. Ценностно-смысловые компетенции в экспериментальной группе у 34% учащихся высокий уровень, 36% учащихся имеют средний уровень. И 40% учащихся, по результатам которых можно сказать, что имеют низкий уровень. В контрольной группе, у 39% детей высокий уровень, 45% детей показали средний уровень, и 26% учащихся показали низкий уровень, так как не справились с заданием. А также выявили уровень коммуникативных компетенций. В экспериментальной группе с высоким уровнем коммуникации выявлено 22% ученика, 66% учеников имеют средний уровень коммуникативных способностей и 11% респондент имеет низкий уровень общительности. В контрольной группе у 22% детей имеют высокий уровень умения выразить и отобразить в речи существенные ориентиры, 62% детей показали средний уровень, 16% детей низкий уровень.

Список литературы:

1. Бершадский М.Е. Консультации: целеполагание и компетентностный подход в учебном процессе [Текст] / М.Е. Бершадский // Педагогические технологии. – 2009. – №4. – С.89-94.
2. Болотов В.А. Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе/Педагогика. № 10.2003. – С.26.
3. Борисова Т.В. Условия формирования коммуникативной культуры младших школьников в информационном пространстве // Вестник ТГПУ. 2011. №2. – С. 68-71.
4. Иванов Д.А. Коммуникативная компетентность. Оценка ключевых компетенций в учебном процессе // Школьное планирование. 2008. №5. – С. 75-76.
5. Елпатова О.И. Диалоговые технологии как средство формирования коммуникативной компетентности учащихся // Химия в школе. 2008. №7. – С. 20.
6. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе. От действия к мысли: пособие для учителя / А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская, О.А. Карабанова, Н.Г. Салмина, С.В. Молчанов; под ред. А.Г. Асмолова. М.: Просвещение, 2011. С.152.
7. Хуторской А.В. Статья «Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированного образования» // Народное образование. – 2003. – №2. – С.58-64

СЕКЦИЯ

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

ИЗУЧЕНИЕ КАВИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕТАЛЛ И МЕТОДЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ

Лоскутов Сергей Евгеньевич
студент,
кафедры машин и аппаратов
промышленных технологий,
Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск
E-mail: s199898ev@mail.ru

STUDY OF CAVITATION EFFECT ON METAL AND METHODS OF ITS ELIMINATION

Sergey Loskutov
student,
Department of Machines and Apparatuses
of Industrial Technologies, Siberian State
University of Science and Technology
named after academician M.F. Reshetneva,
Russia, Krasnoyarsk

АННОТАЦИЯ

Кавитационные явления могут возникать также при снижении местного давления по причинам динамического характера. Проблема кавитации в насосах стала особенно актуальной в связи с наростанием частоты вращения их рабочих колес особенно у питательных насосов энергоблоков на сверхкритические начальные параметры пара.

ABSTRACT

Cavitation phenomena can also occur with a decrease in local pressure for dynamic reasons. The problem of cavitation in pumps has become especially urgent

in connection with the increase in the speed of rotation of their impellers, especially for feed pumps of power units with supercritical initial steam parameters.

Ключевые слова: Кобальт, никель, молибден, нанопорошок, насос, кавитация.

Keywords: Cobalt, nickel, molybdenum, nanopowder, pump, cavitation.

Кавитация – это гидродинамическое явление в гидравлических механизмов и в насосах в том числе, зависящее от гидродинамических характеристик машины и физико-механических свойств жидкости, повергающее к мелкому разрушению как находящихся в движении, так и недвижимых частей гидравлических машин. Долговременная работа лопастных насосов в условиях кавитации приводит к существенному разрушению их рабочих колес, зависящему от свойств металла и степени развития кавитации. Кавитация начинается при понижении давления жидкости до значения, равного или меньшего упругости ее насыщенного пара, и сопровождается нарушением сплошности потока и образованием пузырей или полостей, заполненных паром.

Кавитационные явления могут возникать также при снижении местного давления по причинам динамического характера. Проблема кавитации в насосах стала особенно актуальной в связи с наростанием частоты вращения их рабочих колес особенно у питательных насосов энергоблоков на сверхкритические начальные параметры пара.

Разрушение материала из-за кавитации в насосе происходит из-за физико-механической силы кавитирующего потока на материал. Циклический процесс исключения одних каверн и формирования новых заставляет колебаться хвостовую часть каверны на обтекаемой поверхности.

Степень кавитационного разрушения лопасти напрямую зависит от воздействующего на нее давления, при котором происходит разрушение каверн. Это явление сопровождается кавитационными гидравлическими ударами, в следствии чего приводит материал лопасти к усталости.

Так же кроме поверхностного разрушения металла, вызванного усталостными явлениями в процессе многократных гидравлических ударов, имеют место также отрыв и унос частиц металла жидкостью, проникающей непосредственно в поры металла и вытисняемой из них под воздействием колебаний давления жидкости.[1]

Рассмотрим материалы для нанесения или внедрения в сплав металла, из которого изготавливаются непосредственно сами лопасти.

Нанесение на металлические поверхности защитно-восстановительных термобарьерных, износостойких, коррозионностойких и наноструктурированных покрытий (НСП) часто применяют с целью продления ресурса эксплуатации оборудования и аппаратуры в различных промышленных отраслях, включая нефтегазовую, горнодобывающую, атомную, турбинную, перерабатывающую, машиностроительную, металлургическую, строительную и др.

Разработка и внедрение новых технологий в сфере создания и нанесения наноструктурных покрытий позволяет придавать изделиям качественно новые, уникальные эксплуатационные физико-механические свойства, достижение которых иными методами просто не представляется возможным. Так же достичь значительного положительного экономического эффекта за счет понижения себестоимости данной продукции и энергосбережения.

Исходными базовыми компонентами для НСП служат нанопорошковые материалы, а также ряд золь-гелей и наносуспензий, которые, будучи внедренными в состав защитных пленок, ведут к модифицикации их структур с макро- до микроуровня, обеспечивая наличие необходимых улучшенных, новых свойств.

На сегодняшний день в сфере технологических разработок по созданию и нанесению функционально-защитных НСП все чаще применяются и такие новейшие методы, как добавление в состав сплава твердой аморфной фазы для минимизации размерных параметров структуры кристаллитов.

Нанесение полислойных НСП с наличием перемежающихся нанослоев, формирование нанопленок путем модификации напыляемых покрытий ионно-

плазменным потоком с регулируемой энергетикой и другими способами, позволяющими осуществлять производство продукции новейших поколений с качественно оптимизированным соотношением параметров. Кобальт – металл сине-черного цвета, химический элемент под номером 27 в таблице Менделеева, обладает следующими физическими свойствами: плотность – 8,9 г/см^3, температура плавления – 1493 °С, температура кипения – 2957 °С.

Порошок кобальта ПК-1у нашел свое применение в различных областях промышленности, где активно применяются методы порошковой металлургии. К данным областям относятся производство твердых сплавов, постоянных магнитов, лакокрасочной продукции, быстрорежущих инструментальных сталей, коррозионностойких, жаропрочных сплавов. В твердых сплавах порошок кобальтовый выполняет роль металла-связки. Коррозионная стойкость и жаропрочность кобальта, а также его износостойкость обусловили его применение в качестве легирующей добавки или основного компонента сталей и сплавов со специальными свойствами. Очень часто для улучшения защитных свойств изделий на них наносят кобальтовое напыление.

Никель – металл серебристо-белого цвета, химический элемент под номером 28 в таблице Менделеева, обладает следующими физическими свойствами: плотность – 8,9 г/см^3, температура плавления – 1453 °С, температура кипения – 2730-2915 °С. Никель нашел широкое применение в современной промышленности. Существует множество сплавов, одним из основных компонентов которых является никель. Данный металл обладает хорошими свойствами жаропрочности, жаростойкости и коррозионной стойкости. Это обуславливает добавление никеля в качестве легирующей добавки в различные стали и сплавы. Также широкое распространение получил процесс никелирования – нанесения на металлические поверхности тонкой никелевой пленки, которая защищает их и придает красивый внешний вид. Для этих целей используется порошок никелевый, который распыляется по поверхности или наплавляется на нее. [2, с. 56].

Молибден – тугоплавкий металл светло-серого цвета, химический элемент под номером 42 в таблице Менделеева, обладает следующими физическими свойствами: плотность – 10,2 г/см^3, температура плавления – 2620 °С, температура кипения – 4630 °С. Полезные свойства данного металла обусловили его применение в качестве легирующей добавки к различным сталям и сплавам с целью улучшения их эксплуатационных характеристик. [3, с. 89]. Исходя из проведенной работы можно сказать, что снижение или же полное исключение кавитационного разрушения вполне реально и достижимо. Применение к изготовлению добавок в исходный материал, нанесение или покрытие уже готовых лопастей нанопорошками, являются одним из решений данной проблемы.

Список литературы:

1. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=550951.
2. Кавитация. Работа насосов на сеть. Часть 3. Лектор профессор каф. АТЭС Коротких А.Г.
3. Анциферов В.Н., Бобров Г.В., Дружинин Л.К. Порошковая металлургия и напыленные покрытия.
4. С.В. Матренин, Б.Б. Овечкин. Наноструктурные материалы в машиностроении: учебное пособие. Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.- 186 с.

ИЗУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ ДЛЯ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИЕ

Лоскутов Сергей Евгеньевич
студент,
кафедры машин и аппаратов
промышленных технологий,
Сибирский государственный университет
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск
E-mail: s199898ev@mail.ru

STUDY OF NANOPOWDERS FOR THEIR INTRODUCTION IN MACHINE BUILDING

Sergey Loskutov
student,
Department of Machines and Apparatuses
of Industrial Technologies, Siberian State
University of Science and Technology
named after academician M.F. Reshetneva,
Russia, Krasnoyarsk

АННОТАЦИЯ

Использование нанопорошков способствует тому, что материал, к которому будет применен определенный нанопорошок сможет обрести, как и новые качества так и повысить свои прежние. Наноматериалы конструкционного и функционального назначения это та область нанотехнологий, которая поможет решить еще не решенные технические проблемы.

ABSTRACT

The use of nanopowders contributes to the fact that the material to which a certain nanopowder will be applied will be able to acquire both new qualities and improve its previous ones. Nanomaterials for structural and functional purposes are the area of nanotechnology that will help solve unsolved technical problems.

Ключевые слова: Цинк, медь, титан, кремний, нанопорошок, связующее, конструкционные композиты.

Keywords: Zinc, copper, titanium, silicon, nanopowder, binder, structural composites.

В последние годы разработаны нанокомпозитные металлокерамические материалы, значительно превосходящие по износостойкости, прочности и ударной вязкости с аналогичной обычной микроструктурой.

В их основу входят наноматериалы, которые дополняют своими повышенными характеристиками слабые стороны материала или изделия. Наноматериалы все чаще применяются как первоначальное сырье при изготовлении фильтров, геттеров, сверхпроводников, композиционных и керамических материалов. И с каждым годом этот список пополняется новыми данными. [1].

После исследования всех возможных видов порошков были отобраны те, чьи показатели ближе подходили к слабым местам изделий, которые часто подвергаются ремонту или замене. Тем самым можно увеличить срок работы или время до ремонта, а так же вовсе его исключить.

Нанопорошок меди получают методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона и упакован в стеклянные ампулы в инертной атмосфере. Материал состоит на 90% из меди, оксида меди — 9%. Адсорбированные газы (воздух, аргон, оксид углерода) — 1%. Когда он контактирует с воздухом содержание активного металла падает до 85–90%, остальное сорбированые газы, оксид меди и H_2O. Порошки легко образует агломераты. После контакта с воздухом порошок меди воспламеняется низкокалорийным источником тепла (спиртовка) в течение 0,5 сек. Линейная скорость фронта горения 0,48 мм/сек, протяженность фронта горения 7,5–8 мм.

Порошок меди может найти свое применение в катализе и материаловедении, электронике; химической отрасли. Повышает уровень порошковых сталей и шинных резин. Порошок меди еще применяется в качестве напыления для поверхностных контактов электронной промышленности; электронная, электротехническая, приборостроительная, автомобильная, авиационная,

машиностроительная, химическая промышленность, производство металлических изделий, красок специального назначения и строительных материалов.

Титанат бария имеет стабильные свойства, может использоваться для изготовления нелинейных элементов, диэлектрических усилителей и компонентов электронной компьютерной памяти. он также имеет пьезоэлектрические свойства механического и электрического преобразования, может служить в качестве датчиков, устройств обнаружения подземных вод и устройств, таких как материал части ультразвукового генератора. кроме того, он также может использоваться для создания статических трансформаторов напряжения, переменного количества светочувствительных резисторов, термисторов и компонентов тонкой пленки.

Кристаллы титаната бария относятся к структуре перовскита, представляет собой сегнетоэлектрический материал, чистый барий является изоляционным материалом. [3, с. 43].

Оксид неодимия добывают, когда медный проводник взрывается в воздушной атмосфере. Порошок содержит не менее 99,8% массы оксидных фаз CuO и Cu_2O. Содержание других элементов составляет не более 0.05% массы. Оксид неодимия используемый исключительно в электронике и оптике, применяется в керамических конденсаторах, в люминофорах для цветных телевизоров.

Так же его используют в высокотемпературных глазурях и пигментах для стекла.

Нитрид кремния обычно используется в производстве турбин, деталей двигателей, фундамента машин, жаропрочных и теплоизоляционных материалов, а также тепло- и коррозиеустойчивых зажимов.

Так же достаточно часто приступают использоваться лакокрасочные материалы, часто их применяют как защиту от коррозии и огня. Для достижения повышенных защитных свойств в них добавляют нанопорошки различных металлов, чаще всего цинка. Их наносят на конструкции из металла, бетона и дерева: закладные, соединительные элементы и гибкие связи

железобетонных конструкций зданий, мостов и дорожных ограждений, опор ЛЭП, резервуаров и оборудования нефтегазового комплекса, портовых и гидротехнических сооружений. ЛКМ используют как огнезащиту для наливных полов в складских и торговых помещениях, на автопарковках. В строительстве эти материалы применяются недавно, но они уже успели себя зарекомендовать.

Так же его используют для закаленных, инструментальных сталей, отбеленного чугуна, для жаропрочных сплавов, и серых, ковких, высокопрочных чугунов.

Нельзя не заметить, что достоинства нанопорошков находят себе применения в различных сферах. Их изучение на сегодняшний день приобретает особую актуальность. Ведь их внедрение в изготовление различного рода конструкций, запчастей и механизмов не в коем разе не ухудшит, а наоборот повысит качества их производства. Нанопорошки и их изучение представляют собой научную проблему перед нами.

Список литературы:

1. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=550951.
2. Шастовский П.С., Ереско С.П., Алашкевич Ю.Д. Экспериментальные исследования получения плит из фрезерной стружки на лабораторном прессе и установление физико-механических характеристик // Хвойные бореальной зоны. 2015. Т. 33. № 1-2. С. 73-77.
3. В.В. Потапов, Е.С. Шитиков, Л.М. Антипин, Д.Г. Кузнецов. Использование нанопорошков кремнезема для повышения прочностных характеристик цементных образцов.
4. С.В. Матренин, Б.Б. Овечкин. Наноструктурные материалы в машиностроении: учебное пособие. Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.- 186 с.

СЕКЦИЯ

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

ПРИМЕНЕНИЕ ГАРНИТУРЫ С ИЗОГНУТОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ ЛЕЗВИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ

Лоскутов Сергей Евгеньевич
студент,
кафедра машин и аппаратов промышленных технологий,
Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск

Шумарина Наталья Евгеньевна
студент,
кафедра машин и аппаратов промышленных технологий,
Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск

Батракевич Егор Матвеевич
студент,
кафедра машин и аппаратов промышленных технологий,
Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск
E-mail: s199898ev@mail.ru

APPLICATION OF A HEADSET WITH A CURVED BLADE CONFIGURATION TO STUDY THE PROPERTIES OF THE FIBROUS MASS

Sergey Loskutov
student,
Department of Machines and Apparatuses
of Industrial Technologies, Siberian State University
of Science and Technology named
after academician M.F. Reshetneva,
Russia, Krasnoyarsk

Natalia Shumarina
student,
Department of Machines and Apparatuses
of Industrial Technologies, Siberian State University
of Science and Technology named
after academician M.F. Reshetneva,
Russia, Krasnoyarsk

Egor Batrakevich
student,
Department of Machines and Apparatuses
of Industrial Technologies, Siberian State University
of Science and Technology named
after academician M.F. Reshetneva,
Russia, Krasnoyarsk

АННОТАЦИЯ

Исследование влияния данного рисунка гарнитуры на качество размола сульфатной беленой хвойной целлюлозы, методом сравнения с традиционной восьмисекторной ножевой гарнитурой с углом скрещивания ножей 45°. Полученные данные подтверждают эффективность использования гарнитуры с ножами изогнутой конфигурации в сравнении с гарнитурами других конструкций.

ABSTRACT

To study the effect of this headset pattern on the quality of grinding of bleached coniferous cellulose sulfate by comparing it with a traditional eight-section knife set with a 45°knife crossing angle. The obtained data confirm the effectiveness of using a headset with curved knives in comparison with headsets of other designs.

Ключевые слова: Размол, целлюлоза, волокнистая масса.

Keywords: Grinding, cellulose, fibrous mass.

Одним из эффективных путей повышения качества готовой продукции без модернизации технологического потока и, как следствие, без повышения себестоимости продукции является усовершенствование процесса размола за счет использования принципиально новых видов гарнитуры [1].

Была разработана гарнитура с изогнутой конфигурации ножей (Рисунок 1) [2]. Данная гарнитура решает задачи повышения качества обработки волокнистого полуфабриката, повышения производительности и снижения энергозатрат.

Представляет интерес исследование влияния данного рисунка гарнитуры на качество размола сульфатной беленой хвойной целлюлозы с определением отдельных бумагообразующих показателей волокнистой массы, таких как средняя длина волокна, водоудерживающая способность, межволоконные силы связи.

Проанализировав экспериментальные данные, были выбраны наиболее эффективные параметры процесса размола для гарнитуры с изогнутыми ножами: концентрация волокнистой массы 3%, частота вращения ротора 2000 об/мин и зазор между дисками ротора и статора 0,1 мм.

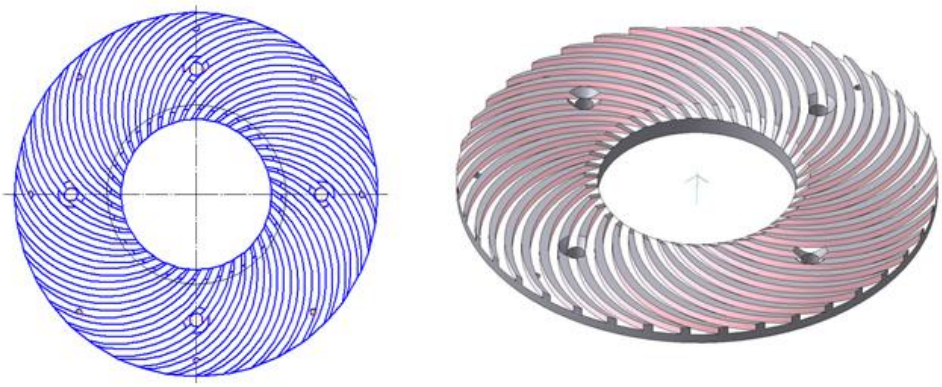


Рисунок 1. Ножевая гарнитура для размола волокнистых полуфабрикатов с изогнутой конфигурации ножей

Для сравнения с гарнитурой изогнутой конфигурации выбраны традиционная восьмисекторная ножевая гарнитура с углом скрещивания ножей 45° [3] и гарнитура с ударным эффектом без скоса фасок [4].

В таблице 1 представлены основные бумагообразующие показатели волокнистой массы при использовании гарнитур различной конструкции.

Таблица 1.

Основные бумагообразующие показатели волокнистой массы и физико-механические характеристики готового продукта при использовании гарнитур различной конструкции при 50 °ШР

Бумагообразующие показатели волокнистой массы	Гарнитура с изогнутой конфигурации ножей	Гарнитура с ударным эффектом без скоса фасок	Традиционная восьмисекторная ножевая гарнитура с углом скрещивания ножей 45°
Продолжительность размола, мин	21	28	35
Средняя длина волокна, мм	1,58	1,38	1,23
Водоудерживающая способность волокнистого полуфабриката, %	522	501	486
Межволоконные силы связи, кПа	0,157	0,124	0,142

Для наглядности, в программе Microsoft Excel были построены графические зависимости изменения бумагообразующих показателей волокнистой массы при использовании ножевых гарнитур различных конструкций (Рисунок 2).

Из таблицы 1 и рисунка 2 видно, что наименьшие затраты времени на размол были получены на гарнитуре с изогнутой конфигурацией ножей, а наибольший по продолжительности размол был проведен на традиционной гарнитуре.

Также из рисунка видно, что наблюдается тенденция прироста степени помола, с увеличением продолжительности размола, одновременно с этим нужно отметить, что интенсивность прироста степени помола на гарнитуре с криволинейной формой ножей выше, чем на гарнитуре с ударным эффектом и, тем более, традиционной ножевой гарнитуре.

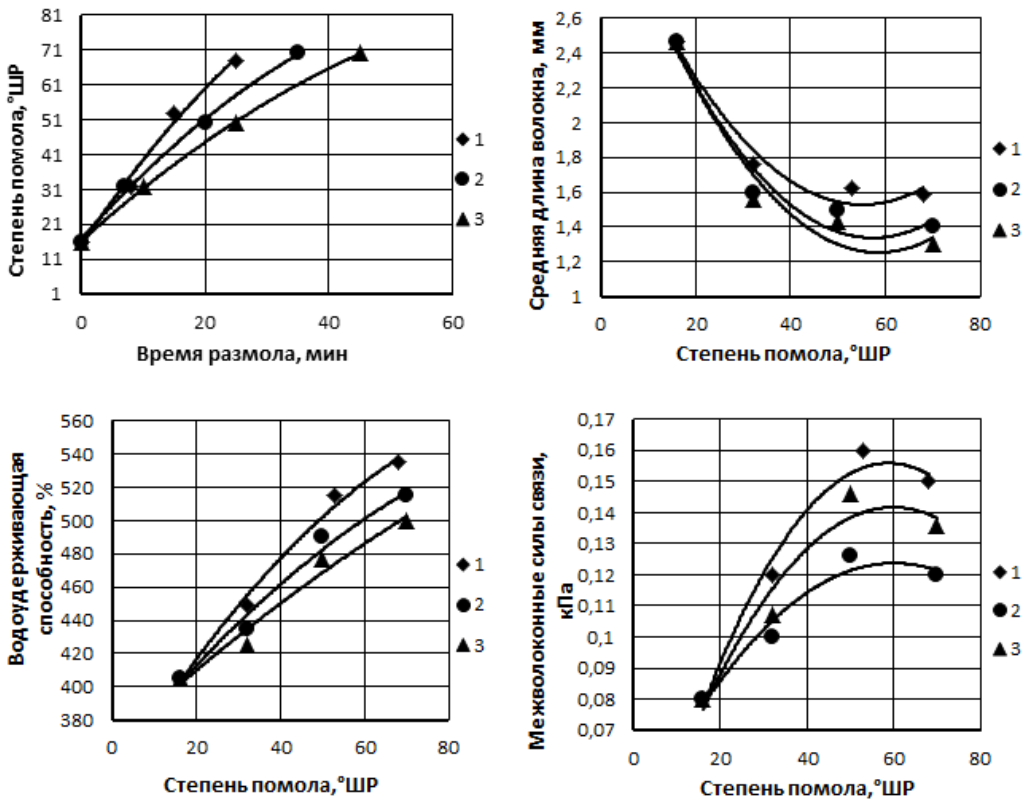


Рисунок 2. Основные бумагообразующие показатели волокнистой массы при использовании гарнитур различной конструкции

Тот факт, что для размола до определенной степени помола, на гарнитуре изогнутой конфигурации требуется затратить меньшее время, положительно сказывается на удельном расходе электроэнергии. Кроме того, в исследуемой гарнитуре наблюдается повышение большинства физико-механических характеристик, по сравнению с рисунками гарнитуры другой геометрии.

Показанная на рисунке 2 зависимость средней длинны волокна от степени помола °ШР и типа гарнитур показывает, что наблюдается тенденция уменьшения средней длины волокна с увеличением степени помола, что соответствует общепризнанным данным литературных источников [5].

Анализируя графики, видим, что кривые, не зависимо от конструкции ножевой гарнитуры, носят одинаковый качественный характер, и представляют собой параболические кривые. Количественные же значения различаются. При использовании гарнитуры с изогнутой конфигурации ножей укорочение волокна происходит менее интенсивно, что говорит о большей фибрилляции волокон, чем на гарнитурах с прямолинейными ножами.

Из таблицы 1 и Рисунка 2 видим, что наибольший показатель водоудерживающей способности имеет волокнистая масса, размолотая при использовании гарнитуры с изогнутой конфигурации ножей. Как известно, повышение водоудерживающей способности характеризуется увеличением поверхности волокна что, в свою очередь, способствует лучшему контакту и соединению отдельных волокон в бумажный лист [4].

Наиболее высокий показатель межволоконных сил связи, по сравнению с гарнитурами с прямолинейными ножами, наблюдается при использовании гарнитуры с ножами изогнутой конфигурации.

Проанализировав таблицу 1 и Рисунок 2, можно сделать вывод, что гарнитура с изогнутой конфигурации ножей имеет положительные значения по бумагообразующим показателям волокнистой массы. Полученные данные подтверждают эффективность использования гарнитуры с ножами изогнутой конфигурации в сравнении с гарнитурами других конструкций.

Список литературы:

1. Пат. 2307883. Российская Федерация, МПК51 D21D1/30, B02C 7/12. Размалывающая гарнитура [Текст] / Алашкевич Ю.Д., Ковалев В.И., Харин В.Ф., Мухачев А.П. ; заявитель и патентообладатель: Сибир. госуд. технолог. ун-т № 2006110647/12; заявл. 03.04.2006; опубл. 10.10.2007, Бюл. №28. – 8 с.
2. Набиева, А.А. Оценка влияния и совершенствования основных технологических параметров ножевых размалывающих машин: дис…канд. техн. наук. Красноярск, 2004. 182 с.
3. Кожухов, В.А. Размол волокнистых полуфабрикатов в размольных ножевых машинах при ударном воздействии на волокно: дис…канд. техн. наук. Красноярск, 2015. 161 с.

СЕКЦИЯ

«МЕТАЛЛУРГИЯ»

ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ

Гузнов Никита Андреевич
магистрант,
кафедра «Инженерная графика»,
Институт общеинженерной подготовки,
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
РФ, Москва
E-mail: 1nikita7@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В данной статье описаны особенности метода селективного лазерного сплавления. Дано определение понятию «технологическое наследование». Рассмотрены основные факторы, влияющие на шероховатость и волнистость поверхности и связанные с особенностями протекания теплообменных процессов при изготовлении деталей методом селективного лазерного сплавления. Проанализированы причины возникновения характерного профиля шероховатости у деталей, изготовленных методом селективного лазерного сплавления.

Ключевые слова: нержавеющая сталь, селективное лазерное плавление, геометрия изделия, шероховатость.

Введение

Во всех технологически развитых странах ведутся активные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию методик и оборудования, основанных на подходе, получившем название «Аддитивное производство».

В отличие от классического формообразования, где от заготовки «отсекается» все лишнее и за счет этого получается деталь, при аддитивном производстве деталь «выращивается» послойным добавлением/наложением материала. Такой подход позволяет создавать уникальные изделия на основе трехмерных компьютерных моделей за один технологический цикл. Например, макеты сборочных узлов, криволинейные профили крыльев малогабаритных летательных аппаратов, теплообменники со сложной структурой каналов охлаждения, оснастка для изготовления корпусов двигателей и насосов, фильтрующие элементы, индивидуальные медицинские протезы и др. Широко известны и коммерчески успешны следующие методы аддитивного производства: трехмерная печать, лазерная стереолитография, послойная заливка экструдируемым расплавом, трехмерная лазерная наплавка, селективное лазерное сплавление. Последний является наиболее перспективным методом, поскольку обладает рядом принципиальных преимуществ: безотходностью, универсальностью, возможностью изготовления с высокой точностью (до ±0,05 мм) сложнопрофильных деталей, не уступающих, а иногда и превышающих по своим физико-механическим свойствам детали, полученные традиционным формообразованием.

Особенностью метода селективного лазерного спекания (далее – SLM – Selective Laser Melting), в сравнении с традиционными методами получения изделия, является высокая шероховатость поверхности изготовленной детали, причём шероховатость поверхности различна на разных участках детали [1]. Шероховатость поверхности зависит от размера частиц порошка, режимов спекания и от ориентации детали в 3D-принтере. В настоящее время для получения требуемой шероховатости наружную поверхность детали необходимо дополнительно обрабатывать.

Изменение свойств деталей в процессе их изготовления и эксплуатации, от заготовительных и операций термической обработки, описывается технологической наследственностью. Перенос свойств объектов от предшествующих технологических операций к последующим операциям с сохранением свойств у

деталей называют технологическим наследованием. Качество детали определяется не только последней (финишной) операцией, но и особенностями всех предшествующих операций, начиная с получения заготовки. Носителями информации о технологической наследственности является материал детали, а также ее поверхности с многообразием параметров, описывающих состояние этих поверхностей (шероховатость, волнистость, направление неровностей и изъяны). Носители информации активно участвуют в технологическом процессе, проходя через различные операции, в ходе которых они могут менять свои свойства частично или полностью.

Причины возникновения характерного профиля шероховатости у деталей, изготовленных методом SLM

На сегодняшний день существуют две группы причин появления характерного профиля шероховатости поверхности деталей, изготовленных методом SLM:

1) Геометрические ошибки вовремя процесса селективного лазерного сплавления;

2) Возникновение шероховатости и волнистости вследствие протекания теплообменных процессов.

Процесс SLM подразумевает под собой перемещение сфокусированного лазерного луча (диаметр перетяжки 150 мкм) [2] с заданной траекторией (координаты из модели) по установленной стратегии сканирования. Одна из причин возникновения геометрических ошибок связанна с отклонением пятна сплавления от заданной координаты на 0,01-0,05 мм (конструкторские ограничения), что в свою очередь обязательно вызовет появления волнистости поверхности [3].

Также одной из характерных особенностей возникновения больших значений шероховатости связывают с эффектом «лесенки». Эффект «лесенки» связан с процессом формообразования и обусловлен толщиной слоя. На рисунке 1 изображена схема наложения слоёв для создания наклонной поверхности. Чем больше

угол наклона, тем больше волнистость и как следствие в этой технологии, шероховатость. Максимальный угол построения без использования поддержки 45 градусов. Из-за дискретности формата STL может возникнуть ошибка при представлении исходных данных в CAD системе. Если исходные данные в CAD системе являются прямолинейные, дискретные грани STL представляют данные в CAD системе без ошибок. Если исходные данные в CAD системе криволинейные, то при конвертировании в STL CAD система включает некоторую ошибку приближения, эта ошибка уменьшается с увеличением числа граней [4]. Желательно минимизировать количество граней для сокращения вычислительных потребностей.

Причины возникновения характерного профиля шероховатости и волнистости вследствие протекания теплообменных процессов также имеют большое значение. Особенность локального лазерного воздействия и соответствующее ему распределение поля температур способствуют возникновению специфичного профиля поверхности во время формообразования деталей методом селективного лазерного сплавления порошковых металлов.

На рисунке 1 показана примерная модель распределения температуры при лазерном сплавлении единичным импульсом. Модель указывает, что в точке фокусировки 1 образуется ванна расплава, и фракции порошка в этом участке полностью переходят в жидкую фазу. В участке 2 частицы порошка не могут полностью перейти в жидкую фазу, в этом участке происходит частичное сплавление или их спекание [5]. Этот процесс влияет на образовании волнистости и пор. Особенно остро этот эффект выражается на наклонных поверхностях. Схема образования поверхностного слоя представлена на рисунке 2.

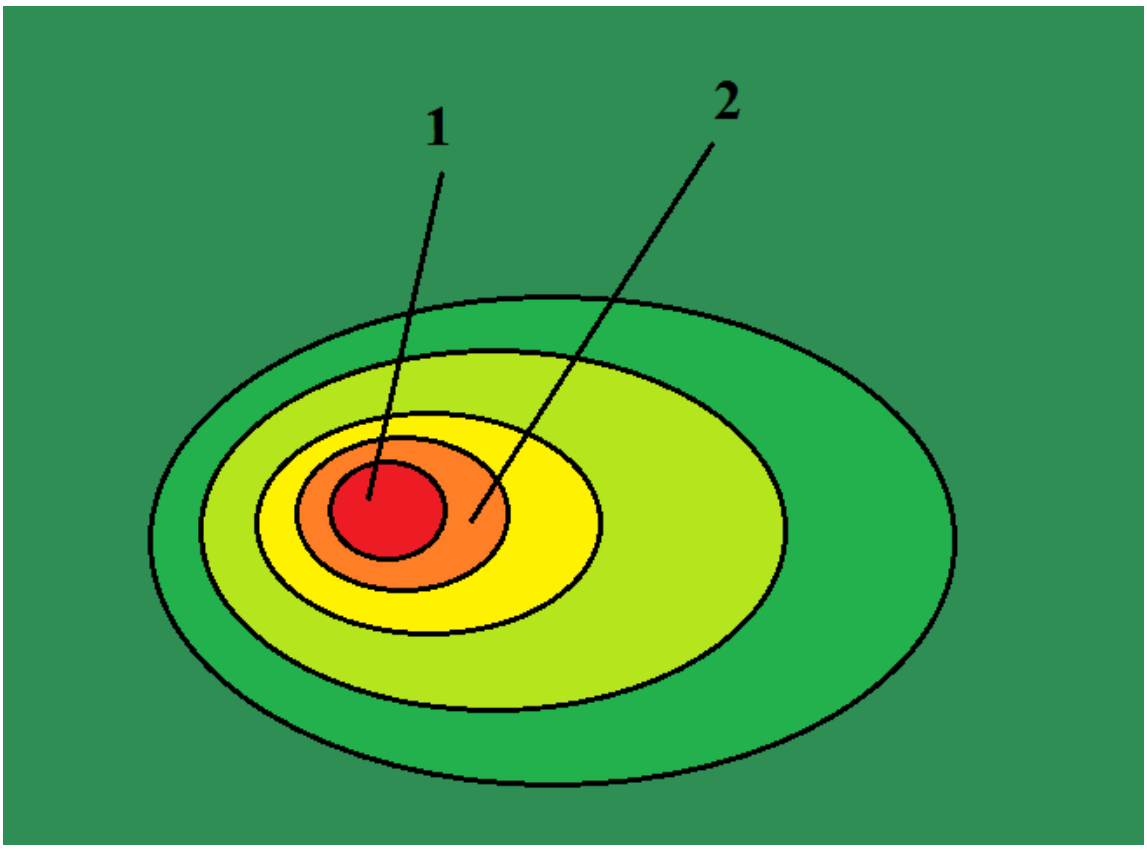
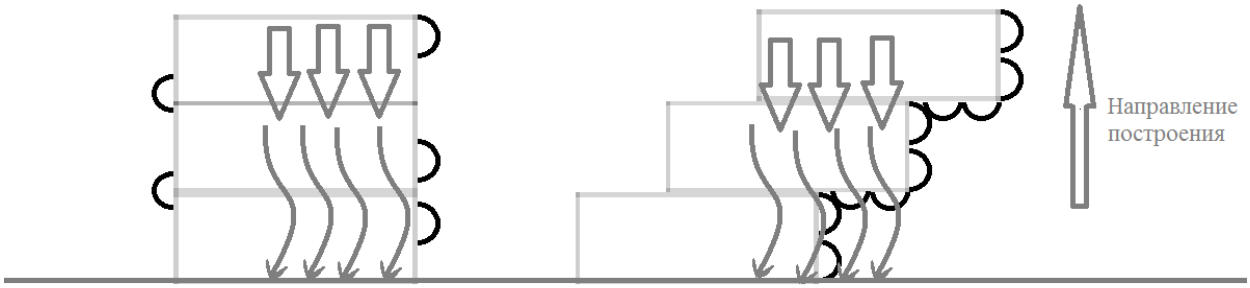


Рисунок 1. Модель распределения градиента температур при селективном лазерном сплавлении: 1 – зона ванны расплава; 2 – зона сплавления



а б

Рисунок 2. Схема образования поверхностного слоя в зависимости от распределения теплоотвода: а – вертикальная стенка; б – наклонная стенка

Образования поверхностного слоя намного больше в *б* чем в *а*.

Вывод

Технологические особенности SLM, описанные в статье, влияют на процессы и способы постобработки. От стратегии сканирования зависит распределение концентраторов остаточных напряжений и, как следствие, локальная неравномерность механических свойств, влияющих на процессы химической полировки. Распределение теплоотвода и геометрические ошибки влияют на распределение несплавленных частиц порошка и завышенной волнистости, особенно на наклонных поверхностях. Все процессы, описанные выше, ведут к формированию негативных параметров технологической наследственности, и от них зависит подбор метода полировки, его адаптации и включения дополнительных операций в виде термообработки, пескоструйной обработки и т.д.

Список литературы:

1. Stimpson C.K., Snyder J.C., Thole K.A., Mongillo D. Scaling roughness effects on pressure loss and heat transfer of additively manufactured channels. Proceedings of ASME Turbo Expo 2016: Turbomachinery Technical Conference and Exposition (June, 13-17, 2016, Seoul, South Korea). V. 5B-2016. DOI: 10.1115 / GT2016-58093
2. Назаров А.П. Особенности конструкции машин для селективного лазерного спекания // Вестник МГТУ «Станкин». 2013. № 1. С. 76-79.
3. Тарасова Т.В., Назаров А.П. Исследование процессов модификации поверхностного слоя и изготовления трехмерных машиностроительных деталей посредством селективного лазерного плавления // Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2013. № 2(25). С. 17-21.
4. Назаров А.П. Области применения технологии селективного лазерного спекания // Материалы всероссийской молодежной конференции «Инновационные технологии в машиностроении». Москва. 2011. Октябрь. С. 252-259.
5. Facchini, L., Vicente, N., Lonardelli, I., Magalini, E., Robotti, P., & Molinari, A. (2010). Metastable Austenite in 17–4 Precipitation – Hardening Stainless Steel Produced by Selective Laser Melting. Advanced Engineering Materials, 12(3), 184-188.

СЕКЦИЯ

«ТЕХНОЛОГИИ»

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Алфаяад Ассим Гани Хашим
магистрант,
Казанский (Приволжский)
федеральный университет,
РФ, г. Казань

Валиев Динар Зиннурович
научный руководитель, старший преподаватель,
Казанский (Приволжский)
федеральный университет
РФ, г. Казань
E-mail: public.mail@kpfu.ru

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MAGNETIC TREATMENT IN DEPOSITS WITH HIGH ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS

Assim Alfayyadh
undergraduate,
Kazan (Privolzhsky) Federal University,
Russia, Kazan

Dinar Valiev
scientific adviser, senior lecturer,
Kazan (Privolzhsky) Federal University,
Russia, Kazan

АННОТАЦИЯ

В статье представлена технология применения магнитных полей для предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений **(**АСПО). Анализированы и обобщены результаты исследований магнитно-гидродинамической обработки добываемой продукции. Изучены факторы образования АСПО. В работе проведено практическое применение магнитного устройства.

Полученные результаты производства магнитной обработки текучей среды показали возможность использование его в нефтяных скважинах, оснащенных насосные агрегатами, а также в способе получения свободного потока.

ABSTRACT

The article presents the technology of using magnetic fields to prevent the formation of asphalt-resin-paraffin deposits (ARPD). Analyzed and summarized the research results of the magneto-hydrodynamic processing of the extracted products. The factors of formation of ARPD are studied. The practical application of a magnetic device has been carried out in the work. The obtained results of the production of magnetic treatment of the fluid showed the possibility of using it in oil wells equipped with pumping units, as well as in the method of obtaining a free flow.

Ключевые слова: асфальтосмолопарафиновых отложений; магнитная обработка; газожидкостной смеси; призабойная зона пласта; проницаемость; Метод волнового воздействия.

Keywords: asphalt-resin-paraffin deposits; magnetic processing; gas-liquid mixture; bottomhole formation zone; permeability; wave action method.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что образование АСПО в хозяйственных скважинах сопровождается авариями, в основном из-за поломок насосных штанг и полированных штанг, что приводит к многократному сокращению их межремонтного времени и объемов добычи.

Для контроля АСПО используются разные методы: использование скребков, обработка скважин горячей нефтью и водой, промывка дистиллятом, органическими растворителями, водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ), электрический подогрев призабойной зоны, магнитная обработка и ингибирование продуктивного флюида, использование углеводородокисляющих бактерий и т. д. [2,5].

Однако все известные методы контроля АСПО ограничены в зависимости от условий конкретных полей. Например, для скважин, эксплуатируемых штанговыми насосами, рекомендуется биотехнологический метод, который ограничен высоким пластовым давлением и газовым фактором, высоким содержанием сероводорода в нефти и температурами выше 40-50 ° С.

Магнитная обработка имеет свои требования к пораженной среде, такие как газовый фактор (20–300 м3 / м3), наличие ферромагнитных частиц в добыче скважин, содержание асфальтенов и смол не ниже содержания парафина в масле и т.д. Электрические методы требуют довольно сложного наземного оборудования для питания [1].

Однако проблема АСПО на нефтяных месторождениях актуальна и требует дальнейшего совершенствования методов ее решения. Исследования и опыт выявили преимущества и недостатки различных способов управления АСПО в условиях конкретных месторождений.

Современный этап развития нефтяной отрасли в России характеризуется следующими особенностями: снижение объемов добычи нефти, увеличение количества бездействующих и низкодебитных скважин, рост обводненности, окалины и твердых включений и др. Актуальность задачи заключается в сокращении количества бездействующих, простаивающих и сложных скважин.

Многие месторождения России характеризуются высокой температурой нефтенасыщенности парафином, достигающей 48-50 ° С. Кроме того, типичной частью парафиновых отложений является церезин – кристаллический высокомолекулярный парафин с числом атомов углерода 36 – 56. Церезины плохо растворимы в масле, их температура плавления составляет 80 – 92 ° С. Рассмотрим состав парафина на примере Бориславского НГКМ в таблице 1.

Таблица 1.

Гомологический состав парафинов

Компонент	**Массовые доли компонентов в скважинах Бориславского НГКМ, %**			
Смолы	2.33	1.55	3.53	2.47
Асфальтены	2.19	3.96	5.49	2.30

Продолжение таблицы 1.

Парафины	23.82	26.54	56.29	30.57
Церезин	5.00	11.00	34.00	25.00

Содержание церезина в составе АСПО может быть преобладающим. Например, по данным в одной из добывающих скважин, 70,5% отобранной массы осадка составлял церезин.

По данным промышленных наблюдений установлено, что залежи парафина в добывающих скважинах уменьшаются при увеличении дебита скважин и незначительной обводненности нефти.

Известны две стадии формирования и роста АСПО. Первый этап – зарождение кристаллов и рост кристаллов парафина непосредственно на поверхности контакта с маслом. Второй этап – осаждение более крупных кристаллов на поверхности, покрытой парафином.

На формирование АСПО существенно влияют следующие факторы:

- снижение давления на забой и связанное с этим гидродинамическое равновесие газожидкостной смеси (ГЖС);
- интенсивное газообразование;
- падение температуры в пласте и скважине;
- изменение скорости движения ГЖС и отдельных его компонентов;
- углеводородный состав в каждой фазе смеси;
- соотношение объемов фаз;
- состояние поверхности труб.

Интенсивность образования АСПО зависит от преобладания одного или нескольких факторов, которые могут меняться с течением времени и глубины, поэтому количество и характер отложений не являются постоянными [4].

Когда забойное давление меньше давления насыщения при аэрации нефти, равновесие системы нарушается, что увеличивает объем газовой фазы, и жидкая фаза становится нестабильной. Это приводит к отделению парафина не только в пласте, но и в скважине, начиная с забоя.

В насосной технике давление насоса может быть меньше давления аэрации масла. Это может привести к отложению парафина в приемной части насоса и на стенках эксплуатационной колонны. В трубке над насосом есть две зоны. Первая зона расположена прямо над насосом: здесь резко возрастает давление и давление насыщения. Вероятность осаждения в этой зоне минимальна.

Вторая зона характеризуется понижением давления до уровня давления насыщения и ниже, где начинается интенсивное осаждение парафинов.

В проточных скважинах, если давление в забое скважины поддерживается равным давлению насыщения, в колонне насосно-компрессорных труб может ожидаться осаждение парафина.

Практика показывает, что основными объектами, в которых формируются АСПО, являются скважинные насосы, насосно-компрессорные трубы, выкидные линии от скважин, резервуары станций сбора [4].

Наиболее интенсивное отложение парафина наблюдается на внутренней поверхности НКТ. Мощность отложений постепенно увеличивается от начальной точки их образования на глубине 500 – 900 м и достигает максимума на глубине 50 – 200 м от устья скважины, а затем уменьшается до толщины 1 – 2 м. мм на устье (рис. 1).

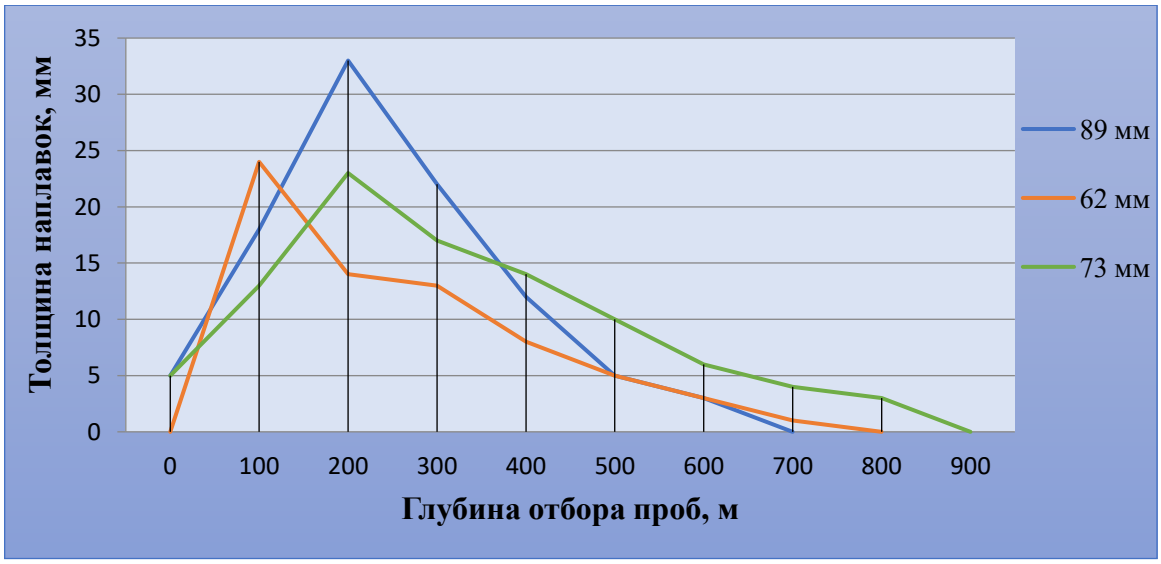


Рисунок 1. Отложение АСПО по глубине скважины

По мере уменьшения глубины содержание асфальтосмол в АСПО также уменьшается, а количество твердых частиц и твердых парафинов увеличивается (рис. 2).

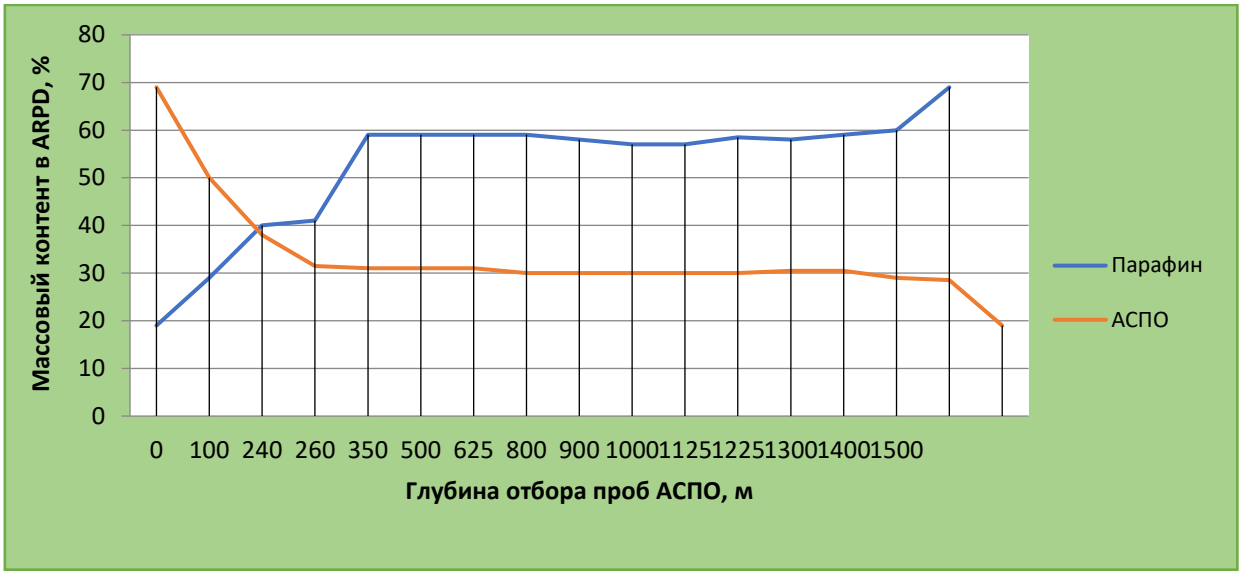


Рисунок 2. Отложение АСО и парафинов по глубине скважины

Чем ближе к устью, тем больше церезинов в составе АСПО и, как следствие, выше структурная прочность отложений.

Целью работы является обоснование применения магнитного поля для предотвращения образования АСПО в нефтегазовом оборудовании, а также рассмотрение некоторых современных взглядов на состояние проблемы АСПО в нефтепромысловом оборудовании и возможные методы ее решения с использованием магнитного поля.

Для решения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Определить сущность технологии применения магнитных полей для предотвращения образования АСПО;

2. Проанализировать и обобщить результаты исследований магнитно-гидродинамической обработки добываемой продукции с использованием программного обеспечения COMSOL Multiphysics;

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В последнее время интерес к использованию магнитных полей для обработки добываемой жидкости для предотвращения АСПО значительно возрос в связи с появлением на рынке широкого спектра высокоэнергетических магнитов на основе редкоземельных материалов. Обнаружено, что под действием магнитного поля движущаяся жидкость становится средой, вызывающей разрушение агрегатов, содержащих субмикронные ферромагнитные микрочастицы соединений железа с концентрацией 10 – 100 г / т в нефти и связанной с ней воде.

Каждая единица содержит от нескольких сотен до нескольких тысяч микрочастиц, поскольку разрушение единиц вызывает резкое (в 100 – 1000 раз) увеличение концентрации парафинов, кристаллизацию и образование пузырьков газа микронных размеров на поверхности частиц ферромагнетика. В результате разрушения блока кристаллы парафина выпадают в осадок в виде мелкодисперсной, объемной, стабильной суспензии, и скорость роста отложений снижается пропорционально уменьшению среднего размера выпавших кристаллов парафина в твердой фазе [5,11,12].

Образование микрогазовых пузырьков в очагах кристаллизации после магнитной обработки создает, по мнению некоторых исследователей, газлифтный эффект, приводящий к некоторому увеличению дебита скважин. Магнитная обработка нефти, в том числе нефтегазовых смесей, добываемых в скважинах, была предназначена для предотвращения (или значительного уменьшения) образования АСПО и солей в насосно-компрессорных трубах и уменьшения поверхностной коррозии трубопроводов [9].

Одним из наиболее важных результатов магнитной обработки является появление газовых микропузырьков, образующихся на поверхности частиц железа. Исследования показали, что эти микропузырьки обладают электрическим зарядом и высокой адсорбционной активностью по отношению к органическим и минеральным отложениям.

После магнитной обработки такие пузырьки обеспечивают жидкое моющее средство со свойствами, аналогичными тем, которые возникают при добавлении стирального порошка или мыла в воду. Чтобы эффект магнитной обработки проявился в целом ряде процессов, необходимо сочетание нескольких фаторов. Это объясняет плохую восстанавливаемость, характерную для магнитной обработки [8,15].

Однако методы анализа вещества и гидродинамических условий течения жидкостей позволяют создавать или выбирать технологические процессы, в которых последовательно проявляются промышленно важные эффекты. В каждом случае можно предсказать ожидаемые эффекты и доказать их с физической точки зрения.

Влияние магнитного поля на образование парафиновых отложений в лаборатории помогло решить несколько задач по подбору постоянных магнитов для той или иной скважины в том или ином поле.

Тест, который указывает на присутствие ферромагнитных частиц – первых кристаллов АСПО – в скважинной добыче путем фильтрации масел, может доказать целесообразность обработки продукта магнитным полем. Изучение реологического поведения нефти после магнитной обработки позволило сделать вывод о том, что магнитное поле по-разному влияет на их свойства (табл. 2).

Таблица 2.

Реологические параметры нефти до и после магнитной обработки на Бориславском НГКМ

Oil	***η*, мPa·s**	***τc*, Pa**	***Eact*, kJ/mole**
Перед магнитной обработкой	778.1	303.2	12.84
После магнитной обработки	605.0	267.3	8.21

Наблюдалось снижение следующих реологических характеристик нефти – динамической вязкости η на 28%, граничного напряжения сдвига τc на 13%, энергии активации вязкого течения Eact на 56% [6].

В случае достаточного содержания асфальтосмолистых веществ и следов железа в скважинном флюиде, трудоемкий анализ воздействия статического магнитного поля на флюид позволяет точно определить топологию и напряженность магнитного поля, а также желаемая температура для эффективной работы инструмента, определяющая предыдущую глубину установки магнитного устройства.

Магнитное устройство удобно в эксплуатации, так как не требует обслуживания и подачи каких-либо видов энергии. Наиболее эффективно использовать магнитные устройства сразу после очистки скважины от существующих залежей [11-13].

На колонне НКТ установлено магнитное устройство контроля АСПО. Поток эксплуатационной жидкости, проходящий через активатор, подвергается воздействию сильных магнитных полей постоянных магнитов, что предотвращает образование отложений асфальтенов, смол, парафинов и солей на внутренней поверхности НКТ [13].

Считается, что использование магнитных устройств позволяет увеличить добычу скважин в межремонтный период в 2-5 раз, что приведет к значительной экономии и увеличению добычи нефти.

Магнитное устройство удобно в эксплуатации, так как не требует обслуживания и подачи каких-либо видов энергии. Наиболее эффективно применение магнитных устройств сразу после очистки скважины от имеющихся отложений.

Устройство намагничивания магнитной жидкости состоит из кожуха трубопровода с магнитомягким материалом и магнитной системы, прикрепленной к оси кожуха. Эта система состоит из постоянных магнитов с последовательными направлениями намагничивания, последовательно установленных вдоль корпуса трубопровода. Эти постоянные магниты круглой формы и радиальной намагниченности размещены на магнитной цепи. На внешних поверхностях постоянных магнитов закреплены полюсные наконечники, а магниты помещены между контактными площадками из немагнитного материала [1].

Наружная поверхность магнитной системы с немагнитные прокладки между магнитами и полюсными наконечниками, размещенные на постоянных магнитах в форме цилиндра и в качестве рабочего канала для обрабатываемой жидкости, представляют собой кольцевой зазор, пересекающий магнитную систему и кожух трубопровода. На рисунке 3 представлена схема установки магнитного устройства в скважине.

Магнитное устройство представляет собой корпус из ферромагнитной трубы. На одном конце трубы закрепляется муфта для НКТ. На внутренней поверхности корпуса закреплены постоянные магниты.

Устройство устанавливается в колонне насосно-компрессорных труб ниже забойного насоса или в необходимой части колонны насосно-компрессорных труб. Когда горнодобывающая жидкость течет через обсадную колонну, она обрабатывается магнитным полем.

Некоторые характеристики магнитного устройства:

- диаметр устройства, мм – 73;
- срок службы, лет, не менее 30;
- исполнение – взрывозащищенное;
- рабочее давление, МПа – до 15;
- масса магнитного устройства, кг – не более 10;
- диапазон рабочих температур добываемой жидкости – 10 – 120 ° С;
- состав производственной жидкости, гарантирующий эффективность магнитного устройства – полив не менее 25%, минерализация не менее 150 г / кг [6].

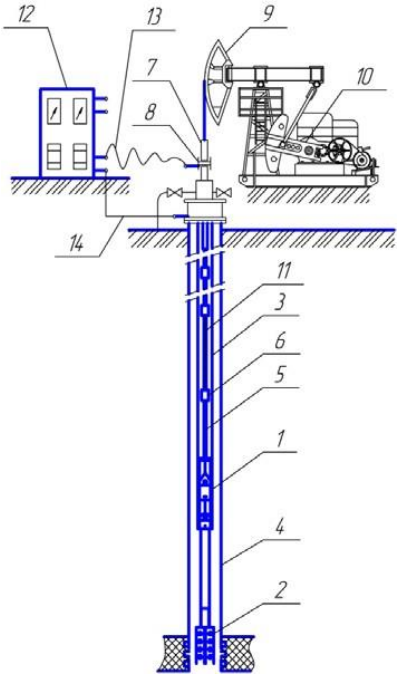


Рисунок 3. Технология контроля АСПО в добывающих скважинах, оснащенных штанговым насосным агрегатом

1 – глубинный насос; 2 – магнитное устройство; 3 – колонна насосно-компрессорных труб; 4 – кожух колонны; 5 – штанга колонны (стальная); 6 – центраторы-протекторы; 7 – полированный шток; 8 – изоляционная вставка; 9 – баланс; 10 – приводной агрегат; 11 – стеклопластиковая штанга; 12 – станция катодной защиты (электроснабжение); 13 – трос (гибкий); 14 – кабель.

Использование магнитного устройства позволило вдвое увеличить средний межремонтный период скважин, осложненных образованием эмульсий и АСПО. Химическая обработка скважин прекращена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нефть – сложная смесь по химическому составу. В зависимости от структуры и внешней среды его компоненты могут находиться в разных агрегатных состояниях. Снижение температуры вызывает изменение физического состояния компонентов, что приводит к образованию центров кристаллизации парафинов и их росту.

Лабораторные исследования показали, что скорость образования парафинов влияет на процесс образования пузырьков газа и их поведение в потоке смеси. Известно, что пузырьки газа обладают способностью плавать во взвешенных

частицах парафина. Когда пузырьки соприкасаются с поверхностью трубы, частицы парафина соприкасаются со стенкой и осаждаются на ней.

Далее, процесс отложения парафина увеличивается из-за его гидрофобности. На стенке трубы образуется слой кристаллов парафина и пузырьков газа. Чем меньше газонасыщенность слоя, тем большую плотность он имеет. Поэтому более плотные отложения образуются на дне подъемных труб, где пузырьки газа имеют небольшие размеры и обладают большей силой сцепления с кристаллами парафина и стенками труб.

Интенсивность образования АСПО во многом зависит от скорости потока жидкости. В ламинарном режиме, т.е. при малых расходах, образование АСПО происходит довольно медленно. С увеличением скорости (при переходе в турбулентный режим течения) интенсивность осаждения первоначально увеличивается. Дальнейшее увеличение расхода ГЖС приводит к снижению интенсивности АСПО, так как высокая скорость потока жидкости позволяет парафину удерживать кристаллы во взвешенном состоянии и выносить их из скважины. Кроме того, движущийся поток отрывает часть отложений от стенок трубы, что объясняет резкое уменьшение количества отложений в зоне 0-50 м от устья. На высоких скоростях поток смеси остывает медленнее, чем на низких. В свою очередь, формирование АСПО замедляется невысокими темпами [7].

На образование отложений также влияет состояние поверхности труб. Микронеровности являются источниками образования вихрей и разрушения слоя, а также действуют как замедлители скорости вблизи стенки трубы. Это является причиной образования центров кристаллизации, налипания кристаллов парафина на поверхность трубы, блокирования их движения между неровностями и впадинами на поверхности.

Процесс образования АСПО носит адсорбционный характер. Адсорбционные процессы сопровождаются появлением двойного электрического слоя на поверхности контакта парафина с газонефтяным потоком.

В случае механического нарушения равновесия слоев на поверхности трубы или слоя парафина возникают нескомпенсированные заряды статического

электричества, другими словами, происходит электризация на поверхности трубы и на поверхности кристаллов парафина, что усиливает парафин. адгезия к металлу.

Предполагается, что воздействие магнитных полей – один из самых передовых физических методов. Магнитные устройства были впервые применены для предотвращения АСПО в пятидесятых годах прошлого века, но из-за своей низкой эффективности этот метод не получил широкого распространения. В частности, не было магнитов, которые могли бы долго и стабильно работать в колодце.

Период 1995–2015 гг. Ознаменовался возобновлением интереса к использованию влияния магнитного поля на АСПО в связи с появлением на рынке широкого спектра высокоэнергетических магнитов на основе редкоземельных элементов.

В работе [5] на Бориславском НГКМ было проведено практическое применения магнитного устройства, что позволило увеличить межремонтный период скважин в 2,2 раза и уменьшить количество термических и химических обработок соответственно в 2 и 5 раз.

Применение магнитного устройства в скважинах, осложненных АСПО, позволило увеличить их средний межремонтный период в 2 раза и прекратить химические обработки скважин. Магнитная обработка направлена на увеличение межремонтного периода скважин за счет воздействия направленного магнитного поля [6,13].

Применение магнитной обработки может быть эффективным как при обтекании скважины, так и при ее эксплуатации глубинными, центробежными и диафрагменными насосами, а также на нефтепроводах для повышения их антикоррозийной стойкости.

Срок окупаемости магнитных устройств, используемых для предотвращения образования АСПО, в зависимости от периода ремонта и геологических характеристик конкретной скважины составляет от одного до трех месяцев [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая магнитная обработка создает возможность для эксплуатации месторождений на более поздних стадиях разработки, которые характеризуются высоким содержанием асфальтенов, смол и парафинов. Результаты магнитно-жидкостной обработки продукции подтвердили эффективность этой технологии, которая позволила вдвое увеличить межремонтный период.

Статья была посвящена описанию магнитной обработки добываемой жидкости как метода контроля АСПО. Магнитное устройство входит в скважину, что обеспечивает эффективность магнитной обработки всего объема жидкости, проходящей через устройство, в одинаковых условиях высокоградиентного поля при достаточной продолжительности обработки.

Магнитная обработка отличается от других методов обработки жидкости тем, что эта операция не требует подачи питания на установку, так как в ее основе лежат постоянные магниты.

Магнитное антипарафиновое устройство может работать в трубопроводах большого диаметра, обеспечивая необходимое магнитное поле и магнитную индукцию. Поэтому, на наш взгляд, его следует использовать в скважинах с высоким содержанием отложений АСПО.

Список литературы:

1. Chow, R., Sawatzky, R., Henry, D., Babchin, A., Wang, Y., Cherney, L., & Humphreys, R. (2000). Precipitation of Wax from Crude Oil Under the Influence of a Magnetic Field. *Journal of Canadian Petroleum Technology, 39*(06). https://doi.org/10.2118/00-06-05
2. Gavriluk, O.V., & Glazkov, O.V. (2001). The Application of Magnetic Liquide Treatment in Oil Fields of West Siberia. In *11th European Symposium on Improved Oil Recovery*. European Association of Geoscientists & Engineers. https://doi.org/10.3997/2214-4609.201405977
3. Ivakhnenko, O.P. (2006) *Magnetic Analysis of Petroleum Reservoir Fluids, Matrix Mineral Assemblages and Fluid-Rock Interactions*. Ph.D. Institute of Petroleum Engineering.
4. Klassen, V.I. (1982). *Omagnichevanie vodnykh sistem*. Moskva: Khimiya.

5. M. Kharchenko, A. Manhura, S. Manhura, I. Lartseva. Analysis of magnetic treatment of production fluid with high content of asphalt-resin-paraffin deposits. Journal homepage. Volume 11 (2017), Issue 2, pp. 28-33.
6. Nalivaiko, O., Mangura, A., Mangura, S., & Nalivaiko, L. (2015). Peculiarities of Magnetic Anti-Paraffin Device (MAD) Modeling in COMSOL Multiphysics Software. *Problems of Energy Saving and Nature Use*, 58-67.
7. Pisareva, S.I., Kamenchuk, Y.A., Andreeva, L.N., & Unger, F.G. (2005). The Nature of Formation and Dissolution of Asphalt-Resin-Wax Deposits. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, *41*(6), 480-485. https://doi.org/10.1007/s10553-006-0013-3
8. Suzuki, H., Kodera, S., Matsunaga, H., & Kurobe, T. (1993). Study on Magnetic Field-Assisted Polishing (2nd Report) – Effect of Magnetic Field Distribution on Removal Distribu tion. *Journal of the Japan Society for Precision Engineering*, *59*(11), 1833-1838. https://doi.org/10.1016/0141-6359(94)90185-6
9. Tung, N.P., Van Vuong, N., Long, B.Q.K., Vinh, N.Q., Hung, P.V., Hue, V.T., & Hoe, L.D. (2001). Studying the Mechanism of Magnetic Field Influence on Paraffin Crude Oil Viscosity and Wax Deposition Reductions. In *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition* (pp. 7). Jakarta: Society of Petroleum Engineers. https://doi.org/10.2118/68749-ms
10. Wang, L.J., & Wang, W. (2014). Paraffin Depositing Mechanism and Prediction Methods of Paraffin Removal Cycle. *Applied Mechanics and Materials*, (675-677), 1512-1516. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.675-677.1512
11. Zhang, W.W., Wang, T.T., Li, X., & Zhang, S.C. (2013). The Effect of Magnetic Field on the Deposition of Paraffin Wax on the Oil Pipe. *Advanced Materials Research*, (788), 719-722.
12. Апасов Т.К., Апасов Г.Т., Саранча А.В. Применение магнитных активаторов для борьбы с отложениями АСПО, солей и коррозией // Современные проблемы науки и образования. – 2015 – № 2-2.; URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=21995 (дата обращения: 15.04.2021).
13. Миннеханович Ф.Л. Разработка высокочастотного электромагнитного метода воздействия на асфальтосмолопарафиновые отложения в нефтяных скважинах: диссертация ... кандидата технических наук: 25.00.10 / Ф.Л Миннеханович; [Место защиты: Перм. нац. исслед. политехн. ун-т] Количество страниц: 163 с. ил. 61 19-5/576.
14. Патент РФ N2298642 Способ борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в нефтепромысловом оборудовании / Н.А.Петров, В.С. Золотоевский, М.Л.Ветланд, В.С.Беляев;В заявл. 14.09.2005; опубл. Выми отложениями 10.05.2007; бюл. №13 – 8.
15. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – М.: ООО «НедраБизнесцентр», 2000. – 653 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА И ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

Афанасьев Денис Александрович
студент,
кафедра машины и аппараты
химических производств,
Казанский национальный исследовательский
технологический университет,
РФ, г.Казань
E-mail: ada031297kzn@mail.ru

MODERN METHODS OF PURIFICATION OF NATURAL GAS FROM HYDROGEN SULFUR AND CARBON DIOXIDE

Denis Afanasyev
Student,
Department of Machines and Devices
of Chemical Production,
Kazan National Research
Technological University,
Russia, Kazan

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены современные методы очистки газового сырья, которые лучше всего применимы к природным газам.

ABSTRACT

The modern methods of purification of gas raw materials, which are best applied to natural gases, are considered.

Ключевые слова: природный газ, переработка, абсорбент, сероводород, двуокись углерода.

Keywords: natural gas, processing, absorbent, hydrogen sulfide, carbon dioxide.

При современных интенсивных темпах добычи нефти (особенно высокосернистых нефтей), параллельно возрастает и количество попутно добываемого

газа, который в свою очередь является важнейшим нефтехимическим сырьем. Однако, содержащиеся в нем некоторые компоненты не углеводородного характера, являются нежелательными. Сероводород и диоксид углерода, находящихся в газе, приводит к сероводородной и углекислотной коррозии всего оборудования, с которым контактирует. Также серодоводород является ядом для каталитических процессов. Ежегодно из-за этого газоперерабатывающие заводы терпят колоссальные убытки, в основном на замену оборудования.

Следовательно, процесс очистки нефтяного газа является одним из важнейших в газопереработке и должен проводится на первоначальном этапе переработки газового сырья.

Удаление серы и диоксида углерода из попутного газа – необходимая часть многих технологических процессов. Это необходимо как для получения качественных продуктов газопереработки, так и для соответствия производства все возрастающему числу строгих законов и актов, регулирующих контроль за выбросами. Давление рынка и конкуренция привели к тому, что процессы удаления и восстановления серы и диоксида углерода стали экономически выгодными. [9]

1.Жидкофазные методы очистки

Алкоаминовая очистка. Для очищения природных и нефтяных газов от сероводорода, CO_2 и других серо- и кислородсодержащих «нежелательных» соединений используют, в основном, абсорбционные процессы.

Хемосорбционные процессы очищения газа растворителями, которые являются водными растворами алканоламинов: моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), дигликольамин (ДГА) и др. Они базируются на химической реакции «нежелательных» соединений с алканоламинами, которые являются активной, реакционной частью абсорбента. [2]

Аминовые процессы обеспечивают тонкую очистку газов от сероводорода и CO_2 при разных рабочих давлениях и концентрациях их в исходном сырье; растворимость углеводородов в этих абсорбентах небольшая. Технологическое и аппаратурное оформление процессов отличается простотой и надежностью.

Принципиальная технологическая схема установки этаноламиновой очистки газов от H2S и CO2 представлена на Рисунке 1.

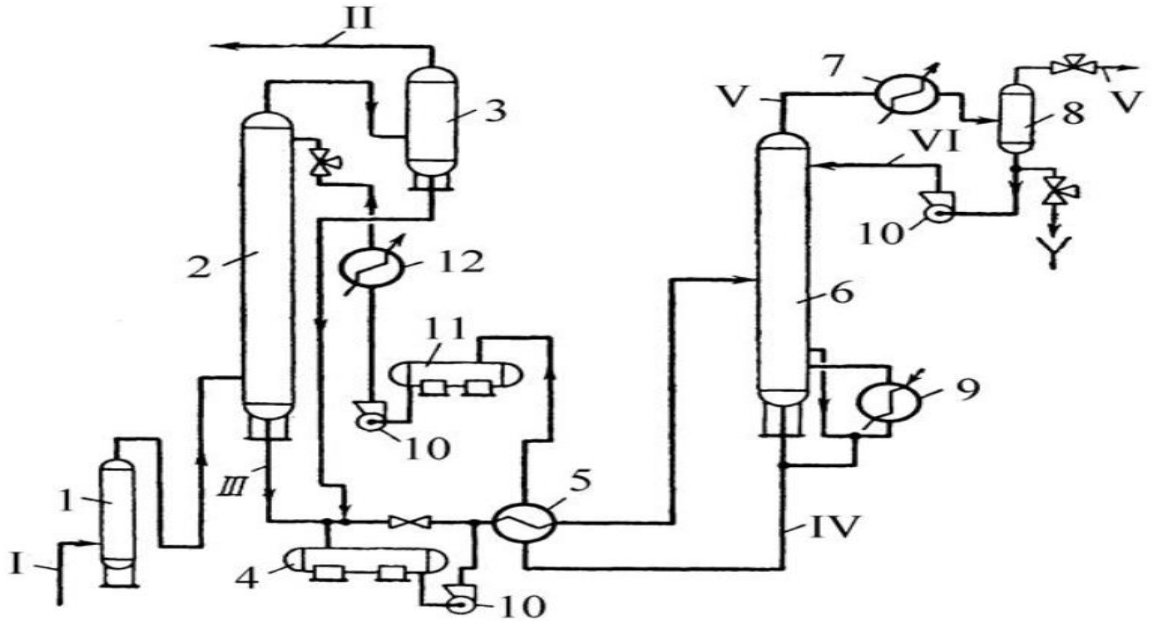


Рисунок 1. Принципиальная схема установки:

1 – приемный сепаратор; 2 – абсорбер; 3 – скруббер; 4, 11 – промежуточные емкости; 5 – теплообменники; 6 – десорбер; 7– конденсатор-холодильник; 8 – емкость флегмы; 9 – подогреватель; 10 – насосы; 12 – холодильник; I – сырой газ; II – очищенный газ; III – насыщенный раствор; IV – регенерированный раствор; V – кислые газы; VI – флегма.

Процесс МЭА-очистки. В качестве растворителя используют водный раствор моноэтаноламина. Содержание МЭА в растворе не превышает 15-20 %об. При насыщении кислыми газами более концентрированных растворов растет скорость коррозии металлов (чистый алканоламиновий раствор не обладает коррозийными свойствами). В последние годы, в связи с разработкой ингибиторов коррозии, появилась возможность увеличить концентрацию активного вещества в растворе до 30 %об., что делает процесс МЭА-очистки более рентабельным и перспективным. При проектировании установок МЭА-очистки часто принимают, что содержание кислых газов в растворе, который покидает нижнюю тарелку абсорбера, должно быть не больше 65-70 % от равновесной концентрации (по отношению к исходному сырому газу). При

этом степень насыщения раствора должна быть не больше 0.3-0.4 моль/моль МЭА. В последнее время на некоторых химических заводах при очищении синтез-газа от CO_2 (под давлением) степень насыщения раствора достигала 0.6-0.7 моль/моль МЭА. Это привело к необходимости использования легированных сталей для изготовления оборудования или применения ингибиторов коррозии при эксплуатации установок. Процесс МЭА-очистки рекомендуется применять для очищения газов от сероводорода и CO_2 при парциальном давлении их не выше 0.6-0.7 МПа. [1]

Процесс ДЭА-очистки. В качестве растворителя используют водный раствор диетаноламина (ДЭА). Содержание ДЭА в растворе в зависимости от содержимого кислых газов в исходном сырье и степени насыщения раствора изменяется от 20 до 30 %мас; при концентрации в растворе кислых газов 0.05-0.08 $м^3$/л ДЭА используют 20-25 %-ний раствор ДЭА, при 0.14-0.15 $м^3$/л – 25-27 %-ний раствор ДЭА; при концентрации кислых газов 0.15-0.17 $м^3$/л ДЭА – 25-30 %-ний раствор диэтаноламина.

Процесс ДЭА-очистки с концентрацией диетаноламину 25-27 % применяют при парциальном давлении кислых газов 0.2 МПа и выше, процесс с 25-30 % активного вещества используют при парциальном давлении кислых газов 0.4 МПа и выше. Это позволяет обеспечить необходимое насыщение раствора и, таким образом, использовать преимущества процесса: степень насыщения раствора достигает 1-1,3 моль/моль ДЭА (против 0.3-0.4 для МЭА-процеса) Несмотря на высокую степень насыщения растворителя в ДЭА-процесе, поглощающая способность раствора ДЭА меньше, чем МЭА-раствора. Это объясняется тем, что моноэтаноламин имеет низшую молекулярную массу, а, следовательно, при одинаковой массовой концентрации он имеет большую абсорбционную емкость. [1]

Процесс Адип. В качестве растворителя используется водный раствор диизопропаноламина (ДИПА) – содержание в нем активного вещества может достигать 40%. С помощью этого растворителя обеспечивается тонкое очищение от

сероводорода (до 1,5 мг/м^3), диизопропаноламин может одновременно очищать газ от диоксида углерода, COS и RSR. Активность раствора типа ДИПА по отношению к CO_2 ниже, чем активность раствора MEA. В процессе очищения изымается до 40-50 % COS и RSR.

При взаимодействии диизопропаноламина с CO2, COS и RSR образуются соединения, которые легко регенерируются, поэтому распад ДИПА от взаимодействия с серо- и кислородсодержащими соединениями значительно меньше, чем в МЭА- процессе (затраты пара на регенерацию раствора ДИПА в 2 раза меньше, чем в МЭА-процессе и составляет приблизительно 1 кг/м^3 кислых газов).

Растворимость углеводородов в процессе Адип небольшая, поэтому содержание их в кислых газах не превышает 0.5 %об. В случае применения ДИПА оборудования установок очистки газа может быть изготовлено из углеродной стали. Технологические схемы МЭА-очистки и процесса Адип практически не отличаются одна от другой, потому установки моноэтаноламиновой очистки легко могут быть переведены на работу сз диизопропаноламином.[2]

Процесс Еконамин. В качестве растворителя используют раствор дигликольамина (ДГА) с концентрацией активного вещества 60-65 %мас. (против 20-30 % в ДЭА-процессе). С помощью этого растворителя достигается тонкое очищение газа от H_2S (до 5.7 мг/м^3). При взаимодействии дигликольамина с CO_2, COS, CS_2 и меркаптанами обеспечивается высокое их удаление, образуются соединения, которые легко регенерируются (активность ДГА по отношению к CO_2 более высока, чем МЭА). Степень насыщения раствора ДГА может достигать 40-50 л кислых газов на 1 л раствора (вместо 30-35 л/л при МЭА-очистке).

Процесс применяют при содержимом кислых газов в исходном сырье 1.5-8 %. Насыщенный раствор дигликольамина регенерирую под вакуумом 13-17 кПа и температуре низа регенератора 160-170°С. Технологические схемы и режимы моноетаноламиновой и дигликольаминовой очистки приблизительно

одинаковы. Замена МЭА на ДГА позволяет уменьшить удельные расходы абсорбента и теплоэнергетические затраты на 25-40 %. [3]

Процесс Флюор. В качестве абсорбента широко используют пропилен-карбонат, он хорошо растворяет сероводород, CO_2, COS, CS_2, RSR и углеводороды, обладает слабым коррозийным действием по отношению к обычным углеродным сталям, химически стабильный в условиях процесса, имеет низкое давление насыщенных паров.

Процесс можно использовать для очищения природных, нефтяных и технологических сухих газов с повышенным содержанием CO_2 и низким соотношением H_2S : CO_2 Наиболее благоприятные условия обеспечиваются при суммарном парциальном давлении кислых компонентов в исходном сырье больше 0.4 МПа. Абсорбцию проводят при температуре от 0 до -6 °С (охлаждение обеспечивается за счет аммиачного холодильного цикла). Регенерацию абсорбента осуществляют без подвода тепла путем постепенного снижения давления – для этого на установке есть несколько сепараторов. Газ, который выходит после первого сепаратора, смешивают и вместе с исходным сырым газом направляют в абсорбер, поскольку в нем содержится значительное количество углеводородов и кислых компонентов. В процессах Флюор энергия насыщенного абсорбента, которую получают при дросселировании раствора, используют в гидротурбине для привода насоса, который перекачивает регенерируемый абсорбент (расходы абсорбента составляют 16 г/1000 $м^3$ сырого газа). [3]

Процесс Селексол. В качестве абсорбента используется диметиловий эфир полиэтиленгликоля (ДМЭПЭГ).

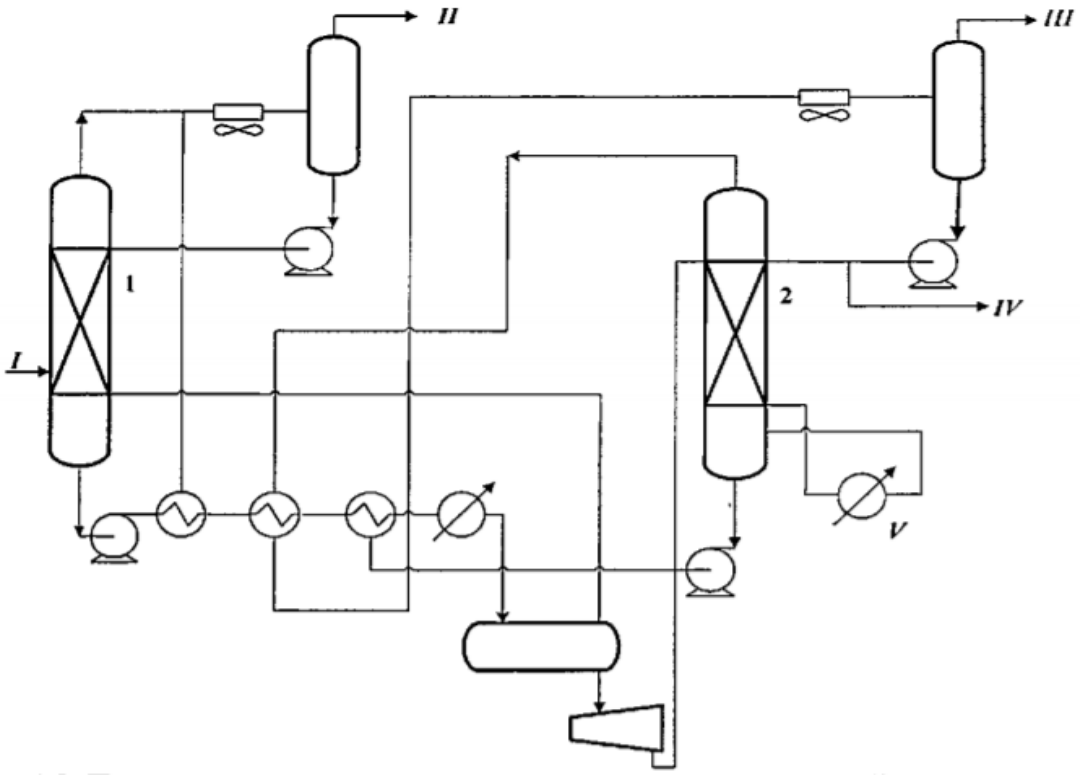


Рисунок 2. Принципиальная схема селективной очистки газа

I- исходный газ, II—очищенный газ, III-Клаус-газ, IV- вода на подпитку, V – пар; 1 – абсорбер, 2 – десорбер.

Этот растворитель нетоксичен, химически стабилен в условиях процесса, не пенящийся, не обладает коррозийной активностью, легко раскладывается при биологическом очищении стоковых вод, обладает высокой селективностью и обеспечивает выборочное удаление сероводорода в присутствии CO_2 (при 20 °С и 0.1 МПа растворимость H_2S в 10 раз больше чем CO_2). Растворяющая способность диметилового эфира полиэтиленгликоля по отношению к разным веществам растет следующим образом: $C_2H_6 < CO_2 < C_3H_8 < C_4H_{10} < COS < C_3H_{12} < H_2S < CH_3SH < CS_2 < C_7H_{16} < H_2O$. ДМЭПЭГ вместе с кислыми компонентами хорошо растворяет углеводороды. Это ограничивает область применения процесса – без предварительного отделения тяжелых углеводородов. Применяют для очищения сухих газов.

Затрата абсорбента – приблизительно 1 $м^3$ на 1000 $м^3$ исходного сырого газа. При очищении газа по методу Селексол CS_2 изымается не больше 50 %.[4]

Процесс Пуризол. В качестве абсорбента используют N-метилпиролидон (NMP)

Он имеет такие преимущества что и диметиловий эфир полиэтиленгликоля, но при наличии в системе жидких углеводородов N-метилпиролидон может вспениться. Через высокое давление насыщенных паров N-метилпиролидона могут достигать значительной величины; для снижения потерь NMP очищенный газ промывают на установках Пуризол водой.

Установку Пуризол применяют для очищения газа с высоким содержанием сероводорода (4-34 %об.) и сравнительно невысоким содержимым диоксида углерода (6-11 %об.). [5]

Процесс Сульфинол. В качестве абсорбента используют смесь водного раствора диизопропаноламина (ДИПА) с сульфоланами (циклотетраметиленсульфоном), которая называется сульфинолом: 30% диизопропаноламина (этот компонент получил наибольшее применение), 64 % сульфолана и 6 % воды. Состав абсорбента может изменяться в зависимости от качества исходного газа.

Сульфинол хорошо растворяет H_2S, CO_2, RSR, COS, CS_2 и углеводороды; он химически и термически стабильный, имеет низкую теплоемкость и давление насыщенных парив, позволяет проводить тонкое очищение газов от меркаптанов и от сероводорода одновременно (степень исключения меркаптанов 95%); при взаимодействии с CO2 сульфинол незначительно дегидратирует с образованием диизопропанолоксазолодона, который имеет щелочную реакцию и хорошо растворяет кислые газы (допустимое содержание его в абсорбенте 10%). Наличие в сыром газе CO2 не приводит к большим потерям сульфинола – на промышленных установках распад сульфинола в 4-8 раз меньше, чем моноэтаноламина. Продукты распада легко изымаются из системы в результате того, что до 0.05 % регенерируемого раствора поддается специальному очищению. Поглощающая способность сульфинола приблизительно в 2 раза выше, чем раствору моноэтаноламина.

Наиболее высокие показатели обеспечиваются при соотношении кислых компонентов в газе H_2S : CO_2 > или = 1 и при парциальном давлении их 7-8

МПа. Степень насыщения сульфинола может достигать 85 %, что в несколько раз превышает степень насыщения раствора моноэтаноламина. Поэтому для реализации процесса Сульфинол требуется меньшая циркуляция раствора и, соответственно, низшие эксплуатационные затраты. Сульфинол, в отличие от раствора моноэтаноламина, обладает высокой поглощающей способностью не только при низких, но и при высоких парциальных давлениях H_2S и CO_2. При низких парциальных давлениях они приблизительно равноценные, а при высоких – сульфинол значительно преобладает перед моноэтаноламином. [5]

Физическая абсорбция. Физическая абсорбция основана на растворении сероводорода, и возможно других серосодержащих соединений в абсорбенте, благодаря сильным межмолекулярным взаимодействиям. Десорбция происходит при повышенной температуре и пониженном давлении, поэтому, как правило, используются малолетучие абсорбенты. Для процессов физической абсорбции предложено большое количество соединений различных классов: алифатических спиртов, простых и сложных эфиров, гетероциклических соединений.

Процесс на основе комплекса железа с ЭДТА. Эта технология была разработана в США компанией Gas Technology Products LLC, и имеет коммерческое название LO-CAT. Тот же процесс, внедряемый другими компаниями, имеет другие названия, например «Серокс-газ».

Технологическая схема очистки газа от сероводорода раствором комплексоната железа с получением элементной серы представлена на рисунке 3. Поглощение сероводорода и одновременное его окисление до серы происходит за счет протекания в абсорбере А-1 при контакте газа с хемосорбционным водным комплексом железа следующей реакции:

$$H2S + 2Fe\ 3+ (ЭДТА) + 2OH – – > S\ 0 + 2Fe\ 2+ (ЭДТА) + 2H2\ O \qquad (1.1)$$

Очищенный газ с верха абсорбера А-1 поступает в сепаратор С-1, откуда направляется на осушку. Отработанный абсорбционный раствор выводится из

А-1 в регенератор Р-1. В колонне Р-1 происходит окислительная регенерация абсорбционного раствора за счет протекания реакции с кислородом воздуха:

$$2Fe\ 2+(ЭДТА) + 02 + H20 \rightarrow 2Fe\ 3+(ЭДТА) + 20H - \qquad (1.2)$$

Элементная сера флотируется воздухом и выводится с верхней части регенератора Р-1 в ёмкость Е-2 и далее на фильтр Ф-1. Основное количество регенерированного хемосорбционного раствора из регенератора Р-1 поступает в буферную ёмкость Е-1, откуда в виде рецикла насосом Н-2 подаётся в абсорбер А-1.

В ходе реакции (1.11) образуется вода, хемосорбционный раствор разбавляется, и часть его выводится из системы. Как следствие, в систему необходимо вводить свежий хемосорбционный раствор.

Поглощение сероводорода в абсорбере происходи в слабощелочной среде для ионизации сероводорода до бисульфида, который окисляется затем до серы. В процессе комплексонатной очистки существуют побочные реакции. Одна из них, это образование тиосульфатов.

$$2HS - + 2KOH + 202 \rightarrow K2S2O_3 + 20H - + H20 \qquad (1.3)$$

Поскольку регенерация поглотительного раствора осуществляется кислородом воздуха, подаваемом в некотором избытке, то в поглотительном растворе будет присутствовать небольшое количество растворённого кислорода. Большое количество тиосульфатов может образоваться, когда очищаемый сернистый газ представляет собой воздушный поток или он загрязнён воздухом.

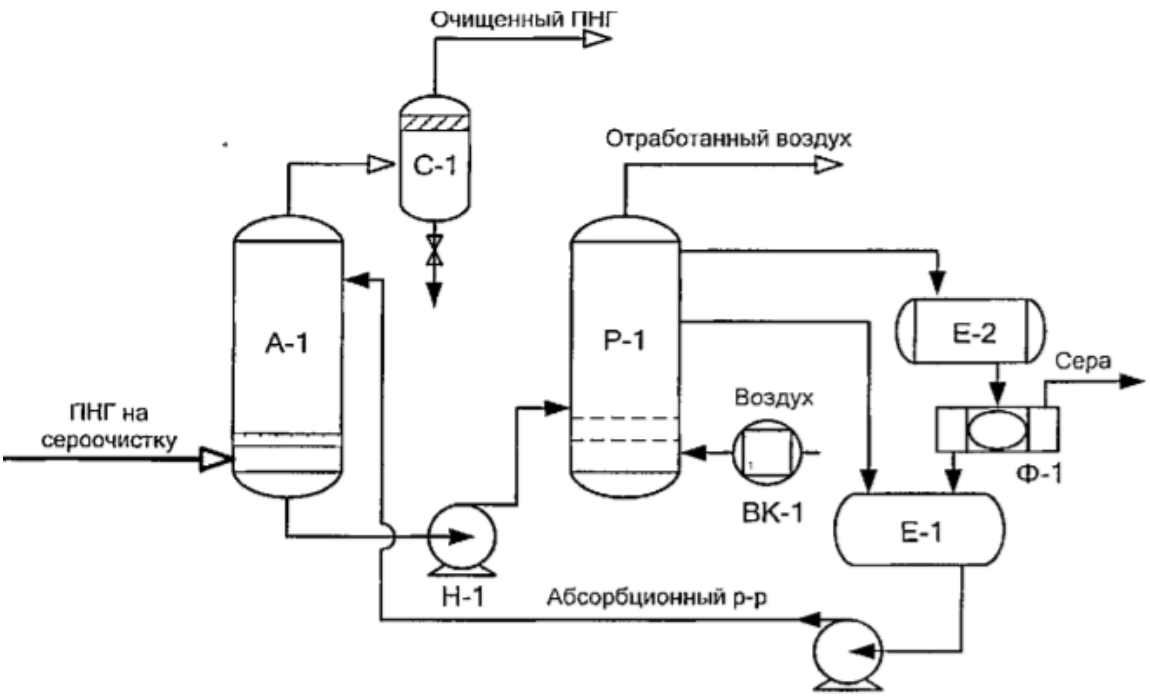


Рисунок 3. Технологическая схема очистки газа от сероводорода раствором комплексоната железа

Тиосульфат оказывает некоторое положительное действие на процесс, поскольку стабилизирует хелатные добавки уменьшая их порчу и сокращая затраты на химикаты. С другой стороны, слишком большое количество тиосульфата требует добавки щёлочи (или карбоната натрия) для поддержания уровня pH. При очистке газа содержащего C02 часть его поглощается из-за слабощелочной среды раствора. Образование бикарбоната не имеет никакого полезного эффекта. Для поддержания уровня pH нужно добавлять щёлочь.

Предполагается, что половина лёгких меркаптанов (метил и этил) останутся в очищенном газе. Из оставшихся, часть покинет систему с продувочным воздухом, другая часть превратится в дисульфиды и уйдёт вместе с серой. COS и CS2 покинут установку очистки, не вступив в какие-либо реакции.

Процесс каталитической очистки комплексом Fe(ЭДТА)" экономически выгодно использовать в диапазоне объёмов образующейся серы от 200 килограмм в день до 20 тонн в день. [1]

Мышьяково-содовый метод. Это один из первых промышленных процессов, который, из-за ядовитости рабочего раствора и низких экономических показателей находит в настоящее время весьма ограниченное применение. Очистку от сероводорода по этому методу осуществляют слабощелочными растворами арсената и арсенита натрия. Механизм реакций, фактически протекающих на различных стадиях процесса, весьма сложен вследствие возможности существования самых различных ионов (тиоарсенатов, ди(тиоарсенатов), ионов с различным количеством атомов кислорода и серы). Схемы реакций поглощения сероводорода и окисления, получившихся продуктов кислородом воздуха можно записать следующим образом:

$$H_2S + Na_3AsO_3 \rightarrow Na_3AsSO_2 + H_2O \quad (1.4)$$

$$Na_3AsS_2O_2 + Na_2AsO_4 \rightarrow Na_3AsO_3 + Na_3AsO_3 \quad (1.5)$$

Сера, выделяющаяся в процессе регенерации, затем отделяется на центрифуге или на фильтре. Поглощение происходит при атмосферном давлении и температуре 20-40° С. Этот метод обеспечивает высокую степень очистки от H_2S – до 0,5 м. д.[1]

Очистка растворами нитритов. Метод основан на реакции солей азотистой кислоты с ионами сульфида: $N_2O_2 + 3H_2S \rightarrow 3S + NH_3 + OH + H_2O$

Реакция нитрита и сероводорода на начальной стадии протекает с невысокой скоростью, но после определённого индукционного периода протекает достаточно эффективно. Этот метод очистки был выбран для очистки попутного нефтяного газа на морских бурильных платформах. [7]

2.Адсорбционные методы

Очистка поглотителями на основе окиси железа. Процесс очистки газа поглотителями на основе окиси железа является одним из старейших способов удаления сернистых соединений из газов и основан на следующих реакциях:

$$Fe_2O_3 + H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 3H_2O \quad (2.1)$$

$$Fe_2S_3 + 3O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 6S \quad (2.2)$$

после насыщения окиси железа серой ее извлекают сжиганием этой насыщенной поглотительной массы с последующей переработкой образующегося сернистого ангидрида в серную кислоту. Регенерация очищенной массы можно производить одновременно с очисткой газа при условии, что к нему добавлен воздух или кислород.

Установки для очистки газа окисью железа несложны и состоят обычно из четырёх последовательно включённых по ходу- газа аппаратов, в каждом из которых находится несколько слоёв очистной массы. Раз входит в аппарат параллельными потоками. Как правило, требуемая степень очистки достигается после третьего аппарата; четвёртый поглотитель контрольный. [5]

Очистка на активированном угле. Очистка газа от сероводорода методом окисления на активированном угле один из процессов, применяемых в крупном промышленном масштабе. Процесс заключается в каталитическом окислении сероводорода до элементарной серы кислородом на поверхности активированного угля.

$$H_2S + O_2 \rightarrow H_2O + S \quad (2.3)$$

Чтобы реакция протекала с достаточной скоростью при обычной температуре, к очищаемому газу необходимо добавлять немного аммиака (0,2х10 кг на 1 м3), который поддерживает необходимую щёлочность поверхности активированного угля:

Полученная в результате окисления элементарная сера задерживается активированным углём. По мере заполнения его поверхности процесс очистки газа прекращается. Адсорбированная сера извлекается при регенерации; освобождённый от серы уголь вновь пригоден для очистки газа.

Первоначальная сероёмкость и активность угля после регенерации восстанавливаются практически полностью. [9]

Цеолитная очистка. Большим классом неорганических адсорбентов является синтетические цеолиты. По строению цеолиты представляют систему регулярных каналов и сообщающихся полостей с размером пор от 0,3 до 1,0 нм, в зависимости от типа цеолита. В ходе адсорбции примеси, присутствующие в газе, диффундируют через поры и поверхности внутренних полостей. В промышленности применяются цеолиты, сформованные в виде таблеток или шариков размером около 3 мм.

По сравнению с другими адсорбентами молекулярные сита имеют большую поглотительную способность, менее подвержены загрязнению и закоксовыванию и, благодаря наличию пор регулируемого размера, обладают высокой селективностью в адсорбции. Их использование позволяет снизить удельный объём адсорбента, работать при более низком перепаде давлений в слое адсорбента, исключить потери газа из-за адсорбции ряда его компонентов, обеспечить более длительную и надёжную работу установки. Высокая поглотительная способность цеолитов при низких концентрациях адсорбируемого вещества и избирательность по отношения к определённым компонентам дают возможность эффективно использовать их для промышленной очистки газовых смесей.

Механизм адсорбции сероводорода на цеолитах (при содержании Н28 до 6х10-4 кг/м3), сопоставляется стоимость очистки от сероводорода с помощью цеолитов и других методов. Даны краткие характеристики установок, применяемых в США. [8]

Список литературы:

1. Копылов А.Ю., Насретдинов Р.Г., Мазгаров А.М., Вильданов А.Ф. Современные жидкофазные методы очистки газового сырья // Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. – 2010. Т. – 53. – вып. 9. – С. 4-8.
2. Технология переработки природного газа и газоконденсата: Справочник: В 2 ч. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», – 2002. – Ч. 1. – 517 с.

3. Мираламов Г.Ф. Каталитическая очистка природного газа и углеводородных газовых выбросов нефтехимической промышленности от сероводорода // Нефтехимия. – 2005. – Т. 45. – № 5. – С. 397-399.
4. Алеев Р.С., Воронов В.Г., Исмагилова 3. Ф., Сафин Р.Р., Исмагилов Ф.Р. Очистка газов от сероводорода // Химия и технология топлив и масел. – 2002. – № 4. – С. 37-40.
5. Сафин Р.Р., Гайдукевич В. В , Исмагилова 3. Ф., Исмагилов Ф.Р., Асханов Р.Р. Схема очистки сероводородсодержащей нефти // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2003. – № 4. – С. 17-19.
6. Катков А.Л., Малов Е.И., Коптенармусов В.Б., Смыслов А.А., Сорокин И.И., Пушкинский А.И., Черненко К.Я. Очистка углеводородных газов от сернистых соединений Н28, ЯБН и 802 сорбентами на основе железомарганцевых композиций // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2008. – № 3. – С. 54-57.
7. http://ec.europa.eu/environment/ozone/pdf/
8. http://home.shirazu.ac.ir/~motor/ngvl
9. http://www.npniit.ru/publ/2-l-0-37
10. https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyezhidkofaznye-metody-seroochistki-gazovogo-syrya/viewer

SLM-ТЕХНОЛОГИЯ: АНАЛИЗ ОПОРНЫХ СТРУКТУР ИЗДЕЛИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАТЕРИАЛА

Кравец Данила Владимирович
студент,
кафедра инженерной графики,
Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет),
РФ, г. Москва
E-mail: Danilakravets@yandex.ru

SLM-TECHNOLOGY: ANALYSIS OF PRODUCT SUPPORT STRUCTURES DEPENDING ON MATERIAL

Danila Kravets
student,
Department of Engineering Graphics,
Moscow Aviation Institute
(National Research University),
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Цель исследования – составление классификации опорных структур изделий аддитивного производства (SLM-технологии) в зависимости от применяемого для 3D-печати материала на основе анализа англоязычных литературных источников. В статье рассмотрены опорные конструкции различных типов (блочные, конические, решетчатые, сетчатые, трубные и опоры типа Y, «IY») для следующих материалов: нержавеющая сталь 316L, титановый сплав Ti-6Al-4V, алюминиевый сплав AlSi10Mg. Наиболее распространенными и универсальными являются блочные опоры, они хорошо подходят для всех трех типов рассмотренных материалов.

ABSTRACT

The purpose of this work was to consider the support structures of products depending on the material based on the analysis of English-language literary sources. The article discusses various support structures (block, conical, lattice, web, pipes and supports of type Y, "IY"), depending on the following materials: stainless steel 316L, titanium alloy Ti-6Al-4V, aluminum alloy AlSi10Mg. Based on the analyzed

literature, a table was compiled – the classification of support structures depending on the material. The most common and versatile are block supports, which work well for all three types of materials reviewed.

Ключевые слова: SLM-технология; Опорные структуры; нержавеющая сталь 316L; титановый сплав Ti-6Al-4V; алюминиевый сплав AlSi10Mg.

Keywords: SLM-technology; Support structures; stainless steel 316L; titanium alloy Ti-6Al-4V; aluminum alloy AlSi10Mg.

Технология селективного лазерного сплавления (Selective laser melting, далее – SLM-технология) требует опорных структур, которые обеспечивают теплопередачу и структурную поддержку во время изготовления и при этом могут быть легко удалены из готового изделия. Несмотря на важность поддерживающих структур существует очень мало количественных данных, чтобы охарактеризовать их поведение. В процессе SLM используются различные опорные конструкции, такие как конические, блочные, древовидные или опоры в виде сетки, со своими преимуществами. Наиболее подходящую опорную конструкцию следует выбирать в соответствии с материалом и геометрией детали на этапе проектирования.

Нержавеющая сталь (316L)

Порошок нержавеющей стали широко используется в индустрии аддитивного производства из-за его высокой прочности, отличной коррозионной стойкости и хороших механических свойств.

В работе [1] описан анализ двух групп образцов из нержавеющей стали 316L, изготовленных по технологии SLM: одна группа с коническими опорами, а другая – с блочными опорами. Конструкции опоры конуса и опоры блока различны, и аналогичная прочность опоры может быть получена за счет использования различной плотности и параметров печати. Чтобы избежать накопления энергии и концентрации напряжений в каждом новом слое в процессе печати, для опорных конструкций конуса и блока применены

различные стратегии сканирования. Результаты исследования показали, что конические опорные конструкции не такие жесткие, как блочные опорные конструкции. Даже если блочные могут вызывать локальный сдвиг, они достаточно прочные, чтобы предотвратить обрушение из-за их структурной жесткости.

Одним из больших преимуществ аддитивного производства является формирование решетки структур, которые могут заменить твердый материал внутри корпуса и тем самым снизить общий вес и расход материала. Решетчатые конструкции также могут использоваться в качестве поддержки. Форм, размеров и возможностей изготовления конструкций много. В работе [2] исследованы решетчатые опорные конструкции с разным диаметром соединительных элементов, где в качестве материала использована нержавеющая сталь 316L. Наиболее подходящей структурой с точки зрения израсходованного материала является структура Tetragon Vertex диаметром 0,7 мм, представляющая собой четырехугольник, в котором стержни от центра указывают на углы правильного тетраэдра и образуют угол 109°.

В исследовании [3] изучены Y-образные, перевернутые Y-образные (IY) и трубные опорные конструкции, изготовленные с помощью технологии SLM из нержавеющей стали 316L. Производство Y-образных опорных конструкций остановлено из-за тепловых деформаций, которые связаны с неравномерным отводом тепла, вызывающим различную усадку на одном и том же слое. Опорные конструкции «IY» превосходили опорные конструкции «Y» и трубные, создавая относительно выровненную поверхность малыми точками контакта выступа с опорой. Исследование показало, что опорная конструкция не должна поддерживать равномерную площадь горизонтального поперечного сечения и не должна состоять из регулярных структур (решетки).

Титановые сплавы (Ti6Al4V)

Используя технологии аддитивного производства (AM), такие как селективное лазерное плавление на основе порошкового слоя, можно реализовать

новые бионические конструкции для аэрокосмических компонентов Ti6Al4V, что значительно снизит вес.

В работе [4] рассмотрены различные опорные конструкции Ti6Al4V: блочные, трубные и волнистые. Волнистые опорные конструкции являются прочными и жесткими опорными конструкциями, используемыми для создания прочной опоры на критических свесах, но точки зрения постобработки легче обработать блочные и трубные, чем волнистые, что связано различной объемной долей материала.

В работе [5] рассмотрены несколько типов опорных структур для Ti-6A-14V. Первый тип поддержек достигнут с помощью программного обеспечения Magics® Materialize: сетчатые (web) и блочные опорные структуры. Второй тип опор – это решетчатые конструкции (диагональная и октетно-ферменная). Регулируя топологию и диаметр балки, можно контролировать и численно реализовывать относительную жесткость и относительную плотность глобальной структуры. Результаты исследования показали, что структуры решеток хотя и менее жесткие, чем структура блоков, но позволяют регулировать механическое поведение общей заготовки при динамическом запросе операции фрезерования.

Алюминиевые сплавы(AlSi10Mg)

Алюминиевые сплавы привлекают повышенное внимание исследователей с точки зрения аддитивного производства, поскольку предоставляют технические и экономические возможности, включая хорошее соотношение прочности к весу и стоимости к прочности, высокую теплопроводность и отличную коррозионную стойкость. AlSi10Mg – часто используемый сплав в технологии SLM, одним из больших преимуществ является простота обработки.

В работе [6] исследованы блочные опоры, изготовленные из алюминиевого сплава AlSi10Mg. В ходе исследования выявлено, что деформация изготовленной геометрии может происходить во время SLM-процесса, когда поддерживающая структура «отслаивается» от рабочей плиты из-за остаточных напряжений, возникающих во время охлаждения. Очень короткие опорные конструкции значительно прочнее, чем более высокие конструкции, из-за более коротких

опорных конструкций, имеющих большую минимальную площадь поперечного сечения. Увеличенное расстояние между опорами, а также увеличенная высота опоры приводят к большему сопротивлению теплопроводности и увеличению пиковой температуры во время изготовления. Это численно наблюдаемое явление для алюминиевых сплавов можно переоценить для материалов с более низкой проводимостью, таких как титан.

В исследовании [7] изучены конические опоры различных размеров для выступающих конструкций из AlSi10Mg. Для создания нависающих конструкций, чтобы изучить влияние опоры на качество сборки, использовались как толстые, так и тонкие конические опоры. Основное различие между двумя типами опоры заключается в том, что опора с тонким основанием предлагает больше контактных площадей по сравнению со толстой опорой. Деформация, заметная для всех деталей, построенных с толстыми опорными конструкциями, заметно увеличилась при увеличении номинального диаметра нависающей конструкции. Напротив, полнокруглые конструкции, построенные с тонкой базовой опорой, не имели дефектов деформации, даже когда номинальный диаметр был увеличен. Результаты исследования демонстрируют влияние опорных конструкций на технологичность и механические свойства навесных конструкций из AlSi10Mg, производимых по технологии SLM.

На основе рассмотренной литературы составлена таблица 1 – классификация опорных структур в зависимости от материала.

Таблица 1.

Классификация опорных структур в зависимости от материала

Материал	Тип поддержек
Нержавеющая сталь (316L)	Блочные, конические, решетчатые, опорная конструкция «IY», Y-образные, трубные
Титановый сплав (Ti-6Al-4V)	Блочные, трубные сетчатые, решетчатые, волнообразные
Алюминиевый сплав (AlSi10Mg)	Блочные, конические

Из таблицы 1 следует, что чаще всего в SLM используются конические и блочные опоры, которые в основном не зависят от типа материала. От свойств материала зависят параметры 3D-печати поддерживающих структур.

Выводы

Для нержавеющей стали больше подходят блочные опоры, так как конические опорные конструкции не такие жесткие, как блочные. Даже если блочные могут вызывать локальный сдвиг, они достаточно прочные, чтобы предотвратить обрушение из-за их структурной жесткости. Из решетчатых структур наиболее подходящей структурой является структура Tetragon Vertex. Опорные конструкции «IY» превосходят конструкции типа «Y» и трубные, так как демонстрирует хорошую практичность с точки зрения минимального свеса опорных точек и максимального пространства между ними. Y-образные не подходят для печати в связи с неравномерным отводом тепла.

Для титановых сплавов, в частности для Ti6Al4V, с точки зрения постобработки больше подходят блочные и трубные, нежели волнистые, так как у первых объема материала меньше. Структуры решеток, хотя и менее жесткие, чем структура блоков, позволяют регулировать механическое поведение общей заготовки при динамическом запросе операции фрезерования.

Блочные и конические опоры являются наиболее распространенными и универсальными и для алюминиевых сплавов(AlSi10Mg). Очень короткие блочные опорные конструкции значительно прочнее, чем более высокие конструкции. Увеличенное расстояние между блочными опорами, а также увеличенная высота опоры приводят к большему сопротивлению теплопроводности и увеличению пиковой температуры во время изготовления. Что касается конических опорных конструкций, то конструкции, построенные с тонкой конической опорой, практически не имеют дефектов деформации, чем построенные с толстой.

Таким образом, при изготовлении металлических деталей следует тщательно учитывать выбор подходящих опорных конструкций, чтобы гарантировать

структурную целостность и геометрическую точность, в то же время ограничивая операцию постобработки, связанную с удалением этих структур.

Список литературы:

1. Qiqiang Cao, Yuchao Bai, Jiong Zhang, Zhuoqi Shi, Jerry Ying Hsi Fuh, Hao Wang. Removability of 316L stainless steel cone and block support structures fabricated by Selective Laser Melting (SLM) // Materials & Design. – 2020, Vol. 191. 16 p.
2. Jiří Hajnyš, Marek Pagáč, Tomáš Zláma, Jana Petrů, Lukáš Kousal. Stiffness of 316L stainless steel support structures proposed for the SLM process. // MATEC Web of Conferences. – 2018, Vol. 244. 8 p.
3. M.X. Gan, C.H. Wong. Practical support structures for selective laser melting. // Journal of Materials Processing Technology. – 2016, Vol. 238. P. 474-484.
4. Wolfgang Hintze, Robert von Wenserski, Sebastian Junghans, Carsten Möller. Finish machining of Ti6Al4V SLM components under consideration of thin walls and support structure removal. // Procedia Manufacturing. – 2020, Vol. 48. P. 485–491.
5. P. Didier, G. Le Coz, G. Robin, P. Lohmuller, B. Piotrowski, A. Moufki1, P. Laheurte. Consideration of SLM additive manufacturing supports on the stability of flexible structures in finish milling. // Journal of Manufacturing Processes. 2021, 15 p.
6. Peter Nils Johannes Lindeckea, Heiko Blunka, Jan Philip Wenzla, Mauritz Möllera, Claus Emmelmann. Optimization of support structures for the laser additive manufacturing of TiAl6V4 parts. // Procedia CIRP. – 2018, Vol. 74. P. 53–58.
7. Quanquan Han, Heng Gu, Shwe Soe, Rossi Setchi, Franck Lacan, Jacob Hill. Manufacturability of AlSi10Mg overhang structures fabricated by laser powder bed fusion. // Materials & Design. – 2018, Vol. 160, P. 1080-1095

СЕКЦИЯ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

АЛГОРИТМ ПРОЕКТНОГО РАСЧЁТА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЭКРАНИРОВАННЫМИ ПОЛЮСАМИ

Амиров Владислав Вадимович
студент,
кафедра Автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург
E-mail: mrvn350@gmail.com

Падеев Александр Сергеевич
научный руководитель, канд. тех. наук, доц.,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург

ALGORITHM OF DESIGN CALCULATION OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR WITH SHIELDED POLES

Vladislav Amirov
student,
Department of Automated Electric Drive,
Electromechanics and Electrical Engineering,
Orenburg State University,
Russia, Orenburg

Alexander Padeev
scientific adviser,
Candidate of Sciences in Technology,
associate professor,
Orenburg State University,
Russia, Orenbur

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является создание алгоритма проектного расчёта асинхронного двигателя с экранированными полюсами.

ABSTRACT

The purpose of this work is to create an algorithm for the design calculation of an induction motor with shaded poles.

Ключевые слова: асинхронный двигатель; экранированные полюса, алгоритм.

Keywords: asynchronous motor; shielded poles, algorithm.

Создание программного обеспечения является очень кропотливым и тяжёлым процессом, включающим в себя: проработку теории, создание блок схемы, выбор языка программирования, реализация выбранной методики расчёта и преобразование её в программный продукт. Перед началом программирования должен быть составлен алгоритм проектного расчёта, который будет включать все этапы проектирования асинхронного двигателя.

При составлении блок-схемы необходимо воспользоваться [1]. Методика расчёта двигателя с экранированными полюсами берётся из [2].

В данной статье будет показан краткий проектный алгоритм, включающий в себя основные этапы проектирования, так как в реальном программном обеспечении создание полного алгоритма заняло бы десятки страниц.

Исходные данные для каждого этапа вводятся в соответствующие блоки (рисунок 1). Блоки для расчёта выглядят иначе (рисунок 2).

Входными данными для блоков изображённых на (рисунке 1) являются:

- для этапа 0: полезная мощность – P2; число полюсов статора – 2p; напряжение питающей сети – U1; частота питающей сети – f1; коэффициент полезного действия.
- для этапа 1: произведение КПД и коэффициента мощности – $\eta \cdot \cos\varphi_1$; отношение ЭДС обмотки статора к напряжению питающей сети – ξ; коэффициент полюсного перекрытия – α; амплитуда индукции в воздушном зазоре – B_δ; средняя линейная нагрузка статора – AS; отношение расчетной длины lo пакета статора к диаметру его расточки – ξ.

• для этапа 2: плотность тока в главной обмотке статора – $j_1^{`}$; сечение элементарного проводника – $q_{эл}$; диаметр неизолированного провода – d; диаметр изолированного провода – $d_{из}$; число проводников – $n_{эл}$; коэффициент заполнения пакета сталью – k_c; коэффициент магнитного рассеяния главной обмотки статора – σ; индукция в сердечнике полюса – $B_{пл}$; коэффициент, учитывающий возможные неточности намотки рядов обмоточного провода в катушке – f_0; индукция в сердечнике статора – B_c.

• для этапа 3: величина воздушного зазора – δ.

• для этапа 4: число пазов ротора – z_2; число фаз обмотки статора – m1; отношение магнитодвижущих сил обмоток ротора и статора в асинхронных двигателях мощностью менее 600 Вт – k; обмоточный коэффициент главной обмотки статора – k_{w1}; плотность тока в стержне ротора – $J_{ст}$; плотность тока в кольце ротора – $J_{кл}$; размеры шлицевой части паза – $b_{ш2}$ и $h_{ш2}$.

• для этапа 5: напряженность магнитного поля в полюсе статора – $H_{пл}$; напряженность магнитного поля в сердечнике статора – H_c; напряженность магнитного поля в зубцах ротора – $H_{з.р}$; напряженность магнитного поля в сердечнике ротора – H_p.

• для этапа 6 – удельная электрическая проводимость материала обмотки статора, стержней и колец – γ; температурный коэффициент – α_t; коэффициент сцепления потока рассеяния с главной обмоткой статора – γ_s.

• для этапа 7 – удельные потери в стали – β_c; коэффициент трения в подшипниках – k_m.

• для этапа 9 – коэффициент, учитывающий добавочные потери в электродвигателе – ζ_o.

На рисунке 3 представлена блок-схема расчёта асинхронного двигателя с экранированными полюсами. Данный алгоритм включает в себя 9 этапов, проверку выбора текущей вкладки, ввод исходных данных перед каждым

этапом расчёта, проверку ввода данных в текстовые поля. Этап 8 представляет собой построение пусковых характеристик, этап 9 – построение графика ϕ1 = f (s) по которому находиться номинальный коэффициент мощности.

Рисунок 1. Блок ввода данных

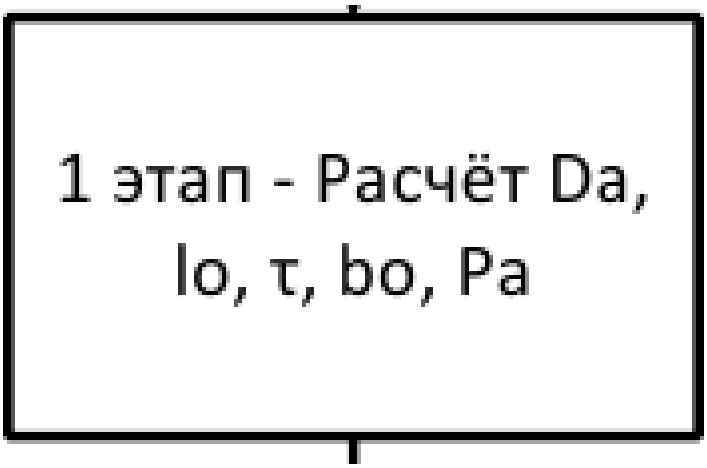


Рисунок 2. Блок для расчёта

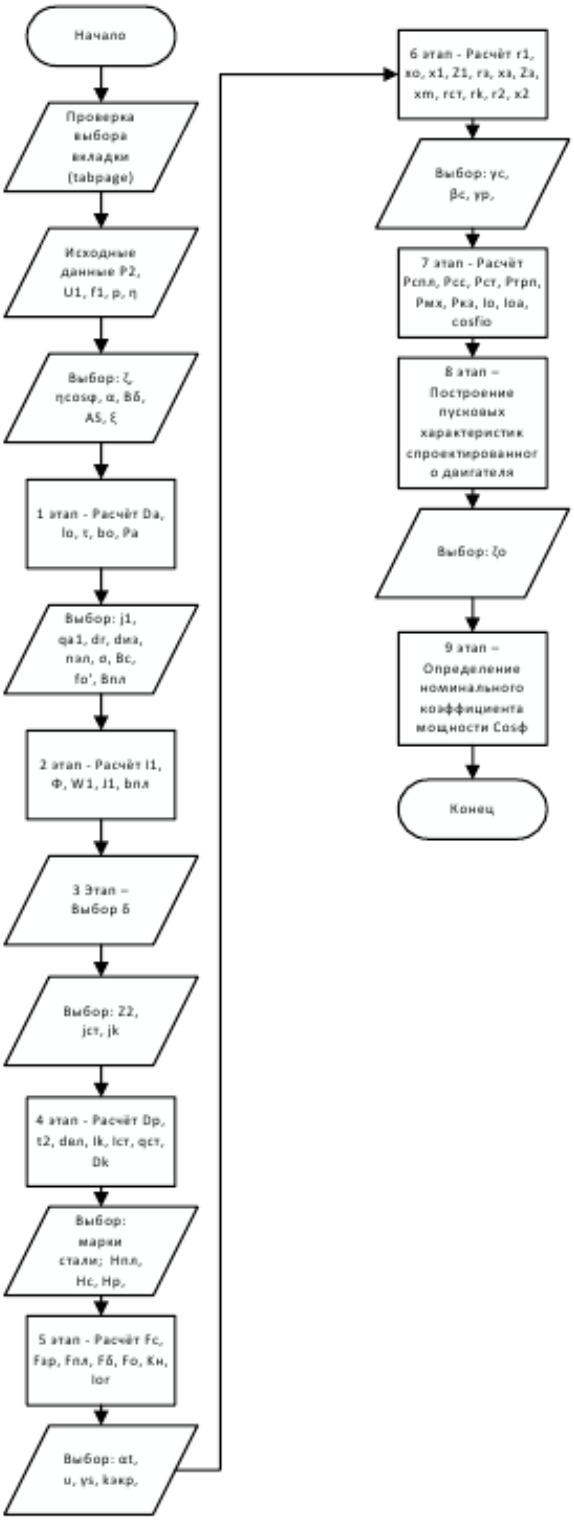


Рисунок 3. Алгоритм проектного расчёта асинхронного двигателя с экранированными полюсами

В данной статье показан алгоритм проектного расчёта асинхронного двигателя с экранированными полюсами, который может быть использован для создания прикладной программы.

Список литературы:

1. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – С. 158.
2. Падеев, А.С. Расчет асинхронного двигателя с экранированными полюсами: учебное пособие/ А.С. Падеев, Д.В. Сурков, И.И. Ямансарин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 100 с.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ МАШИН

Амиров Владислав Вадимович
студент,
кафедра Автоматизированного электропривода,
электромеханики и электротехники,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург
E-mail: mrvn350@gmail.com

Падеев Александр Сергеевич
научный руководитель, канд. тех. наук, доц.,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург

GENERAL INFORMATION ABOUT THE AUTOMATED DESIGN OF ASYNCHRONOUS MACHINES

Vladislav Amirov
student,
Department of Automated Electric Drive,
Electromechanics and Electrical Engineering,
Orenburg State University,
Russia, Orenburg

Alexander Padeev
scientific adviser,
Candidate of Sciences in Technology,
associate professor,
Orenburg State University,
Russia, Orenbur

АННОТАЦИЯ

Статья рассказывает о системах автоматизированного проектирования асинхронных машин, методах, применяемых в этих системах, а также достоинствах и недостатках данных систем.

ABSTRACT

The article talks about computer-aided design systems for asynchronous machines, the methods used in these systems, as well as the advantages and disadvantages of these systems.

Ключевые слова: асинхронный двигатель; экранированные полюса, метод конечных элементов.

Keywords: asynchronous motor; shielded poles, finite element method.

Рост промышленного производства повлиял на повышение требований, которые предъявляются к современным технологиям. Благодаря этому прослеживается повышенная динамика развития компьютерных средств автоматизации проектирования и производства электрических машин.

Всё это обусловлено стремлением повысить и улучшить техническое производство, оборудование, работающее на этом производстве, повышению качества выпускаемой продукции, росту производительности труда.

В настоящее время однофазные асинхронные двигатели малой мощности с экранированными полюсами хорошо распространены как в быту, так и в промышленности. Однако исследованиям однофазных двигателей с экранированными полюсами уделено мало внимания, что видно по количеству выпущенной литературы. И совсем не уделено внимание созданию программного обеспечения в области проектирования однофазных машин.

Также не уделено внимание вопросу создания математической модели в системе Matlab. В известной литературе по Matlab уделяется внимание только проектированию классических электрических машин таких как: трёхфазные асинхронные двигатели, машины постоянного тока, синхронные машины и трансформаторы.

Основой для создания программа расчёта асинхронного двигателя с экранированными полюсами будет [1]. Однако в ней есть существенный

недостаток, а именно: отсутствие теплового расчёта асинхронных двигателей с экранированными полюсами. Тепловой расчёт и оценка тепловой нагрузки будет выполнятся по [2]. Так как задачей впускной квалификационной работы стоит создание программного обеспечения, то работы по оптимизации конструктивных параметров и созданию на их основе математической модели как в [4] не будет выполнятся. Также в данной работе не буду рассматриваться вопросы различного вида нессиметрии [5] и расчёт оптимальной формы магнитного поля в воздушном зазоре и поиска оптимальной геометрии листов статора [6].

В настоящее время существует ряд программ для расчёта и проектирования магнитных полей различной степени точности и доступности. Например: Finite Element Method Magnetics (бесплатная), ELCUT, Ansys maxwell (модуль RMxprt).

Программа Finite Element Method Magnetics (магнитные расчеты способом конечных элементов, сокращенно FEMM) позволяет выполнять на компьютерах расчет плоскомеридианных (несимметричных) и плоскопараллельных стационарных/квазистационарных магнитных, и стационарных электростатических полей. Программа даёт возможность определять цепные и полевые параметры и строить картины. Преимуществами данного ПО также является лёгкость освоения.

ANSYS Maxwell – это современный, высокопроизводительный программный комплекс, дающий возможность моделирования как двумерных, так и трехмерных электромагнитных полей, применяемый для анализа электрических машин и других электромеханических и электрических механизмов различного применения и назначения. Ядром ANSYS Maxwell – является метод конечных элементов, задача которого состоит в нахождении единственного распределения электромагнитного поля в конкретной расчётной точке при заданных условиях. Редактор шаблонов машин RMxprt позволяет производить многочисленные машинно-ориентированные, основанные на

шаблоне интерфейсы. С помощью данного модуля можно смоделировать следующие типы: различные виды электрических машин, а также машины с различным возбуждением, универсальные коллекторные двигатели, бесщеточные двигатели постоянного тока, двигатели и генераторы с регулируемой частотой вращения ротора, вентильно-индукторные двигатели, генераторы с когтеобразными роторами, машины аксиального типа) [7].

ELCUT – это программа позволяющая выполнять анализ и моделирование МКЭ (методом конечных элементов). Численный анализ и моделирование, применяемое в производстве, даёт возможность избегать дорогих и долгих натурных испытаний, ускоряет, добовляет и иллюстрирует процесс разработки и проектирования, способствует развитию инженерной интуиции [8].

Все эти программы имеют ряд преимуществ и недостатков. Для выпуска электрических машин на заводе-изготовители таких программ будет недостаточно так как необходимо учитывать специфику выпускаемой продукции. Данные программы будут полезны в качестве дополнения к уже разработанному программному комплексу, описанному в следующей главе. Итогом работы программы будет спроектированный однофазный асинхронной двигатель с экранированными полюсами, параметры которого будут являться входными данными для ANSYS Maxwell.

ANSYS Maxwell поможет визуализировать данные, полученные при работе расчётной программы, и показаться пользователю возможные пути улучшения расчёта.

Список литературы:

1. Ермолин, Н.П. Электрические машины малой мощности: учеб. посо-бие для вузов / Н.П. Ермолин.- 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1967. – 504 с.
2. Лопухина, Е.М., Семенчуков, Г.А. Автоматизированное проектиро-вание электрических машин малой мощности. – М.: Высш. шк., 2002. – 511с.
3. Проектирование электрических машин: учеб. для вузов / под ред. И.П. Копылова.- 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 767 с.

4. Коробов, Г.В. Исследование асинхронных двигателей с экранированными полюсами с целью совершенствования конструкции: диссертация канд. техн. наук. Воронеж, 1998, 146 с.
5. Сентюрихин, Н.И. Разработка средств и методов улучшения технико-эксплуатационных показателей асинхронных двигателей с экранированными полюсами: диссертация канд. техн. наук. Москва, 1984, 261 с.
6. Чуев, С.Г. Разработка и исследование асинхронных двигателей с экранированными полосами бытового назначения: диссертация канд. техн. наук. Москва, 1984, 213 с.
7. https://cae-expert.ru/product/ansys-maxwell
8. Дубицкий С.Д., Поднос В.Г. ELCUT – инженерная система моделирования двумерных физических полей // CADmaster – 2001. – №1. – с.17-21.

СЕКЦИЯ

«ЭНЕРГЕТИКА»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУНКТА ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ЖИРОВИЧСКАЯ» РБ

Мойсейчик Игорь Иванович
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный
Университет имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

Кропочева Людмила Владимировна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный
Университет имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

Будущее любой нации, любого народа, любого государства приходит не само по себе – оно строится ежедневно и даже ежесекундно уже сейчас, в настоящем, миллионами рабочих рук, закладывающих фундамент для развития будущих поколений. От того, какими вырастут представители этих поколений, зависит не только наше общее «завтра»: нация, основу которой составляют умные, образованные и, что особенно важно, здоровые люди, способна совершать поистине невозможное, начиная от лечения считавшимися неизлечимыми болезней до межгалактических полётов. Человек ограничен лишь своей фантазией и недостаточным развитием технологий.

Не секрет, что большую часть своего учебного дня учащиеся проводят в своих учебных заведениях, находясь по 8-10 часов в аудиториях и учебных классах. Такой интенсивный труд (а учёба – это тяжёлый интеллектуальный труд), расходует большое количество внутренних ресурсов каждого растущего организма: быстро наступает усталость, потеря сил и снижение продуктивности учебного процесса. И этот процесс повторяется ежедневно, из года в год. С точки зрения физиологии, наиболее простой способ возобновить всю израсходованную

энергию – правильное и своевременное питание. Качественно приготовленная, вкусная и доступная еда вызывает аппетит и поднимает жизненный тонус.

Наше государство старается уделять максимум внимания процессу приготовления и приёма пищи учащимися во время обучения: на базе учебных заведений организуются столовые и буфеты, а при невозможности их устройства – привоз горячей пищи из столовых и ресторанов.

В данном проекте рассмотрен вопрос реконструкции и модернизации существующего пункта общественного питания, находящегося в Государственном учреждении образования «Жировичская».

В результате проведённого обследования с выездом на объект, получена информация о техническом состоянии существующих систем и оборудования, установленного в здании пищеблока, а также принято решение о проведении работ по замене существующих силовых и осветительных сетей, коммуникаций, технологического и вентиляционного оборудования. Полученные данные дают возможность говорить о 100 процентном износе. Это вывод косвенно подтверждается ещё и тем, что с момента своего строительства (70-е года прошлого века) на пищеблоке производились лишь текущие и планово-предупредительные ремонты, направленные на устранение возникающих в процессе эксплуатации поломок и неисправностей и поддержание оборудования в рабочем состоянии.

Сети освещения выполнены светильниками с люминесцентными лампами и лампами накаливания, что в комплексе с общим предельным состоянием самих светильников в виде помутнения и деформации рассеивателей и отражателей, не обеспечивает нормируемой освещённости в помещениях и, кроме того, приводит к перерасходу электрической энергии на освещение из-за их неэкономичности данных осветительных устройств. Сами сети освещения выполнены кабелями с алюминиевыми жилами, что не соответствует требованиям современных норм; состояние проводов и кабелей не позволяет их дальнейшее безопасное использование (сопротивление изоляции, измеренное мегометром, не достигает минимального порога в 500 Ом).

Состояние силовых сетей не выдерживает никакой критики: старение изоляции, местные повреждения на протяжённых участках в виде разрывов и заломов, хрупкость токоведущих жил. Всё это делает дальнейшую эксплуатацию силовых сетей небезопасной и требует немедленного устранения путём замены.

Вентиляционные системы находятся в неисправном состоянии, электровентиляторы не запускаются, что не позволяет создавать на рабочих местах персонала комфортные условия для работы путём регулирования воздухообменных процессов внутри помещений как в жаркое, так и в холодное время года.

Технологическое оборудование, представленное электрическими плитами, бойлерами, конвектоматами, миксерами, холодильными шкафами и т.п., в основной массе отслужило свой срок службы, определяемый заводом-изготовителем (в основном 8-10 лет). На данном оборудовании, выполненном по устаревшим технологиям, изношенном и частично неисправном, невозможно обеспечить требуемое качество и вкусовое разнообразие приготовленных блюд. Также к отрицательным моментам его дальнейшего использования можно отнести неэкономичность и отсутствие запасных частей, что делает ремонт затруднительным, а во многих случаях и невозможным.

Рассмотрев все вопросы, касающиеся возможности дальнейшей эксплуатации пункта питания ГУСО «Жировичская», самым оптимальным вариантом является проведение его реконструкции и модернизации.

Необходимо произвести полную замену осветительных сетей и осветительного оборудования: установить светодиодные светильники со степенью защиты, соответствующей категориям помещений; заменить все кабели сети освещения на трёхжильные с медными жилами; заменить аппараты управления и защиты линий освещения, установив их в новых, запираемых групповых щитах ЩО.

Существующее вентиляционное оборудование – демонтировать, заменив на современные приточно-вытяжные системы, автоматически поддерживающие необходимые параметры микроклимата в обслуживаемых помещениях.

В качестве альтернативной замены существующему технологическому оборудованию предусмотрена установка индукционных печей и пароконвектоматов, что позволит ускорить процесс приготовления пищи при минимальном потреблении электроэнергии на единицу продукции, повысит качество приготовленных блюд и улучшит их вкусовые характеристики. А установка современных холодильных и морозильных систем позволит сохранять свежесть продуктов намного дольше.

Замена силовых питающих кабелей позволит в обозримом будущем избежать ситуаций аварийного отключения электроснабжения объекта, повысит надёжность электроснабжения.

Правильность принятых в проекте решений подтверждается проведёнными расчётами и экономическим обоснованием: срок окупаемости проведённых мероприятий не превысит 7 лет. В итоге мы получим практически новый комплекс общественного питания, оборудованный самым современным оборудованием, отвечающий всем требованиям безопасности, действующим санитарным нормам и правилам. Удобство и возможности приготовления блюд для персонала и приёма пищи учащимися поднимутся на новый, качественно другой уровень. Здоровые дети – здоровая нация.

Список литературы:

1. Алиев И.И. Электротехнический справочник. М.: ИП РадиоСофт, 2010. – 384 с.
2. Киреева Э.А., Орлов В.В., Старкова Л.Н. Электроснабжение цехов промышленных предприятий. Москва. Энергетик, 2003 – 120с.
3. Мойсейчик И.И. Дипломный проект по теме «Разработка системы электроснабжения и освещения пункта общественного питания ГУО «Жировичский».

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АВТОНОМНОМ СОЛНЕЧНОМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

Скерсь Евгений Антонович
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно
E-mail: skers96@mail.ru

Кропочева Людмила Владимировна
Научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

Одним из самых простых приборов, способных хранить энергию, является аккумулятор. Аккумулятор – это многоразовый источник тока, который предназначен для накопления и хранения энергии. Его работа основана на обратимых окислительно-восстановительных реакциях, что дает возможность использовать батарею многократно. Для создания аккумуляторной батареи, несколько аккумуляторов соединяют в одну цепь.

Принцип работы

Независимо от типа, любой аккумулятор работает благодаря наличию разности напряжения между пластинами из металла, погруженными в электролит.

Химические процессы, происходящие в батарее, являются обратимыми, поэтому после ее разряжения, есть возможность при помощи заряда восстановить работоспособность. Во время заряда ток пропускают в противоположном направлении, которое будет при разряде аккумуляторной батареи.

Основной характеристикой является емкость, то есть величина заряда, которую полностью заряженная батарея может отдать при разряде до наименьшего допустимого значения.

В системах автономного солнечного электроснабжения могут использоваться различные виды аккумуляторных батарей. Их выбор зависит от стоимости

инженерного решения, наличия и функционала контроллера заряда, условий эксплуатации, назначения и других факторов.

Виды аккумуляторов для солнечных батарей

Все АКБ, представленные на рынке, можно разделить на 3 типа:

- свинцово-кислотные;
- щелочные;
- литий-ионные.

Свинцово-кислотные АКБ

По конструкции делятся на обслуживаемые (заливные) и необслуживаемые (герметизированные). Вторые в международной классификации обозначаются аббревиатурой SLA и содержат сернокислый электролит связанным в стекловолокне (AGM) или в виде геля. В сравнении с заливными имеют более высокие эксплуатационные характеристики и лучше приспособлены для использования в солнечной электроэнергетике.

Вне зависимости от применяемых технологий все свинцово-кислотные аккумуляторы в целом плохо переносят глубокий разряд, но способны постоянно подзаряжаться малыми токами.

Щелочные АКБ

В отличие от кислотных, щелочные аккумуляторы отлично справляются с глубоким разрядом и способны длительное время отдавать токи примерно на 1/10 емкости батареи. Более того, щелочные батареи настоятельно рекомендуется разряжать полностью, чтобы не возникал так называемый «эффект памяти», который снижает емкость АБ на величину «невыбранного» заряда.

В сравнении с кислотными, щелочные батареи имеют значительный – 20 лет и более – срок службы, выдают стабильное напряжение в процессе разряда, также бывают обслуживаемыми (заливными) и необслуживаемыми (герметизированными) и, кажется, просто созданы для солнечной энергетики. На самом деле нет, потому что не способны заряжаться слабыми токами, которые

генерируют солнечные панели. Слабый ток свободно течет через щелочной аккумулятор, не наполняя батарею. Поэтому увы, но удел щелочных батарей в автономных энергосистемах – служить «банкой» для дизель-генераторов, где этот тип накопителей просто незаменим.

Литий-ионные АКБ

Батареи такого типа имеют принципиально иную «химию», чем аккумуляторы для планшетов и ноутбуков, и используют литий-железно-фосфатную реакцию (LiFePo4). Они очень быстро заряжаются, могут отдавать до 80% заряда, не теряют емкости из-за неполной зарядки или долгого хранения в разряженном состоянии. Батареи выдерживают 3000 циклов, имеют срок службы до 20 лет. Самые дорогие из всех, но в сравнении с, например, кислотными, имеют вдвое большую емкость на единицу веса, то есть их понадобится вдвое меньше.

Характеристики и требования к аккумуляторам определяются исходя из особенностей работы самой солнечной электростанции.

Аккумуляторные батареи должны:

- быть рассчитаны на большое количество циклов заряда-разряда без существенной потери емкости;
- иметь низкий саморазряд;
- сохранять работоспособность при низких и высоких температурах.

Основные технические характеристики АКБ:

- емкость батареи;
- скорость полного заряда и допустимого разряда;
- условия и срок эксплуатации.

Рассмотрев все виды аккумуляторов для систем автономного солнечного электроснабжения, их основные технические характеристики и требования, становится понятно, что литий-ионные батареи являются наилучшим из вариантов.

Изучив все предложения по литий-ионным аккумуляторам доступные на рынке, были найдены 48-вольтовые системы хранения энергии TESVOLT.

Накопители TESVOLT — это профессиональные игибкие модульные решения для различных ситуаций. Доступны конфигурации любой ёмкости с шагом 4.8 кВ·ч для внутреннего и внешнего монтажа. Батареи TESVOLT могут работать как в автономных системах энергоснабжения, так и в сетевых. Данные системы обеспечивают бесперебойное питание частных домов, больниц и других объектов, сглаживают пики потребления, позволяют создать автономную сеть или увеличить собственное потребление от солнечной электростанции.

Технология

Каждый батарейный модуль TESVOLT содержит в себе 10 призматических литий-ионных ячеек Samsung SDI, использующих никель, марганец и кобальт в катоде (lithium NMC). Такие же ячейки применяются в электромобилях, так как обладают высокой плотностью энергии и многоуровневой системой безопасности.

Особенностью модулей TESVOLT является интеллектуальная система балансировки напряжения между ячейками, что дополнительно продлевает срок их службы и повышает надежность. Система хранения может заряжаться и отдавать энергию с высокой скоростью на постоянной основе. Система рассчитана на 8000 циклов, что гарантирует отличную экономическую эффективность.

Ячейки Samsung SDI не содержат экологически вредных тяжёлых металлов и могут быть полностью переработаны в компании TESVOLT по окончании срока службы без дополнительных затрат со стороны клиента.

Батарейные модули соединяются между собой параллельно, что сохраняет низкое напряжение при любом объёме хранилища. Такой подход делает всю систему очень гибкой и безопасной. В зависимости от ситуации, система хранения может работать как в однофазной сети (с одним батарейным инвертором), так и в трёхфазной (с тремя инверторами) [20, 21].

Стоимость данных систем хранения энергии выше, чем у многих других, однако они окупаются за счет большего срока службы. По сравнению с другими аккумуляторами эти имеют в 3-4 раза больше циклов заряда-разряда, при сохранении 70% от первоначальной ёмкости. Это значит, что система TESVOLT прослужит минимум в 3-4 раза дольше любой другой.

Расчет призматических литий-ионных ячеек Samsung SDI для батарейных модулей TESVOLT

Первым делом нужно задать величину глубины допустимого разряда АБ. Необходимо учитывать, что чем больше глубина разряда, тем быстрее АБ выйдут из строя. Рекомендуется допускать значение глубины разряда от 20 до 30%. Это значит, что можно использовать при этом 20–30% разряда от значения номинальной емкости АБ, т.е. принять коэффициент 0,2–0,3 в расчете и выборе АБ. Ни при каких обстоятельствах разряд батареи не должен превышать 80%.

В связи с тем, что призматические литий-ионные ячейки Samsung SDI могут выдержать 8 000 циклов, что в 3-4 раза больше, чем у других типов АБ, при сохранении 70% от первоначальной ёмкости, можно принять степень разряда ячеек в районе 50-60%. Принимаем коэффициент разряда АБ равным 0,6.

Определяем запас емкости:

$$I_{запаса}=I_{полн.}/0,6$$

$$I_{запаса}=65\ 023,8/0,6=108\ 373\ А•ч$$

Выбираем коэффициент из таблицы 1, который учитывает температуру окружающей среды в помещении, где установлены АБ. Обычно это средняя температура в зимнее время. Этот коэффициент учитывает уменьшение емкости АБ при понижении температуры.

Таблица 1

Температурный коэффициент для аккумуляторной батареи

Температура в градусах		Коэффициент
Фаренгейта	**Цельсия**	
80	26,7	1,00
70	21,2	1,04
60	15,6	1,11
50	10,0	1,19
40	4,4	1,30
30	–1,1	1,40
20	–6,7	1,59

В помещении с системами хранения энергии установлены системы кондиционирования воздуха, они поддерживают постоянную температуру воздуха на уровне 20°С. Исходя из метода линейной интерполяции, определяем коэффициент для аккумуляторной батареи 1,055.

Умножаем запас емкости на коэффициент и получаем общую требуемую емкость АБ.

$$I_{\text{общего запаса}}=108\ 373 \bullet 1{,}055=114\ 333{,}52\ \text{А}\bullet\text{ч}$$

Системы хранения энергии TESVOLT состоят из призматических литий-ионных ячеек Samsung SDI. Каждый комплект TESVOLT TS 50 [20, 21] содержит 10 литий-ионных ячеек. Напряжение каждой из ячеек 48 В, а емкость равна 94 А·ч, значит емкость всего модуля составит 940 А·ч.

Разделим значение требуемой емкости на номинальную емкость одного модуля. Округлим полученное значение до ближайшего большего целого.

$$N_1=I_{\text{общего запаса}}/I_{\text{емк. модуля}}$$

$$N_1=114\ 333{,}52/940=121{,}63\approx 122\ \text{шт.},$$

где N_1 – количество модулей, которые будут соединены параллельно.

Разделим номинальное напряжение постоянного тока системы на номинальное напряжение выбранной аккумуляторной батареи. Округлим полученное значение до ближайшего большего целого и получить значение последовательно соединенных батарей.

$$N_2=48/48=1 \text{ шт.},$$

где N_2 – количество модулей, которые будут соединены последовательно.

Таким образом определим общее количество модулей TESVOLT TS 50.

Список литературы:

1. Алиев И.И. Электротехнический справочник. М.: ИП РадиоСофт, 2010. – 384 с.
2. Кропочева Л.В, Комар В.Н., Иванова Е.А. Принципы формирования энергосистемы и перспективы ее развития: пособие. -Гродно: ГрГу,2015. -39 с.
3. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: справочник. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 255 с.

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

Таврель Адриан Сергеевич
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный
Университет имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно
E-mail: adriktavrel@mail.ru

Кропочева Людмила Владимировна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный
Университет имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

Подключение к внешней сети

На территорию, где ведется строительство загородного жилья, электроэнергия подается от районной подстанции, где напряжение тока составляет 10 кВ. На трансформаторной подстанции оно понижается до потребительского уровня (220 В или 380 В) и поступает к жилым домам по воздушным или кабельным линиям электропередачи.Согласно ТКП 385-2012 – Нормы проектирования электрических сетей внешнего снабжения напряжением 0,4 – 10 кВ сельскохозяйственного назначения от 10.07.2012 контроль использования и расхода электроэнергии в коттеджах должен осуществляться через выносной учет, то есть подключение дома делается от счетчика электрической энергии, расположенного на границе землевладения. Причина этого требования заключается в свободном доступе к электросчетчику и показаниям со стороны контролирующих служб, а так же в выявлении несанкционированного пользования электричеством на участке.

При подключениичастного дома кабелем, проложенным под землей, согласноПУЭ и СНиП,существуют следующие правила:

1. Укладка кабеля производится в траншею глубиной не менее семидесяти сантиметров.

2. Траншея должна выкапываться на расстоянии не менее 60 см от фундамента. Если имеется необходимость прокладки кабеля через фундамент, то потребуется использовать дополнительную трубу в нем.

3. При раскопке траншеи следует отступать нижеперечисленные расстояния от различных объектов:

- 75 см – кустарные насаждения;
- 100 см – канализация, водопровод;
- 200 см – деревья, газопровод.

4. Кабель должен быть бронированный и иметь соответствующую изоляционную защиту[4,6].

Рисунок 1. Подключение дома к внешней сети

Установка распределительного щита

Питающий кабель приходит в распределительный щиток. Можно использовать навесной или встроенный щит. Для помещений, стены которых выполнены из горючих материалов лучше применять навесные щиты. При этом сами щиты должны быть обязательно выполнены из несгораемых материалов. Для помещений, стены которых выполнены из несгораемых материалов можно применять щиты, изготовленные из сгораемых материалов.

Согласно пункту 7.1.28 ПУЭ распределительные щиты следует устанавливать в сухих помещениях, в местах удобных для обслуживания. Если данное помещение подвержено затоплению, то высота установки щита должна быть выше уровня затопления.

Расстояние от газовых, водопроводных труб должно быть не меньше 1 метра. При этом сами трубопроводы не должны иметь в данном помещении ответвлений, задвижек или фильтров. Исключение составляют только ответвления к отопительным регистрам помещения.

Пункт 7.1.29 ПУЭ запрещает установку распределительных щитов под санузлами, кухнями, банями и тому подобными помещениями. Допускается такая установка только при соответствующей гидроизоляции.

Согласно пункту 7.1.22 ПУЭ распределительный щит для частного дома может быть не один. Если имеются помещения, обособленные в хозяйственном отношении, то для них лучше организовать отдельный щит. Обычно его устанавливают в гараже или мастерской.

Монтаж внутренней электропроводки

В распределительном щите устанавливаются групповые автоматы, от которых электроэнергия поступает непосредственно к потребителям – светильникам, розеткам и другим электроприборам.

Проводка в частном доме может быть смонтирована открытым и скрытым способом. Открытую проводку чаще всего применяют в домах, изготовленных из сгораемых материалов. В этом случае достаточно использовать металлические

трубы, короба или гофру для прокладки кабеля. Пункт 7.1.39 ПУЭ ограничивает применение открытой проводки в местах приготовления пищи. Чтоб выполнить скрытую проводку согласно пункту 2.1.49 ПУЭ провод должен быть защищен со всех сторон слоем несгораемых материалов. При этом их толщина должна быть не менее 1 сантиметра. Пункт 7.1.40 ПУЭ требует применение в ваннах, саунах, душевых только скрытой проводки [4].

Монтаж наружной электропроводки

Для всех электротехнических изделий и светильников наружной(уличной) установки обязательно наличие соответствующей защиты, не ниже, чем IP44.

Довольно часто используют кабельную разводку под землей. Для защиты кабеля от механических повреждений в этом случае следует использовать трубы ПНД.

Для несгораемых фасадов зданий допускается выполнять открытый способ монтажа с использованием пластиковой гофры [4].

Требования к установке розеток и выключателей

Розетки в комнатах устанавливаются на высоте около30 сантиметров (но не выше 1 метра согласно ПУЭ) от поверхности пола. В детских желательно устанавливать розетки с защитными шторками. Шторки закрывают контакты розетки и открываются только при вставлении вилки в розетку. Выключатели устанавливаются на 80-90 сантиметрах от высоты пола и на расстоянии 10 сантиметров от дверного проема со стороны дверной ручки, что позволяет без проблем включить или выключить свет свободно опущенной вниз рукой. Допускается установка сдвоенных розеток, но при этом она считается одной розеткой.

В ванной комнате возможна установка только специальных розеток, для влажных помещений, с уровнем защиты не ниже IP44. Устанавливается такая розетка на расстоянии не меньше 60 сантиметров от ванны или двери душевой кабины. Для удобства пользования, не стоит монтировать розетки очень близко

к полу. Установка выключателей в ванной комнате не рекомендуется, поскольку электричество во влажной среде наиболее опасно.

Расположение розеток и выключателей на кухне зависит от удобства пользования, максимальной безопасности и защищенности от влаги. План прокладки электропроводки и размещения бытовой техники на кухне всегда составляется индивидуально, и обязательно учитывает общие требования электробезопасности:

- для электроплиты и духовки устанавливаются специальные силовые розетки, которые рассчитаны на максимальный ток и подсоединяются непосредственно в щите на отдельный автоматический выключатель;
- минимальное расстояние от розетки до газопровода должно составлять не менее 50 сантиметров;
- розетки для подключения кухонной бытовой техники располагаются в 10 сантиметрах от столешницы. В то же время розетки и блоки розеток не устанавливаются над варочными поверхностями или мойкой. Их располагают на расстоянии 25-30 сантиметров;
- розетки не размещают непосредственно за установленным прибором, а выносят в сторону, вверх или вниз. При этом, расстояние от установленного прибора до питающей его розетки должно быть не более 100 сантиметров;
- на кухне должно быть установлено не менее четырех розеток, а установленная на кухне сдвоенная розетка считается как две розетки [4].

Контур заземления

Контур заземляющего устройства представляет собой электроды, вкопанные в землю и соединенные между собой электродом – стержнем из металла или металлической полосой. Обычно заземляющий контур делают в форме треугольника или квадрата.

При устройстве заземления вертикальные заземлители должны закладываться на глубину 0,5 метра от уровня планировочной отметки земли и выступать от дна траншеи на 20 сантиметров. Расстояние между электродами

2,5-3 метра. Горизонтальные заземлители и соединительные полосы между вертикальными заземлителями укладывают в траншеи глубиной 0,6-0,7 метра от уровня планировочной отметки земли.

Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
2. ТКП 45-4.04-149-2009 Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь,2009. – 61 с.
3. ТКП 385-2012 (02230) Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4-10кВ сельскохозяйственного назначения. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2012. – 55 с.

ВНЕДРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ПУНКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Телеш Анастасия Александровна
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

Кропочева Людмила Владимировна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

Солнечная энергетика – направление альтернативной энергетики, которое основано на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.

Существуют четыре типа солнечных электростанций:

- автономные домашние станции, обеспечивающие электроэнергией домашние хозяйства и деревни, не подключенные к промышленной системе электроснабжения;
- автономные промышленные станции обеспечивают электроснабжение для широкого круга потребителей;
- местные сетевые станции обеспечивают электроэнергией конкретного, подключенного к сети, потребителя;
- промышленные сетевые станции обеспечивают электроэнергией поселки, города, заводы.

Солнечные сетевые электростанции привлекают своей простотой и низкой стоимостью. Основное достоинство – не требуют много места.

Сетевая электростанция представляет собой солнечный генератор без накопителя энергии. Основные элементы электростанций – солнечные панели, аккумулятор, инвертор заряда и инвертор.

В отличие от станций с накопителем возможности сетевых электростанций ограничены. Раз нет накопителя, значит, в отсутствии солнечного света она не способна генерировать энергию. Поэтому в темное время суток и когда не хватает мощности электростанции, электричество берется из сети.

Сетевые солнечные электростанции целесообразнее использовать на предприятиях, офисных зданиях, учебных заведениях, детских садах поскольку в этих учреждениях максимальное потребление электроэнергии происходит в светлое время суток.

Автономная солнечная станция как правило строится для электроснабжения, где нет по близости промышленной сети. Всю выработанную солнечную энергию она направляет на питание потребителей, а избытки запасает в аккумуляторных батареях. В темное время суток электроснабжение осуществляется от аккумуляторов (Рис.2).

Рисунок 2. Схема автономной солнечной электростанции

К недостаткам автономной станции следует отнести их высокую цену, за счёт аккумуляторных батарей и мощности инвертора.

В состав сетевой солнечной станции входят следующие элементы:

1. солнечные панели, которые вырабатывают электроэнергию под действием солнечного излучения постоянный ток;

2. сетевые инверторы, служащие для преобразования постоянного тока, в переменный;

3. двунаправленный счетчик, предназначенный для контроля производительности системы и продажи электроэнергии по "зеленому" тарифу;

4. опорные конструкции и крепления для размещения солнечных панелей;

5. 5.централизованная сеть;

6. 6.потребители электроэнергии.

Инвертор–специальное устройство, которое служит для преобразования постоянного тока, напряжением 12/24/48в, в переменный, используемое для питания устройств и освещения напряжением 220/380в.

Солнечные панели – устройства, которое принимает солнечную инсоляцию, и превращают их в постоянный электрический ток. Они отличаются по своей мощности и габаритам.

Выбор оборудования для солнечной станции

Вначале необходимо выбрать тип и мощность солнечных панелей. В рассматриваемом случае вся вырабатываемая энергия солнечными панелями будет уходить на нужды самой станции технического обслуживания автомобилей.

В данном случае для станции технического облуживания автомобилей будет использована монокристаллическая солнечная панель, так как у нее более высокий кпд по сравнению с другими панелями, небольшие, и длительный срок службы – более 25 лет. Более подходящими к установке являются солнечные панели марки sim350 perc (5bb) мощностью 350вт., технические характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики солнечных панелей SIM350 PERC (5BB)

Наименование параметров	Характеристика
Модель	SIM350 PERC (5BB)
Тип	Монокристаллический
Мощность	350 Ватт
Количество элементов, шт	72(6 x 12)

Продолжение таблицы 1.

Размер элементов, мм	156 x 156
Напряжение без нагрузки	45,09 В
Напряжение max мощности	37,58 В
Ток короткого замыкания	9,88 А
Рабочий ток	9,32 А
Эффективность модуля, %	17,85
Срок службы	не менее 25 лет
Материал рамки	черный анодированный алюминиевый сплав с усиленным профилем
Провода 0,9м с конекторами MC4	Есть
Рабочая температура	от -50°С до +85°С
Габариты (ДхШхВ)	1650x992x35 мм
Масса, кг	21,5

Для того чтобы установить связь с внешней сетью необходимо установить солнечный сетевой инвертор, который будет преобразовывать постоянный ток более низкого напряжения, приходящий с солнечных батарей в ток более высокого напряжения 220/380 В внешней сети. Для правильного выбора сетевого инвертора нужно обратить внимание на максимальную мощность инвертора и установленную мощность системы электроснабжения. Технические характеристики солнечного сетевого инвертора представлены в таблице 2.

У сетевого инвертора как правило имеются два встроенные контроллера MPPT – электронного устройства, которое отслеживает точку максимальной мощности. Благодаря контроллеру MPPT, солнечные панели вырабатывают максимально возможное количество электроэнергии. С выхода, встроенных в инвертор контроллеров, напряжение подается непосредственно на схему, преобразующую постоянное напряжение в трехфазное переменное 380 В.

Для защиты от грозовых перенапряжений между инвертором и сетью устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений и от воздействия коммутационных перенапряжений электроустановок.

Таблица 2.

Характеристики сетевого инвертора SOFAR 30000TL-G2

Наименование параметров	Характеристика
Модель	SOFAR 30000TL-G2
Тип устройства	Бестрансформаторный
Максимальная вых. мощность	30000 Вт
Число контроллеров MPP слежения	2
Число входов DC (для каждого MPPT)	2
Максимальный ток (для каждого MPPT контроллера)	48 А
Диапазон выходного напряжения	220/380В
Макс. входное напряжение	1100В
Номинальная частота	50Гц / 60Гц
Защитные функции	IntegratedPlantControl, Перенапряжение, Превышение тока, Превышение температуры, Ток утечки (УЗО),
Стандартный режим связи	Wi-Fi, GPRS (опция), Bluetooth
Хранение рабочих данных	25 лет
Температура	-25°C ~ +60°C
Размеры (ДхШхВ)	661x682x264
Вес	37 кг

При внедрении солнечной электростанции станция технического обслуживания автомобилей может выдавать излишки электроэнергии в сеть и продавать их по завышенному тарифу. Из этого следует, что станция технического обслуживания автомобилей не только экономит, но и зарабатывает на излишках электроэнергии.

Список литературы:

1. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Инфра-Инженерия, 2016. – 416 с.
2. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий – М.: КноРус,2013.368 с.

ПОТЕНЦИАЛ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ТОРМОЖЕНИЯ

Узельдингер Константин Сергеевич
студент,
Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),
РФ, г. Красноярск
E-mail: tanya.sosedova.95@mail.ru

Колмаков Виталий Олегович
научный руководитель, канд. техн. наук,
Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),
РФ, г. Красноярск

АННОТАЦИЯ

Проблема пиковой мощности в железнодорожных системах, электрифицированных постоянным током, в основном вызвана потребностью в электроэнергии поездов во время разгона. Если эта мощность будет уменьшена, пиковая мощность подстанции будет значительно уменьшена. Однако, в настоящее время недостаточно в научных публикациях представлена эффективность именно рекуперации как меры снижения расходов энергии на электротранспорте. Вопрос оценки потребляемой и рекуперируемой электроэнергии без установки емкостного накопителя, а также при его установке на выходе тяговой подстанции или на борту электрифицированного городского транспорта является актуальным и недостаточно изученным.

В данной статье рассмотрен потенциал оптимизации процессов энергосбережения на электрифицированной железной дороге постоянного тока с использованием энергии рекуперации.

Ключевые слова: рекуперация, торможение, энергоэффективность, методика оценки.

В последнее время спрос на общественный транспорт стремительно возрос во всем мире. Энергоэффективность и управление, несомненно, являются большими проблемами в железнодорожных системах. В системах электрической тяги рекуперация энергии торможения значительно повышает энергоэффективность [2, с.309-311].А.А. Сулим отмечает, что «применение рекуперативного торможения и емкостных накопителей электроэнергии позволит значительно сократить количество потребляемой электроэнергии на электрифицированном городском транспорте» [3, с.105-112].

Специалисты неоднократно в своих публикациях обращались к теме энергосбережения в подразделениях железной дороги. В.О. Колмаков в своем диссертационном исследовании ввел схемотехнику обеспечения качества электрической энергии в сетях с нелинейными массовыми электроприемниками [5]. Специалист обращает внимание на значительные инвестиционные проблемы, с которыми сталкиваются специалисты при модернизации энергооборудования. Другим проблемным вопросом специалисты называют вопрос качества электроэнергии [6, с.47-49].

Рекуперативное торможение, также известное как торможение с обратной связью, преобразует кинетическую энергию в тепло в форме трения. Рекуперативное торможение преобразует кинетическую энергию в тепло во время торможения и сохраняет ее вместо того, чтобы превращать в бесполезное тепло.

Рекуперативное торможение относится к преобразованию кинетической энергии транспортного средства в другие формы накопления энергии с помощью различных устройств преобразования энергии, таких как инверторы, подключенные к ведущему колесу или ведущему валу, при условии обеспечения эффективности торможения транспортного средства. Затем энергия высвобождается при запуске или ускорении автомобиля, чтобы увеличить движущую силу на ведущих колесах или валах или, таким образом, увеличить

дальность движения. В настоящее время накопителем энергии, обычно используемым в гибридных электромобилях, обычно является аккумулятор, поэтому общая система рекуперативного торможения заключается в преобразовании механической энергии на ведущем колесе (валу) в электрическую энергию через устройство преобразования энергии и хранении ее в аккумуляторе.

В настоящее время существует два вида системы рекуперативного торможения:

- первый заключается в добавлении электромагнитного клапана в традиционную тормозную систему для реализации функции рекуперативного торможения. В настоящее время многие энергосберегающие и новые энергетические транспортные средства модифицируются на основе традиционных транспортных средств. Преимущество этого метода заключается в том, что рекуперативное торможение может быть реализовано только путем модификации традиционной тормозной системы. Однако из-за структурных ограничений традиционной тормозной системы этот метод модификации имеет определенные ограничения на технологию рекуперативного торможения, которая не может полностью координировать усилие электрического механизма и механическое тормозное усилие и не может достичь оптимального эффекта энергосбережения;
- второй метод заключается в применении нового типа электронной управляющей тормозной системы, основанной на электронной управляющей тормозной системе для достижения рекуперативного торможения.

Специалисты, рассматривая возможности экономии электроэнергии на железнодорожном транспорте предлагают процессы моделирования режимов рекуперации энергии торможения. Так, Е.А. Спиридонов в своей публикации предлагает результаты проведенной оценки эффективности рекуперативного торможения и эффективности рекуперации [2, с.309-311].

Специалисты, обращаясь к этой теме, предлагают методический инструментарий, связанный с оценкой эффективности использования энергии рекуперации [4, с.60-70].В.Т. Черемисин предлагает методы оценки энергетической эффектив-

ности рекуперации. На основе проведенных им экспериментальных исследований автору удалось обосновать использование метода имитационного моделирования как способа оценки потенциала рекуперативного торможения. Методика Черемисина В.Т. является поэтапной.

В зависимости от цикла вождения и стратегии управления экономия энергии может быть достигнута примерно от 8% до 25% от общей энергии, потребляемой транспортным средством [1, с.21-25].

Система эксплуатации железнодорожного транспорта характеризуется частым ускорением и торможением поездов, что увеличивает потенциал рекуперации энергии торможения. Целями управления энергией рекуперативного торможения являются:

- повышение энергоэффективности,
- снижение пиковой мощности подстанций,
- стабилизация напряжения сети.

Современная система энергосбережения предполагает использование согласованного алгоритма управления рекуперативным торможением с использованием систем автоматизации. Система автоматического управления рекуперативным торможением (САУРТ) рассматривается специалистами.

В заключение отметим, что технология электронного управления торможением полностью контролируется реальным тормозным усилием электрического сигнала, она может быть непосредственно применена к технологии рекуперативного торможения. В настоящее время требуются экспериментальные исследования структуры интегрированного алгоритма рекуперативного торможения и контроля устойчивости.

Список литературы:

1. Саблин О.И. Повышение эффективности рекуперации энергии в системе электротранспорта при ограниченном тяговом электропотреблении / О.И. Саблин // Энергетика и энергосбережение. – 2014. – № 6/1 (20). – С. 21-25

2. Спиридонов, Е.А. Оценка эффективности рекуперативного торможения на электрическом транспорте / Е.А. Спиридонов, Е.Г. Порсев // Инфраструктурные отрасли экономики : проблемы и перспективы развития : сборник материалов XVIII Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 12 мая – 06 2017 года. – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Центр развития научного сотрудничества", 2017. – С. 309-311
3. Сулим, А.А. Программное обеспечение для автоматизации расчетов электроэнергии рекуперации электрифицированного городского транспорта / А.А. Сулим, А.С. Сиора, П.А. Хозя // Електромеханічні І енергозберігаючі системи. – 2014. – № 4(28). – С. 105-112
4. Черемисин, В.Т. Методология оценки энергетической эффективности применения рекуперативного торможения и использования энергии рекуперации / В.Т. Черемисин, М.М. Никифоров, А.С. Вильгельм // Известия Транссиба. – 2016. – № 1(25). – С. 60-70
5. Электромагнитная совместимость и энергосберегающее оборудование. Колмаков В.О., Пантелеев В.И.Энергетик. 2012. №11. С. 47-49 – 7
6. Энергосберегающее оборудование и электромагнитная совместимость. Колмаков В.О., Колмакова Н.Р. В сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Труды XXII Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТИрГУПС. Ответственный редактор В.С. Ратушняк. 2018. С. 46-53 – 8

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Электронный сборник статей по материалам CII студенческой международной научно-практической конференции

№ 6 (101)
Июнь 2021 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.
E-mail: mail@sibac.info

16 +

СибАК

www.sibac.info