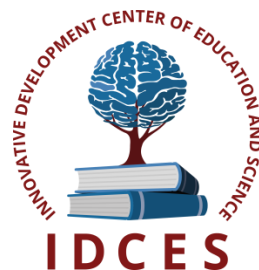


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Современный взгляд на проблемы технических наук
Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 сентября 2015г.)**

**г. Уфа
2015 г.**

Современный взгляд на проблемы технических наук/ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. . Уфа, 2015. 105 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Эдик Койрунович (г.Москва), доктор физико-математических наук, профессор Будагян Ирина Фадеевна (г.Москва), доктор технических наук, доцент Бунаков Павел Юрьевич (г.Коломна), кандидат технических наук Валеев Анвар Рашитович (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Лев Ильич (г.Саратов), доктор технических наук, старший научный сотрудник Галкин Александр Фёдорович (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г.Пенза), кандидат педагогических наук, доцент Давлеткиреева Лилия Зайнитдиновна (г.Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев Мирали Нуралиевич (г.Москва), доктор технических наук, профессор Денисов Валерий Николаевич (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г.Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов Максуд Жаббиевич (г.Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Рэм Петрович (г.Волгоград), кандидат технических наук Иванов Валерий Игоревич (г.Москва), кандидат технических наук Ключева Инна Викторовна (г.Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г.Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г.Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Юлия Анатольевна (г.Москва), кандидат технических наук Мостовой Антон Станиславович (г.Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Николай Иванович (г.Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин Владимир Валерьевич (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко Ольга Владимировна (г.Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Герман Васильевич (г.Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г.Волгоград), кандидат технических наук Решетняк Сергей Николаевич (г.Москва), инженер, аспирант Рычков Евгений Николаевич (г.Пуатье), кандидат химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г.Новочеркасск)

В сборнике научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Современный взгляд на проблемы технических наук», (г. Уфа) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	6
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ СОГЛАСОВАННОСТИ ДОКУМЕНТОВ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	
Андрианова Е.Е., Сабинин О.Ю.	6
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИММЕТРИЧНОГО АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ	
Суханов А.В., Артемова А.И.	8
ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПРИЁМАМИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИМИ ЭФФЕКТАМИ И ПАТЕНТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ	
Евдошенко О.И., Кравец А.Г.	11
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	
Северин П.А., Гольчевский Ю.В.	15
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....	17
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	18
ШЕРОХОВАТОСТЬ ОТВЕРСТИЙ ШПИНДЕЛЬНОЙ ОСИ В КОРПУСАХ КОРОБОК СКОРОСТЕЙ	
Лутьянов А.В.	18
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЯ КОКСОВОГО ГАЗА У КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В СЕТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ	
Агапитов Е.Б., Михайловский В.Н., Каблукова М.С., Дорофеев Б.А., Тихонов А.В.	20
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ПРОЖЕКТОРА	
Березин В.В., Акбиров З.Р., Фатхиева Р.А., Байгалиев Б.Е.	24
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	26
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО – АЛЮМИНИЙ	
Ковтунов А.И., Мямин С.В., Хохлов Ю.Ю.	26
МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В СЛУЧАЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ УСЛОВИЙ ИХ РАБОТЫ	
Гречин Е.Г., Зыкова В.К.	29
ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОГО УСИЛИЯ НА СЛАБУЮ СЛОИСТУЮ ГРУНТОВУЮ СРЕДУ ОТ ДЕЙСТВИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ НАГРУЗКИ	
Кравченко Т.И., Филатов В.В., Сорокин В.А., Вершинин О.Ю.	32
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	36
ВЫЯВЛЕНИЕ КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ И ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	
Мусаев С.Д., Майрансаев З.Р.	36
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДУГОВОГО ГЛУБИННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ	
Куберский С.В.	38

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)	43
THE PROBLEM OF SURPLUS OF FREIGHT CARS	
Панкратов И.Н., Сухов А.А.	43
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЁСНЫХ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 5	
РАЗДЕЛЬНО-АГРЕГАТНОЙ КОМПОНОВКИ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ,	
ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЯЮЩИХ СЦЕПНОЙ ВЕС	
Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С.	45

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)	47
ОСВОЕНИЕ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРАБЛЕЙ-АСТЕРОИДОВ	
Мезенцев Г.Н.	47
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СРЕДСТВ АЭРОДРОМНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ НА	
АЭРОДРОМАХ	
Косенко А.А., Наумов Р.Ю., Бобров Д.В.	54
ТРАНСПОРТНЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ. РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ НАВИГАЦИИ.	
Скуднева О.В.	57

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	61
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	
Майрансаев З.Р., Мусаев С.Д.	61
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ	
АРХИТЕКТУРЫ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ	
Базилевич А.М.	65

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	68
---	-----------

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	68
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ	
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	
Смертина Е.С., Бабайцева В.В.	68
РАЗРАБОТКА МАЛЬТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ	
«ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕГО ПИТАНИЯ» ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ	
Тусинов А.Г., Данильчук Ю.В., Суворов О.А.	71

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	73
---	-----------

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	74
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПО МГНОВЕННЫМ	
ЗНАЧЕНИЯМ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ, РАСПРЕДЕЛЕННЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ	
Мелентьев В.С., Муратова В.В., Таштабанов Б.Н.	74
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСИНХРОННОГО ЧАСТОТНО-	
РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В РАБОЧЕМ СОСТОЯНИИ	
Малацион А.С., Малацион Н.В.	77

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	79
ДВУХЗОННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЯВНОПОЛЮСНОГО СИНХРОННОГО	
ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
Шрейнер Р.Т., Медведев А.В., Поляков В.Н.	79
ОСОБЕННОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЛЕГКОГО	
САМОЛЕТА МВЕН-3 «МУРЕНА»	
Капустин Г.П., Новосельский В.Г., Федоров Е.Ю.	86
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО	
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Федоров Е.Ю., Шакирзянова Н.Ш., Хайруллина Г.С.	89

СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	92
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (АСУ БЭМ ОПО)	
Осипов В.А., Винтилов С.В., Акишев Д.А., Жолобов В.П.	92
АНАЛИЗ ДЕПРЕССИОННОЙ ВОРОНКИ СКВАЖИН АКВАТОРИИ ОЗЕРА СУГОЯК	
Парышева М.А.	94
ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ МЕРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЭНЕРГИИ	
Фаминская М.В.	97
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	101
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	101
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	102
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	102
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	102
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД	103

СЕКЦИЯ №1.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ СОГЛАСОВАННОСТИ ДОКУМЕНТОВ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Андрианова Е.Е., Сабинин О.Ю.

Санкт-петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В сфере образования на сегодняшний день остается много бумажной работы, которая отнимает у сотрудников много времени и сил. Одной из таких проблем является тот факт, что при разработке учебно-методических комплексов (УМК), преподавателю приходится создавать большое количество документов, которые должны подчиняться одним нормативным документам, а так же все документы должны быть согласованы между собой. Разработка УМК требует внимательного изучения нормативных документов. Инструменты интеллектуального анализа данных могут быть применены для упрощения этого процесса.

Под учебно-методическим комплексом понимается совокупность учебно-методической документации, средств контроля процесса обучения, средств обучения. УМК должен содержать информацию, которая является достаточной для изучения дисциплины и должен быть доступен всем желающим.

Учебно-методические комплексы включают в себя большое количество различных модулей (документов), таких как:

- учебные пособия;
- различные задачки;
- рабочую программу дисциплины и другие.
- план-график распределения учебного материала;
- методические указания для преподавателя к выполнению лабораторных работ;
- методические указания для студента к выполнению лабораторных работ;
- темы курсовых работ;
- темы рефератов;
- темы для самостоятельных заданий;
- вопросы к экзамену.

Существует ряд параметров, по которым эти документы должны быть согласованы. К таким параметрам относятся, например:

- наименование учебной дисциплины;
- код учебной дисциплины;
- направление (специальность) подготовки студентов;
- место дисциплины в системе дисциплин учебного плана;
- разделы дисциплины и виды занятий;
- содержание разделов дисциплины;
- объем дисциплины по видам занятий и формы контроля;
- курсовой проект, курсовая работа,(наличие в рамках дисциплины)
- рекомендуемая литература;
- материально-техническое обеспечение дисциплины;
- методические рекомендации по организации изучения дисциплины;
- сведения об авторах-разработчиках УМК.

Так же учебно-методические комплексы разрабатываются по каждой дисциплине, составляют основную образовательную программу (ООП), которая должна соответствовать федеральному государственному

образовательному стандарту (ФГОС). ФГОС это набор требований, которые должны быть учтены при разработке ООП. Тут возникают свои сложности, так как периодически ФГОС обновляется, вносятся корректировки. УМК всегда должен соответствовать самой последней версии государственного стандарта. Так же учитывая развитие науки, технических средств, экономики и т.д., ООП должны обновляться ежегодно, УМК должны всегда соответствовать всем регламентируемым государством требованиям. В связи со сказанным актуальной является задача разработки системы, которая будет помогать авторам следить за изменениями в стандартах.

Данная задача может быть решена при помощи машинного обучения [1]. Основой для этого могут служить средства интеллектуального анализа данных образовательного процесса (EDM – Educational data mining). С помощью этих средств можно обрабатывать и анализировать данные, получаемые из образовательного процесса. Это область науки, связанная с разработкой методов для изучения уникальных типов данных, поступающих из образовательной сферы и использование этих методов для улучшения образовательного процесса. Основными направлениями в этой области являются использование анализа данных для поддержки интеллектуальных систем обучения (Intelligence Tutoring Systems), а так же анализ образовательных процессов и визуализация данных образовательного процесса.

Цель работы заключается в исследовании механизмов интеллектуального анализа данных для решения задач в сфере образования. Данные, которые используются в EDM данные, имеют очень сложную семантику (различные типы данных, соответствующие методы их хранения и обработки, различные структуры данных и др.).

Наша задача требует от компьютера понимания естественного языка. С начала 90-х годов начали появляться различные методы обработки естественного Языка (Natural Language Processing) и извлечения информации (Information Retrieval), стали развиваться новые подходы. NLP – это множество вычислительных методов для анализа естественного языка [2]. До работы в области NLP-метода системы использовали вероятностные и статистические подходы. Эти подходы фокусируются в основном на общем содержании. Семантический смысл текста не оценивается, оценивается положение определенных слов и/или фраз, и число вхождений каждого слова в тексте. Разработки в области Извлечения информации (Information extraction) сделали большие достижения в определении смысла в тексте. Существует несколько лингвистических подходов, которые фокусируются на фактическом понимании текста. Основные методы и их описание представлены в Табл.1.

Таблица 1

Метод	Описание метода
Простой анализ по ключевым словам	Метод, состоит в поиске совпадающих слов или n-грамм между текстом одного документа и тестом другого. Этот метод не может извлекать ни смысл из текста, ни работать с синонимами и многозначными терминами.
Поверхностный лингвистический анализ	В эту подкатегорию включены системы, которые требуют (а) списка особенностей, которые будут измеряться, (б) подготовительной фазы для нахождения весов для каждой из них, (в) фазы калибровки для приведения весов к оптимальным значениям.
Скрытый семантический анализ (Latent Semantic Analysis)	Это сложный статистический метод, который был разработан для индексации документов и извлечения информации. Выполняет поиск скрытых связей между словами, которые могут быть в различных документах.

Методы, представленные, в таблице относятся к статистическим и вероятностным методам. Так же существуют методы извлечения информации (Information extraction) [3]. Извлечение информации состоит в приобретении структурированной информации из свободного текста, например, выявление именованных сущностей из свободного текста и заполнения шаблона. Этот подход можно считать неглубокой техникой NLP, так как обычно IE не требует глубокого анализа текста. Методы извлечения информации могут использоваться для выявления зависимостей между ключевыми словами. В начале, текст разбивается на ключевые слова и их связи. Затем найденные зависимости сравниваются с указанными терминами.

Многие методы извлечения информации включают методы выделения корня (stemming), разбиения на части (chuncking) и удаления стоп-слов из текста. Выделение корня – это метод, который удаляет из слов суффиксы для того, чтобы определить корень слова. Разбиение на части – это процесс разделения предложения на глагольные группы (VP) и группы существительных (NP). Например, в предложении «Пользователь устанавливает соединение с сервером Oracle» будут выделены следующие части: {Пользователь} = (NP)

{устанавливает} = (VP) {соединение с сервером Oracle} = (NP). Далее каждая полученная часть предложения может быть разобрана по частям речи.

Стоп-словами являются слова, которые не оказывают большого влияния на смысловую нагрузку, такие, как предлоги, прилагательные, наречия и частицы. Убирая лишнюю нагрузку на систему в виде обработки стоп-слов, данный подход работает быстрее.

В отличие от простого подсчета слов, методы анализа взаимного расположения слов, полного анализа на их соответствие, и подобные техники, используемые, при извлечении информации фокусируются, в первую очередь на смысле текста.

Существует много инструментов, применяемых в текстовом семантическом анализе с использованием методов извлечения информации. Общие, а также предметно-ориентированные онтологии разработаны для выявления синонимов слов. Также, Part-of-Speech («Часть речи») тегирование широко используется для определения частей речи компонент предложения и помогает лучше анализировать его смысл.

К сожалению, данные разработки существуют в большинстве для европейских языков, но в России также предпринимаются попытки сделать аналоги для русского языка. Среди них было несколько попыток создать русскоязычные онтологии для поиска синонимов, но завершенных успешных проектов в данном направлении пока нет. Это объясняется тем, что в виду богатства русского языка, представить его в виде общей онтологии является очень сложной задачей

Part-of-Speech тегирование – это метод, выполняющий разбиение документов на параграфы, и далее, разбиение параграфов на предложения и фразы. Каждое слово в каждом предложении помечается тегом с соответствующей частью речи, например, существительное, глагол, причастие и т.д. Существует некоторое количество инструментов, в том числе отечественных разработок, выполняющих Part-of-Speech («Часть речи») тегирование с текстом, написанном на русском языке. Этот метод выполняет разбиение документов на параграфы, далее параграфы разбивает на предложения и фразы. Каждое слово в каждом предложении помечается тегом с соответствующей частью речи, к примеру: существительное, причастие, глагол и т.д.

Таким образом, одним из перспективных подходов к разработке системы автоматизации проверки согласованности документов учебно-методических комплексов является подход, основанный на методах извлечения информации, в основе которых лежат принципы семантического текста с учетом его лингвистических особенностей. Наиболее подходящими инструментами для решения такой задачи являются те, которые выполняют Part-of-Speech тегирование русскоязычного текста, например, такие как АОР (Автоматическая обработка текста) и Tomita-парсер от Яндекса.

Список литературы

1. Андрианова Е.Е., Сабинин О.Ю. методы и алгоритмы data mining для решения задач образования Научно-образовательная информационная среда XXI века: материалы VIII Международной научно-практической конференции. (15-18 сентября 2014 года). – Петрозаводск, 2014. – 226 с.
2. Cowie, J. and Wilks, Y. (2000). Information Extraction. In R. Dale, H. Moisl, and H. Somers, editors, Handbook of Natural Language Processing, chapter 10, pages 241–260. Marcel Dekker, New York City, New York, first edition.
3. D. Perez. Automatic evaluation of users' short essays. – Escuela Politecnica Superior, Universidad Autonoma de Madrid, 2004. 1-83 с

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИММЕТРИЧНОГО АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Суханов А.В., Артемова А.И.

НПК «Технологический центр», г.Зеленоград

Безопасность беспроводных сетей зависит от использования ряда технологий: шифрования, цифровой подписи, паролей, смены ключей и прочего. В беспроводных сетях ZigBee согласно стандарту существует несколько механизмов криптографической защиты передаваемых данных это - шифрование AES, сетевой ключ шифрования, опциональный связной ключ, поддержка центра доверия, механизмы проверки целостности и подлинности сообщения[1]. Всего разработанная техническая спецификация ZigBee включает три режима безопасности— повышенный, стандартный и локальный. Режим локальной безопасности заключается в том,

чтобы используемый ключ шифрования был установлен на всех беспроводных сенсорных узлах. Стандартный режим безопасности в отличие от локального, отличается тем, что добавляет опциональные возможности, а также вводит шифрование на уровне приложения пользователя. Режим повышенной безопасности содержит в себе использование всех механизмов криптографической защиты передаваемых данных.

Рассмотрим технологию шифрования и компрессии данных для обычного режима стандартной безопасности в беспроводной сети ZigBee, который наиболее часто применяется на практике[2]. Согласно официальной технической спецификации IEEE 802.15.4 ZigBee возможности увеличения безопасности предусматривается на нескольких уровнях сетевой модели OSI (Рисунок 1) —на уровне приложения и сетевом. Режим стандартной безопасности в беспроводной сети ZigBee подразумевает, что передаваемая по эфиру информация шифруется с помощью симметричного алгоритма блочного шифрования с размером блока 128 бит и длиной ключа 128/192/256 бит. В сетях ZigBee используется специализированный стандартизованный алгоритм шифрования Advanced Encryption Standard (AES) с режимом CBC. AES представляет собой алгоритм шифрования 128-битных блоков данных ключами по 128, 192 и 256 бит[3]. Симметричный алгоритм шифрования AES является упрощенной версией алгоритма Rijndael. Оригинальный алгоритм Rijndael отличается тем, что поддерживает более широкий набор длин блоков. Данный стандарт шифрования широко применяется для защиты беспроводных каналов передачи информации ZigBee. В отличие от алгоритмов шифрования предлагаемых DES и ГОСТ 28147-89, в основе Rijndael не лежит сеть Фейштеля, что позволяет его использовать в беспроводных сенсорных сетях с спецификацией сетевых протоколов верхнего уровня ZigBee. Основу оригинального Rijndael составляют линейно-подстановочные преобразования. Блок данных, обрабатываемый с использованием алгоритма Rijndael, делится на массивы байтов, и каждая операция шифрования является байт-ориентированной. Различные разработчики приемопередающих модулей стандарта IEEE 802.15.4 используют алгоритм AES так как каждый трансивер имеет специфический дизайн программно-аппаратного обеспечения. Симметричный алгоритм AES используется не только для шифрования информации, но и для проверки данных, которые были отправлены сенсорным узлами. Такая концепция за рубежом называется «целостность данных», которая достигается с помощью сообщений о целостности кода (MIC). В свою очередь сообщения о целостности кода также порой называют как код аутентификации сообщения (MAC), который прилагается к сообщению. Этот код обеспечивает целостность заголовков в пакете. Код создан шифрованием части IEEE MAC-кадра с использованием сетевого ключа сети. На практике если мы получаем сообщение от не доверенного узла, то мы увидим, что MAC генерируется для отправления не соответствующее тому, что было бы, если бы оно было сгенерировано с использованием секретного ключа. Коды аутентификации сообщений могут иметь различные размеры: 32, 64, 128 бит, однако это всегда создается с использованием 128-битного AES симметричного алгоритма. Его размер всего лишь длина бита, который присоединен к каждому кадру. Фактически безопасность данных в сенсорной сети обеспечивает зашифрованное поле данных с 128-битного ключа.

Для шифрования в алгоритме AES в сетях ZigBee применяются следующие процедуры преобразования данных: ExpandKey — вычисление раундных ключей для всех раундов, SubBytes — подстановка байтов с помощью таблицы подстановок, ShiftRows — циклический сдвиг строк в форме на различные величины, AddRoundKey — сложение ключа раунда с формой, MixColumns — смешивание данных внутри каждого столбца формы. Порядок выполнения процедур SubBytes и ShiftRows можно поменять местами в силу определения этих операций. Процедуры MixColumns и AddRoundKey тоже можно выполнять в разном порядке, но при этом изменяется количество их вызовов, поскольку $\text{MixColumns}(\text{AddRoundKey}(A, B)) = \text{AddRoundKey}(\text{MixColumns}(A), \text{MixColumns}(B))$

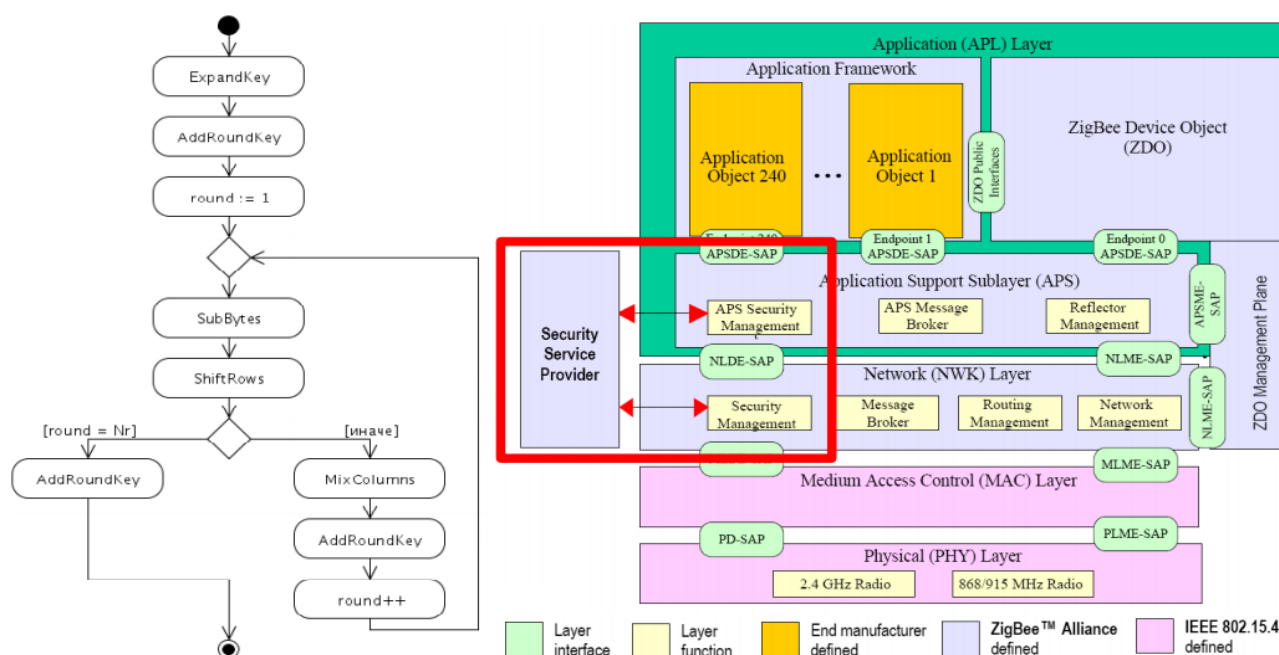


Рис.1. Алгоритм шифрования AES и сетевая модель OSI

В беспроводных сетях ZigBee используется CBC режим работы AES алгоритма, который предусмотрен для блочного симметричного шифрования. В режиме CBC к каждому блоку перед шифрованием прибавляется результат шифрования предыдущего блока с помощью побитовой операции XOR. Шифрование и дешифрование в режиме CBC показано на Рисунке 2. В режиме CBC симметричного алгоритма AES для шифрования каждого следующего блока нужно иметь результат шифрования предыдущего блока, поэтому шифровать сразу несколько блоков нельзя. Но программным способом можно проводить операции дешифрования параллельно.

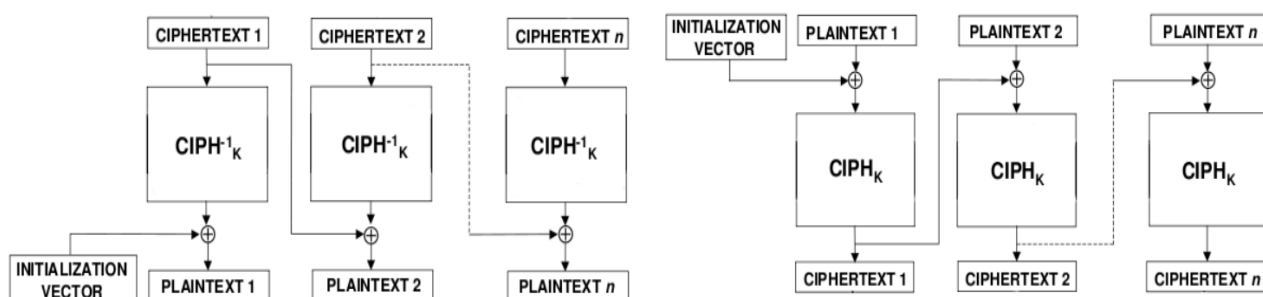


Рис.2. Шифрование и дешифрование AES в режиме CBC

Согласно официальной технической спецификации стандарта ZigBee общесетевой ключ используется с целью кодирования пользовательской и дополнительной информации. Безопасность на сетевом уровне поддерживается шифрованием информации. Сетевой заголовок пакета, APS-заголовок и полезные данные дополняются сертификатом подлинности. Над содержимым полей пакета выполняется хеширование, и к пакету добавляется код целостности сетевого сообщения. В безопасной ZigBee-сети пакет дешифруется и шифруется при каждой ретрансляции на всем маршруте следования. Промежуточный узел дешифрует пакет и проверяет его целостность. Если пакет предназначен не этому узлу, то данные вновь зашифровываются и аутентифицируются на основе счетчика фреймов и сетевого адреса (входят в сетевой заголовок) промежуточного узла. Дополнительные операции в сети с безопасностью увеличивают задержки при доставке сообщений. Кроме того, максимальный объем полезных данных в пакете уменьшается на 18 байт за счет добавления счетчика фреймов, адреса источника, MIC-кода и некоторых других служебных байтов. В стандарте безопасности ZigBee сетевой и опциональный ключ шифрования представляют собой 16-байтовую последовательность. Данная последовательность загружается изначально в приемопередающий модуль или формируется автоматически программно-аппаратным способом. Согласно алгоритму симметричного шифрования AES только два сетевых узла, которые содержат одинаковые ключи шифрования, могут передавать друг другу информацию. В свою

очередь маршрутизаторы и конечные узлы в беспроводной сети с использованием ZigBee должны получить правильные ключи шифрования. Для этого в беспроводной сети маршрутизатор выступает в роле «центра доверия», который авторизует подключаемые узлы и выполняет автоматическую рассылку ключей шифрования.

Работы выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0134, уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57714X0134) с использованием оборудования ЦКП «Функциональный контроль и диагностика микро- и наносистемной техники» на базе НПК «Технологический центр».

Список литературы

1. Li Chunqing, Zhang Jiancheng, "Research of ZigBee's data security and protection", International Forum on Computer Science-Technology and Applications 2009, IEEE, 2009, pp 298 - 302.
2. Meng Qianqian and Bao Kejin, "Security analysis for wireless networks based on ZigBee", IEEE, vol 1, 2009, pp 158 - 160.
3. National Institute of Standards and Technology, FIPS-197: "Advanced Encryption Standard." Nov. 2001. <http://www.nist.gov/aes>.

ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПРИЁМАМИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИМИ ЭФФЕКТАМИ И ПАТЕНТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ

¹Евдошенко О.И., ²Кравец А.Г.

¹Астраханский государственный университет, РФ, г.Астрахань

²Волгоградский государственный технический университет, РФ, г.Волгоград

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-37-50292 мол_нр

Создание баз знаний по приемам совершенствования эксплуатационных характеристик технических устройств в определенной предметной подобласти позволяет инженеру-конструктору направленно генерировать новые технические решения для улучшения той или иной эксплуатационной характеристики, определить новизну этого решения, избежать повторного изобретательства. Для выявления обобщенных (используемых в нескольких патентах) приемов улучшения эксплуатационных характеристик проводится анализ патентной документации с использованием информационных ресурсов Роспатента (www.fips.ru); Всемирной организации интеллектуальной собственности (<http://patentscope.wipo.int/>); служб международного патентного поиска (www.espacenet.com). Поиск и выявление наиболее эффективных приемов в базе является трудоемкой задачей, так как подразумевает обработку больших объемов информации. Для выявления таких приемов использовались онтологии. Онтология - система фундаментальных понятий, которая предоставляет разработчику возможность смоделировать и представлять определенную область мира с точки зрения очевидных определений и таксономических структур [2].

Для построения онтологии использовалась среда Fluent Editor 2014 (Cognitum), которая обладает характеристиками:

1. Реализация CNLOWL - реализация CNLOWL. Свободный редактор грамматики совместим с OWL-DL и OWL2.
2. OWL API - совместимость с OWL API, которая позволяет использовать его в сотрудничестве с другими инструментами и редакторами.
3. Встроенный словарь - встроенный словарь позволяет избежать ошибок орфографии.
4. Разрешение неоднозначности (shortnames management) – Fluent Editor отслеживает неясности понятий и/или имен экземпляров, импортируемых из различных внешних онтологий. Пользователи по-прежнему могут использовать короткие имена этих элементов.
5. Английская морфология и синтаксис – Fluent Editor поддерживает контролируемую английскую грамматику на основе общей английской морфологии и синтаксиса.
6. Импорт существующих онтологий - пользователи могут напрямую импортировать любую внешнюю онтологию, которая доступна в Интернете.

Составим онтологию, содержащую сведения о документах (патенты, а.с., научные статьи), эксплуатационных характеристиках и приемах их улучшения.

В Табл.1 представлены условные обозначения объектов и классы, которым они принадлежат.

Таблица 1

Условные обозначения объектов и связь с классами

Объект	Обозначение объекта	Класс
Документ	D-N (N- номер патента)	document
Эксплуатационная характеристика	C-N (N – номер характеристики)	characteristic
Прием	Pr-N (N- номер приема)	priem

Чтобы добавить в разрабатываемую онтологию новые сведения об улучшении характеристики, представленные в Табл.2, необходимо записать соответствующие выражения на Controlled English (см. Рисунок 1).

Таблица 2

Сведения об улучшении характеристики

Характеристика	Повышение механической прочности
Прием - 1	Центральная прокладка изготавливается из бериллиевой бронзы Документ: Климашин В., Никифоров В., Сафронов А. Биморфные пьезоэлектрические элементы: актюаторы и датчики // Компоненты и технологии» №4, 2003 г. с.10-15.
Прием - 2	Ассиметричный биморф, состоящий из металлической пластины с приклеенным к ней поляризованным по толщине плоским пьезоэлементом Документ: Комбинированный акустический приемник [Текст]: патент RU 2245604 Россия: МПК H04R17/00/ Г.Н. Кузнецов, А.Е. Светославский (Россия). - №2002125413/28; заявл. 11.09.2002; опубл. 27.01.2005, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» №3.

На Рисунке 2 представлено таксонометрическое дерево классов, объектов, связей и атрибутов.

```

C-3 is a characteristic.
Pr-9 is a priem.
Pr-14 is a priem.
Pr-9 has-opisanes equal-to 'Центральная прокладка
изготавливается
из бериллиевой бронзы'.
Pr-14 has-opisanes equal-to 'Ассиметричный биморф, состоящий
из металлической пластины с приклеенным
к ней поляризованным по толщине плоским пьезоэлементом'.
Pr-9 improves C-3.
Pr-14 improves C-3.
D-1 is a document.
D-2 is a document.
D-1 includes Pr-9.
D-2 includes Pr-14.
D-3 includes Pr-14.

```

Рис.1. Выражения на Controlled English

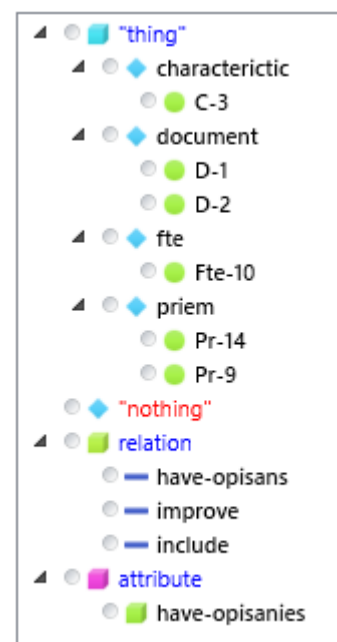


Рис.2. Taxonomy Tree

На Рисунок 3 представлена диаграмма, отображающая связи между объектами и классами онтологии.

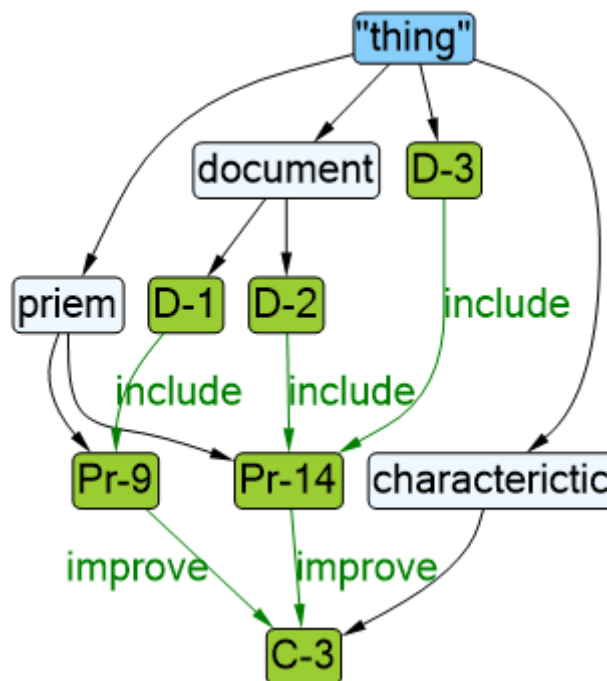


Рис.3. Диаграмма связей

При анализе каждого документа, исследователь может выделить физико-технический эффект, описание которого там приводится. Физико-технический эффект (ФТЭ) является реальной причинно-следственной связью, которая отражает зависимость между входной и выходной величиной различной физической природы через коэффициент преобразования. Эксперт описывает существующие физические явления и составляет паспорта ФТЭ [4] для формального описания процессов в технических устройствах. Каждый паспорт содержит название ФТЭ, комбинации формул, описывающих зависимость между физическими величинами и аналоговыми ЭИМЦ-величинами и т. д. На Рисунке 4 представлен фрагмент паспорта ФТЭ.

Bimorph effect (revers)	
$\underline{U_e} \rightarrow \boxed{K_{U_e Q_{ml}}} \rightarrow Q_{ml}$ <i>(Parametric block diagram of the PTE)</i>	$Q_{ml} = K_{U_e Q_{ml}} U_e$ <i>(The PTE's formula, according to EIMC)</i>
As a first approximation, the displacement Δ is given by equation [1,2]: $\Delta = \frac{3}{4} \cdot d_{31} \cdot \left(\frac{L}{t}\right)^2 \cdot V_0, \text{ where } V_0 = U_e, \text{ and } \Delta = Q_{ml}, \text{ which leads to}$ $Q_{ml} = \frac{3}{4} \cdot d_{31} \cdot \left(\frac{L}{t}\right)^2 U_e = K_{U_e Q_{ml}} \cdot U_e$ <i>(Physical formulas of PTE description)</i>	
$K_{U_e Q_{ml}} = \frac{3}{4} \cdot d_{31} \cdot \left(\frac{L}{t}\right)^2 [\text{m/V}]$ <i>(PTE coefficient, reflects the dependence of the input and output value)</i>	

Рис.4. Фрагмент ФТЭ паспорта

Добавим в разработанную онтологию связи между документами и ФТЭ. Каждый ФТЭ идентифицирован номером. Представленный на Рисунке 4 ФТЭ имеет номер 46 и описан в документе №1 (D-1). Выражения на Controlled English будут иметь следующий вид:

Fte-46 is a fte.
Fte-46 has-opisans D-1.

Благодаря совместимости Ontorion Fluent Editor с OWL API, имеется возможность открыть спроектированную онтологию в среде Protégé и построить семантический граф (OntoGraf) (см. Рисунок 5).

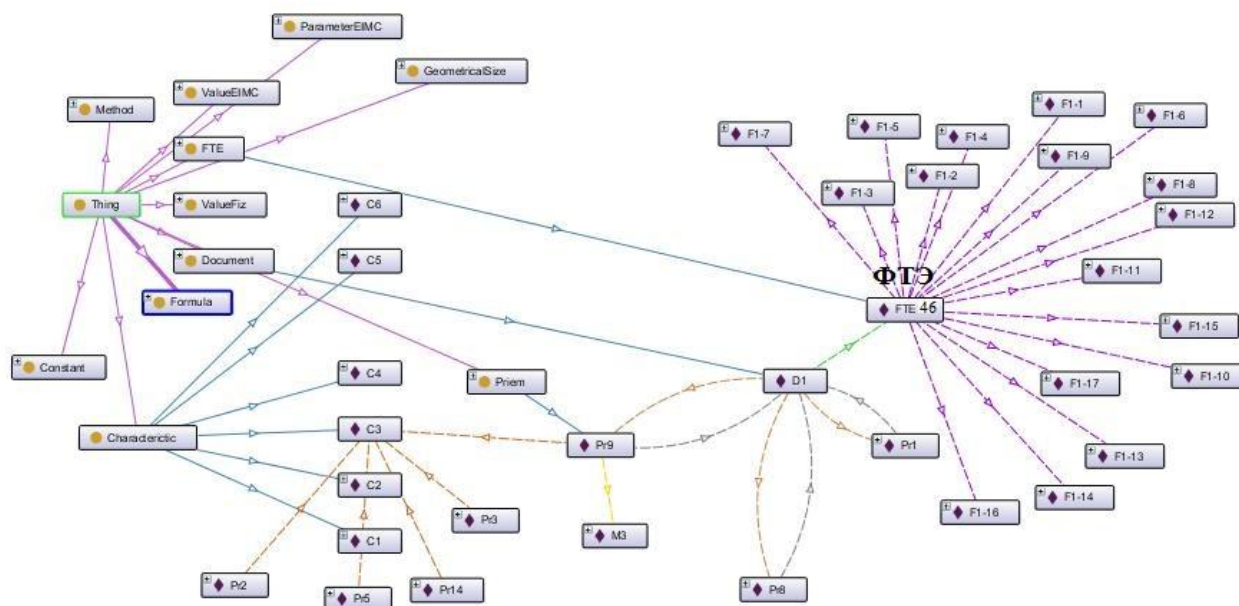


Рис.5. Семантический граф в среде Protégé.

Представленный граф (Рисунок 5) отображает окончательный вариант онтологии. Буквы F с номером обозначают комбинации формул, описывающих тот или иной ФТЭ (см. Рисунки 4 - 3 и 4 строки) и переменные, входящие в состав формул, включены в отдельные классы (константы, геометрические размеры, величины ЭИМЦ).

Разработанная онтология позволит оперативно и без ошибок проводить информационный поиск необходимых приёмов улучшения эксплуатационных характеристик для экспертов, определять взаимосвязь между ними, а также между документами и ФТЭ, использовать приёмы в едином комплексе для одновременного улучшения нескольких характеристик и получать список документов, на которые они ссылаются.

Список литературы

1. Зарипова В.М. Объектно-ориентированная модель базы знаний о физико-технических эффектах для системы концептуального проектирования новых элементов информационно-измерительных систем и систем управления //Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 1, с.162-171.
2. Guarino N, Giaretta P. Towards very large knowledge bases—knowledge building and knowledge sharing. IOS Press; 1995. p. 25–32 (Chap. Ontologies and knowledge bases—towards a terminological clarification).
3. Huhns M, Singh M. Ontologies for agents. Internet Computing, IEEE 1997; 1(6):81–3.
4. Petrova I., Zaripova V.: Systems of teaching engineering work on base of internet technologies, International Journal "Information Technologies and Knowledge" Vol.1, p.p. 89-95, (2007)
5. Zaripova V., Petrova I.: System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model //Progress in Systems Engineering, Proceedings of the 23rd International Conference on Systems Engineering, Las Vegas, NV, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1089, p.365-373, DOI: 10.1007/978-3-319-08422-0_54, (2015)
6. Zaripova V., Petrova I.: Ontological Knowledge Base of Physical and Technical Effects for Conceptual Design of Sensors// Journal of Physics: Conference Series 588 012031, doi:10.1088/1742-6596/588/1/012031, (2015)
7. Zaripov M., Petrova I., Zaripova V. : Project of creation of knowledge base on physical and technological effects, In: Joint IMEKO TC-1 & XXXIV MKM Conference Education in Measurements and Instrumentation - Challenges of New Technologies, Proceedings of TC-1 Symposium, vol.I, pp.171-176 (2002)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Северин П.А., Гольчевский Ю.В.

СГУ им. Питирима Сорокина, РФ, г.Сыктывкар

Одной из проблем разработки программного обеспечения для реализации криптографических алгоритмов является повышение их быстродействия. Актуальность программной оптимизации не вызывает сомнений в таких областях, как создание криптографических библиотек, разработка средств защиты информации и других подобных.

Оптимизация производительности кода может быть рассмотрена с точки зрения баланса времени разработки программы и скорости ее выполнения. Увеличение времени разработки необходимо для получения программ с большим быстродействием и наоборот. Поэтому наиболее эффективным представляется подход, который состоит в оптимизации лишь тех участков кода, на которые приходится наибольшая часть вычислений. Будем называть такой участок кода функциональным фрагментом – под ним может подразумеваться функция или процедура на языке высокого уровня, цикл или только его внутренняя часть.

Задача трансляции программы, составленной на исходном языке высокого уровня, в соответствующую программу на низкоуровневом языке (машинный код) на современном этапе развития вычислительных технологий решается с помощью компиляторов.

Несмотря на множество прогрессивных технологий, используемых компиляторами для кодогенерации, функциональная сложность современных процессоров, большое количество машинных инструкций и т.д. приводит к тому, что детерминированные (то есть такие, последовательность действий в которых однозначно определена) алгоритмы кодогенерации не в состоянии проанализировать все варианты ускорения программы в ходе ее трансляции в машинный код. Альтернативой является использование случайности в процессе поиска наиболее эффективного отображения высокоуровневого кода в эквивалентную последовательность машинных кодов, что может быть охарактеризовано общим термином «стохастическая оптимизация».

В популяризации данного термина значительную роль сыграла работа [4]. Необходимо заметить, что под оптимизацией в данной статье понимается именно оптимизация кодогенерации (то есть создания такого же эффективного кода на ассемблере, как и разработанного экспертом со знанием инструкций целевой платформы), а не оптимизация, как процесс поиска оптимума (максимума или минимума) исследуемой функции.

«Случайность» может быть использована на различных этапах компиляции. Обзор современных работ по данной тематике [2-4] позволяет классифицировать имеющиеся результаты по уровню абстрагирования от высокоуровневого кода, на котором имеет место применение стохастических приемов:

- 1) Исходный высокоуровневый код [2];
- 2) Язык внутреннего представления компилятора [1, 3];
- 3) Машинный код (ассемблер) [4].

В первом случае эффект оптимизации достигается путем изменения последовательности выполнения однотипных операций на языке высокого уровня (например, меняется порядок вычисления группы зависимых друг от друга выражений, а также порядок выполнения арифметических действий в них, происходит добавление или удаление промежуточных переменных и т.д., при этом данные преобразования не нарушают корректности расчетов). Для изменения исходного кода и поиска его оптимального преобразования в [2] использовались генетические алгоритмы.

Практически каждый новый набор операций на языке высокого уровня заставляет компилятор по-новому выполнять размещение переменных в регистрах, изменять последовательность машинных инструкций (что оказывает влияние на конвейеризацию вычислений). В конечном счете, может быть обнаружена такая последовательность операций на языке высокого уровня, которая при компиляции покажет существенно большую эффективность для конкретной архитектуры процессора по сравнению с первоначальной версией исходного кода.

Наиболее узким местом данного подхода является сложность автоматизации генерации версий высокоуровневого исходного кода. Вполне возможно, что не для каждой практической задачи подобная автоматизация осуществима. Приведенные в [2] примеры показывают увеличение производительности от единиц до нескольких десятков процентов на отдельных процессорных архитектурах.

Во втором случае эффект оптимизации достигается в большей мере за счет преобразований кода на языке внутреннего представления компилятора (например, Register Transfer Language для компилятора GCC). Повлиять

на этот процесс можно путем изменения опций компиляции, количество которых может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен. При этом имеет место следующая тенденция: чем более качественный код генерирует компилятор, тем меньше опций доступно для изменения пользователю, так как компилятор осуществляет их настройку самостоятельно. В работе [3] использовался компилятор 4.7.3-lubuntu1, в качестве тестовых программ для оптимизации использовались быстрое преобразование Фурье, умножение матриц и т.п., локализованные в отдельных файлах. Увеличение производительности составило от 15% до 282%.

В последнем случае исходный высокоуровневый код используется главным образом для проверки алгоритмической корректности последовательно (каждый достигнутый результат в определенной степени зависит от предыдущего) генерируемого прямо на языке машинных команд кода. Генерация кода осуществляется случайным образом, что дает возможность открывать алгоритмически совершенно новые решения, соответствующие высокоуровневому исходному коду. Это единственный из описанных методов, который теоретически способен найти оптимальное решение с учетом всех инструкций конкретной платформы. Использован оптимизационный алгоритм Markov Chain Monte Carlo (MCMC). Максимальное увеличение производительности порядка нескольких десятков процентов по сравнению с результатами оптимизирующих компиляторов.

Сравнительными недостатками данного метода являются сложность его реализации, высокие требования к вычислительным ресурсам (для генерации тестовых вариантов использован кластер из 40 двухъядерных AMD Operton 1,8 ГГц), а также применимость только к небольшим не содержащим циклов функциональным фрагментам программы.

Метод, приведенный в [3], обладает наиболее интересным соотношением достигнутого уровня увеличения производительности и сложности реализации. Вместе с тем при данном подходе имеют место некоторые моменты, негативно влияющие на оптимизацию кодогенерации:

- 1) Опции кодогенерации применяются ко всему файлу высокоуровневого исходного кода (всем содержащимся в нем процедурам и циклам), хотя разные функциональные фрагменты могут требовать разных опций для наибольшей производительности (например, одни циклы должны быть развернуты полностью, а другие всего на 2 итерации).

- 2) Размер пространства опций компилятора хоть и значителен, но не сопоставим с числом возможных вариантов отображения высокоуровневого исходного кода в эквивалентную совокупность машинных кодов.

Для преодоления приведенных затруднений предложен и исследован следующий подход:

- 1) Опции кодогенерации применяются к функциональным фрагментам программы, оформленным в одну единицу трансляции (функцию) и содержащим не более нескольких вложенных циклов;

- 2) Для увеличения пространства поиска использованы не только опции оптимизации, но и опции кодогенерации со значениями, как большими, так и меньшими рекомендуемых – при меньших значениях, как правило, генерируется худший с точки зрения производительности код, однако совокупность побочных эффектов от отдельных «недостаточно оптимизированных» частей кода может привести к обратному результату.

Ввиду того, что в работе рассматриваются криптографические вычисления (работа с целыми числами), опции компилятора, ответственные за использование вещественных чисел, из рассмотрения исключались.

Предложенные выше улучшения, необходимость поддержки современных компиляторов Intel C++ Compiler из набора Intel Parallel Studio XE 2015 (далее компилятор ICL), GNU Compiler Collection 4.9.2 (далее компилятор GCC) и актуальных процессорных архитектур, а также специфика исследуемой предметной области (криптографические вычисления) побудили авторов статьи к разработке собственного решения для использования техники стохастической оптимизации на уровне языка внутреннего представления компилятора применительно к исследованию комплексного подхода к ускорению криптографических вычислений [6] – Программный комплекс оптимизации кодогенерации компиляторов, далее Комплекс (свидетельство о регистрации программного продукта ЦИТиС №61507167008, 16.07.2015).

Комплекс использует алгоритм глобальной оптимизации «метод имитации отжига». Исследуемые функциональные фрагменты помещались в специальную функцию в файл исходного кода на языке C, компилировались с помощью составленной с применением алгоритма отжига строки опций в объектный файл, который затем линковался в исполняемый файл, содержащий код для тестирования производительности.

Для исследования возможного прироста быстродействия были выбраны функциональные фрагменты кода, реализующие следующие операции:

- 1) Двоичное исключаящие ИЛИ для двух аргументов 512 бит;
- 2) Двоичное исключаящие ИЛИ для двух аргументов 512 бит с записью результата в третий аргумент;
- 3) Функция, реализующая арифметический примитив для 512-битных чисел $s = s - bd$, где d – 32-битное число;

- 4) Умножение двух 512-битных чисел;
- 5) Возведение в квадрат 512-битного числа.

Первые два функциональных фрагмента тривиальны и включены в рассмотрение в целях тестирования, поскольку оптимальные для выполнения данных операции последовательности SSE инструкций очевидны. Компилятор ICL находит оптимальный набор SSE инструкций для данного случая уже при стандартных опциях компиляции, компилятор GCC также оказался способен найти оптимальные решения в ходе работы Комплекса.

Для последующих функциональных фрагментов оба компилятора не смогли найти решений с использованием регистров SSE.

По сравнению со стандартными опциями оптимизации, для компилятора GCC увеличение уровня производительности при решении задач 3)-5) составляло до 25%. Однако и в этом случае быстроедействие было существенно меньше, чем у компилятора ICL с опциями оптимизации по умолчанию. Решения данного компилятора удавалось улучшить с помощью работы Комплекса лишь на несколько процентов.

Для алгоритма умножения компилятор ICL смог найти оригинальную перестановку 32-битных слов в одном из множителей, что привело к увеличению быстрогодействия практически на треть по сравнению с лучшим решением GCC.

Алгоритмы возведения в квадрат могут быть выполнены за практически вдвое меньшее время за счет замены половины операций умножения операциями сдвига и уменьшения количества обращений к памяти. Однако оба компилятора данных оптимизаций не произвели, быстроедействие оказалось таким же, как и перемножение двух произвольных чисел.

Можно сделать вывод, что на данный момент применение технологии стохастической оптимизации уровня языка внутреннего представления компилятора для функциональных фрагментов не дает результатов, существенно превышающих значение минимального порога, при котором затраты на оптимизацию кода имеют смысл – 20% согласно [5].

Для улучшения результатов оптимизации для увеличения производительности имеет смысл воспользоваться более специализированными компиляторами (например, AMD Open64 4.5.2), или осуществлять стохастическую оптимизацию используя технологии, условно расположенные между 2 и 3 уровнем в приведенной выше классификации.

Список литературы

1. ACOVEA (Analysis of Compiler Optimizations via an Evolutionary Algorithm) [Электронный ресурс] URL: <https://directory.fsf.org/wiki/Acovea> (дата обращения: 27.08.2015).
2. Andrew Kensler, Peter Shirley. Optimizing Ray-Triangle Intersection via Automated Search [Электронный ресурс] URL: <http://www.cs.utah.edu/~aek/research/triangle.pdf> (дата обращения: 27.08.2015).
3. J. Ansel. OpenTuner: An Extensible Framework for Program Autotuning / J. Ansel, Sh. Kamil, K. Veeramachaneni, J. Ragan-Kelley, J. Bosboom, Una-May O'Reilly, S. Amarasinghe [Электронный ресурс] URL: <http://opentuner.org/publications> (дата обращения: 27.08.2015).
4. Schkufza E. Stochastic Superoptimization. / Eric Schkufza, Rahul Sharma, Alex Aiken [Электронный ресурс] URL: <http://arxiv.org/abs/1211.0557> (дата обращения 27.08.2015).
5. Касперски К. Техника оптимизации программ. Эффективное использование памяти. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 464 с
6. Северин П.А., Гольчевский Ю.В. Комплексный подход к ускорению криптографических вычислений // Информационные технологии в управлении и экономике [Электронный ресурс] URL: <http://itue.ru/?p=286> (дата обращения 27.08.2015).

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

ШЕРОХОВАТОСТЬ ОТВЕРСТИЙ ШПИНДЕЛЬНОЙ ОСИ В КОРПУСАХ КОРОБОК СКОРОСТЕЙ

Лутьянов А.В.

МИРЭА МГУПИ, РФ, г.Москва

Основной деталью шпиндельных бабок металлорежущих станков являются корпуса, представляющие собой конструкцию, имеющую основные отверстия шпиндельной оси, точность которых в значительной степени определяет точность изготовления всего сборочного узла. Эти отверстия являются местами установки подшипников и к ним предъявляются высокие требования не только по точности их размеров, но и по точности их взаимного расположения. Точность сборки шпиндельной бабки и станка в значительной степени зависит от соосности этих отверстий. Незначительное снижение геометрической точности поверхностей вызывает трудности при сборке и монтаже узлов, повышает уровень шума при их работе и существенно снижает надежность и долговечность изделий.

Следует отметить, что основное внимание при работе узла уделяется достижению высокой степени шероховатости основных отверстий, что позволило рассмотреть вопросы повышения точности шпиндельных осей коробок скоростей металлорежущих станков. В настоящее время эксплуатируются три приспособления для растачивания отверстий [1, с. 57]. Было расточено несколько тысяч корпусов, накоплен большой опыт и собран большой статистический материал в отношении качества обработки отверстий, что позволило провести серию исследований по использованию современных режущих материалов. Требования сформулированы в Табл.1. Шероховатость поверхностей отверстий находилась в пределах Ra 2,5 мкм, шероховатость торца Ra 0,63 мкм.

Таблица 1

Требования к шероховатости отверстий шпиндельной оси

№ п/п	Параметры	Значение по базовому варианту, мкм	Допустимое значение, мкм
1.	Шероховатость отверстий, R a	2,5	0,12 – 0,1

Такой результат по шероховатости поверхностей не может быть признан удовлетворительным, однако, предпринятые попытки улучшить шероховатость не привели к положительным результатам. Были проведены эксперименты по растачиванию отверстий резцами из эльбора (композита – 01). Для улучшения шероховатости повысили скорость резания. Шероховатость несколько улучшилась, однако в отверстиях получался недопустимый по величине обратный конус, т.е. размер отверстия увеличивался к концу растачивания.

«Технополис» предложил испытать четыре наименования твердосплавных пластин фирмы «Кеннаметал» и одну пластину из кубического нитрида бора МКВ5625. Все пластины имели радиусы при вершине 0,8 мм, четыре наименования имели зачистную кромку (Табл.2). Для крепления пластин была поставлена одна державка 10x10 мм, которую встроили в резцедержатель диаметром Ø 30 мм.

В решении проблемы повышения точности предпринята повторная попытка найти пути улучшения шероховатости. Завод обратился к научно-технической фирме «Технополис» с просьбой об оказании помощи в решении проблемы.

Таблица 2

Результаты испытаний пластин

Обозначение и материал пластины	Радиус при вершине, мм	Особенности режущей кромки	Результаты испытаний	
			Шероховатость Ra, мкм	Обратный конус, мкм
CCMT09T308FWKC 5010	0,8	зачистная	2,5	8
CCMT09T308FWKC 315		зачистная	2,5	10
CCMT09T308FWKC 9315		зачистная	2,5	10
CCMT09T30811KT 315		обыкновенная	2,5	10

CCGW09T308S01015МКВ 5625 (эльбор)		зачистная	2,5	8
--------------------------------------	--	-----------	-----	---

Первые три пластины Табл.2 с зачистной кромкой дали обратный конус в отверстиях до 8 – 12 мкм. Было сделано предположение, что этот факт объясняется повышенными усилиями резания и увеличенным тепловыделением. Пластина КТ315 имела неудовлетворительную стойкость. Работа всеми импортными пластинами не привела к улучшению шероховатости.

Проведенные эксперименты [2, с.52] позволили сделать вывод, что решение проблемы может быть найдено в использовании эльборовых резцов, режущая кромка которых при вершине будет заточена с высоким качеством по радиусу 0,6 мм при невысокой скорости обработки.

Все параметры режимов резания оставили такими же, как при работе твердым сплавом ВК3-М. Таким образом, формообразование выполнялось не следом вершины инструмента, когда шероховатость обеспечивается за счет высокой скорости резания, а методом копирования.

При этом методе на обрабатываемую поверхность переносится качество рабочей поверхности режущего инструмента. Шероховатость рабочих поверхностей эльборовых резцов была выполнена в пределах Ra 0,1 – 0,12 мкм.

Режимы резания при чистовом растачивании отверстий: скорость 110 м/мин, глубина резания 0,05 мм, подача 0,05 мм/об.

Материал фрезы для обработки опорного торца также композит-01.

Режимы резания при фрезеровании торца: скорость резания 540 м/мин, глубина резания 0,005 мм, круговая подача 2,5 мм/об.

Проведены производственные испытания [3, с. 6] эльборовых резцов при растачивании шпиндельной оси тридцати бабок станков моделей 16Р25В и 1М63Н. Испытания дали положительные результаты. Шероховатость поверхности Ra колеблется в пределах от 0,53 до 1,03 мкм. Значительный разброс определяется, в основном, пористостью чугуна. Худшие значения получались при более пористом чугуне, хотя сличение поверхностей по образцам шероховатости не позволяет найти между ними заметного различия.

При невозможности дать окончательное суждение о стойкости эльборовых резцов можно выделить два критерия стойкости:

- 1) снижение шероховатости обрабатываемой поверхности;
- 2) появление обратной конусности в отверстии (свидетельство затупления режущей кромки и увеличение тепловыделения).

Зафиксирован разброс стойкости резцов от 3 до 12 обработанных отверстий.

Выводы

Достигнуты положительные результаты по шероховатости обработанной поверхности и геометрической точности при растачивании в приспособлениях с аэростатическими опорами отверстий шпиндельной оси шпиндельных бабок станков моделей резцами из эльбора. При этом режимы резания соответствуют работе резцами из ВК3-М, т.е. скорость имеет сравнительно низкие значения.

При заточке основное внимание необходимо обращать на качество радиуса при вершине 0,6 мм, добиваясь шероховатости Ra 0,1 мкм и не допуская сколов на рабочей части режущей кромки.

Критериями стойкости резцов являются два показателя: шероховатость обработанной поверхности и появление обратного конуса до 4 мкм на длине отверстия.

Список литературы

1. Короткова Е.И. Практикум по планированию экспериментов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003.- 97 с.
2. Лутьянов А.В. Растачивание корпусных деталей в приспособлениях с аэростатическими опорами. Вестник МГУПИ, № 20, 2009 г., с. 57-62.
3. Лутьянов А.В. Определение оптимальных параметров при растачивании корпусных деталей в приспособлениях с аэростатическими опорами. Техника и технология, № 6, 2013 г., с. 6.
4. Лутьянов А.В. Баранова Н.С. Контроль соосности отверстий шпиндельных бабок станков с помощью кругломеров. Естественные и технические науки, № 3, 2014 г.

СЕКЦИЯ №5.
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЯ КОКСОВОГО ГАЗА У
КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В СЕТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
ПУТЕМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ**

Агапитов Е.Б., Михайловский В.Н., Каблукова М.С., Дорофеев Б.А., Тихонов А.В.

ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», РФ, г.Магнитогорск

Использование коксового газа в аглодоменном производстве является известным технологическим приемом. Однако, в связи с различием темпов обновления оборудования отдельных цехов на металлургических заводах и изменением структуры предприятий появились новые проблемы, которые раньше не приходилось решать энергетикам.

Сеть коксового газа металлургического предприятия представляет собой сложную систему из источников и потребителей, работающих в слабосогласованных режимах. Примером такой сети является сеть коксового газа ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Почасовая динамика производства и потребления коксового газа в условиях ОАО «ММК» в один из месяцев 2012 г. показывает существенное колебание невязки баланса, что говорит о бросках давления в сети и изменении плотности газа на отдельных участках.

Баланс производства и потребления коксового газа в условиях ОАО «ММК» в период с 1.05.2012 по 31.05.2012 гг. представлен в Табл.1.

Таблица 1

Баланс производства и потребления коксового газа в условиях ОАО «ММК» в период с 1.05.2012 по 31.05.2012 гг.

	Потребление коксowego газа, тыс. м ³ /ч	Производство коксowego газа, тыс. м ³ /ч	Невязка баланса, тыс. м ³ /ч
Среднее в течение месяца	253,24	252,88	0,36
Минимальное в течение месяца	221,69	229,1	-7,41
Максимальное в течение месяца	285,12	278,6	6,52

Анализ данных показал, что падение давления коксового газа у конечных потребителей совпадает со снижением его общего производства. Невязка баланса коксового газа в среднем составила 0,14%, что говорит о том, что система учета распределения коксового газа ОАО «ММК» отбалансирована и неучтенных потерь нет.

Данные, полученные ЦЭСТ ОАО «ММК», о почасовых значениях расходов и давлении коксового газа по всем потребителям за период 2012 г. показали, что давление коксового газа у конечных потребителей, т.е. на аглофабриках, существенно колеблется. Среднее значение давления коксового газа по трем аглофабрикам составило 600,5 мм. вод. ст., максимальное и минимальное давление – 706,6 и 480 мм. вод. ст. соответственно. График изменения давления в период с 1.05.2012 по 31.05.2012 гг. представлен на Рисунке 1.

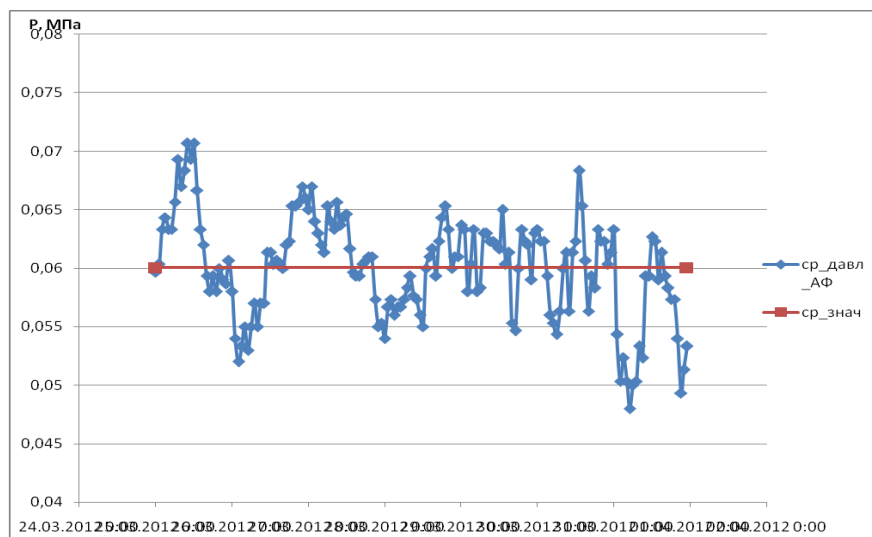


Рис.1. График изменения давления коксового газа на аглофабриках ОАО «ММК» в период с 1.05.2012 по 31.05.2012 гг.

Гидравлический расчет сложных производственных сетей, находящихся в условиях непрерывной модернизации, осуществить достаточно трудно. Основной причиной является отсутствие точной информации о сетях и состоянии запорно-регулирующей арматуры. Особенностью эксплуатации сетей коксового газа является наличие в нем нафталина, который выпадает на арматуре и гидравлически сложных участках трубопроводов. В этих условиях использование математических моделей дает ошибочные оценки и часто — неприемлемо. Нахождение статистических зависимостей для описания гидравлики конкретных сетей оказывается в этом случае более предпочтительным.

Для выявления связи изменения давления коксового газа на аглофабриках ОАО «ММК» с расходами основных потребителей коксового газа было предложено произвести регрессионный анализ статистических данных по балансовому потреблению газа для установления стохастической связи между поведением отдельных потребителей и давлением в отдельных точках сети.

Стохастические связи характеризуются тем, что одна переменная Y реагирует на изменение другой переменной X изменением закона своего распределения. В результате зависимая переменная принимает не одно конкретное значение, а несколько из возможного множества значений [1]. Повторяя испытания можно получать другие значения функции отклика, при этом одному значению X в различных испытаниях будут соответствовать различные значения Y .

Задачей регрессионного анализа являлось установление зависимостей между переменными значениями (y) и одним или несколькими переменными $x_1, x_2, \dots, x_k$, которые носят количественный характер.

Воспользуемся моделью множественной регрессии для построения модели вида:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i X_i ,$$

где Y — зависимая переменная (давление коксового газа на аглофабриках ОАО «ММК»);
 a_i — коэффициент при i -ой независимой переменной;
 X_i — i -я независимая переменная (расходы потребителей ОАО «ММК»);
 N — количество независимых переменных.

Давление коксового газа у конечных потребителей в этом случае представляется в виде суммы слагаемых из расходов основных потребителей, умноженных на поправочные коэффициенты.

Такая модель является наиболее простой, что облегчает ее интерпретацию.

Результаты регрессионного анализа статистических данных по балансовому потреблению коксового газа на ОАО «ММК» в период с 1.05.2012 по 31.05.2012 гг. с привлечением ППП «Statistica» представлены в Табл.2.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа статистических данных по балансовому потреблению коксового газа на ОАО «ММК» в период с 1.05.2012 по 31.05.2012 гг.

Уравнение регрессии для зависимой переменной: давление коксового газа на ГОП ОАО «ММК» R = 0,85503319, R2 = 0,73108176						
	b*	Ст. ошиб - b*	b	Ст. ошиб - b	t(156)	p-уровень
Св. член			671,8664	55,66134	12,07061	0,000000
Расход ГОП, А/Ф	-0,151733	0,053095	-1,9194	0,67163	-2,85778	0,004849
Расход ЛПЦ-4	0,050758	0,051597	0,7484	0,76075	0,98376	0,326759
Расход ЛПЦ-2350	-0,387194	0,055837	-3,2354	0,46658	-6,93434	0,000000
Расход ЛПЦ-4500	-0,283012	0,049907	-2,8264	0,49841	-5,67080	0,000000
Расход ЛПЦ-9	-0,185108	0,052813	-2,5803	0,73619	-3,50493	0,000596
Расход ПВЭС-1	0,054544	0,058434	1,2500	1,33913	0,93343	0,352039
Расход ПВЭС-2 БВД	0,536065	0,063355	3,1804	0,37587	8,46135	0,000000
Расход ПВЭС-2 БСД	-0,161940	0,059279	-2,3598	0,86384	-2,73180	0,007025
Расход СЦ	-0,358698	0,060369	-3,6001	0,60590	-5,94178	0,000000
Расход ВНДП 1-10	-0,042237	0,073832	-1,3175	2,30306	-0,57207	0,568098
КБ 7-8	0,222098	0,056630	4,2075	1,07284	3,92190	0,000131

Значение показателя $R^2 = 0,73$ говорит о том, что построенная модель объясняет 73% изменчивости. Использование другой модели регрессии дает скорректированный показатель $R^2 = 0,71$.

В Табл.2 приведены поправочные коэффициенты уравнения регрессии (столбец б). Значимость коэффициентов регрессии определяется p -уровнем. Чем ниже p -уровень, тем выше значимость коэффициента. Статистически значимые коэффициенты выделены красным цветом. Если коэффициент не являлся статистически значимым, то нулевое значение попадало в доверительный интервал, что позволяло исключить незначимый фактор из модели и упростить уравнение регрессии [2].

Анализ весовых значений поправочных коэффициентов показал, что увеличение давления на аглофабриках можно достичь перераспределением потоков коксового газа, т.е. сняв часть с потребителей, чей коэффициент отрицателен, и направить его потребителям, чей коэффициент положителен.

Для оценки качества предложенной модели был проведен анализ объемов нераспределенных остатков для различных вариантов путем построения гистограммы распределения (Рисунок 2). Для качественной модели остатки должны быть нормально распределены.



Рис.2. Гистограмма распределения остатков

Анализ гистограммы показал, что распределение остатков близко к нормальному распределению, что свидетельствует о качестве построенной модели.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$P_{\text{ГОП}} = 671,86 - 1,91 \cdot G_{\text{ГОП, А/Ф}} + 0,784 \cdot G_{\text{ЛПЦ-4}} - 3,23 \cdot G_{\text{ЛПЦ-2350}} - 2,82 \cdot G_{\text{ЛПЦ-4500}} - 2,58 \cdot G_{\text{ЛПЦ-9}} + 1,25 \cdot G_{\text{ПВЭС-1}} + 3,18 \cdot G_{\text{ПВЭС-2 БВД}} - 2,36 \cdot G_{\text{ПВЭС-2 БСД}} - 3,6 \cdot G_{\text{СЦ}} - 1,317 \cdot G_{\text{ВНДП 1-10}} + 4,2 \cdot G_{\text{КБ 7-8}}$$

Для проверки адекватности предложенного уравнения рассчитывалось давление коксового газа на аглофабриках ОАО «ММК» в произвольный период времени. Полученные значения сравнивались с реально наблюдаемыми значениями.

Анализ расчетных данных показал, что модель принципиально адекватна, однако требует уточнений, нужда в которых особенно проявляется в области наблюдаемых минимальных значений давления коксового газа. Это принципиально, т.к. поиск вариантов управления работой сети по прогнозной модели в области падения давления до минимума, играет определяющую роль для работы аглофабрик ОАО «ММК». Таким образом, для уточнения регрессионной модели необходимо привлекать уравнения более высокого порядка сложности.

Список литературы

1. Громыко Г.А. Теория статистики. М.: ИНФРА-М, 2011. – 476 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Финансы и статистика, 1986. – 366 с.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ПРОЖЕКТОРА

Березин В.В., Акбиров З.Р., Фатхиева Р.А., Байгалиев Б.Е.

КНИТУ-КАИ им. Туполева, РФ, г.Казань

Светодиод – это прибор, состоящий из полупроводников. Он предназначен для обработки электрического тока в световое излучение, то есть, электромагнитное излучение видимой части спектра. Что касается названия, то аббревиатура «LED», расшифровывается как – «Light Emitting Diode» и обозначает все тот же «светодиод».

Светодиод преобразовывает электрический ток в световое излучение почти без выделения тепла, вследствие чего КПД светодиода достаточно высок. Вырабатываемый свет светодиода, с точки зрения дизайнеров, является более чистым. В сравнении с другими лампами срок службы светодиода значительно больше. Конструкция светодиода прочна и надежна. Для работы светодиодов не требуется высоких напряжений, а значит, они безопасны.

Светодиодное освещение — одно из перспективных направлений технологий искусственного освещения, основанное на использовании светодиодов в качестве источника света. Развитие светодиодного освещения непосредственно связано с достижениями в технологии белых светодиодов. Разработаны так называемые сверхяркие светодиоды, специально предназначенные для искусственного освещения.

Светодиодные осветительные приборы сравнительно новое изобретение. Но, не смотря на это, они в большинстве случаев превосходят традиционные источники света по энергетической эффективности, качеству света, рентабельности и экологичности. Светодиодные осветительные приборы превосходят лампы накаливания практически во всех областях применениях, а разрядные лампы высокого давления – в областях, требующих использования цветного света.

Для повышения эффективности и уменьшения расходов на создание светодиодных осветительных приборов, мы предлагаем выполнить два нововведения:

- 1) выполнить корпус осветительного прибора из полимерных материалов;
- 2) убрать из конструкции светодиодного осветительного прибора радиатор.

Представим ниже элементы светодиодного осветительного прибора:

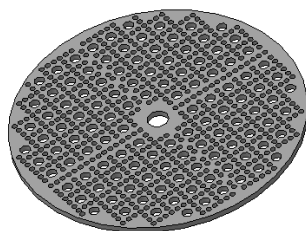


Рис.1. Пластина с отверстиями 2 шт.: верхняя и нижняя, Предназначенные для крепления и расположения светодиодов, а так же для отвода теплого воздуха от диодов через отверстия.

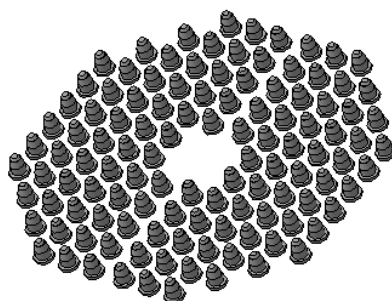


Рис.2. Сетка диодов, предназначенная для преобразования электрической энергии в энергию светоизлучения.



Рис.3. Прижимные кольца 2 шт., предназначенные для скрепления 2-ух пластин с отверстиями, диодов и платы.

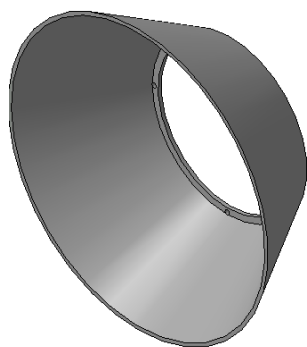


Рис.4. Отражатель, предназначенный для защиты диодов, концентрации и направления светового потока.

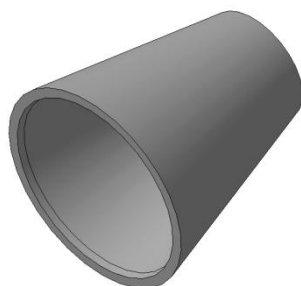


Рис.5. Воздухоотвод, предназначенный для расположения драйверов и отвода горячего воздуха. Поступающего через отверстия пластин (1), а так же для охлаждения драйверов.

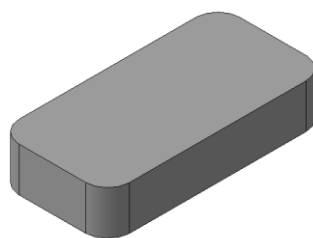


Рис.6. Блок драйвер, предназначенный для управления режимом света, а так же является выпрямителем.

Элементы светодиодного осветительного прибора выполним из полимерного материала. Он является легким, дешевым и простым в работе. Этим мы уменьшаем массу конструкции прибора.

Светодиоды не излучают тепла в потоке света (т.е. обладают холодными пучками света), но они все же вырабатывают тепло. Тепловая энергия зависит от потребляемой мощности и эффективности системы. Для нормальной работы осветителя, необходимо создать рабочую среду для светодиодов. Так как из-за сильного нагрева снижается световой поток светодиодов и система может выйти из строя (перегреться или сгореть). Для нормальной работы светодиодного прибора необходимо отводить генерируемое в нем тепло. В светодиодном прожекторе эту функцию выполняют специальные радиаторы (как правило, изготовленные из алюминия).

Радиатор – это устройство для охлаждения нагреваемых при работе элементов конструкции светодиодного осветительного прибора. Использование в конструкции светодиодного осветительного прибора радиатора, значительно увеличивает его вес и стоимость.

Чтобы интенсивность отвода тепла была необходимой для нормальной работы прожектора, необходимо увеличить коэффициент теплоотдачи. Увеличение коэффициента теплоотдачи обеспечивается за счет организации системы отверстий около каждого светодиода. Охлаждение осуществляется окружающим воздушным потоком. Скорость потока увеличивается за счет применения конусообразного отражателя, который защищает светодиоды, и конусообразного воздуховода. Так же в конусообразном воздуховоде располагаются драйвера. В случае перегрева светодиодов, возможно применение вентилятора, установленного в конусообразном воздуховоде. Установка вентилятора увеличивает скорость потока воздуха, что увеличивает коэффициент теплоотдачи и тем самым увеличивает количество отводимого тепла от светодиодов. В различные времена года мощность, потребляемая вентилятором, будет различна (в теплое время года больше, в холодное меньше).

Светодиодные осветительные приборы, стоящие сегодня на производстве, имеют массу 6,5 кг. При замене металлических деталей осветителя, на детали изготовленные из полимерных материалов, и отказе от использования алюминиевого радиатора для отвода энергии, мы можем добиться уменьшения массы конструкции до 2 кг. И что не менее важно, мы значительно сокращаем стоимость прибора.

Создание деталей из полимерных материалов значительно упрощает и удешевляет процесс изготовления, по сравнению с деталями из металла. Ресурс изделия из полимерных материалов больше чем металлических.

Список литературы

1. Джонатан Вейнерт – справочник «Светодиодное освещение – принципы работы, преимущества и область применения», г.2010, стр.156;
2. Шуберт Ф.Е. – «Светодиоды», г.2008, стр. 496;
3. Г.А. Мухачев, В.К. Щукин – «Термодинамика и теплопередача», г.1991, стр. 480.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО – АЛЮМИНИЙ

Ковтунов А.И., Мямин С.В., Хохлов Ю.Ю.

ФГБОУ ВПО Тольяттинский государственный университет, РФ, г.Тольятти

Сплавы на основе алюминидов железа обладают рядом уникальных эксплуатационных свойств: высокой коррозионной стойкостью, высокой жаростойкостью и достаточно высокими показателями твердости и износостойкости [1,2]. Эти сплавы не содержат дорогостоящих легирующих элементов, что значительно снижает стоимость изделий из них. Невысокая прочность алюминидов железа ограничивает их область применения.

Сплавы железо-алюминий можно рекомендовать для изготовления деталей оборудования для производства кирпича, работающих в условиях абразивного износа [3]. Для повышения прочности интерметаллидных сплавов было предложено обрабатывать сплав в жидком виде солью K_2ZrF_6 , которая обеспечивает повышение прочности интерметаллидных зон при жидкофазных способах получения биметаллов железо-алюминий [4].

Для испытания механических и эксплуатационных свойств алюминидов железа на основе интерметаллидных фаз Fe_3Al и $FeAl$ изготавливали образцы и готовые керны диаметром 30мм, формирующие полости в кирпиче, литьем в металлическую форму с обработкой расплава солью K_2ZrF_6 в количестве 5% от массы шихты и без обработки (рис.1). Образцы и керны изготавливали с содержанием алюминия 16 и 28%. Плавку вели в индукционной печи в графитовом тигле. В качестве шихты использовали сталь Ст3 и алюминий марки А7. Соль вводили перед плавлением шихтовых материалов.

Исследования структуры и химического состава алюминиевого и переходного слоёв биметалла проводились методами растровой электронной микроскопии в условиях ОАО «АВТОВАЗ» на комплексе сканирующего электронного микроскопа LEO 1455 VP (ZEISS, Германия) с блоками рентгеновского энергетического спектрометра INCA Energy-300 и рентгеновского волнового спектрометра INCA Wave-500. Микрорентгеноспектральный анализ проводился в поперечном сечении поверхности образцов. Локальность зоны исследования составляла 1-1,5 мкм² в точке и 100-400 мкм² при исследовании отдельных зон. Микротвердость переходного слоя определялись с помощью микротвердомера ПМТ-3М, пределы допустимой погрешности измерения которого составляют + 1%.



а)



б)

Рис.1. Внешний вид керна из интерметаллидных сплавов системы железо-алюминий (а) и формы для его литья (б)

Испытания на статическое растяжения проводились на разрывной машине WAW-1000 с погрешность измерения $\pm 1\%$.

Износостойкость образцов при абразивном изнашивании определялась при трении о закрепленные абразивные частицы и оценивалась относительной износостойкостью:

$$\varepsilon = \Delta l_{\text{э}} / \Delta l_{\text{м}}, \quad (1)$$

где $\Delta l_{\text{э}}$ — линейный износ эталона;

$\Delta l_{\text{м}}$ — линейный износ испытуемого материала.

В качестве эталонов использовали сталь 45.

Заводские испытания изготовленных кернов проводили на предприятиях г.Тольятти. Керны устанавливали в действующее оборудование, эксплуатировали в течение 10 суток и фиксировали изменение его диаметра.

Проведенные испытания показали, что прочность при растяжении определяется содержанием алюминия и с повышением содержания алюминия снижается (Табл.1). Обработка флюсом K_2ZrF_6 позволяет повысить предел прочности при растяжении практически в 2 раза.

Таблица 1

Механические свойства образцов из сплавов системы железо-алюминий

№	% Al	Обработка K_2ZrF_6	HRC	$\sigma_{\text{в}}$, МПа
1	16	-	24	182
2	28	-	28	156
3	16	+	28	318
4	28	+	34	305

Твердость сплавов железо-алюминий с повышением содержания алюминия с 16 до 28% повышается на 4HRC. Обработка расплава K_2ZrF_6 повышает твердость на 4-6 HRC.

Повышение прочности и твердости при обработке расплава K_2ZrF_6 связано с измельчением структуры интерметаллидов (Рисунок 2). Размер зерна при солевой обработке уменьшается практически на порядок. При взаимодействии соли с алюминием идет процесс восстановления циркония, который описывается формулой:



Цирконий, вероятно, обеспечивает модифицирование интерметаллида, что и приводит к измельчению структуры и повышению прочности и твердости сплавов. Структура разрушенных немодифицированных образцов грубая транскристаллизационная, а модифицированных равноосная с незначительным увеличением размера зерна к центру образца (Рисунок 3)

Проведенные исследования показали, что в интерметаллидных сплавах при введении 5% соли находится циркония от 1,4 до 2,6%.

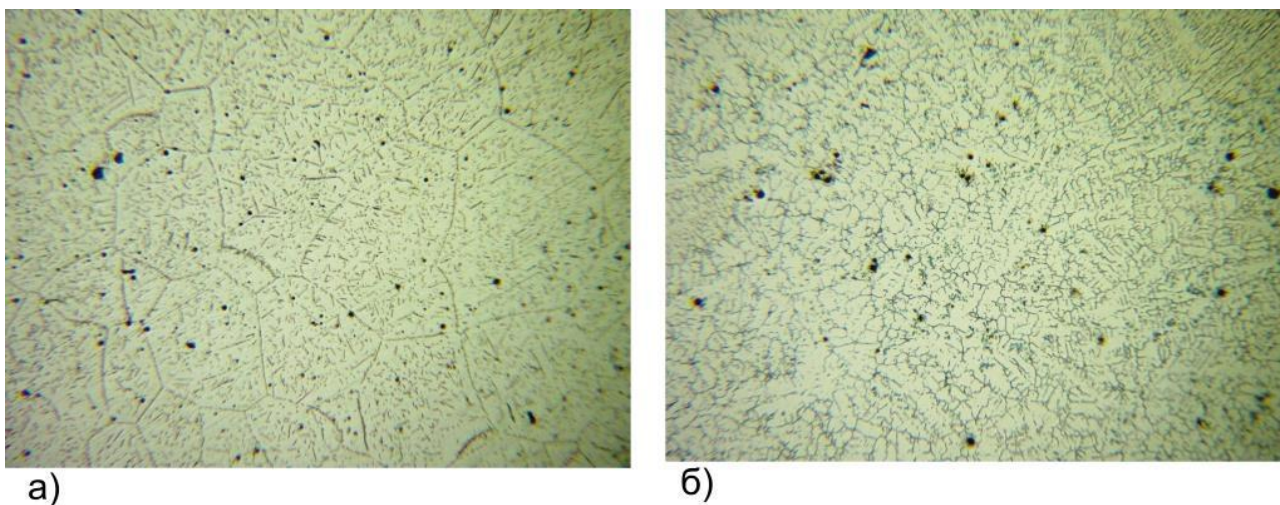


Рис.2. Структура образцов с содержанием алюминия 16% при использовании флюсов системы KF-AlF_3 (а) и $\text{KF-AlF}_3 + \text{K}_2\text{ZrF}_6$ (б) (x200)

Модифицирование интерметаллидных сплавов солью K_2ZrF_6 , как показали проведенные исследования, обеспечивает повышение относительной износостойкости сплавов на 50% (Табл.2).

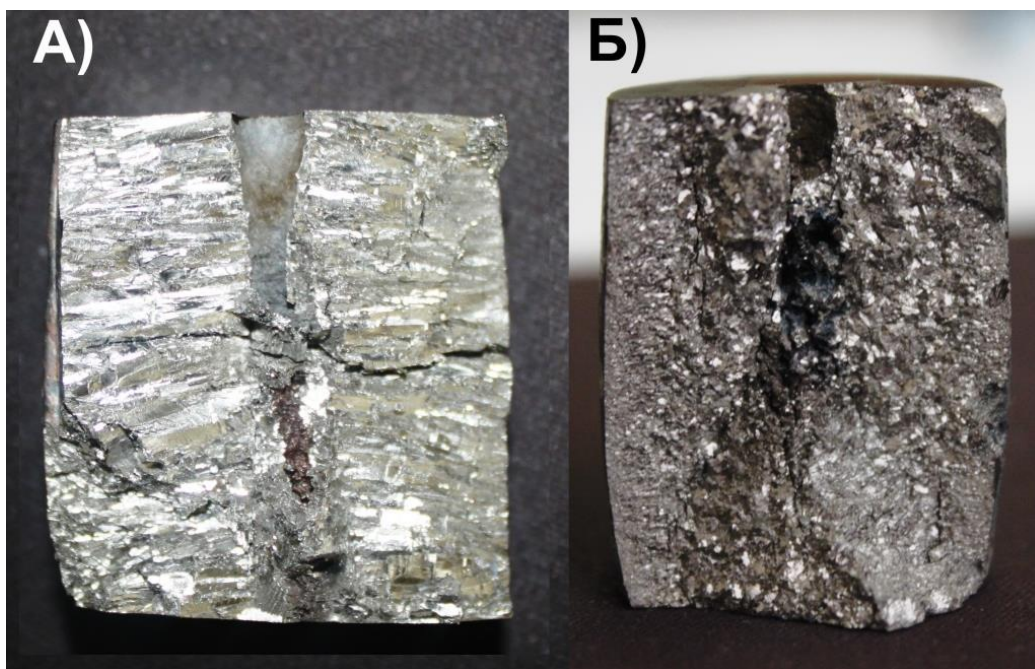


Рис.3. Внешний вид разрушенных образцов с 28% алюминия немодифицированных (а) и модифицированных K_2ZrF_6 (б)

Таблица 2

Эксплуатационные свойства образцов из сплавов системы железо-алюминий.

№	% Al	Обработка K_2ZrF_6	Относительная износостойкость	Диаметр керна после заводских испытаний, мм
1	16	-	3,3	27
2	28	-	3,6	28
3	16	+	4,4	28
4	28	+	5,7	29

Заводские испытания подтвердили эффективность модифицирования сплавов системы железо-алюминий для повышения их срока службы изделий. Интенсивность износа кернов с модифицированной структурой уменьшается в 1,5-2 раза (Рисунок 4.).



Рис.4. Внешний вид изношенного керна

Выводы:

- 1.Интерметаллидные сплавы системы железо-алюминий могут успешно применяться для изготовления деталей оборудования работающего в условиях абразивного износа.
2. Модифицирование интерметаллидных сплавов системы железо-алюминий цирконием позволяет повысить их прочность практически в 2 раза, относительную износостойкость на 50% и увеличить их срок эксплуатации в 1,5-2раза.

Список литературы

1. Microstructure and corrosion resistance of Fe-Al intermetallic coating on 45 steel synthesized by double glow plasma surface alloying technology ZHU Xiao-lin, YAO Zheng-jun, GU Xue-dong, CONG Wei, ZHANG Ping-ze//College of Material Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China 210016 Received 15 February 2008; accepted 2 July 2008
2. Войтович В.А. Новые противокоррозионные материалы в строительстве, 1980, 96 с.
3. Ковтунов А.И, Сидоров В.П., Бородин М.Н., Чермашенцева Т.В.. О возможности использования наплавки системы железо-алюминий в качестве износостойких покрытий Тяжелое машиностроение./№12. с.12-13. 2007г
4. Ковтунов А.И, Мямин С.В., Чермашенцева Т.В. Исследование процессов смачивания стали алюминием при производстве слоистых композитов/ А.И.Ковтунов, С.В. Мямин, Т.В. Чермашенцева// Сварочное производство. №3, 2011. С.8-11.

**МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В СЛУЧАЕ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ УСЛОВИЙ ИХ РАБОТЫ**

Гречин Е.Г., Зыкова В.К.

Тюменский государственный нефтегазовый университет
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище, РФ, г.Тюмень

При проектировании различных технических устройств часто возникает ситуация, когда условия работы данного устройства являются неопределенными. Обычно это обстоятельство в расчет не принимается, и в расчетную модель включают какие-то номинальные исходные данные. При этом велика вероятность того, что работа устройства не будет соответствовать результатам расчета. В расчетную модель может входить большое число факторов (неопределенных исходных данных), тогда оценить качество конструкции на стадии проектирования будет практически невозможно.

На первый взгляд ситуация кажется неразрешимой. Здесь предлагается метод, позволяющий прогнозировать работу конструкции, оценить ее качество, выбрать лучший вариант еще на расчетной стадии, несмотря на то, что некоторые факторы, влияющие на ее работу, в реальных условиях неизвестны, или определить их вообще невозможно.

Рассмотрим этот метод на примере проектирования компоновки низа бурильной колонны (КНБК), применяемой при бурении прямолинейно-наклонного участка скважины. Данная КНБК включает в себя долото (породоразрушающий инструмент), забойный двигатель, бурильные трубы и опорно-центрирующие элементы (ОЦЭ). Требуемая стабилизация зенитного угла осуществляется за счет установки на КНБК одного или нескольких ОЦЭ.

Ставится задача подобрать геометрические параметры КНБК, т.е. диаметры и расположение ОЦЭ, так, чтобы компоновка наилучшим образом удовлетворяла условию стабилизации зенитного угла скважины. Наиболее важными факторами (входными параметрами модели), влияющими на работу компоновки, являются: зенитный угол, диаметр скважины, диаметры ОЦЭ и их расположение. Выходной расчетной характеристикой является боковая реакция на долоте (R_d), от которой зависит процесс искривления скважины. В упрощенной постановке для стабилизации угла она должна быть равна нулю.

Традиционный подход к расчету состоит в том, что входные параметры принимаются постоянными: диаметр скважины равен диаметру долота; зенитный угол имеет постоянное значение; диаметры центраторов (ОЦЭ) не меняются. Сложность состоит в том, что эти величины в реальной скважине могут принимать совсем другие значения. Например, диаметр скважины не равен диаметру долота (обычно больше); в момент разрушения забоя он вообще не может быть определен никаким способом. Зенитный угол скважины может отличаться от расчетного значения, а центратор может изнашиваться и вдавливаться в стенку скважины.

Поскольку величины указанных параметров неизвестны, можно задавать им различные значения и путем многократных расчетов выявить, как они могут повлиять на величину R_d в реальной скважине. Количественной оценкой такого влияния является показатель устойчивости, впервые введенный специалистами ВНИИБТ [3], изучение которого в дальнейшем продолжено в работах [1, 2]. Показатель устойчивости можно выразить формулой

$$\Pi(\Phi_i) = \Delta R_d / \Delta \Phi_i,$$

где Φ_i – фактор, по отношению к которому исследуется устойчивость компоновки; ΔR_d – изменение расчетной величины реакции на долоте при изменении рассматриваемого фактора на величину $\Delta \Phi_i$.

Наиболее важными показателями устойчивости являются:

$\Pi(\alpha)$ – показатель устойчивости к изменению зенитного угла, кН/град;

$\Pi(D_{\text{скв}})$ – показатель устойчивости к изменению диаметра скважины, кН/м;

$\Pi(D_c)$ – показатель устойчивости к изменению диаметра центратора, кН/м.

Рассмотрим эти показатели подробнее.

Показатель устойчивости $\Pi(\alpha)$. Как говорилось выше, реальное значение зенитного угла может отличаться от расчетной величины. При различных сочетаниях геометрических параметров КНБК можно получить зависимости $R_d(\alpha)$, резко отличающиеся между собой (Рисунок 1).

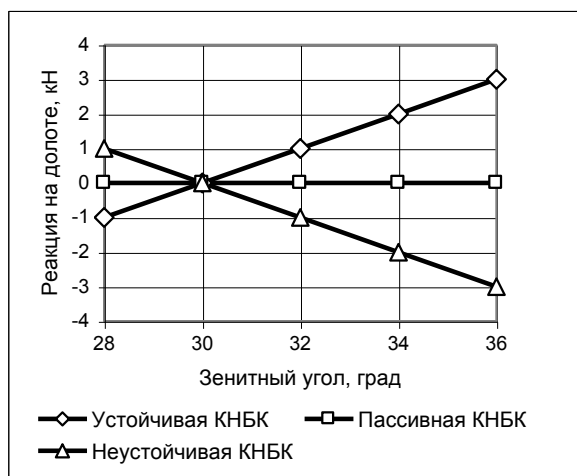


Рис.1. Устойчивость компоновки к изменению зенитного угла

Расчетное значение зенитного угла составляет 30° . Если в скважине угол окажется больше, на долоте появится отклоняющая сила, способствующая его падению и возвращению к расчетному значению. Затем угол станет меньше расчетного, тогда реакция будет направлена на рост зенитного угла, и траектория скважины примет вид, показанный на Рисунке 2, а. Такая компоновка является устойчивой (маркер в виде ромба).



Рис.2. Траектория скважины при устойчивой (а) и неустойчивой (б) компоновке

В случае неустойчивой компоновки любое отличие зенитного угла в скважине от расчетного значения (маркер в виде треугольника на Рисунке 1) приведет к прогрессирующему отклонению оси скважины от намеченной траектории (Рисунке 2, б), и такую компоновку следует исключить из дальнейшего анализа. Пассивная компоновка характерна отсутствием влияния зенитного угла на траекторию скважины (см. Рисунок 1).

Показатель устойчивости к изменению диаметра центратора $\Pi(D_c)$. Его необходимо рассматривать вследствие того, что радиальное расположение ОЦЭ в скважине по причине их износа или внедрения лопастей в стенку скважины неизвестно и не соответствует номинальным размерам центраторов, принятым в расчетной модели. Компоновки с различными геометрическими параметрами будут иметь разные величины показателей устойчивости $\Pi(D_c)$, после исследования которых однозначно нужно выбрать ту компоновку, которая имеет меньшее значение показателя $\Pi(D_c)$.

Такой же подход применяется при исследовании показателя устойчивости к изменению диаметра скважины $\Pi(D_{скв})$ – нужно выбрать компоновку с минимальным значением данного показателя. В этом случае отпадает надобность знать реальный диаметр скважины, так как он мало повлияет на работу компоновки.

Если величины $\Pi(\Phi_i)$ значимые, модель становится менее надежной, и выбирается КНБК с лучшим показателем. Очевидно, компоновка, имеющая низкие числовые значения показателей устойчивости, и в реальной скважине будет показывать более стабильные результаты. Таким образом, показатели устойчивости могут служить для оценки качества компоновки на стадии проектирования. Попытки определить требуемые параметры КНБК экспериментальным путем дороги и всегда безуспешны. Гораздо дешевле и проще выполнить ряд математических экспериментов, как это показано выше.

Анализа показателей устойчивости недостаточно для окончательного выбора компоновки. Предлагаемый подход к проектированию компоновок основан на применении системы их расчётных характеристик, в которую кроме показателей устойчивости входят дополнительные характеристики. Ими являются выходные расчётные величины: реакции на долоте и центраторах, прогиб компоновки, углы поворота её сечений и др.

Выбор компоновки осуществляется на стадии проектирования, на основе сравнения количественных показателей всех расчетных характеристик, определенных в данном конкретном случае как приоритетные. Например, нельзя рекомендовать компоновку, обеспечивающую в расчетном режиме идеальную стабилизацию зенитного угла при любом его значении, если её работа резко изменится при малейшем износе центратора или увеличении диаметра скважины.

Другой пример. Компоновка содержит два центратора. Выполнен обширный анализ показателей устойчивости компоновок с различными геометрическими параметрами и рекомендован к применению наилучший вариант. Но он может быть отвергнут по той причине, что не проведено исследование величины прогиба компоновки между центраторами (выходная расчетная характеристика). Может оказаться, что она больше величины зазора между забойным двигателем и стенкой скважины. Тогда появится дополнительная опора, следствием чего может быть падение зенитного угла вместо его стабилизации.

Важно отметить, что изложенный подход к проектированию можно применить не только к компоновкам буровой колонны, но и ко многим другим техническим устройствам, если есть неопределенность исходных расчетных данных.

Список литературы

1. Гречин Е.Г. Теория и практика работы неориентируемых компоновок низа буровой колонны: / Е.Г. Гречин, В.П. Овчинников, А.В. Будько. – Тюмень: Нефтегазовый университет, 2008. – 176 с.
2. Гречин Е.Г. Проектирование компоновок низа буровой колонны: Монография / Е.Г. Гречин, В.П. Овчинников, А.В. Будько, П.В. Овчинников, Д.Г. Бельский. – М: ООО «Газпром экспоз», 2012. – 222 с.
3. Оганов А.С. Новые решения в проектировании компоновок низа буровой колонны / А.С. Оганов, А.С. Повалихин, З.Ш. Бадреев // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1995. – № 4/5. – С. 11, 12, 16.

ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОГО УСИЛИЯ НА СЛАБУЮ СЛОИСТУЮ ГРУНТОВУЮ СРЕДУ ОТ ДЕЙСТВИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

¹Кравченко Т.И., ²Филатов В.В., ³Сорокин В.А., ⁴Вершинин О.Ю.

¹Заведующая лабораториями кафедры «Сопротивление материалов» ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», РФ, г.Владимир

²И.о. заведующего кафедрой «Сопротивление материалов» ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», РФ, г.Владимир

³Директор Владимирского филиала ООО «Техкрансервис», РФ, г.Владимир

⁴Инженер ООО «ГПМ Лифтсервис», РФ, г.Владимир

Статья посвящена решению плоской задачи об оценке критического усилия, возникающего в слоисто-горизонтальной модели слабой грунтовой среды под действием внешней нагрузки, эпюра которой имеет вид треугольной нагрузки.

Ключевые слова: критическое давление, модель грунтовой среды, треугольная нагрузка, прогноз слабого грунта.

В [1,2] была рассмотрена плоская задача об оценке критического усилия для модели слабой грунтовой среды в форме однородного упругого полупространства, на которое действует внешняя нагрузка, эпюра которой имеет вид прямоугольного треугольника. В настоящей статье рассмотрен более общий случай задачи, когда модель грунтовой среды представляет собой два плоско - параллельных слоя, лежащих на однородном полупространстве, а эпюра внешней нагрузки имеет вид прямоугольного треугольника (Рисунок 1).

Тогда напряжённое состояние модели будет определяться весом плоско -параллельных слоёв и полупространства $\sigma_{x0} = \sigma_{z0} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)]$ и влиянием плоской треугольной нагрузки $R_{кр}$, где σ_{x0} и σ_{z0} - начальные составляющие напряжений, $\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)]$ - давление от собственного веса слоёв грунта с учётом водонасыщенного слоя до уровня z . Формула для вычисления критической нагрузки $R_{кр}$ и максимальной глубины залегания $z_{макс}$ зон предельного напряжённого состояния грунта были получены на основании известных аналитических решений [1, 2] и [3]. Задача заключается в определении такой величины критического давления $R_{кр}$, при котором область предельного равновесия распространяется на глубину $z_{макс}$.

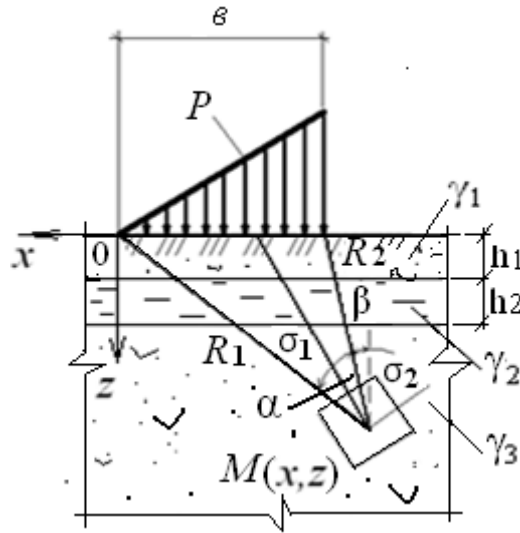


Рис.1. Модель грунтовой среды и эпюра внешней нагрузки

Формулы для главных напряжений, обусловленных действием треугольной нагрузки, представлены следующими выражениями [3]:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{P}{\pi} \left(\frac{z}{b} \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} + 2 \frac{x}{b} \alpha \right) + \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{P}{\pi} \left(\frac{z}{b} \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} + \sin \frac{2}{3} \alpha \right) + \gamma_1 h_1 + \\ &+ \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)]; \\ \sigma_2 &= \frac{P}{\pi} \left(\frac{z}{b} \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} + 2 \frac{x}{b} \alpha \right) - \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{P}{\pi} \left(\frac{z}{b} \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} + \sin \frac{2}{3} \alpha \right) + \gamma_1 h_1 + \\ &+ \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)], \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где P – внешняя нагрузки; x, z – координаты точки M ; b – длина базы действия треугольной нагрузки; α – угол видимости базы действия нагрузки. Подставив выражения (1) в формулу условия предельного равновесия [5]:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = 2 \sin \varphi \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + P_e \right), \quad (2)$$

где $P_e = C \operatorname{tg} \varphi$ – давление связности; C – удельное сцепление связного грунта; φ – угол внутреннего трения грунта; эти характеристики взяты постоянными для полупространства, согласно [6]. Получим следующее уравнение:

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{2}P}{\pi} \left(\frac{z}{b} \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} + \sin \frac{2}{3} \alpha \right) &= 2 \sin \varphi \left(\frac{P}{\pi} \left(\frac{z}{b} \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} + 2 \frac{x}{b} \alpha \right) + \gamma_1 h_1 + \right. \\ &\left. + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)] + C \cdot \operatorname{ctg} \varphi \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Решая уравнение (3) относительно z , получим

$$z = \frac{\frac{2x \sin \varphi}{b} \alpha - 0,71 \sin \frac{2}{3} \alpha + \frac{\pi \sin \varphi}{P} [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 (h_1 + h_2) + C \cdot \operatorname{ctg} \varphi]}{\ln \frac{R_2^2}{R_1^2} \left(\frac{0,71 - \sin \varphi}{b} \right) - \frac{\pi \gamma_3}{P}}. \quad (4)$$

Найдём угол видимости α , при котором $z = z_{\max}$, продифференцировав для этого уравнение (4) по α :

$$\frac{\partial z}{\partial \alpha} = \frac{\frac{2x \sin \varphi}{b} - 0,71 \cos \frac{2}{3} \alpha}{\ln \frac{R_2^2}{R_1^2} \left(\frac{0,71 - \sin \varphi}{b} \right) - \frac{\pi \gamma_3}{P}} = 0, \quad (5)$$

при условии, что $\ln \frac{R_2^2}{R_1^2} \neq 0$, т. е. $R_1 \neq R_2$,

$$\frac{2x \sin \varphi}{b} - 0,71 \cos \frac{2}{3} \alpha = 0;$$

$$\alpha = \frac{3}{2} \arccos\left(\frac{x}{0,36b} \sin \varphi\right) \quad (6)$$

Подставляя (6) в уравнение (4), получим формулу для $z_{\text{макс}}$:

$$z_{\text{макс}} = \frac{\frac{2x \sin \varphi}{b} \alpha - 0,71 \sin \frac{2}{3} \alpha + \frac{\pi \sin \varphi}{P} [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 (h_1 + h_2) + C \cdot \operatorname{ctg} \varphi]}{\ln \frac{R_2^2}{R_1^2} \left(\frac{0,71 - \sin \varphi}{b} \right) - \frac{\pi \gamma_3}{P}}, \quad (7)$$

где x – ордината центра тяжести эпюры треугольной нагрузки; R_1 и R_2 – направляющие, соединяющие начало и конец полосовой нагрузки с точкой M на глубине z .

Для определения $P_{\text{кр}}$ поставим (7) в формулу [4]

$$z_{\text{макс}} = \frac{0,88PB}{C_z}, \quad (8)$$

где $C_z = E/(1 - \nu^2)$ – коэффициент упругого полупространства, $B = 2a$ – база действия нагрузки, ν – коэффициент Пуассона, E – модуль деформации, тоже получаются постоянными для полупространства [6].

После выполнения всех преобразований, получим квадратное уравнение:

$$0,88P^2 \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} (0,71 - \sin \varphi) - P \left(0,88 \pi b \gamma_3 + \frac{2xC_z \sin \varphi}{b} \alpha - 0,71C_z \sin \frac{2}{3} \alpha \right) - \pi C_z \sin \varphi [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 (h_1 + h_2) + C \cdot \operatorname{ctg} \varphi] = 0. \quad (9)$$

Приведём уравнение (9) к следующему виду:

$$MP^2 + NP + L = 0, \quad (10)$$

где

$$M = 0,88 \ln \frac{R_2^2}{R_1^2} (0,71 - \sin \varphi);$$

$$N = -(0,88 \pi b \gamma_3 + \frac{2xC_z \sin \varphi}{b} \alpha - 0,71C_z \sin \frac{2}{3} \alpha); \quad (11)$$

$$L = -\pi C_z \sin \varphi [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 (h_1 + h_2) + C \cdot \operatorname{ctg} \varphi].$$

Решая квадратное уравнение (10), получим формулу для вычисления критического усилия $P_{\text{кр}}$:

$$P_{\text{кр}} = \frac{N}{2M} \left\{ - \left[\left(1 - \frac{4ML}{N^2} \right)^{\frac{1}{2}} + 1 \right] \right\}. \quad (12)$$

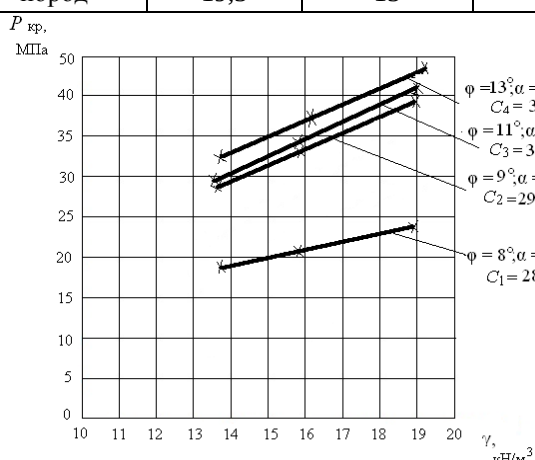
Формулы (7) и (12) позволяют вычислять $z_{\text{макс}}$ и $P_{\text{кр}}$ в полупространстве. В этих формулах $z_{\text{макс}}$ и $P_{\text{кр}}$ зависят от большого количества физико-механических и геометрических характеристик модели.

Придавая различные значения $z_{\text{макс}}$ и $P_{\text{кр}}$, можно получить формулы для различных вариантов моделей среды и эпюр внешней нагрузки. Например, при $b \rightarrow \infty$, эпюра внешней нагрузки будет иметь вид полубесконечной полосы; при $h_1 = h_2 = 0$ получим формулу $z_{\text{макс}}$ и $P_{\text{кр}}$ для однослойной грунтовой среды. На рис.2 а,б и 3 а,б приведены зависимости $P_{\text{кр}}$ от удельного веса полупространства, удельного сцепления C и угла полного внутреннего трения φ . При расчёте принято $h_1 = h_2 = 0,3$ м, $\gamma_1 = 15,05$ кН/м³, $\gamma_2 = 10,3$ кН/м³, $a = 1$ м, коэффициент Пуассона для всех вариантов грунтовой среды $\nu = 0,12$. Расчёт $z_{\text{макс}}$ и $P_{\text{кр}}$ выполнялся при различных физико-механических характеристиках полупространства (Табл.1), соответствующим глинам мягкопластичных пород.

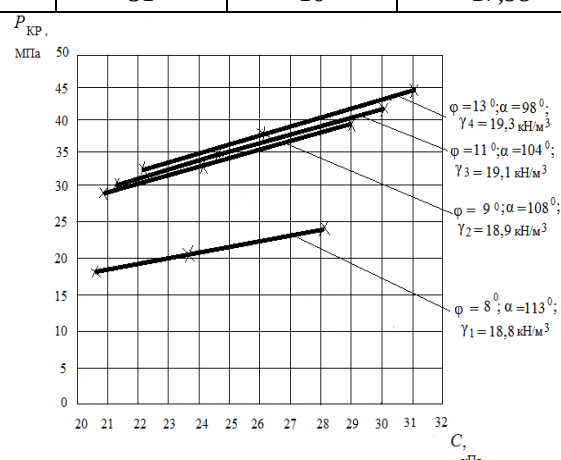
Таблица 1

Физико - механические показатели модели полупространства

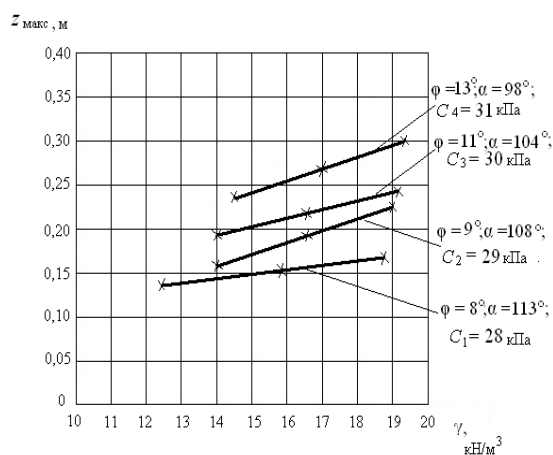
Наименование грунтов	Удельный вес грунта γ , кН/м ³	Угол внутреннего трения $\varphi,^\circ$	Макс. глубина пред. напряжённого состояния $z_{\text{макс}}$, м	Удельное сцепление грунта C , кПа	Модуль деформации грунта E , МПа	Коеф. упругого полупространства CZ , МПа
Глины	18,8	8	0,20	28	10	11,24
мягко-пластич-ных пород	18,9	9	0,22	29	13	14,61
	19,1	11	0,24	30	14	15,73
	19,3	13	0,30	31	16	17,98



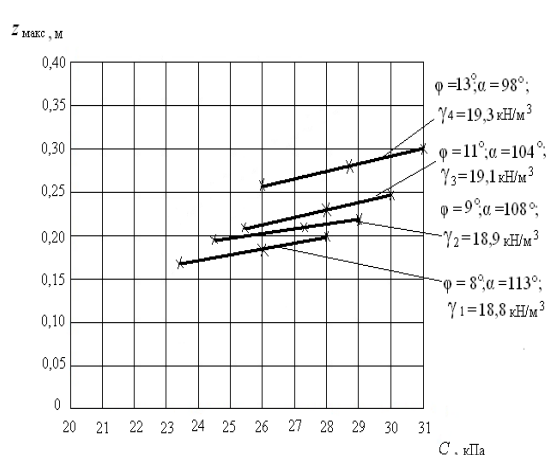
а)



б)

Рис.2. Зависимость критической нагрузки РКР от: а) удельного веса грунта γ при постоянных значениях удельного сцепления C ; б) удельного сцепления грунта C при постоянных значениях удельного веса γ 

а)



б)

Рис.3. Зависимость глубины развития критического усилия $z_{\text{макс}}$ от: а) удельного веса грунта γ при постоянных значениях удельного сцепления C ; б) удельного сцепления грунта C при постоянных значениях удельного веса γ

Анализируя полученные зависимости и сопоставляя численные значения характеристик, следует отметить, что

- зависимости $R_{кр}$ от физико-механических характеристик полупространства являются квазилинейными, как и для случая, рассмотренного в [1, 2];
- с увеличением значений физико-механических характеристик происходит увеличение $R_{кр}$ и $z_{макс}$;
- точки с координатами $z_{макс}$, в которых усилие достигают критической величины ($R_{кр}$) находятся в полупространстве, поскольку всегда $z_{макс} > h_1 + h_2$;

- для зависимости $R_{кр}(\gamma)$ увеличения критического усилия происходит не только с ростом γ , но также с увеличением ϕ и C ; при этом угловой коэффициент (угол наклона графиков $R_{кр}(\gamma)$ к оси абсцисс) увеличивается с ростом ϕ и C .

Всё это указывает на возрастание несущей способности грунтовой среды, причем значения угла видимости уменьшаются. Линейные зависимости $R_{кр}$ от ϕ , γ , C , α позволяют упростить вычисление критических усилий для треугольной нагрузки.

Треугольная нагрузка встречается в строительной практике при работе гусеничных кранов с грузом у края котлована при устройстве фундаментов инженерных сооружений на слабых грунтах, но при этом равновесие крана не нарушается. В основу расчётной схемы положена модель грунта в виде линейно-деформированного массива под подошвой гусеничного крана. Деформации в слабом грунте приводят к перераспределению реактивных давлений грунта по подошве. В результате возникают изгибающие моменты и поперечные силы и эпюра расчётного давления по подошве крана имеет треугольную форму.

Список литературы

1. Кравченко Т.И., Филатов В.В. Оценка предельного критического усилия на упруго-пластическую грунтовую среду от действия треугольной нагрузки. // Известия вузов. Горный журнал. 2012, №5. С.68-72.
2. Кравченко Т.И. Изучение и оценка предельного напряжённого состояния слабых грунтов оснований инженерных сооружений: дис. канд. техн. наук. - Екатеринбург, 2013. - 131 с.
3. Маслов Н.Н. Прикладная механика грунтов. М.: Машстройиздат, 1949. - 328 с.
4. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. М.: Высшая школа, 1968. - 629 с.
5. Цытович Н.А. Механика грунтов. 4 - е изд. М.: Высшая школа, 1983. - 281 с. 6. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений./Строительные нормы и правила. - М.: Госстройиздат, 2000. - 40 с.

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

ВЫЯВЛЕНИЕ КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ И ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

¹Мусаев С.Д., ²Майрансаев З.Р.

¹МАТИ-Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского, г.Москва, РФ

²Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный Технологический Университет), г.Владикавказ, РФ

При эксплуатации магистральных трубопроводов приоритетом является надежность. Она зависит, прежде всего, от степени опасности дефектов в теле трубы и сварных швах, которые могут возникнуть при производстве труб, монтаже, а также в процессе эксплуатации.

Основными повреждающими факторами являются:

Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН);

Разрушение изоляционного покрытия, что способствует проникновению и воздействию агрессивной коррозионной среды;

Повреждения магистрального трубопровода при строительстве и ремонте (задиры, риски, царапины);

Накопление усталостных повреждений, образование микротрещин в основном металле труб и сварных швах, которые способны объединяться и перерасти в макротрещины[3]. Это приводит к уменьшению живого сечения стенки трубы.

Наиболее опасными являются трещины КРН. На (Рисунок 1) показаны усталостные трещины, полученные экспериментальным методом.

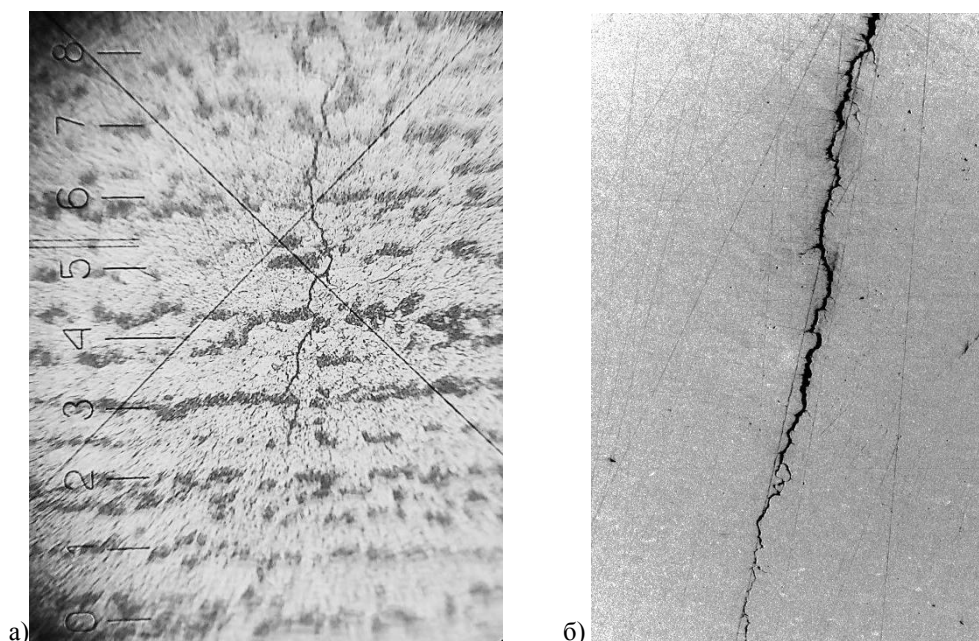


Рис.1 Вид коррозионного растрескивания под напряжением образца магистрального газопровода: а) с травлением металла; б) без травления металла.

Для обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов необходимо своевременно обнаружить дефекты. При этом нужно не только определить геометрические параметры дефектов, но и рассчитать степень их опасности. Совокупность этих данных сводится к определению оценки остаточного ресурса магистрального трубопровода.

На примере фрагмента магистрального газопровода диаметром 1420мм., марки стали Х70, под воздействием циклических нагрузок проводились крупномасштабные испытания для определения остаточного ресурса работы газопровода, после появления на его поверхности усталостной трещины [1]. С помощью испытательной машины МУП-50, создавались условия максимально приближенные к условиям эксплуатации трубопровода.

Выявление, определение геометрических размеров и дальнейшее развитие дефектов проводились с помощью ультразвукового дефектоскопа [2].

Сущность методики заключается в проведении ускоренных испытаний вырезаемых из труб стандартных образцов или изготавливаемых из трубного металла малогабаритных образцов-изделий в коррозионной среде в условиях нагружения постоянным усилием или медленным растягивающим усилием, регистрации момента разрушения образцов или появления стресс-коррозионных трещин, и определении стойкости металла к растрескиванию на основе сопоставления коррозионно-механических свойств металла исследуемых труб.

По результатам исследований формируется база данных, где оцениваются и корректируются выявленные дефекты, определяется степень их опасности и рассматриваются варианты предотвращения дальнейшего роста. По той же методики проводятся исследования фрагментов магистральных трубопроводов в условиях агрессивных сред, а так же образование катодных и анодных участков под влиянием блуждающих токов при почвенной коррозии. Такие виды коррозии могут возникать из-за повреждения изоляционного слоя трубопровода, вследствие чего понижаются прочностные характеристики стали, предел текучести и существенно возрастает вероятность аварии.

Выводы:

1. С проведением своевременной диагностики повышается возможность определить степень опасности выявленных дефектов и осуществить оптимизацию ремонтных работ магистральных трубопроводов.

2. Проводя исследования на различных участках магистрального трубопровода и обрабатывая полученные данные, вычисляется алгоритм повреждения и производится прогнозирование и оценка остаточного ресурса каждого фрагмента трубопровода.

3. На основании предложенного методологического подхода можно проводить сравнительные испытания различных материалов и способов их обработки для магистральных трубопроводов с обеспечением объективного критерия оценки работоспособности материалов в различных условиях коррозионного воздействия.

Список литературы

1. Басиев К.Д., Бигулаев А.А., Величко Л.Н., Дзиев К.М., Мусаев С.Д. «Исследование трубной стали марки Х70 при одновременном воздействии механических напряжений и коррозионной среды». Коррозия: материалы, защита. 2013. № 8. С. 16-18.
2. Бигулаев А.А., Мусаев С.Д., Преимущество ультразвукового контроля при выявлении коррозионно-механических дефектов магистральных газопроводов. / Экономика и социум. 2014. №1 (10) С.78-82.
3. Патент на полезную модель RU №:136576 «Устройство для определения дефектов образца магистральных трубопроводов». от 10.01.2014г

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДУГОВОГО ГЛУБИННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Куберский С.В.

Донбасский государственный технический университет, Украина, г.Лисичанск

Теплофизические свойства материалов входящих в состав рудно-восстановительных блоков (РВБ) используемых при дуговом глубинном восстановлении (ДГВ) полезных элементов в металлические расплавы играют важную роль с точки зрения протекания различных тепло- и массообменных процессов. В первую очередь в условиях ДГВ от них зависят скорости расходования РВБ и прогрева заглубленным дуговым разрядом рудно-восстановительной смеси (РВС) до температуры, обеспечивающей протекание реакций восстановления необходимых элементов, а также энергетические параметры процесса.

Для изготовления РВБ процесса ДГВ используются различные вторичные материалы и отходы производства сведения о теплофизических свойствах, которых как в отдельности, так и в составе РВС в настоящее время в научно-технической литературе отсутствуют. Поэтому основная задача данных исследований заключалась в разработке методики позволяющей прогнозировать основные теплофизические параметры процесса ДГВ в зависимости от химического состава материалов используемых для изготовления РВБ.

Принципиальная схема реализации процесса ДГВ показана на Рисунке 1.

Расходование РВБ (Рисунок 1) соответствует теплотехнической задаче «плавления полубесконечного тела с постоянной скоростью». В работе [1] для решения дифференциального уравнения теплопроводности Фурье используется прием замены неподвижной системы координат $X - t$ и движущегося температурного поля (прямая задача Стефана) на движущуюся систему координат относительно неподвижного температурного поля:

$$\varepsilon = x - W\tau; \quad \eta = \tau. \quad (1)$$

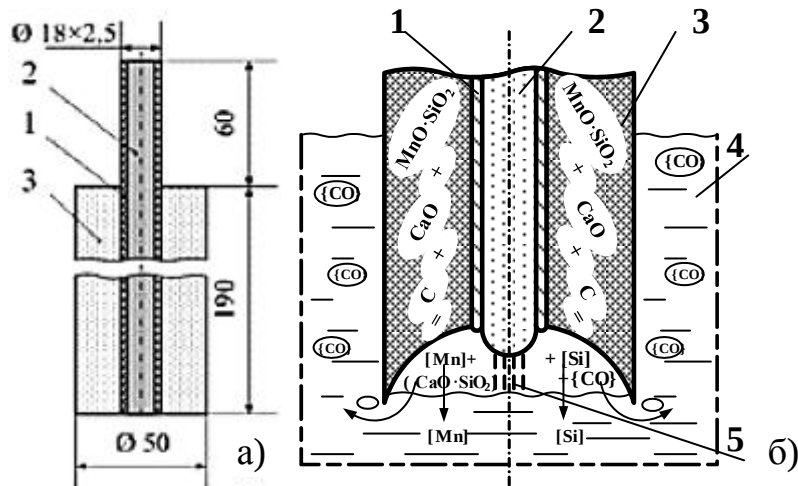


Рис.1. РВБ (а) и принципиальная схема (б) реализации процесса ДГВ элементов из силикомарганцевого шлака для раскисления-легирования расплава марганцем и кремнием в ИСТ-0,06:
1 – стальная трубка; 2, 3 – электродная и рудная смесь;
4 – металлический расплав; 5 – дуговой разряд

Процесс расхождения РВБ при ДГВ правомерно считать установившимся. Тогда, для установившегося процесса расхождения блока справедливо полученное в работе [1] выражение температурного поля в расходуемом объекте:

$$t = t_0 + (t_p - t_0) \cdot e^{\frac{-W\varepsilon}{a}}. \quad (2)$$

Выражение расхождения объекта под действием теплового потока на расходуемую поверхность имеет вид:

$$q = \lambda \cdot \frac{W}{a} (t_p - t_0) = W \cdot c \cdot \rho (t_p - t_0), \quad \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}} \quad (3)$$

где X – координата в уравнении теплопроводности Фурье, м; ε – новая координата (израсходованная часть), м; W – известная из опыта скорость расхождения блока, м/ч; τ – время в дифференциальном уравнении Фурье, ч; η – время в новой системе координат, ч; t – температура в расходуемом объекте, град; t_0 – начальная температура, град; t_p – температура расхождения блока (плавление и восстановление), град; a – коэффициент температуропроводности, м²/ч; λ – коэффициент теплопроводности, ккал/ч·м·град; C – теплоемкость материала РВБ с учетом того, что часть ее восстанавливается, ккал/кг·град; ρ – плотность материала блока, кг/м³.

Относительно t_p известно следующее. Термодинамические расчеты показывают, что карботермическое восстановление марганца начинается при 1400 °С из MnO и при 1500 °С из MnO·SiO₂. Восстановление кремния из SiO₂ начинается при 1640 °С. Карботермическое восстановление кальция, магния и алюминия начинается при температуре больше 2000 °С и при извлечении марганца методом ДГВ не наблюдается. Температура плавления шлака, из которого состоят РВБ, находится в пределах 1200-1400 °С. Поэтому можно утверждать, что t_p с большой степенью вероятности находится в пределах 1200-1650 °С.

Теплоемкость материала РВБ является аддитивной величиной и может быть подсчитана на основании литературных данных по формуле:

$$C_p = \frac{\sum g_i C_i}{\sum g_i} \cdot K, \quad (4)$$

где g_i – массовые доли составляющих; C_i – истинные теплоемкости каждой составляющей, ккал/кг·град; K – учет пористости материала блока.

«К» определяется как отношение кажущейся плотности ($\rho_{\text{каж}}$, кг/м³) к истинной плотности ($\rho_{\text{ист}}$, кг/м³) которые подсчитываются по выражениям:

$$\rho_{\text{каж}} = M/V = M/WF\tau, \quad (5)$$

$$\frac{1}{\rho_{\text{ист}}} = \sum \frac{g_i}{\rho_i}, \quad (6)$$

где M – масса израсходованного материала РВБ, кг; V – объем РВБ ($V = WF\tau$), м³; W – скорость расходования блока, м/с; F – площадь поперечного сечения расходующего материала, м²; τ – время горения блока, с; ρ_i – плотность составляющих РВБ материалов, кг/м³ [4].

В отсутствие эмпирических данных для используемых в данной работе РВБ теплоемкость рассчитывали по температурным рядам с использованием полученных результатов экспериментов. Сначала определяли истинные теплоемкости каждой составляющей с использованием данных Табл.1 [2]. Затем по формулам 4 и 5 находили теплоемкость и кажущуюся (рабочую) плотность материала блока, а по формуле 6 определяли истинную плотность необходимую для определения пористости материала блока. При использовании в процессе ДГВ различных отходов огнеупорных изделий для определения плотности, теплопроводности и теплоемкости, изготавливаемых из них РВБ могут быть использованы эмпирические выражения, приведенные в работе [3].

Таблица 1

Некоторые свойства компонентов, входящих в состав РВС

Составляющие материала блоков	Коэффициенты в уравнении теплоемкости $a+b \cdot T+d \cdot T^2$, Дж/моль·К			Теплоемкость, (Ср) составляющих, ккал/кг·град при Т, К			ρ_n , (кг/м ³) ·10 ⁻³	ΔH_{298}^0 ккал/моль
	a	b·10 ³	d·10 ⁻⁵	298	1473	1800		
Графит	17,17	4,27	-8,79	0,1699	0,4585	0,4890	2,20	–
MnO	46,51	8,12	-3,68	0,1505	0,1960	0,2051	4,50	91,90
SiO ₂	13,69	103,80	–	0,1775	0,6628	0,7979	2,26	216,19
CaO	49,65	4,52	-6,52	0,1861	0,2387	0,2454	3,40	151,43
MgO	42,62	7,28	-6,20	0,2256	0,3166	0,3313	3,30	143,33
Al ₂ O ₃	106,70	17,79	-28,60	0,1868	0,3078	0,3225	3,80	399,04
K ₂ +Na ₂ O	65,73	22,61	–	0,2790	0,3812	0,4097	2,60	100,00
Прочие	–	–	–	0,2000	–	–	3,00	100,00

При восстановлении элементов из РВБ кажущаяся теплоемкость материала возрастает вследствие расходования тепла на реакции восстановления. Поэтому расходующему РВБ характерна «условная» теплоемкость (C_{yc} , ккал/блок·град), определяемая по уравнению:

$$C_{yc} = C_{1500}^{каж} M_{\text{бл}} + \frac{q_{nl} + 54N_{Mn} + 188N_{Si}}{1520}, \text{ причем } q_{nl} = 50 \cdot M_{\text{бл}} + 65 \cdot M_{\text{эл}},$$

где $M_{\text{бл}}$ – масса израсходованного материала блока, кг/блок; $M_{\text{эл}}$ – масса израсходованного электрода, кг; 50 и 65 – соответственно теплота плавления, ккал/кг; N_{Mn} и N_{Si} – количество восстановленных Mn и Si, моль/блок; 54 и 188 – теплоты восстановления Mn и Si, ккал/моль; 1520 °С – средняя температура расходования РВБ, которая в процессе переработки изменяется или самопроизвольно устанавливается в зависимости от теплопоглощения блоком.

Ситуация с формированием t_p показана на Рисунке 2. Эта температура контролируется тем показателем, который имеет меньшее значение. Если температура плавления материала блока $t_{пл}$ меньше температуры восстановления t_v , то $t_p \approx t_{пл}$. Для восстановления силикатов марганца требуется последующий перегрев шлаковой пленки до $t > t_v$ (в этом случае $\varepsilon < 0$). Восстановление происходит с участием газовой фазы, а доступ газа через шлак труднее, чем через твердый пористый материал. Поэтому вариант $t_p \approx t_{пл}$ менее предпочтителен для полноты восстановления силикатов марганца (Рисунок 2, а).

Если температура восстановления меньше температуры плавления (Рисунок 2, б), то на поверхности каверны РВБ наблюдается температура восстановления. Шлак расплавляется по мере освобождения материала блока от силикатов марганца и повышения температуры его плавления. Предпочтительность варианта, представленного на Рисунке 2 (б) более вероятна.

Также необходимо отметить, что на изменение как $t_{пл}$, так и t_b влияет углерод, содержащийся в обогреваемом поверхностном слое РВБ, из которого восстанавливаются элементы.

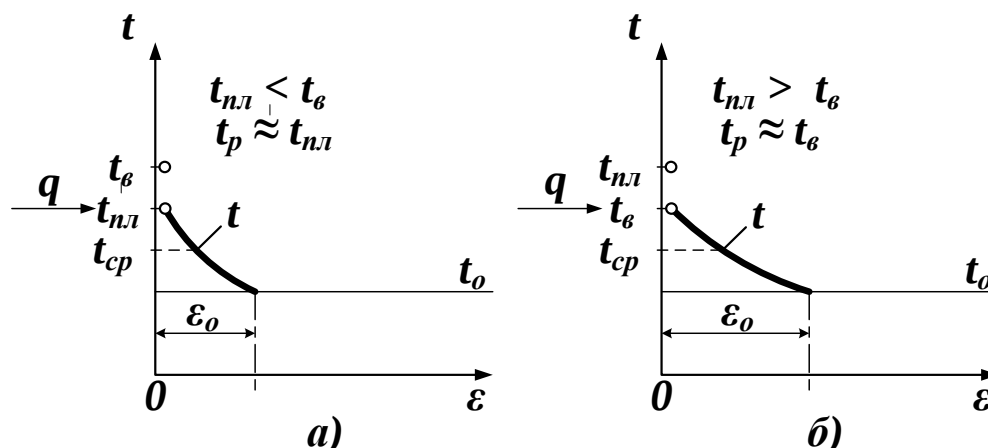


Рис.2. Различные варианты восстановления элементов

Получаемые экспериментально величины плотности и теплоемкости необходимы для дальнейшего определения коэффициента температуропроводности $a = \lambda / c_p$ и температурного поля в расходуемом блоке $t = f(x)$, по выражениям 2 и 3.

Третьим параметром, необходимым для определения температуропроводности, является коэффициент теплопроводности материала РВБ. Теплопроводность, как и температуропроводность, не аддитивна, как теплоемкость и плотность, и не существует методик расчета теплопроводности оксидных материалов (типа огнеупоров и РВБ) в общем случае. Для определения теплопроводности в работе [3] приведены эмпирические выражения ее изменения. Теплопроводность одних материалов с повышением температуры увеличивается (динас, шамот), у магнезита, наоборот уменьшается. В общем виде коэффициент теплопроводности $\lambda = \lambda_0 \cdot (1 \pm bt)$ [3], причем λ_0 и b в справочной литературе везде даются для конкретных материалов как результат экспериментальных исследований. Обычно теплопроводность отдельно взятого кристаллического оксида на порядок больше, чем теплопроводность технического материала типа огнеупорных кирпичей из таких же оксидов. Например, у кристаллического кварца λ_0 поперек оси составляет 6,2 ккал/м·ч·град, вдоль оси кристалла 11,7, а у динаса 0,7. Если для оценки величины теплопроводности принять ее для РВБ такой, как у многих оксидных материалов [3] $\lambda_0 \approx 0,7-0,9$ ккал/м·ч·град и при температуре $1500^\circ\text{C} \approx 1,5-2$ ккал/м·ч·град, то можно оценить и величину коэффициента температуропроводности, необходимую для описания температурного поля в расходуемом блоке по выражению 2.

Существенно, что в данном случае важно не абсолютное значение λ и $a = \lambda / (c_p)$, а их изменение под действием температурных условий в зоне электрической дуги (Рисунок 1).

Расход тепла (ккал/блок), усвоенного каждым РВБ и тепловой поток на расходуемую обогреваемую его поверхность (ккал/м²·ч) определяли по формулам:

$$Q = C_{\text{усл}} \cdot 1520, \quad q = \frac{Q \cdot 3600}{\pi R^2 \tau}.$$

Коэффициент температуропроводности РВБ оценивается по известной из экспериментов скорости расходования. Непосредственно из решения 3 сначала определяется температура расходования по каждому РВБ:

$$t_p = \frac{q}{C_{\text{усл}} \cdot W \cdot \rho_{\text{каж}}} + 20^\circ.$$

Преобразовав выражение 2 с учетом 1 и заменив « ϵ » на длину израсходованной части ($\epsilon + W\tau = x$) получим:

$$\ln\left(\frac{t - t_0}{t_p - t_0}\right) = -\frac{W^2 \tau}{a},$$

где $W\tau$ – израсходованная часть, а $\varepsilon=0$.

Расчет выполняется по каждому опыту из полученного экспериментального массива для получения t , α , λ , c , ρ , которые в пределах массива могут достаточно отличаться.

Допуская, что расходуется слой блока, температура которого на расстоянии X от обогреваемой поверхности составляет $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура плавления шлака) и приняв температуру окружающей среды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ выражение 3 можно представить в виде:

$$\ln \frac{(1200 - 20)}{(t_p - 20)} = -\frac{WX}{a}, \text{ откуда получаем } a = \frac{-WX}{\ln \frac{(1200 - 20)}{(t_p - 20)}},$$

где $x \leq 0,63$ мм (т.к. РВБ изготовлен из материалов фракции «– 0,63»).

По величине коэффициента температуропроводности определяется коэффициент теплопроводности по формулам:

$$\lambda = a \cdot C_{\text{усл}} \cdot \rho_{\text{каж}} \text{ и } \lambda = \frac{q \cdot x}{\Delta t},$$

где q – тепловой поток, $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$; x – толщина расходуемого слоя, мм; Δt – перепад температуры в слое x , (составляет $(t_p - 1200)$ градусов).

Температурное поле в движущейся системе координат $\varepsilon - \eta$ стационарно и описывается выражением 2.

Для определения теплофизических свойств РВБ были проведены 18 экспериментов по обработке железуглеродистых расплавов методом ДГВ элементов из отходов производства и вторичных материалов в бессердечниковой индукционной печи ИСТ-0,06.

На проведенных экспериментах в качестве основного рудного сырья использовали отвальные шлаки непрерывной плавки силикомарганца и шламы Стахановского завода ферросплавов. В качестве восстановителя использовали стружку графитированных электродов, коксовую мелочь, антрацит и коксовый остаток каменноугольного пека, который применяли в качестве связующего РВБ. Все твердые материалы дробили и просеивали через сито размером ячеек 0,63 мм. Расходуемые материалы формовали в цилиндрические блоки с одним центральным электродом.

Электрод (Рисунок 1) выполнен комбинированным и состоит из трубки ($\varnothing 18 \times 2,5$ мм) полость которой набита электродной смесью стружки графитированных электродов со смолосеком. Кроме того, в состав углеродистой смеси вводили 11-13% MgO для обеспечения синхронной скорости расходования комбинированного электрода и РВБ содержащего необходимые для восстановления оксиды марганца и кремния. В зону дугового разряда ток поступает по стальной трубке, а вблизи дуги трубка оплавляется, и дуга горит от углеродистого сердечника.

До и после обработки расплава по методу ДГВ, которую осуществляли при отключенном индукторе, производили замер температуры, и отбор проб для химического анализа состава металла, начального и конечного шлаков.

Для оценки адекватности предложенной методики определения теплофизических параметров рудно-восстановительных смесей расчетные данные сравнивали с результатами полученными при определении этого параметра с использованием прибора «Итэм-1м» предназначенного для массовых экспресс измерений теплопроводности металлов, сплавов, полупроводников и теплоизоляторов в диапазоне изменения теплопроводности $0,2-80\text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ при нормальных условиях. Измерения проводили на образцах диаметром 15 мм и высотой не более 40 мм изготовленных из РВС близких по химическому составу к смесям, использованным при проведении обработки расплава методом ДГВ в ИСТ-0,06.

Полученные в ходе экспериментов результаты свидетельствует о том, что расчетные и опытные значения величины коэффициента теплопроводности имеют один порядок и в среднем составили 2,566 и 1,584 $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ соответственно. Более низкие значения исследуемого параметра для случая измерений прибором «Итэм-1м» можно объяснить значительно меньшей температурой проведения испытаний ($50-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) в сравнении с температурой обработки расплава методом ДГВ ($1450-1600\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Таким образом, предложенная методика позволяет прогнозировать основные теплофизические параметры РВБ и процесса обработки по методу ДГВ в зависимости от состава рудной смеси, конструкции, площади обогреваемой поверхности, скорости расходования блоков, тепловых условий окружающей среды и дугового узла, а также температурных параметров обработки, что является важным при разработке технологии для

извлечения марганца из различных видов марганецсодержащих отходов.

В ходе последующих исследований предполагается оценить влияние химического состава РВС на теплофизические параметры обработки и эффективность дугового глубинного извлечения элементов из вторичных материалов и отходов в железуглеродистые расплавы.

Список литературы

1. Гольдфарб Э.М. Теплотехника металлургических процессов М. «Металлургия», 1987г, 439 с.
2. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов, М. «Металлургия», 1988, 288 с.
3. Минаев А.Н., Шипилин Б.И. Литейные печи и сушила М. – С. Машгиз, 1959г., 472 с.
4. Ойкс Г.Н., Иоффе Х.М. Металлургия стали. Расчеты М. «Металлургия», 1975, 480 с.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

THE PROBLEM OF SURPLUS OF FREIGHT CARS

Панкратов И.Н., Сухов А.А.

МГУПС (МИИТ), РФ, г.Москва

Widescale reform of railway transport which has been implemented in Russia since the beginning of 2000 has led to a considerable increase of rolling stock owners and growth of competition in the sphere of rolling stock operation. As a result control of freight cars has completely passed into the hands of private operating companies.

Despite the huge number of advantages of this way of operating, which is the integral part of developed competitive transport market, shift of freight cars in the private category decreases efficiency of their use (one particular reason is that the loading is to be processed on the freight car of the owner, with whom the contract is signed, but not the closest one). Deterioration of operational indexes of rolling stock has required an attraction of investments into its renovation, because more freight cars were needed for transportation of the same freight volume. Thus the rolling stock fleet has increased by 50 thousand cars since January 2014 and by 200 thousand (or 22%) since the pre-crisis 2007. The main increase occurred in the gondola cars, which number has doubled over the last five years.

Because of such a rapid growth the infrastructure has turned into a large parking of freight cars unclaimed for transportation, with their number still steadily growing. Primarily it is due to the fact that the growth rate of cars number is 3,5 times higher than the growth rate of freight turnover. For gondola cars this index is much higher - 6 times.

For 12 months of 2014 the fleet of freight cars not involved in the transportation process and occupying public infrastructure was 339 thousand daily average. 215 thousand of them were cars of operating park unclaimed for transportation and 124 thousand belonged to non-operating park. Compared with 2015 the surplus of the car fleet has increased by 27,1 thousand units or 2,2%.

In March 2014 the 9th meeting of the assembly of the heads of railways approved, by the request of the JCS Russian Railways President V. Yakunin, "Method of calculating the performance of the car fleet allowing to monitor, analyze and assess the impact of redundancy of car fleet on the effectiveness and efficiency of the railway network" in order to estimate an influence of excess fleet on the economy of JSC Russian Railways and on the growth of transportation costs for freight owners.

In accordance with the calculations of JSC "NIIAS" and JSC "VNIIZhT", conducted by the algorithms of this method, influence of excess working car fleet, located on JSC Russian Railways infrastructure, for twelve months of 2014 has led to the loss of service speed by 1,27 km/h, reduction of performance of locomotive by 70,2 thousand ton-km gross daily and slowdown in turnover by 3,45 days.

Reduction in processing capacity of stations due to occupation of railroads capacity by cars of non-working fleet has become a reason of slowdown in turnover by 1,99 days, service speed - on 0,74 km/h, reduction of locomotive performance by 40,5 thousand ton-km gross daily.

Total direct economic losses of JSC "Russian Railways" for the twelve months of 2014 due to the service speed slowdown by 2.00 km/h amounted to 5.75 billion rub including: the maintenance of additional locomotives (326 units daily) and brigades (1392 people a day), consumption of fuel and energy resources - 3.0 billion rub setting aside trains

from movement - 1,7 billion rub, the growth of shunting operations, processing and downtime in shunting stations - 1.1 billion rub.

Risks of filing penalties for violation of terms of delivery of empty cars are estimated at 3.8 billion rub.

Taking into account the loss of profits from the discoordination of operators in placing unclaimed for carriage cars on paid layover (estimated - 4.4 billion rub) overall negative impact of excess fleet on the financial results of JSC Russian Railways for January - December is estimated at 14.0 billion rub.

Calculating made by this method demonstrates an influence of the problem of excess freight car fleet on the overall operation of railway network only from the technological point of view: reduction of the trains speed, locomotive performance, car turnover, infrastructure capabilities. But there is also a commercial side of this question concerning cooperation of operating companies with freight owners. On the one hand, reduction of the fleet will lead to the improving of quality indicators of JSC Russian Railways, but on the other hand it will cause the price increase for services provided by operators of rolling stock due to so-called commercial deficit. That's why it is so important to find a middle way, to determine the amount of cars, which can be smoothly removed. And it will increase effectiveness of JSC Russian Railways and will not cause a stir at the transport market.

Moreover seasonal character of railway transport should be considered. Therefore it is necessary to calculate a required fleet of freight cars which will cover the seasonality and prevent acute summer price increase for the services provided by operating companies.

And finally calculation of excess car fleet must be made for each type of rolling stock, because different types affect the load on infrastructure to a different extent.

For now this calculating and subsequent reduction of the freight car fleet is rather a distant prospect, but measures to reduce losses must be taken immediately. JSC Russian Railways in accordance with the principles of the Unified Network Transport Process, the project of which is being widely discussed, suggested that the operators organize layover of freight cars at the parts of stations allotted for empty cars. There is a list of these stations (1293 stations with 2182 tracks with capacity of 135 thousands cars) defined by JSC Russian Railways showing rates for layover at these stations. This will help JSC Russian Railways, operating companies and freight owners to avoid substantial losses because of the failures in transportation process which may be caused by uncoordinated movement of empty cars.

As for the new freight cars, which are being purchased by the car owners and operators in the amount of 7 thousand monthly, they should be attributed to the non-public railroads. And the owner of siding has to possess the required capacity for placing cars. Such measures may also attract investments in the development of non-public railroads. As a last resort ban on registration of new car numbers (unless the car is an innovative one) might be introduced.

Introduction of such principles of management of car fleet can be realized only by making changes in the transport legislation, because at this moment JSC Russian Railroads has no possibilities to influence on admission of new cars on public infrastructure and to oblige operators to place cars on pay layover. Solving the problem of network congestion by unclaimed cars will definitely have a positive impact on all participants of the transport market, because it will lead to the increase of reliability, quality, competitiveness and economic efficiency of rail transport in Russia.

List of references

1. Аникеева-Науменко Л.О. Методы повышения эффективности использования вагонов грузового парка на железнодорожном транспорте Исследование эффективности использования приватного подвижного состава транспортной компанией - Автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.э.н. - М., 2014. - 24 с.
2. Горбунов А.А. Компании-операторы и предприятия железнодорожного комплекса: моделирование взаимодействия управленческих ресурсов. - Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. – МИИТ, 2004.
3. Куренков П.В. Поиск оптимизации количества вагонов различных собственников на инфраструктуре ОАО «РЖД» // Материалы Международной научно-практической конференции «Эффективное управление вагонным парком в условиях множественности операторов на основе ЕСТП и тарифного регулирования».- М.- 28.02.2013 г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЁСНЫХ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 5 РАЗДЕЛЬНО-АГРЕГАТНОЙ КОМПОНОВКИ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ, ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЯЮЩИХ СЦЕПНОЙ ВЕС

Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С.

ФГБОУ ВПО Дальневосточный государственный аграрный университет, РФ, г.Благовещенск, Амурская область

В сельском хозяйстве Амурской области широкое применение нашли тракторы тягового класса 5 (К-700, К-701, К-744, МТЗ-3023), обладающие высокими тягово-сцепными свойствами, широкими возможностями агрегатирования и низким удельным давлением на обрабатываемые грунты, что определяет их наиболее оптимальное использование в технологии производства сельскохозяйственной продукции.

В то же время, учитывая естественную убыль полноприводного автомобильного транспорта вследствие естественного износа, а, часто, и необходимость из-за погодных, климатических или дорожных условий, сельхозтоваропроизводители используют эти колёсные тракторы в качестве энергетических средств в составе машинно-тракторных агрегатов (МТА) на транспортных работах, агрегируя их с одним или несколькими прицепами.[2]

Однако невысокая безопасная техническая скорость (разрешённая предприятием-изготовителем скорость по дорогам с усовершенствованным бетонным или асфальтированным покрытием не более 30 км./ч. при максимально возможной в 60 км./ч.), необходимость установки на заднюю полураму балласта весовой нагрузкой в 2500-3000 кг., что влечёт дополнительный расход топлива, возможность потери управляемости, неконтролируемого раскачивания, переворачивания и складывания вследствие конструктивных особенностей из-за отсутствия поддрессирования, высокого центра масс трактора и нерационального распределения эксплуатационной массы по осям накладывает ограничения на агротехнические скорости и условия эксплуатации, не позволяя всесезонное использование тракторов раздельно-агрегатной компоновки, что снижает производительность и эффективность от их применения в сельском хозяйстве.[1]

Вследствие чего существует решение задачи по повышению эффективности использования этих колёсных тракторов применением конструкторских изобретений, снижающих влияние конструктивных особенностей их ходовой системы, в частности устройств, перераспределяющих и стабилизирующих сцепной вес между мостами трактора.

Технической задачей предлагаемого изобретения является повышение проходимости колёсного трактора раздельно-агрегатной компоновки (полурамного трактора) при проведении сельскохозяйственных работ, безопасность эксплуатации и увеличение рабочих скоростей его движения по грунтам с низкой несущей способностью, снижение переуплотняющего и техногенного воздействия движителей на почву за счёт перераспределения сцепного веса колёсного трактора с его передних моста и полурамы на задний мост и полураму через достаточно простой конструкции устройство-регулятор сцепного веса трактора раздельно-агрегатной компоновки, при простоте изготовления устройства, низкой себестоимости, снижении количества задействованных узлов и деталей, высокой надёжности, удобстве в установке, обслуживании и эксплуатации.

Техническим решением задачи является создание устанавливаемого на косыночных упорах в тыльной части передней полурамы трактора устройства - регулятора сцепного веса, включающего в себя систему амортизации вертикальных колебаний полурам трактора и имеющего возможность распределения сцепного веса между полурамами в зависимости от условий эксплуатации.

Поставленная задача достигается тем, что устройство выполнено в виде устанавливаемого на косыночных упорах в тыльной части передней полурамы трактора, перпендикулярно вектору его движения, механизма, состоящего из силового гидроцилиндра, упирающегося рабочей частью штока в окончание реактивной тяги, закрепленной на шлицах в срединной части торсионной оси, на шлицевых окончаниях которой установлены силовые реактивные тяги, объединённые в узлах соединения прижимным демпфером с болтовыми креплениями (Рисунок 1).

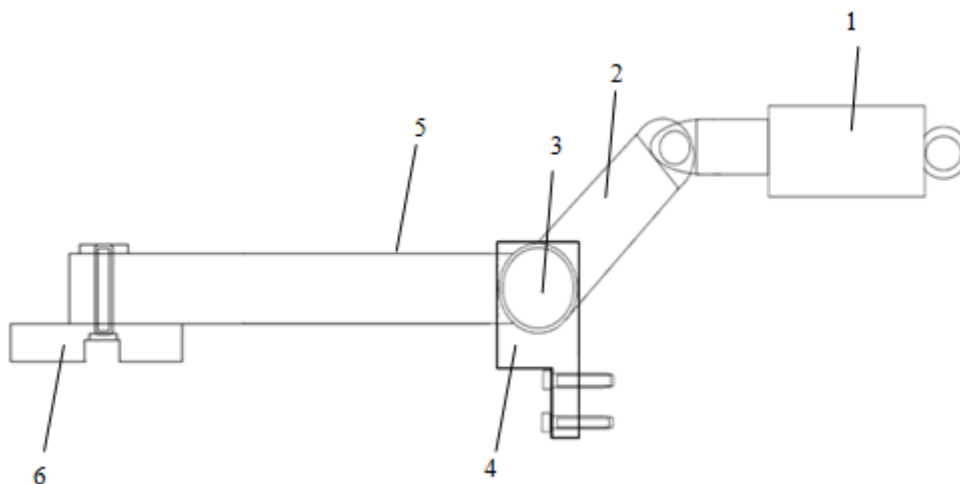


Рис.1. Регулятор сцепного веса полуправого трактора (1-гидроцилиндр, 2- реактивная тяга, 3-торсионная ось, 4-кронштейн крепления, 5-силовые реактивные тяги, 6- прижимный демпфер)

Регулятор сцепного веса полуправого трактора содержит устанавливаемый на косыночных упорах в тыльной части передней полурамы трактора механизм, установленный в тыльной части передней полурамы трактора на кронштейнах крепления 4 состоящий из гидроцилиндра 1, упирающегося рабочей частью штока в окончание реактивной тяги 2, закрепленной на шлицах в срединной части торсионной оси 3, на шлицевых окончаниях которой установлены силовые реактивные тяги 5, объединённые в узлах соединения прижимным демпфером 6 с болтовыми креплениями, упорную площадку, имеющую вид грузонесущей плиты и установленную на верхней части задней полурамы трактора, гидрораспределитель, гидронасос, рычаг включения гидронасоса, эластичные шланги подачи гидрожидкости (на рисунке не показаны).

Устройство работает следующим образом:

При необходимости повышения безопасности движения трактора и увеличения его тягово-сцепных свойств через рычаг включения гидронасоса и гидрораспределитель, расположенные в кабине трактора, эластичные гидрошланги подачи гидрожидкости, оператор подаётся давление на гидроцилиндр 1, рабочая часть штока которого при выходе упирается в окончание реактивной тяги 2, закрепленной на шлицах в срединной части торсионной оси 3, поворачивая её в кронштейне крепления 4 и передавая нагрузку на силовые реактивные тяги 5, которые при круговом движении опираются прижимным демпфером 6 на упорную площадку, имеющую вид грузонесущей плиты и установленную на верхней части задней полурамы трактора, что позволяет перераспределить и стабилизировать сцепной вес между мостами и полурамами трактора, выравнять нагрузку на оси и поддрессорить их, а, следовательно, увеличить его тягово-сцепные свойства, повысить безопасность эксплуатации, рабочие скорости движения и снизить техногенное воздействие движителей трактора на почву.

При отсутствии необходимости движения с подключенным регулятором сцепного веса полуправого трактора через рычаг включения гидронасоса и гидрораспределитель, расположенные в кабине трактора, эластичные гидрошланги подачи гидрожидкости, оператор подаётся давление на гидроцилиндр 1, шток которого при задвижении снимает силовую нагрузку с задних полурамы и моста трактора (Рисунок 2).

Использование данного изобретения, обладающего высокой надёжностью, низкой себестоимостью, удобством в обслуживании и эксплуатации, при достаточно простой конструкции и простоте изготовления регулятора сцепного веса полуправого трактора, в ходовой системе колёсного трактора раздельно-агрегатной компоновки позволит увеличить его тягово-сцепные свойства, проходимость по грунтам с низкой несущей способностью, повысить безопасность эксплуатации и рабочие скорости движения, снизить техногенное воздействие движителей на почву, а, следовательно, производительность и эффективность машинно-тракторного агрегата.

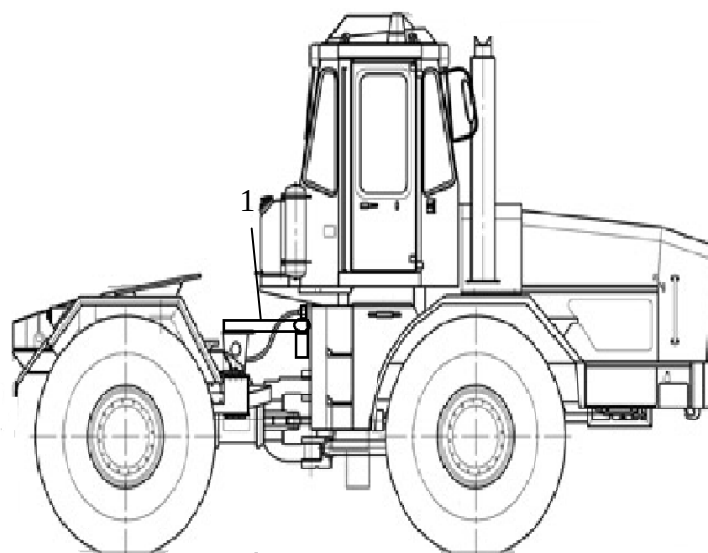


Рис.2. Трактор раздельно-агрегатной компоновки с установленным корректором сцепного веса полупрачного трактора (1 –корректор сцепного веса полупрачного трактора)

Список литературы

1. Безверхний Л. И., Островский А. И. Тракторы «Кировец», Учебник. М- Агропромиздат, 1986. -334 с.
2. Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Худовец В.И., Щитов А.С. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2013.-153 с.
3. Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутин Л.Л., Кузнецова О.А. Регулятор сцепного веса полупрачного трактора. Патент на изобретение № 2547294, заявка 2014104475 от 7.02.2014, опубликована 10.04.2015, Бюл.№10

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

ОСВОЕНИЕ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРАБЛЕЙ-АСТЕРОИДОВ

Мезенцев Г.Н.

Институт философии РАН, РФ, г.Москва

«Я всю жизнь думал, что пишу фантастику.
Но фантастика это то, что сейчас происходит
с освоением космического пространства»
Роберт Шекли, писатель-фантаст, 2005 г.

В статье рассмотрены объективные факторы природного характера, приводящие к необходимости расселения человечества вне Земли. Показана практическая невозможность освоения дальнего космоса с помощью космических кораблей и обосновано использование астероидов в качестве средства для дальних перелетов. Рассмотрена также целесообразность освоения пространства солнечной системы для периода земного существования человечества и состояние практической реализации этой задачи. В статье использованы фактические данные с сайтов интернета, освещающих вопросы освоения космоса.

Космические угрозы человечеству

Русский ученый К.Э. Циолковский, назвавший свое учение космической философией и являющийся представителем естественнонаучного течения русского космизма, разработал проективистскую версию этого учения, согласно которой, в ответ на вызовы человечеству со стороны глобальных проблем, человек в будущем должен оставить Землю и переселиться в космос. В рассматриваемом плане учение Циолковского представляет

собой предельно общую постановку проблемы отношений человечества и космоса в отличие, например, от учения В.И. Вернадского, в котором развита органическая версия космизма, воплощенная в теорию биосферы и ноосферы как планетарных сфер.

Предвидения Циолковского о необходимости расселения человечества в космосе приобретают в настоящее время конкретные очертания в связи с прояснением характера глобальных угроз его существованию от негативного воздействия ряда космических факторов.

По защите от некоторых из них (угроза падения астероидов) в настоящее время уже создаются государственные программы. Другие не поддаются управлению со стороны человека, и защититься от них человечество сможет, только кардинально поменяв свое месторасположения в космическом пространстве. Рассмотрим в общих чертах три основных, на наш взгляд, космических фактора, несущих опасность существованию человечества. К ним относятся астероидная опасность, особенности поведения магнитного поля Земли и изменение параметров функционирования Солнца.

По существующим представлениям грозящими человечеству глобальной катастрофой считаются астероиды и кометы с размерами более 150 м, которые могут приблизиться к Земле на расстояние менее 7,5 млн. км. Проведенные оценки показывают, что таких объектов может быть порядка пяти тысяч. Их количество не является постоянным, так как во время движения астероидов вблизи планет и их спутников они могут изменить свою орбиту и из статуса опасных перейти в безопасные и наоборот.

В настоящее время обсуждается множество способов защиты от возможного падения астероидов, но, по-видимому, к наиболее реальным можно отнести изменение орбит опасных астероидов с помощью ударного воздействия со стороны малых астероидов, разгоняемых с помощью гравитационного маневра.

Вариант такого способа разработан в созданной в России Лаборатории математического моделирования методов защиты от астероидно-кометной опасности. Проект был разработан на средства мегагранта размером 150 млн. руб., предоставленного Минобрнауки России. В проекте просчитана защита Земли от удара конкретного астероида – Апофиса, размером 300 м, который вновь опасно сблизится с нашей планетой в 2029 г. Есть вероятность того, что это сближение может привести к такому изменению его орбиты, что при последующем прохождении около Земли в 2036 г. появится угроза столкновения Апофиса с нашей планетой.

Расчеты показали, что для устранения угрозы такого события достаточно провести определенный гравитационный маневр у Земли астероида-снаряда диаметром 15 м и массой 1,4 тыс. т, затратив на это всего 1,2 т топлива. В Институте космических исследований РАН и НПО им. С.А. Лавочкина разработаны проекты аппарата-маяка для установки на Апофисе и аппарата-двигателя для астероида-снаряда, в качестве которого выбран астероид 2011 UK10.

Как будет далее более подробно рассмотрено, одним из важных условий существования жизни на Земле является наличие у нее магнитного поля, играющего роль защиты от различных видов космической радиации. Магнитное поле Земли образовалось 3,5 млрд. лет назад и обязано своим существованием до конца не ясным особенностям взаимодействия ее твердого и жидкого ядер.

Угрозы жизни, связанные с магнитным полем Земли, могут исходить из двух особенностей его поведения: увеличивающегося ослабления его величины и периодически происходящего обмена полюсов поля местами. Последнее явление не вызывало бы опасений, если бы оно протекало достаточно быстро. Но геофизики до сих пор плохо представляют себе, как этот процесс может происходить реально. При смене полюсов может возникнуть период, когда величина поля уменьшится почти до нуля. Неясно как быстро оно сможет восстановиться снова. Исчезновение поля автоматически приведет к исчезновению магнитосферы Земли – защиты от космических излучений. Вполне возможно, что периодические крупные вымирания некоторых видов животных и растений в различные этапы истории нашей планеты (вымирало от 50 до 90 процентов земной флоры и фауны) не в последнюю очередь связаны с этими процессами.

Есть предположения, что Марс потерял свою атмосферу и превратился в пустыню примерно миллиард лет назад, когда в результате каких-то внутренних или внешних процессов (столкновение с крупным телом) его магнитное поле исчезло и больше не появилось. Исследование образцов грунта с поверхности Марса показали, что когда-то он имел достаточно сильное магнитное поле.

Смена местами магнитных полюсов Земли неоднократно происходила в прошлом. За 600 млн. лет произошла примерно тысяча таких событий. Этот процесс не является строго периодическим: промежутки между сменами составляли от 50 тыс. до миллиона лет. Последняя смена произошла 780 тыс. лет назад. Историю изменения направления магнитного поля Земли изучают по его следам в древних породах и лавах, которые запоминают направление магнитного поля, существовавшее при их образовании.

Наблюдения за магнитным полем Земли показывают, что на приближающееся изменение положения полюсов указывают нарастающие аномалии в его поведении. Явным признаком приближения этого процесса

является происходящее в настоящее время ослабление величины магнитного поля: за последние 150 лет его величина уменьшилась на 10 процентов. Другой признак – это ускорение движения северного полюса, которое сейчас достигает 64 км в год (в начале XX века оно составляло 14,5 км в год). Магнитное поле становится все более неоднородным, и эти «неоднородности» все больше укрупняются. К таким признакам, в том числе, относят увеличение количества землетрясений. При существующей скорости уменьшения магнитного поля его величина может снизиться до нуля менее чем за 2 тыс. лет.

Опасность угрозы, связанная с поведением магнитного поля Земли, в настоящее время явно недооценивается. У многих ученых вызывает удивление тот факт, что при существующих оценках, дающих громадное количество планет в Галактике, до сих пор не найдено следов разумной жизни. Один из выводов, который может быть из этого сделан – это хрупкость условий, в том числе и космических, обеспечивающих ее существование и необходимость самого тщательного изучения возможных угроз. С этой точки зрения, как было отмечено, нельзя недооценивать опасности, связанные с магнитным полем Земли.

В соответствии с существующими научными подходами, в системах, в которых должна гарантированно обеспечиваться безопасность, неопределенность какого-либо фактора с точки зрения его угрозы трактуется как требующая создания защиты. Это относится и к ситуации с опасностью исчезновения магнитного поля Земли, угроза реализации которой, как видно из проведенного рассмотрения, имеет высокую степень вероятности в ближайшем историческом времени.

Из этого следует, что в условиях данной неопределенности целесообразно в ближайшую тысячу лет создать для человечества дополнительную независимую среду обитания. В данной исторической перспективе в качестве такой среды могут рассматриваться преимущественно Марс или один из спутников планет-гигантов (Титан и т.п.). Все они не имеют магнитного поля, поэтому придется создавать полностью искусственную среду обитания, по-видимому, преимущественно в виде подземных поселений.

Может возникнуть вопрос: почему в таком случае не попытаться создавать подобные поселения на Земле, готовясь к исчезновению у нее магнитного поля, ведь это будет во много раз дешевле? На это есть две причины.

Первая состоит в том, что невозможно точно представить, как изменятся условия на Земле после исчезновения магнитного поля, и какими явлениями этот процесс будет сопровождаться. То есть являются неопределенными условия, под которые должна создаваться новая среда обитания и возможно ли ее создание в условиях таких глобальных катаклизмов.

Дело в том, что исчезновение атмосферы Земли и испарение ее океанов, как следствие исчезновения магнитного поля, может привести к нарушению равновесия земных плит и к эпохе постоянных и повсеместных землетрясений, о длительности и интенсивности которой сейчас трудно что-либо предположить. Несмотря на это, какие-то мероприятия в любом случае придется проводить. В числе их должны быть разработаны решения по эвакуации с Земли миллиардов людей, если станет ясна опасность их гибели. Естественно, необходимо будет делать попытки создания системы безопасности и не самой Земле.

Второй причиной является астероидная опасность: в условиях рассредоточения среды обитания человечества, очевидно, существенно повышается вероятность его выживания от данного вида угрозы.

Более отодвинутой во времени, но самой значительной угрозой являются особенности дальнейшего развития Солнца. Звезды типа Солнца с некоторого этапа своего существования начинают превращаться в так называемые красные гиганты. Через 5 млрд. лет диаметр Солнца увеличится в 256 раз и внутри него окажутся все планеты земной группы, включая Марс. Затем происходит сброс внешней оболочки, и звезда превращается в белого карлика.

Но еще задолго до этого момента температура Солнца начнет повышаться и через 1,5 млрд. лет средняя температура Земли составит 40 градусов (сейчас – 15 градусов) и с этого времени начнется процесс так называемого «неограниченно растущего парникового эффекта», который приведет к испарению всей воды и уходу ее в космическое пространство. Планета перестанет быть пригодной для жизни. Чтобы выжить, человечество будет вынуждено в этот период окончательно покинуть Землю и Солнечную систему.

Если учесть, что жизнь на Земле появилась 3,7 млрд. лет назад, а исчезнет через 1,5 млрд. лет, то получается, что время существования жизни около звезды типа Солнца составляет порядка 5 млрд. лет (для звезд типа красных карликов оно может составлять до 40 млрд. лет).

Изложенный материал можно рассматривать как обоснование положения о том, что существуют веские основания для освоения космоса, в том числе и дальнего: по данному вопросу в настоящее время проводятся многочисленные дискуссии. Основной аргумент противников освоения сводится к тому, что на Земле и без того много проблем, чтобы сейчас еще заниматься космосом, и пусть об этом думают последующие поколения.

Но, во-первых, все зависит от масштаба позиций, с которой рассматривается данная проблема, а он, очевидно, должен соответствовать масштабу самой проблемы. Во-вторых, никто не говорит о том, что данная

проблема должна принять высший приоритет в наше время и человечество уже сейчас должно бросить все силы на переселение к другим звездам. Необходимо понимать тот факт, что на определенных этапах развития человечеству придется решать эту проблему, и нет ничего зазорного, если она будет находиться в сфере его внимания.

Проблемы перелетов и корабли-астероиды

Циолковский не только теоретически исследовал проблемы космического развития человечества как большинство мыслителей-космистов, но также занимался теоретической и экспериментальной разработкой средств, способных обеспечить решение поставленных проблем. Рассматривая проблему распространения жизни во Вселенной, Циолковский обосновал возможность использования ракет для преодоления сил тяготения Земли и полетов в космическом пространстве ¹.

Во времена Циолковского казалось очевидным, что те средства, которые позволят человеку преодолеть земное тяготение, будут пригодны и для осуществления космических перелетов. Но оказалось, что это не так. Постоянные наблюдения и исследования состояния человека, проводимые в космосе со времени начала эры пилотируемых полетов, выявили ряд проблем, которые не были известны создателю теории космонавтики. Кроме того выяснилось, что создание необходимых запасов энергии на космическом корабле для осуществления дальних полетов с приемлемыми сроками, также является значительной проблемой.

Осуществление пилотируемых космических полетов внутри Солнечной системы, а в дальнейшем за ее пределами, будет являться практически невозможным без решения следующих проблем:

- создание во время полетов искусственной силы тяжести;
- обеспечение достаточной защиты от радиации;
- наличие необходимого количества энергии на космическом корабле для обеспечения полета.

Существующие и проектируемые космические аппараты для пилотируемых межпланетных перелетов эти проблемы в должной мере не решают. Для их решения предлагается использовать оборудованные соответствующим образом астероиды. Для того, чтобы составить представление о возникающих трудностях, рассмотрим указанные проблемы несколько подробнее.

Оказалось, что организм человека, сформированный в условиях земного тяготения, может функционировать длительное время только при наличии силы тяжести. Специалисты по гравитационной физиологии установили, что гравитация «учтена» практически во всех функциональных системах организма, на всех уровнях, от клеток до скелета. Чтобы понять, до какой степени живые организмы зависят от силы притяжения, потребовалось выйти в космос.

В проведенных исследованиях было выявлено наличие у человека новой сенсорной системы, реагирующей на изменение гравитации – системы восприятия опоры, которая, в частности, является регулятором функционирования таких важнейших систем организма как сердечно-сосудистая, тонус мышц тела, объем внеклеточной жидкости и др. Отсутствие силы тяжести приводит к перераспределению жидкости в организме, снижению сократительной способности мышечных волокон, минеральной плотности костной ткани, расстройству всех форм зрительных движений, потере ориентации в пространстве и т.п. При возвращении на Землю после продолжительных полетов возникает состояние, при котором сердце не может нормально снабжать кровью мозг. Одним из основных решений данной проблемы в условиях длительных космических полетов – это создание искусственной силы тяжести.

При проведении экспериментальных исследований было также установлено, что минимальное значение ускорения свободного падения, необходимое для правильной ориентации в пространстве и определении направлений, составляет примерно 15 процентов от его земного значения. Уровни гравитации, достаточные для нормального выполнения различными органами организма человека своих функций, в настоящее время еще не определены.

Не менее опасным для человека в рассматриваемых условиях является воздействие космической радиации. Различают четыре вида источников космической радиации: галактические космические лучи, солнечные космические лучи, так называемый солнечный ветер и радиационные пояса Земли.

¹ Менее известным фактом является еще одно решение, предложенное Циолковским для преодоления сил тяготения. В 1895 г. им была выдвинута идея космического лифта для безракетной доставки грузов в космос. Данное решение основано на использовании троса, соединяющего поверхность Земли с орбитальной станцией, находящейся на геостационарной орбите. Такой способ значительно дешевле и экологически более приемлем по сравнению с использованием ракетносителей. Можно напомнить, что за период, прошедший с начала освоения космического пространства в околоземном пространстве накопилось 2800 т мусора (отработавших срок эксплуатации спутников, фрагментов ракетносителей и т.п.). В настоящее время вокруг Земли движется около 23 тыс. предметов с размерами до десяти сантиметров и 170 млн. частиц, имеющих размер менее сантиметра. Реализация лифтового способа преодоления земного тяготения станет возможна после создания сверхпрочного материала для троса. Наиболее приемлемым для этой цели считается материал, разрабатываемый на основе углеродных трубок. Одна из исследовательских организаций предполагает создание такого материала к 2050 году.

Галактические космические лучи являются наиболее высокоэнергетической составляющей радиации в космическом пространстве. Для полного их поглощения требуется свинцовый экран толщиной 15 метров. Доза облучения от этих лучей достигает 0,5 – 1 зиверта, где зиверт – единица измерения воздействия радиации на человеческое тело (допустимая доза облучения за год составляет 1 зиверт; смертельная доза облучения – 6 зиверт).

Солнечные космические лучи возникают при так называемых солнечных вспышках и могут в тысячи раз превышать обычный уровень галактических космических лучей. Основной компонентой галактических и солнечных космических лучей являются протоны (ядра атомов водорода), которые свободно проникают через оболочки современных космических станций. Солнце также постоянно испускает значительные потоки заряженных частиц, называемых солнечным ветром.

Радиационные пояса Земли, являющиеся зоной повышенной радиации, расположены на высотах 800 – 24000 км. Уровень радиации в поясах сильно меняется в зависимости от высоты и в целом значительно превышает уровни радиации от космических лучей. Допустимо только кратковременное их пересечение и то при нахождении экипажа в специально защищенном отсеке.

Жизнь на Земле сформировалась под защитой магнитного поля Земли, ослабляющего радиоактивное воздействие постоянно «дующего» солнечного ветра и других видов космической радиации. Магнитное поле Земли отклоняет частицы солнечного ветра от направления к Земле на высотах более 60 тыс. км. Орбиты околоземных орбитальных станций располагаются на высоте 200 – 400 км (высота орбиты Международной космической станции составляет примерно 400 км), то есть находятся под защитой магнитного поля Земли и вне ее радиационных поясов, что делает возможным длительное пребывание людей в этих условиях.

Тем не менее, космонавты на Международной космической станции за день получают дозу радиации в размере около 1 миллизиверта, что примерно равнозначно облучению человека на Земле за год. Несмотря на улучшение механизма радиационной защиты по сравнению, например, с орбитальной станцией «Мир», уровень защиты изменился незначительно.

В 2012 г. во время полета автоматической космической станции к Марсу впервые были проведены измерения реальной радиационной обстановки на этой трассе. Датчик, анализирующий радиационный фон, был прикрыт радиационной защитой, соответствующей условиям внутри действующей в настоящее время Международной космической станции. Помимо постоянно действующих видов радиации было зафиксировано пять вспышек солнечной активности, причем одна из них была самого мощного класса.

Оценки, произведенные на основании полученных данных, показали, что суточная доза облучения составит 1,8 миллизиверт, а общая за перелет – 0,66 зиверта. Вместе с пребыванием на поверхности Марса в течение года она может превысить допустимую дозу в 1 зиверт.

Таким образом, при существующем уровне развития радиационной защиты космических кораблей обеспечение радиационной безопасности является значительной проблемой.

Как было отмечено ранее, существенной проблемой, которую необходимо решить для возможности осуществления дальних космических полетов – это наличие достаточного количества энергии для разгона и торможения космических кораблей. При использовании для этих целей исключительно топлива, размещаемого на ракетносителях космических кораблей, запасы которого связаны с существенными конструктивными ограничениями, удастся достичь только минимальных скоростей полета – так называемой второй космической скорости, позволяющей выйти за пределы поля тяготения Земли.

Например, масса ракетносителя «Сатурн-5», используемого в программе «Аполлон» для полетов на Луну, составляла 2950 т, полезная нагрузка, выводимая на траекторию полета к Луне со второй космической скоростью, составляла 45 т. То есть соотношение полезной нагрузки к общей массе ракетносителя составляло 1 к 65 [1]. При придании полезной нагрузке больших скоростей это соотношение начинает «съедать» полезную нагрузку.

Такое положение дел приводит к тому, что время перелета даже к ближайшей планете – Марсу, будет составлять около 260 дней. Более далекие полеты при использовании существующих средств являются практически невозможными.

Все перечисленные важнейшие проблемы, возникающие при рассмотрении возможности осуществления дальних космических полетов, могут найти свое решение при использовании в качестве космических кораблей астероидов, способных обеспечить:

- необходимую степень радиационной защиты за счет создания внутри астероида полостей под безопасной толщей пород для размещения людей и оборудования;
- возможность создания искусственной гравитации путем придания астероиду вращательного движения;
- создание во внутренней полости атмосферного давления и полного цикла систем жизнеобеспечения;

- гравитационный разгон (и торможение на конечном участке полета) при пролете по определенным траекториям вблизи планет, что позволяет увеличить скорости перелета и получить значительную экономию топлива.

Гравитационными маневрами называют разгон, торможение или изменение направления полета космического аппарата за счет использования действия гравитационных полей небесных тел при пролете около них. Такими маневрами обычно пользуются для экономии топлива и сокращения времени полета к дальним планетам Солнечной системы, а в дальнейшем будут использовать и при выходе за ее пределы.

В нашу задачу не входит подробное рассмотрение механики этих маневров. Заметим только, что сближение аппарата с планетой с внешней стороны ее орбиты приводит к тому, что аппарат получает от планеты часть энергии ее движения (так называемого углового момента) и ускоряет свое движение, а при сближении с внутренней стороны – наоборот, замедляет.

Таким образом, без затрат топлива можно изменить скорость движения космического аппарата. Необходимо также отметить, что эти изменения практически не зависят от массы космического аппарата (а только от массы планеты), что особенно важно для изменения движения кораблей-астероидов, так как последние будут достаточно массивными. Наиболее выгодны, естественно, гравитационные маневры у планет-гигантов, которые могут значительно сокращать длительность космического полета.

Используются такие маневры и около Земли, Венеры и даже Луны. Они экономят топливо, но в силу ряда своих особенностей могут увеличить время полета, поэтому их применение на данных трассах более целесообразно для автоматических станций. В таких полетах идут на увеличение времени полетов, так как в противном случае они вообще не состоялись из-за невозможности вывести в космос при приемлемых затратах требуемое количество топлива современными ракетоносителями.

По рассмотренным выше причинам гравитационные маневры активно используются при проведении космических полетов. Первый такой маневр был осуществлен в 1959 г. при реализации эксперимента по фотографированию обратной стороны Луны, который проводился с помощью советской автоматической станции «Луна-3». Полеты автоматических станций к планетам-гигантам (Юпитер, Сатурн, Уран) были бы невозможны без разгонов и поворотов, связанных с гравитационными маневрами. Вошло в практику многократное применение гравитационных маневров в течение одного полета. Например, сложная комбинация гравитационных маневров была использована при реализации траектории автоматической межпланетной станции «Кассини», которая осуществила посадку европейского зонда «Гюйгенс» на спутник Сатурна Титан. Для разгона этой станции использовалось гравитационное поле трех планет: она дважды пролетела рядом с Венерой, затем около Земли и Юпитера. Таким образом, возможность осуществления многих современных программ является прямым следствием использования гравитационных маневров. С их помощью межпланетные аппараты отправляют на дальние окраины Солнечной системы почти без затрат топлива.

Для реализации полетов к другим звездам будут необходимы гравитационные маневры с использованием Солнца, что позволит достигнуть больших скоростей перелета.

Темой данной статьи не является рассмотрение всех проблем, возникающих при дальних космических полетах. Но в связи с затрагиванием энергетической их стороны для полноты картины нужно отметить, что гравитационные маневры, несмотря на значительные возможности, не решают всех проблем энергетики дальнего полета.

По современным представлениям пилотируемые корабли, предназначенные для дальних полетов, должны быть оборудованы так называемыми реактивными двигателями малой тяги. Эти двигатели в силу своих конструктивных особенностей не могут быть созданы с тягой, позволяющей преодолеть тяготение Земли. Но их достоинством является значительно больший по сравнению с химическими реактивными двигателями, так называемый удельный импульс, что создает огромную экономию топлива и возможность практически непрерывной работы.

В качестве идеального корабля-астероида для межзвездных перелетов можно представить астероид с внутренней цилиндрической полостью диаметром 100 м, толщиной защитного слоя из вещества астероида не менее 50 м, с заполнением этой полости воздухом с давлением, соответствующим атмосферному (извлекаемая при создании полости порода может быть использована в рамках программ добычи полезных ископаемых).

Астероиду придается вращение, обеспечивающее создание искусственной силы тяжести, эквивалентной земному притяжению. Скорость вращения при этом составит примерно четыре оборота в минуту. Он будет оснащен полностью замкнутыми системами жизнеобеспечения, которые в настоящее время уже созданы и могут обеспечивать человека пищей, кислородом для дыхания, поглощать образующийся при дыхании углекислый газ и утилизировать продукты жизнедеятельности человека.

Энергоснабжение корабля-астероида может быть обеспечено за счет атомной электростанции, которая будет также использоваться для работы двигателей малой тяги, а их на астероиде потребуется несколько сотен. Такие корабли-астероиды будут способны обеспечивать длительные межзвездные перелеты.

Перспективы использования для межпланетных и межзвездных перелетов астероидов требуют проведения соответствующего этой задаче изучения последних и составление каталога астероидов – претендентов на использование в качестве космических кораблей. Астероиды, включенные в этот каталог, должны находиться под охраной международного законодательства. Это тем более необходимо в связи с планом альтернативного использования астероидов для добычи полезных ископаемых, о котором будет сказано ниже. От этой не менее важной задачи не должна пострадать программа использования астероидов в качестве космических кораблей, что определяет возможности освоения человечеством как Солнечной системы, так и дальнего космоса.

В настоящее время начинают проводиться исследования, направленные на изучение возможности использования астероидов в качестве космических кораблей. Примером таких исследований может служить проект пилотируемого полета на Марс внутри астероида, разработанный в Международной космической школе при МГТУ им. Н.Э. Баумана. Одна из главных задач этого проекта – обеспечение защиты экипажа корабля от радиации. В рамках этого проекта был также поставлен вопрос о разработке технологии создания полостей внутри астероида для размещения экипажа и оборудования. Один из вариантов такой технологии разрабатывается в Институте космических исследований РАН и планируется его отработка на лунных грунтах в процессе экспедиции автоматической станции «Луна-Ресурс» («Луна-27») в 2027 г.

Освоение «среднего» космоса»

Человечество уже привыкло к тем возможностям, которые предоставило ему освоение ближнего космоса. На повестку дня встает вопрос о дальнейшем продвижении в космос, которое также должно привести к не менее значимым перспективам и которому могут способствовать представленные выше решения по преодолению возникающих на этом пути проблем. В конце статьи хотелось бы дать общие представления о планируемых и уже приближающихся к осуществлению проектах освоения «среднего» космического пространства Солнечной системы, охватывающего Марс и расположенный за ним так называемый пояс астероидов.

Одним из важных аспектов деятельности по освоению Солнечной системы будет являться добыча некоторых полезных ископаемых на астероидах, которая может превысить объемы их добычи на Земле. В этом направлении также делаются реальные шаги. И если государственные организации уделяют больше внимания изучению астероидов в научных целях и в целях поиска решений по обеспечению безопасности Земли от падения крупных метеоритов, то частные коммерческие компании занимаются в основном проблемой добычи на них полезных ископаемых и созданием технологий для этих целей.

Астероиды в зависимости от состава делятся на три класса. Семьдесят пять процентов всех известных астероидов принадлежат к классу С, богатых углеродом, фосфором и содержащих большие запасы связанной воды (до 20 % от веса), которую можно использовать непосредственно в космосе как для жизнеобеспечения людей, так и для получения ракетного топлива (водорода и кислорода).

Семнадцать процентов от всех известных астероидов относится к классу S – кремниевых, богатых железом, никелем и кобальтом, иногда с содержанием золота, платины и родия.

Восемь процентов астероидов являются металлическими астероидами – класса М. Информацию о химическом составе астероидов получают с помощью спектрометров, улавливающих отражаемый ими свет, а также сопоставляя эти данные с характеристиками собранных на Земле метеоритов.

В пределах Солнечной системы открыто порядка полумиллиона астероидов. Причем считается, что найдено 95 % астероидов, имеющих диаметр более километра, 10 % - с диаметром меньше 300 м и менее 1 % диаметром меньше 100 м.

Из оценок, проведенных специалистами Национального управления по аэронавтике и космическому пространству (NASA) следует, что если разделить полезные ископаемые в поясе астероидов на всех жителей Земли, то каждому достанется ископаемых на сумму 100 млрд. долл. (без учета возможного снижения цены при появлении такого большого их количества). Типичный астероид класса М диаметром порядка километра содержит 30 млн. т никеля, 1,5 млн. т кобальта и 7,5 тыс. т платины. Стоимость, например, астероида 3554 Амон оценивается в 20 трл. долл. Рассматриваются варианты создания некоторых производств непосредственно на астероидах: уже созданы технологии на основе 3D- принтеров, которые способны работать в вакууме в процессах изготовления металлических деталей. Очевидно, все это необходимо учитывать в долгосрочных расчетах обеспеченности человечества природными ресурсами.

Первое описание возможности добычи полезных ископаемых на астероидах относится к 1898 г. и появилось в фантастическом романе Г. Севисса «Эдисоновское завоевание Марса» - продолжении известного романа «Война миров» Г. Уэллса.

Программа добычи полезных ископаемых на астероидах развивается параллельно их научному исследованию и программе отвода астероидов на траектории, безопасные для Земли. В сентябре 2016 г. NASA планирует запустить автоматический космический аппарат на астероид Бенну и достичь его в октябре 2018 г. Средний размер астероида составляет 7 м, вес – 550 т. Предполагается погрузить его в специальный купол размером 10 на 15 м и переместить на орбиту вокруг Луны для дальнейшего изучения. Для разгона и торможения космического аппарата предполагается использовать электрический ракетный двигатель с малой тягой, получающий энергию от солнечных батарей. В 2021 г. планируется отправить к этому астероиду, размещенному на орбите вокруг Луны, пилотируемый корабль в рамках подготовки пилотируемого полета на Марс.

В 2009 г. была основана компания «Planetaru Resources» («Планетарные ресурсы»), целью создания которой является добыча полезных ископаемых на астероидах и их последующая переработка. В 2012 г. компания объявила о начале выполнения конкретного проекта по реализации поставленной цели. Инвесторами проекта стали члены совета директоров Google Л. Пейдж и Э. Шмидт, а также известный режиссер, создатель фильмов «Аватар» и «Титаник» Д. Кэмерон. О своем присоединении к проекту и его спонсировании заявила одна из крупнейших инжиниринговых компаний мира «Bechtel» («Бектэл»), построившая в свое время такие уникальные сооружения как дамба Гувера (гидроэлектростанция с плотиной высотой 221 м на реке Колорадо, США) и тоннель под Ла-Маншем. Инвестором проекта стала также компания с российским участием «I2BF Global Ventures».

Для проведения разведочных работ первого этапа разработаны космические аппараты Arkyd-100 Series. Через 10 лет компания планирует начать промышленную разработку астероидов, в частности, добычу металлов платиновой группы.

Второй американской компанией, объявившей о разработке проекта по добыче полезных ископаемых на астероидах, является компания «Deer Spece Industries». Она планирует сформировать космический флот малых космических аппаратов для геологоразведки и добычи ископаемых на астероидах. Первые исследовательские зонды планируется запустить в 2015 г. Выявлено 12 астероидов, перспективных с точки зрения добычи полезных ископаемых, а также близости к Земле и возможности их перемещения на удобные орбиты.

В настоящее время искусственные аппараты, созданные человеком, уже вышли за пределы Солнечной системы. К 2040 г., скорее всего, человек побывает на соседней планете Марс – и это менее чем через 100 лет с начала освоения космоса. Не в последнюю очередь осуществление пилотируемого освоения космического пространства станет возможным благодаря использованию кораблей-астероидов, являющихся приемниками ракет – детища К.Э. Циолковского, позволившего человечеству сделать первый шаг в космос. По-видимому, процесс освоения космоса не только необходим, но и неотвратим.

Список литературы

1. Левантовский В.И. Механика космического полета в элементарном изложении. М.: Наука, 1970. – С 267.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СРЕДСТВ АЭРОДРОМНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ НА АЭРОДРОМАХ

Косенко А.А., Наумов Р.Ю., Бобров Д.В.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия» (г.Воронеж)

В работе изложены результаты экспериментальных исследований российских систем мониторинга автотранспорта, выявлены их недостатки и даны рекомендации по их совершенствованию для дальнейшего использования в составе перспективной системы управления средствами аэродромно-технического обеспечения полетов (САТОП) на военных аэродромах.

Актуальным направлением развития систем спутникового мониторинга транспорта (ССМТ) является их использование на САТОП во всех процессах аэродромно-технического обеспечения полетов авиации. Это позволит контролировать перемещения САТОП по аэродрому, оценивать техническое состояние базового шасси и специального оборудования, диагностировать причины отказов в процессе обеспечения полетов, а также автоматизировать учет работы и организовать контроль жизненного цикла САТОП.

ССМТ, нашедшие применение на гражданском транспорте и в силовых ведомствах РФ [1-3], решают следующие задачи:

1) определение координат местоположения транспортного средства (ТС), его направления, скорости движения и других параметров: расхода топлива, температуры в рефрижераторе и др. ССМТ помогают водителю в навигации при передвижении в незнакомых районах;

2) учёт передвижения ТС, автоматический учёт доставки грузов в заданные точки;

3) сбор статистики и оптимизация маршрутов - анализ пройденных маршрутов, скоростного режима, расхода топлива ТС с целью определения лучших маршрутов;

4) информирование о покидании зон контроля (например – территории объектов обязательных для посещения).

Результаты анализа функциональных возможностей и технических характеристик существующих отечественных и зарубежных ССМТ не позволили нам дать однозначный ответ на вопрос «смогут ли известные системы одновременно контролировать значения параметров работы двигателя шасси САТОП, двигателя и систем специального оборудования, а также вести учет расхода топлива». Поэтому в ходе экспериментальных исследований нами были решены следующие задачи:

1) проанализированы возможности использования спутниковых систем мониторинга САТОП на аэродромах государственной авиации в неблагоприятных условиях, обусловленных электромагнитными помехами от средств связи и радиотехнического обеспечения;

2) во время обеспечения полетов на военном аэродроме произведена оценка точности определения координат отечественными ССМТ, установленными на САТОП;

3) определены параметры оперативности передачи данных о контролируемых параметрах САТОП и их координатах на местности;

4) проверена возможность применения различных бортовых блоков (регистраторов) ССМТ для контроля параметров работы специального оборудования и базовых шасси;

5) проверена возможность использования в составе ССМТ встроенной автоматизированной системы контроля и диагностики (ВАСКД), установленной на макете средства электроснабжения АЭМГ-50.

На первом этапе были проведены экспериментальные исследования по оборудованию аэродромного топливозаправщика ТЗА-7,5 на шасси МА3-5334 одной из современных ССМТ, предоставленной российской компанией «Omnicom» [2].

В качестве тестовой системы был выбран регистраторы типа «FAS» для контроля параметров шасси МА3-5334 и регистратор «FTC» для спецоборудование ТЗА-7,5. В кабине МА3-5334 был смонтирован регистратор «FAS». Цифровой датчик уровня топлива емкостного типа LLS 20160 был установлен в топливный бак емкостью 200 л. На спецоборудование ТЗА-7,5 были установлены: регистратор «FTC ГЛОНАСС»; устройство съема сигнала УСС (было смонтировано на счетчик-литромер); взрывозащищенный цифровой датчик уровня топлива типа LLS 20230 (был установлен в цистерне емкостью 7500 л).

Система позволила контролировать следующие параметры:

1) координаты местоположения и перемещения ТЗА-7,5;

2) скорость ТЗА-7,5;

3) напряжение бортовой сети;

4) уровень топлива в баке базового шасси МА3-5334;

5) уровень топлива в цистерне ТЗА-7,5;

6) количество выданного топлива в самолет через заправочный пистолет и наконечник закрытой заправки.

Передача данных на сервер компании «Omnicom», подключенный к сети Интернет, осуществлялась по GPRS каналу сотовой связи компании МТС. Интервал передачи данных на сервер был равен 2 минутам.

Обработка данных на сервере компании «Omnicom» производилась с помощью программного обеспечения (ПО) «Autocheck». С помощью ПО формировались все отчеты на сервере, которые далее через канал Internet поступали на планшетный компьютер к руководителю испытаний. На сервере программа автоматически обрабатывала информацию, поступающую с датчиков, и передавала её с 5 минутной задержкой по GPRS каналу сотовой связи на компьютеры в ВУНЦ ВВС. Руководитель испытаний, работающий с ПО «Autocheck» через веб-интерфейс, получал данные в виде табличных и графических отчетов, а также текстовых сообщений системы.

Программное обеспечение с заявленной точностью до 15 м отслеживало маршрут движения топливозаправщика, но задержка по времени передачи трека руководителю составляла от 5 до 10 минут.

На втором этапе исследований тестировалось оборудование 14Ц8003, которое принято на вооружение для МО РФ. Система 14Ц8003 предоставлена СОКБ «Вектор» [2] в составе двух абонентских навигационных комплектов (АНК) АНК-М 14Ц8003 и ноутбука с установленным ПО «AutoControl».

Первый АНК был подключен к действующему макету аэродромного электромотор-генератора АЭМГ-50 для оценки возможности его применения в качестве ВАСКД для контроля питающего и выходных напряжений, а

также проверки возможности удаленного управления оборудованием в случае возникновения аварии или нештатной ситуации. Второй АНК подключен к базовому шасси ТЗА-7,5, а именно к штатному датчику уровня топлива ДУМП-24. Данный комплект был мобильным, на нем проверялись точность определения координат автомобиля на электронной карте и напряжение бортовой сети.

Точность измеряемых параметров составила: напряжение – 0,1 вольт, Точность определения уровня топлива в баке объёмом 200 литров, измеренная штатным датчиком уровня топлива оказалась нелинейной и составила от 10 до 30 л, что оказалось неприемлемым для системы автоматизированного учета расхода топлива.

Определение координат топливозаправщика непосредственно на учебном аэродроме происходило с задержкой до 1 мин с отклонением от реальной траектории движения транспортного средства до 15 м), что не позволяет контролировать реальное положение ТЗА-7,5 во время обеспечения полетов на территории аэродрома.

В результате экспериментальных исследований и с учётом опыта эксплуатации похожих гражданских систем были выявлены основные недостатки, препятствующие использованию серийных ССМТ на САТОП:

а) передача данных о состоянии и местонахождении объекта происходит по открытым каналам сотовой связи GSM и проводным каналам сети Интернет, что неприемлемо в военное время. Большие временные задержки (до 5 минут) в получении данных о реальном состоянии и местоположении САТОП и значительные финансовые затраты на оплату услуг оператора сотовой связи и поставщика услуг Интернет;

б) для получения данных о работе базового шасси и спецоборудования необходимо устанавливать два бортовых блока (комплекта абонентского оборудования), так как существующие не могут обработать необходимое количество значений контролируемых параметров САТОП;

в) программное обеспечение не позволяет контролировать все значения рабочих параметров специального оборудования САТОП, такие как напряжение, частота, давление жидкости в гидросистеме, давление газа, расход жидкости, уровень и расход топлива, режимы работы силовой установки спецоборудования и т. д.;

г) контроль уровня топлива в баке базового шасси и цистерне топливозаправщика необходимо осуществлять с помощью высокоточных цифровых датчиков уровня топлива с погрешностью не более 1%, так как штатные датчики ДУМП-24 имеют очень значительную погрешность (более 10%);

д) точность определения координат топливозаправщика на учебном аэродроме значительно ниже заявленной в характеристиках АНК, отклонение составило более 30 метров от реальной траектории движения транспортного средства.

Для эффективного использования ССМТ в составе перспективной системы автоматизированного управления САТОП, а также, исходя из специфики, предъявляемой к образцам вооружения и военной техники, должны быть выполнены следующие рекомендации:

а) обеспечить высокую скорость передачи данных от САТОП на сервер и к дежурному по аэродромно-техническому обеспечению (АТО) за счет применения высокоскоростного защищенного канала связи для передачи данных о местоположении и аварийных режимах работы САТОП без использования сети Интернет;

б) организовать обратную связь для оперативного управления опасными режимами работы САТОП (авиакатастрофа с главой французской компании «Total» в российском аэропорту «Внуково-3» показала слабый контроль со стороны ССМТ за передвижением наземного транспорта и САТОП на аэродроме);

в) обеспечить возможность переноса всей накопленной информации с бортового блока САТОП на сервер по окончании рабочего дня для последующей обработки информации о режимах работы транспортного средства и специального оборудования САТОП;

г) предусмотреть наличие ПО, предназначенного для накопления информации о работе САТОП и управления ими в процессе обеспечения полетов.

д) использовать технологии высокоточного определения координат САТОП за счет применения аэродромной станций дифференциальной коррекции для повышения точности определения координат (до 0,01 м) местоположения автотранспорта и САТОП на аэродроме в целях достижения требуемого уровня безопасности полетов;

е) включить в состав ССМТ ВАСКД для сокращения времени на поиск и устранение неисправности САТОП в случае возникновения отказа во время обеспечения полетов.

Внедрение ССМТ в составе перспективной автоматизированной системы управления САТОП и автотранспортом на аэродроме позволит существенно повысить безопасность полетов и позволит должностным лицам (дежурному по АТО, командирам подразделений обеспечения полетов, командиру авиационной части и его заместителям, руководителю полетов) реализовать подготовку и принятие оптимального решения на различные этапы обеспечения полетов в автоматизированном режиме.

Список литературы

1. ТЭККС - ГЛОНАСС/GPS системы мониторинга транспорта (<http://www.msk-gps.ru>).
2. Омникomm, мониторинг транспорта, контроль расхода топлива (<http://www.omnicomm.ru>).
3. Специализированное ОКБ «Вектор». Система 14Ц884 (<http://sokb-vektor.ru/resheniya/sistema-14c884/>).

ТРАНСПОРТНЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ. РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ НАВИГАЦИИ.

Скуднева О.В.

Старший преподаватель МГТУ им. Н.Э. Баумана

В статье приведена история первых беспилотных и пилотируемых летательных аппаратов на примере работ по созданию первого беспилотного летательного аппарата, созданного М.В. Ломоносовым и первого пилотируемого самолёта, созданного А.Ф. Можайским, благодаря опытам на беспилотных моделях, дается обоснование целесообразности применения транспортного беспилотного и пилотируемого летательного аппарата. Обосновывается необходимость использования БПЛА в промышленности в качестве транспортного средства, без которого трудно представить в будущем оперативную доставку широкого спектра грузов в удалённые поселения и промышленные объекты. Рассматриваются технические предложения по использованию автоматической навигационной аппаратуры и особенностей её построения с целью доставки грузов в удаленные районы РФ. В основе предложения – использование достижений современной электронной промышленности, цифровой вычислительной техники, разработки высокоточных, надёжных, недорогих малогабаритных датчиков и систем измерения параметров движения летательных аппаратов, а также наличие Глобальной Спутниковой Навигационной системы. Приведена структурная блок-схема цифрового навигационно-пилотажного комплекса беспилотного транспортного летательного аппарата. Материалы статьи могут быть интересны разработчикам летательных аппаратов, предприятиям лесного хозяйства и организациям, занятым транспортировкой грузов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, навигация, транспорт, доставка грузов.

UNMANNED AIRCRAFTS. THE DECISION OF NAVIGATION QUESTIONS.

Skudneva O.V.

Bauman Moscow State Technical University, scientific and educational complex of fundamental Sciences, chair of Computational mathematics and mathematical physic

The article describes the history of the first manned and unmanned aircraft as an example of work to create the first UAV created MV Lomonosov and the first manned aircraft created AF Mozhaisky through experiments on unmanned models, given the rationale for the use of unmanned vehicle and manned aircraft. The necessity to use the UAV industry as a vehicle, without which it is difficult to imagine in the future rapid delivery of a wide range of goods to remote settlements and industrial facilities. Focuses on technical proposals for the use of automatic navigation equipment and features of its construction in order to deliver cargo to remote areas of the Russian Federation. In the basis of the proposal - the use of the achievements of modern electronics industry, digital computing, the development of high-precision, reliable, inexpensive compact sensors and measuring parameters of the aircraft, and the availability of global satellite navigation system. The structural scheme of the pilot navigational equipment.

Article Submissions may be of interest to developers of aircraft, forestry enterprises and organizations engaged in the transportation of goods.

Keywords: Drone, navigation, transport, delivery of goods.

Свидетельства о постройках летательных аппаратов (ЛА) сохранились в древних сказаниях, легендах и старинных рукописях, при этом они лишены конкретных технических решений и возможностей их практической реализации и скорее отображают мечту человека к полету.

Первая в мире документированная практическая разработка ЛА тяжелее воздуха была выполнена великим русским ученым М.В. Ломоносовым. Это была модель вертолёта и фактически явилась первым беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). В 1754 г он построил модель работающего по принципу вертолёта с соосными

винтами, чтобы поднять над землёй метеорологические регистрирующие приборы. ЛА легче воздуха тогда ещё не имели практического применения.

В дальнейшем, при разработках ЛА для полета человека на борту БПЛА использовались в качестве моделей. Впервые самолет в натуральную величину, способный поднять человека, был создан русским изобретателем А.Ф.Можайским, который нашел верный путь в решении этой задачи. Созданный им самолёт состоял из шести основных конструктивных групп, из которых состоит современный самолёт и большинство современных конструкций вертолётов и БПЛА: корпус, крыло, оперение, шасси, управление и силовая установка. В настоящее время в различных странах активно проводятся работы по созданию и использованию беспилотных летательных аппаратов, в основном, для военных целей. Такие БПЛА ведут фото и радиоразведку, а также могут выполнять боевую задачу с применением оружия для уничтожения или повреждения небольших целей.

Современные БПЛА могут найти и находят применение для контроля состояния лесных массивов, обнаружения очагов пожаров и затоплений благодаря использованию установленных на БПЛА фото и видеокамер. Очень эффективно БПЛА могут позволить вести метеонаблюдения на различных высотах и значительных территориях, вести контроль ледовой обстановки в море, могут помочь экологам контролировать экологическую обстановку и решать много других задач.

Следует ожидать, что процесс развития техники в 21-ом веке приведёт к созданию БПЛА более широкого назначения, в том числе к внедрению их в интересах промышленности и решения хозяйственных задач.

Во многих областях промышленности имеет место острая потребность в доставке грузов (продуктов питания, технических средств, медицинского оборудования, газет, журналов и пр.) в удаленные места работы газо- и нефтедобывающих предприятий, работников лесного хозяйства, в удаленные поселения рыбаков, скотоводов, геологов, метеорологов и др., в связи с отсутствием круглогодичных транспортных средств, при этом применение речных и морских судов, самолётов, вертолётов значительно усложняет доставку грузов и увеличивает стоимость их доставки. Отсутствие шоссейных дорог ограничивает использование автотранспорта. В связи с этим необходимо рассмотреть целесообразность создания и использования для таких целей Транспортных БПЛА.

Создание Транспортных БПЛА, по – нашему мнению, должно помочь решать народно-хозяйственные вопросы, способствовать повышению эффективности работы удаленных промышленных предприятий, повысить уровень жизни работников и местных жителей, увеличить объем поставок, снизить затраты на доставку грузов, повысить оперативность и надежность средств доставки.

Созданию Транспортных БПЛА способствует современное развитие электронной промышленности, цифровой вычислительной техники, разработка высокоточных, надёжных, недорогих малогабаритных датчиков и систем измерения параметров движения летательных аппаратов, а также наличие глобальной спутниковой навигационной системы (СНС). При создании транспортного БПЛА в связи с отсутствием на борту пилотов и пассажиров коренным образом меняется подход к разработке конструкции БПЛА. Исчезают жесткие требования по теплоизоляции, герметизации, поддержанию комфортной температуры и влажности аппарата. Подлежат пересмотру нормативы по допустимым для конструкции летательного аппарата перегрузкам, вибрациям и т.д.

С применением новых высокопрочных материалов из армированных нитей возможно уменьшить массу планера БПЛА в 2-2,5 раза. Такие материалы практически не намокают, поэтому снижается риск обледенения и повреждения корпуса аппарата.

В целом, указанные нововведения позволят значительно упростить конструкцию и увеличить грузоподъемность БПЛА.

Необходимость в создании Транспортного БПЛА вызвана сложностью, в поддержании исправности (летной годности) самолетов и вертолетов, трудностью техобслуживания из-за отсутствия ЗИПа, дороговизны топлива и ГСМ, изношенности бортового оборудования, низкого уровня остаточного ресурса двигателей и завершением в ближайшее время выработки ресурса и срока службы у действующего парка самолётов и вертолётов.

Особое место занимает недостаток квалифицированных пилотов и технических кадров для техобслуживания.

В связи с этим, необходимо находить другие способы решения вопросов, стоящих перед авиацией, для выполнения транспортных перевозок – менее затратные и более эффективные.

Все это вызывает особый интерес к оценке возможности применения Транспортных БПЛА различной грузоподъемности, дальности полетов, технической оснащенности для их использования в грузоперевозках.

В сложившихся условиях, по – нашему мнению, следует рассмотреть следующие предложения по решению вопросов транспортировки грузов в удаленные от базовых аэропортов места доставки:

- С использованием Транспортных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

- С использованием Транспортных летательных аппаратов – самолётов и вертолётов с одним пилотом.

Техническая реализация и накопленный опыт полетов БПЛА военного назначения, опыт полетов беспилотных ЛА на основе использования боевых самолётов и вертолётв, имеющих ограничения к полетам строевых летчиков из-за выработки срока службы и ресурса ЛА, подтверждает возможность создания Транспортных БПЛА различной массы, грузоподъёмности и дальности полёта.

Кроме того, при выполнении данных работ с использованием высоконадёжного и точного автомата - навигатора на действующих транспортных ЛА, позволит заменить, по – нашему мнению, второго пилота на борту пилотируемого ЛА.

На Рисунке 1 приведена структурная блок-схема двухканального (1к, 2к) цифрового навигационно-пилотажного комплекса беспилотного транспортного летательного аппарата.

Основными требованиями по составу навигационно-пилотажных систем для Транспортных БПЛА и действующих транспортных средств с одним пилотом являются:

- Высокая надёжность и точность аппаратуры, обеспечивающие требования по безопасности;
- Автономность работы в полёте при отсутствии (пропадании) коррекции от радиосредств и СНС;
- Возможность взаимодействия с бортовой цифровой вычислительной машиной (ЦВМ) и современными, цифровыми и штатными аналоговыми приборами;
- Минимальная масса и приемлемая стоимость систем.

При создании и эксплуатации летательных аппаратов - самолётов, вертолётв, важная роль отводится решению навигационных задач - определению начального стояночного и текущего курса, определению скорости и высоты полёта, определению местоположения, программированию маршрута, решению задачи выхода с высокой точностью в промежуточные точки маршрута, для выполнения посадки, взлёта, задач сброса груза, фото и радиоразведки пр.

Эти задачи на борту в штатном составе решает штурман или исполняющий его функции 2-ой пилот в составе экипажа воздушного судна.

В качестве вычислителя используется бортовая ЦВМ или вычислительные средства штурмана.

В настоящее время с целью повышения точности навигации применяют спутниковые навигационные системы (СНС) - Глонасс, GPS, определяющие с высокой точностью навигационные параметры, за исключением курса ЛА.

К сожалению, СНС имеет низкую помехоустойчивость и зоны их устойчивой работы не могут охватить все районы работы ЛА на отечественной территории. Чтобы исключить зависимость БПЛА от работы СНС целесообразно иметь на конечных пунктах маршрута (КПМ) пульт управления ЛА аналогичный пульта на начальном пункте маршрута (НПМ).

При создании Транспортного БПЛА наиболее целесообразным для использования в составе навигационно-пилотажных систем, соответствующих указанным выше требованиям, в качестве автономного датчика курса следует применить вновь разработанные современные малогабаритные высокоточные курсовые системы (КС).

Точная курсовая система должна обеспечить выполнение требований по точности прилета в конечный пункт маршрута, обеспечить автоматическую посадку ЛА, в том числе обеспечить автономный полет и посадку ЛА при пропадании сигналов и при неустойчивой работе СНС.

В варианте навигационно-пилотажной аппаратуры БПЛА с автоштурманом и с автопилотом (Рисунок 1) навигационные задачи решает автоштурман. Пилота и штурмана на БПЛА нет. Управление БПЛА осуществляется автоматически с использованием параметров, полученных от СНС, КС и рассчитанных бортовыми ЦВМ на основании данных штатных датчиков и от вновь установленных систем СНС, КС.

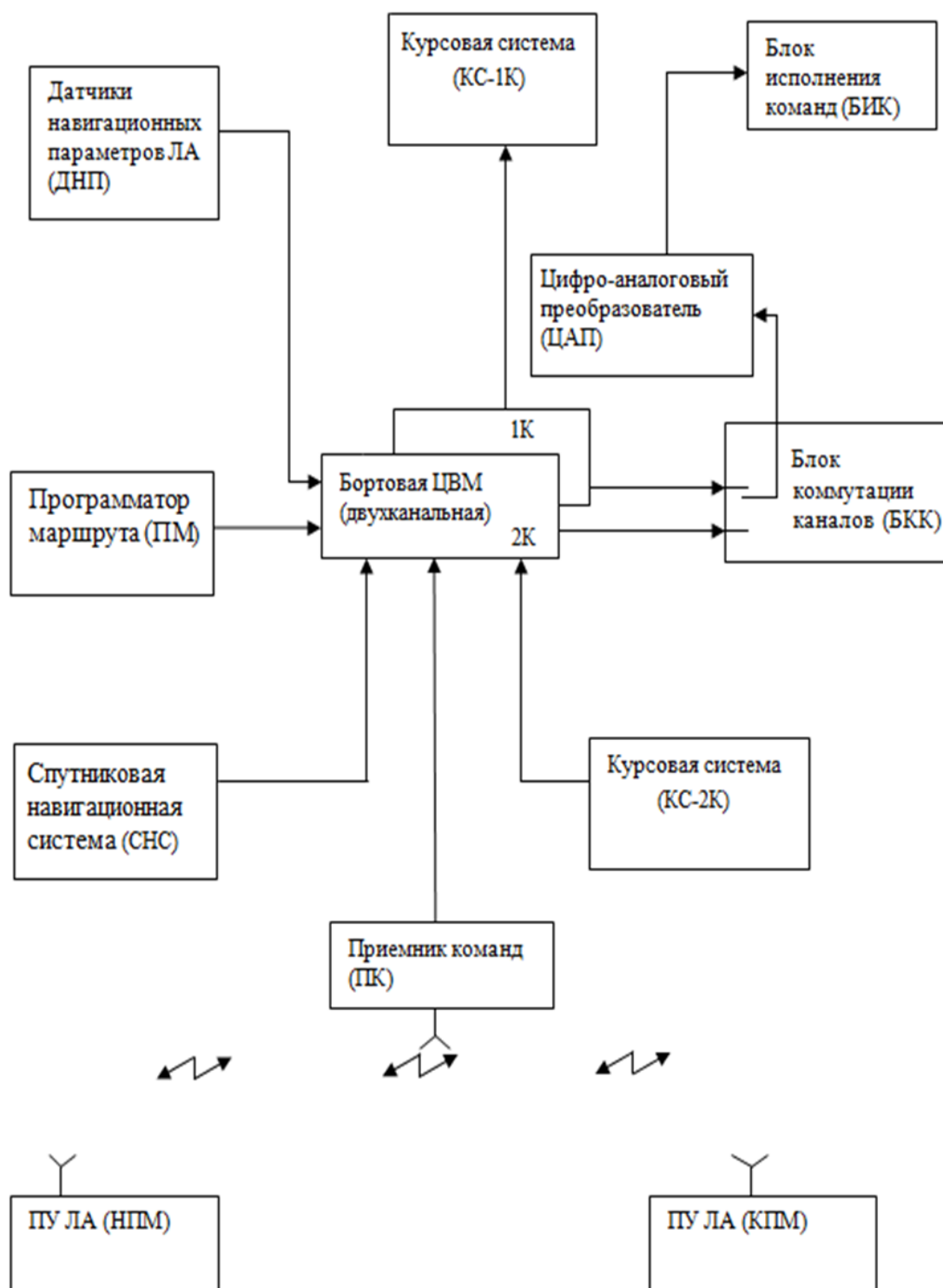


Рис.1. Структурная блок-схема цифрового навигационно-пилотажного комплекса беспилотного транспортного летательного аппарата.

Вопросы взлета и посадки на бетонную ВПП, при необходимом наземном обеспечении в базовых аэропортах, как и полёт по маршруту успешно реализованы на беспилотных самолетах, оборудованных навигационно-пилотажным комплексом с ЦВМ. Сложность заключается в переносе этих решений на транспортные БПЛА.

Для БПЛА взлёт и посадка с необорудованных площадок, полёт при отсутствии наземных средств обеспечения полётов, полёт в условиях неустойчивой работы СНС и других средств радиокоррекции, задача трудновыполнимая, но, по-нашему глубокому убеждению, решаемая задача.

Сложность внедрения такого навигационного оборудования заключается в разработке и отладке программно-математического обеспечения (ПМО) - математических формульных зависимостей, алгоритмов и программы бортовой ЦВМ. Это решаемая инженерная задача, которая требует учёта всех условий и особенностей полёта Транспортного БПЛА.

«Дорогу осилит идущий» - гласит пословица.

На основании материалов статьи, подтверждающих необходимость использования БПЛА в промышленности в качестве транспортного средства, без которого трудно представить в будущем оперативную доставку широкого «ассортимента» грузов точно по адресу в удаленные места, можно сделать следующие выводы:

В целях оперативной доставки грузов в удаленные районы РФ, учитывая современный уровень развития техники, значительные трудности технического и финансового обеспечения, существующих в настоящее время транспортных работ, считать возможным и целесообразным рекомендовать создание Транспортного БПЛА.

Считать возможным в качестве транспортного средства доставки грузов и использовать отработавших ресурс пассажирских перевозок ЛА, с установкой дополнительно к штатной аппаратуре - точной курсовой системы, СНС, ПК и бортовой ЦВМ с ПМО, что может позволить заменить работу 2-го пилота и штурмана.

Список литературы

1. А.А. Лоскутников, Н.В. Сенюшкин, В.В. Парамонов Системы автоматического управления БПЛА. «Молодой учёный», № 9 2011г
2. Мелешко В.В., Корнейчук В.В., Скуднева О.В. Самоориентирующий указатель курса. Вісник НТУУ «КПІ», Приладобудування, – 2008.
3. Патент РФ №2465555 Навигационный комплекс G01C 23/00 2006.01(2011г.)
4. ИНС-Лоцман, предложение для использования в эксплуатации, 36с., 2013г.
5. Н.В. Якубович Многоликий Ми-4. «Крылья Родины», М., №3, 1995

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

¹Майрансаев З.Р., ²Мусаев С.Д.

¹Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(Государственный Технологический Университет), г.Владикавказ, РФ

²МАТИ-Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского, г.Москва, РФ

В данной статье рассматриваются вопросы актуальности применения логистических инструментов в сфере строительного производства.

Ключевые слова: материальный поток, специфика логистики, логистические системы

В последние 25-30 лет в системах материально-технического обеспечения производства, в том числе строительного, все чаще используются принципы логистики. Это связано с тем, что Логистика как направление хозяйственной деятельности – заключается в управлении материальными потоками от первичного источника сырья до конечного потребителя готовой продукции, а также связанной с этими потоками информацией. Управление материальными потоками должно быть организовано таким образом, что бы эффективность была на достаточно высоком уровне.

Что образует материальный поток? Материальный поток - это находящиеся в состоянии движения материальные ресурсы [2]. Одной из многих отличительных особенностей строительного производства от других отраслей промышленности, как известно, является то, что строительство – самое материалоемкое производство [5]. В связи с этим актуальность логистики, практически не вызывает сомнений, так как она заключается в

экономической заинтересованности, т.е. снижении издержек и тем самым повышении уровня конкурентоспособности.

Основным объектом управления логистики, как хозяйственной деятельности, является сквозной материальный поток, т. е. материальный поток (МП) (Рисунок 1), проходящий по логистической цепи (ЛЦ), начиная от первичного источника сырья через все промежуточные процессы вплоть до поступления к конечному потребителю.

Рис.1. Схема логистической цепи сквозного материального потока.

Существуют, так называемые «шесть правил логистики», которые описывают конечную цель логистического управления [2]:

Специфика и новизна логистики состоит в использовании комплексного (системного) подхода к вопросам движения материальных ценностей [1]. При управлении обязательно должны учитываться все взаимосвязанные стороны, все факторы системы.

- определение необходимой мощности производства и транспорта;
- организация распределения готовой продукции;
- управление перегрузочными процессами и транспортно-складскими операциями в пунктах производства и у потребителей;
- моделирование функционирования логистических систем;
- проектирование логистических систем;
- планирование и реализация снабжения, производства, складирования, сбыта, транспортирования;
- согласование целей и координация деятельности отдельных предприятий в цепи поставок и различных подразделений в рамках предприятия и др.

Логистика, развиваясь на предприятиях разных отраслей экономики, приобретает специфические отраслевые черты. В строительстве она имеет ряд особенностей.

В первую очередь следует отметить разнообразие форм и методов осуществления строительства в зависимости от функциональной принадлежности объекта строительства. К таким объектам относят заводы, фабрики, дороги, электростанции, порты, жилые дома и др. Следовательно применение логистики должно учитывать функциональное назначение объекта строительства.

Вторая особенность логистики в строительстве связана с тем, что строительная организация редко является «хозяйном» логистического процесса. Она рассматривается как потребитель в логистических системах производителей и поставщиков строительных материалов и изделий. Эта особенность является следствием недостаточного внимания к возможностям, которые может предоставить логистика в области оптимизации затрат.

Третья особенность логистики в строительстве — это широчайшие возможности для логистического аутсорсинга, в частности, в снабжении. Для строительной организации большая часть операций при выполнении логистических функций транспортировки, складирования, управления запасами и закупками является вспомогательными процессами. В соответствии с концепциями ключевых компетентностей и реинжиниринга предприятию необходимо установить наилучший источник конкурентного преимущества, сделав ключевые процессы как можно более эффективными, а неключевые — передать на аутсорсинг.

Развитие аутсорсинга в снабжении строительного предприятия может осуществляться двумя способами. Первый предусматривает выполнение части логистических функций самим предприятием, вторая часть передается на аутсорсинг. Например, строительная компания самостоятельно осуществляет операции закупок, имеет собственный склад материалов, на котором осуществляет управление запасами, но транспортировку передает транспортному предприятию. Возможно привлечение складского оператора, который организует ответственное хранение отдельных материалов. Другими словами, первый вариант аутсорсинга в строительстве — это частичное привлечение логистических операторов для выполнения отдельных логистических функций снабжения.



Рис.2. Схема цепи поставок строительных материалов.

Второй вариант — это привлечение логистического провайдера, выполняющего комплексные логистические функции. Он осуществляет закупку материалов, взаимодействует с поставщиками, складирует часть материалов, организует многономенклатурную поставку материалов на строительные объекты в соответствии с планом-графиком строительных работ, управляет запасами материалов. Логистический провайдер организует и выполняет логистические процессы так, чтобы общие издержки в цепи поставок были оптимальными.

Конкурентные преимущества, создаваемые логистикой, становятся наиболее ощутимыми благодаря оптимизационным решениям, направленным на снижение логистических издержек, времени логистических циклов, повышение надежности функционирования цепей поставок. Схематично цепь поставок строительных материалов, включающая логистического провайдера, выполняющего комплекс логистических функций показана на Рисунке 2. Для оптимизации затрат в такой цепи поставок необходимы различные решения, которые принимаются как обслуживаемой строительной компанией, так и логистическим провайдером. В частности, от строительного предприятия требуются сформулированные требования по организации логистического обслуживания, которые определяются планами и графиками строительных работ, спецификацией, обусловленной строительной технологией, а также стоимостными, временными и качественными характеристиками ожидаемого сервиса. Остальные решения закреплены за логистическим провайдером.

За годы реформ строительная отрасль стала одной из немногих динамично развивающихся отраслей экономики. Однако за этот же период произошла определенная дезинтеграция хозяйственных связей между всеми участниками строительного комплекса, сокращение числа крупных СМТ и ДСК, ухудшились условия для производственно-технологической комплектации строящихся объектов. В связи с чем можно сказать, что Россия имеет довольно низкий уровень развития логистики в строительстве. Это объясняется, в первую очередь низким уровнем логистики в целом по стране. Так, по данным Мирового банка, Россия занимает 99 место по развитию логистики среди 150 государств мира. Индекс логистики, на основе которого определялся рейтинг страны, учитывает время прохождения таможенных процедур, стоимость логистики (включая тарифы на грузовые

перевозки), степень развитости логистической инфраструктуры и ряд других факторов. Так же логистика в строительном производстве используется крайне мало, по причине того что пока нет достаточно глубоких исследований в данной области, отсутствуют соответствующие методики. Учитывая, выгоды которые могут обеспечить логистические системы в строительстве, логично предположить, что ситуация изменится в лучшую сторону и работы в этом направлении будут наращиваться.

Список литературы

1. Дородников В.Н. Управление запасами на предприятии: Учеб. пособие – Новосибирск: НГАЭиУ, 2008.
2. Инютина К.В., Квашнин Б.С., Суслов О.В. Основы логистики. - СПб.: СПб ГУЭФ, 2001.
3. Николайчук В.Е., Кузнецов В.Г. Теория и практика управления материальными потоками (логистическая концепция). Монография. - Донецк: «КИТИС» 1999. - 413 с.
4. Сидоров И.И. Логистическая концепция управления предприятием. - СПб: ДНТП общества \"Знание\", ИВЭСЭП, 2008.
5. Хадонов З. М. Организация, планирование и управление строительным производством. Учебник для вузов. – Москва: «АСВ» 2010. – 559 с.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Базилевич А.М.

ГУЗ, РФ, г.Москва

Ландшафтная архитектура – несмотря на вековые традиции садово-паркового строения, создания пейзажей, обустройство мест отдыха и других методов функционального, структурного, эстетического преобразования природной среды, - достаточно новое понятие в градостроительном проектировании, а также в реальном использовании компонентов природной среды – рельефа, зелёных насаждений, акваторий в организации территорий, что подтверждается отсутствием общепринятой терминологии, классификации, типологии объектов, уровней ландшафтной организации, нормативных показателей.

Для современного этапа градостроительства характерна тенденция усиления техногенных нагрузок не только в отдельных поселениях (город, посёлок, село), но в системах населенных мест, агломерациях, муниципальных образованиях. Однако, в теоретическом плане не ясна трактовка фундаментального понятия ландшафтной архитектуры «открытое пространство», поскольку в поле зрения в городской среде всегда присутствуют объекты архитектуры. В свою очередь, крупные архитектурно-строительные комплексы (типа торговые, спортивные, деловые центры) имеют в своей структуре открытые, полуоткрытые, перекрытые пространства (атриумы, пассажи, холлы и пр.), для которых принципы архитектурно-ландшафтной организации приемлемы также, как и для планировочных единиц типа жилой двор, сквер, усадебный участок. Всё это и многое другое обязывает разработку и принятие более универсальных рекомендаций в сфере ландшафтной архитектуры. В частности следует согласовать классификации территорий для различных форм организаций – экология, природо- и землепользование, градостроительство (включая ландшафт), озеленение и благоустройство, дизайн и т.п. В первом приближении такая таксономическая система может выглядеть в виде шести типологических единиц [3]:

Тип ландшафта – 1) природный (естественный), 2) антропогенный; подтип (антропогенного типа) ландшафта: 1) урбанизированный, 2) сельскохозяйственный, 3) ландшафт зон добывающей промышленности; 4) зона влияния инженерно-транспортных сооружений, 5) культурный (с объектами исторической застройки); 6) рекреационный (с объектами отдыха, туризма);

Класс ландшафта (урбанизированного подтипа): 1) застроенная территория; 2) свободная от застройки территория; подкласс ландшафта (застроенной территории): 1) территория жилой застройки; 2) территория общественной застройки; 3) территория производственной и инженерно-транспортной застройки;

Вид ландшафта жилой застройки: 1) фрагмент территории жилой застройки (двор, квартал, микрорайон, здание школы с участком); 2) фрагмент системы озеленения (сад, парк, сквер); 3) фрагмент улично-дорожной сети (улица, площадь, стоянка); подвид ландшафта (фрагмента территории застройки): 1) с вертикальной расчленённостью (равнинный рельеф, холмистый, горный; 2) с горизонтальной расчленённостью (долины, овраги, балки).

В общей типологии ландшафта усиливается функциональный подход [4], в градостроительном проектировании наиболее важны четыре последних типологических единицы. Однако, в основном градостроительном документе [5] перечисленные или подобные единицы вообще отсутствуют. Вопросы рекреации в этом документе методологически не связаны между собой и с другими аспектами проектирования. В нём рекомендуется предусматривать «...непрерывную систему озеленённых территорий общего пользования и других открытых пространств в увязке с природным каркасом» [5, п.9,2]. Однако, нигде не поясняются термины «открытое пространство» и «природный каркас». В тоже время трактовка «озеленённых территорий» как «...поверхности которых не менее 70% заняты зелёными насаждениями и другим растительным покровом...» [5, Прил. Б] допускает считать таковыми любые пространства между зданиями в любых зонах.

Для упорядочения вопросов проектирования зон города с учетом ландшафта нами предлагается нижеследующая таблица.

Таблица 1

Участие ландшафтной архитектуры в реализации функций города

Функциональные зоны поселений по [5]	Функции урбанизированной среды, реализуемые с участием ландшафтной архитектурой										
	рекреационные			Стру- ктур- ные	Эсте- ти- чес-кие	защитные					при- родо- охран- ные
	От- дых и тур- изм	Лече- бно-оз- дорови- тельные	Игры, спорт			а	б	в	г	д	
Жилые	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
Общественные	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
рекреации	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Производствен-ные	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+
Транспортной и Инженерной инфраструктур	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+

Примечание: а - защита атмосферы воздуха, почвенных и подземных вод и почв от загрязнений; б - защита от шума, вибрации, электромагнитных излучений, радиации; в - улучшение микроклимата; г - реабилитация нарушенных территорий; д - охрана памятников - исторических, природных.

Жирной чертой выделены основные зоны поселения реализации функций ландшафтной архитектуры

Рекреационные, структурные (связевые), эстетические функции ландшафта реализуются во всех основных зонах поселений (жилых, общественно, рекреационных). Важное уточнение: общественные, включая деловые зоны формируются не только крупными центрами, но и отдельными учреждениями и предприятиями обслуживания [5]. При этом значительная часть общественных учреждений (образования, спорта, здравоохранения, культуры) имеют нормируемую территорию, на которой реализуются те же, что и в здании, функции. А это означает, что объекты ландшафтной архитектуры (такие как участки школ, детсадов, парков, скверов, спортплощадок и пр.) для реализации своих функций должны иметь технологический регламент - затраты времени на их доступность и пребывание. Пока это требование носит формальный характер. Например, доступность городских и районных парков (не более 20 мин) [5] не может быть единой для всех жителей, т.к. посещение парков, в свою очередь, детерминировано условиями трудового, культурно-бытового тяготения.

Именно функционально-технологический подход к расчёту, размещению и организации объектов ландшафтной архитектуры становится необходимым условием определения уровня ландшафтной организации, критерием трудозатрат - эстетических, материальных, экономических на единицу территории.

Используя ранее разработанный нами метод трёхуровневого обслуживания населения - стандартно (по функции)-минимизируемого (по технологии передвижений), избирательно-оптимизируемого и уникально-

свободного [1], ниже в первом приближении приведена функционально-технологическая классификация объектов ландшафтной архитектуры урбанизированной среды.

Таблица 2

Функционально-технологическая классификация объектов ландшафтной архитектуры основных зон города

Территория (участок) объектов ландшафтной архитектуры в основных зонах города	Уровни функционально-технологической организации		
	Стандартно- минимизируемый	Избирательно- оптимизируемый	Уникально- свободный
1. Жилая зона			
1.1. Придомовая территория (двор)	+		
1.2. Коттеджный участок	+		
1.3. Общественно-жилой комплекс		+	
Учреждения образования:			
1.4. Детсад, школа: бюджет/коммер.	+	+	
Внешкольное образование		+	
1.5. Здравоохранение – поликлиники	+		
1.6. Спорт - плоскостные сооружения	+		
1.7. Культура – центры досуга		+	
1. Общественная зона			
2.1. Учреждение образования:			
Среднего, высшего, специального	+	+	
2.2. Здравоохранение – больница	+	+	
Центр соцзащиты	+		
2.3. Спорт - зал, бассейн		+	
2.4. Культура – выставка, театр		+	
2.5. Зоопарк, ботанический сад		+	
2.6. Сквер		+	
2.7. Торговый центр (с атриумом),		+	
Рынок	+		
3. Рекреационная зона			
3.2. Здравоохранение – дом отдыха,			+
Оздоровительный лагерь, курорт			+
3.3. Спорт : турбаза		+	
Спортивный парк,		+	
3.4. Объект культуры - этнопарк,			+
Памятник истории, искусства			+
3.5. Центр отдыха			
Сад и парк			+
гидропарк , пляжи,			+
3.6. Парк развлечений и аттракционов			+
3.7. Детский парк		+	
3.8. Мемориальный сад		+	
Место захоронений	+		
3.9. Монастырь			+
3.10. Природный парк, заповедник			+
4. Внутризонные транспортные коммуникации			
4.1. улица, магистраль	+		
4.2. Бульвар, набережная	+	+	
4.3. Площадь, стоянка	+		
4.4. Остановка, транспортный узел	+		

4.5.вокзал		+	
------------	--	---	--

Использование функционально-технологической классификации позволит более правильно принять необходимый уровень архитектурно-ландшафтной организации территории [2].

В заключение можно отметить, что ландшафтная архитектура не должна рассматриваться лишь как способ организации открытых пространств, исключительно с помощью компонентов природной среды и малых архитектурных форм. Такой подход приводит к противопоставлению ландшафта градостроительству. Именно учёт функциональных, структурных и композиционных свойств урбанизированной среды в целом, причём как на незастроенных, так и на застроенных территориях, может дать ответ на организацию всех типов и видов архитектурно-ландшафтных пространств. На повестке стоит совершенствование методологии архитектурно-ландшафтного формирования территории, нормативной базы урбанизированной среды на основе изучения взаимовлияния и взаимозависимости всех аспектов формирования застроенной и незастроенной территории – функциональных, структурных, эстетических.

Список литературы

1. Базилевич А.М. Влияние функциональных и природных условий на планировочную структуру города. Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. архитектуры. М. ХОЗУ Минавтопрома 1978г
2. Базилевич А.М. Уровни формирования ландшафтной архитектуры/Сб. научных трудов по итогам межд. научно-практ.конф.«Актуальные вопросы науки и техники», №2. Самара, 2015. 199с. <http://izron.ru/upload/iblock/7e0/sbornik-tehnicheskie-nauki-samara-2015.pdf>
3. Исаченко А.И. Ландшафтное районирование. Интернет-ресурс: http://studopedia.ru/3_74105_landshaftnoe-rayonirovanie.html
4. Марцинкевич Г.И., Счастливая И.И., Усова И. П. Функциональная типология и структура трансформированных ландшафтов Белорусского Полесья. <http://gigabaza.ru/doc/3464.html>
5. СП 42 13330-2011 Градостроительство. Планировка застройка городских и сельских поселений –М.2011. http://www.know-house.ru/gost/sp_2013/sp_42.13330.2011.pdf

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

¹Смертина Е.С., ²Бабайцева В.В.

¹К.т.н., доцент

²студентка

Дальневосточный федеральный университет, Россия, г.Владивосток

Как известно, питание является одним из важнейших компонентов, определяющих состояние здоровья человека. Согласно теории позитивного питания предпочтение отдается функциональным или физиологически активным продуктам, которые содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость организма ко многим заболеваниям, позволяющие долгое время сохранять активный образ жизни.

Хлеб – один из наиболее употребляемых населением повсеместных и повседневных продуктов питания. Введение в его рецептуру физиологически функциональных компонентов, позволит эффективно решать некоторые аспекты проблемы оптимизации рациона питания и профилактики различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ. Большой практический интерес представляет создание хлеба адаптогенного действия с добавлением адаптогенов – веществ, способных повышать неспецифическую сопротивляемость

организма человека к широкому спектру вредных воздействий физической, химической и биологической природы [2].

История применения адаптогенов растительного происхождения (женьшеня, элеутерококка, аралии и т.п.) в медицинских и общеукрепляющих целях насчитывает несколько тысячелетий, однако, хлеб с адаптогенами практически не представлен в ассортименте.

Дальневосточный регион богат растительными сырьевыми ресурсами, которые служат источниками природных биологически активных веществ и используются в составе многих биологически активных добавок к пище [1].

Цель работы - изучить влияние биологически активных добавок к пище на основе водно-спиртовых экстрактов, полученных из дикорастущего сырья уссурийской тайги, на технологические свойства хлебобулочных изделий лечебно-профилактической направленности.

В качестве функциональных компонентов были выбраны биологически активные добавки к пище «Калифен», «Экликит» и «Диприм» разработанные учеными Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН, представляющие собой водно-спиртовые экстракты, полученные из отходов переработки калины (*Viburnum L.*), лимонника китайского (*Schizandra chinensis*) и винограда амурского (*Vitis Amurensis*). Основным компонентом экстрактов являются полифенольные соединения: катехины и их полимерные формы, лейкоантоцианы, флавоноиды, процианидины, олигомерные танины и лигнин; органические кислоты (фумаровая, аскорбиновая, глицериновая, щавелевая, галактуриновая и др.), свободные аминокислоты (гистидин, аргинин, аспарагиновая кислота, треонин, серин, глицин, метионин и др.), сахара (сахароза, раффиноза) и ряд других органических соединений. Проведенные медико-биологические исследования показали их многофакторное положительное действие, в том числе адаптогенное, на организм человека.

Рекомендуемая суточная норма «Экликит», «Диприм» и «Калифен» для человека 100 мг в сутки, установленная разработчиками [3].

В соответствии с поставленной целью изучали влияние водно-спиртовых экстрактов на хлебопекарные свойства пшеничной муки, а также на органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий.

В работе использовали стандартные методы исследования в соответствии с действующей нормативной документацией.

Хлебопекарные свойства пшеничной муки во многом зависят от ее клейковины. Для изучения вопроса о влиянии БАД «Калифен» или «Экликит» или «Диприм» на хлебопекарные свойства пшеничной муки проводили анализ массовой доли сырой клейковины и ее качества, а также определяли влияние данных БАД на газообразующую способность муки.

Вносили БАД «Калифен» или «Экликит» или «Диприм» в количестве 13 % (исходя из рекомендуемой суточной дозы), заменяя при этом воду. В качестве контроля были приняты изделия, выработанные без добавления данных БАД. При внесении БАД «Калифен» или «Экликит» или «Диприм» не установлены изменения массовой доли сырой клейковины и данный показатель находится в пределах нормы в соответствии с ГОСТ. Параллельно с выходом сырой клейковины устанавливали ее качество, т.е. определяли свойства клейковины по растяжимости и эластичности.

Установлено, что при внесении БАД «Калифен», «Экликит» и «Диприм» клейковина незначительно уплотняется в результате чего, эти добавки можно рекомендовать не только для повышения пищевой ценности, но и для муки «слабой» по «силе» с целью ее укрепления.

Исследовав влияние БАД на газообразующую способность теста, волюмометрическим методом на приборе Яго-Островского, получили результаты представленные на Рисунке 1. Количество выделившегося углекислого газа измеряли каждый час в течение 5 часов.

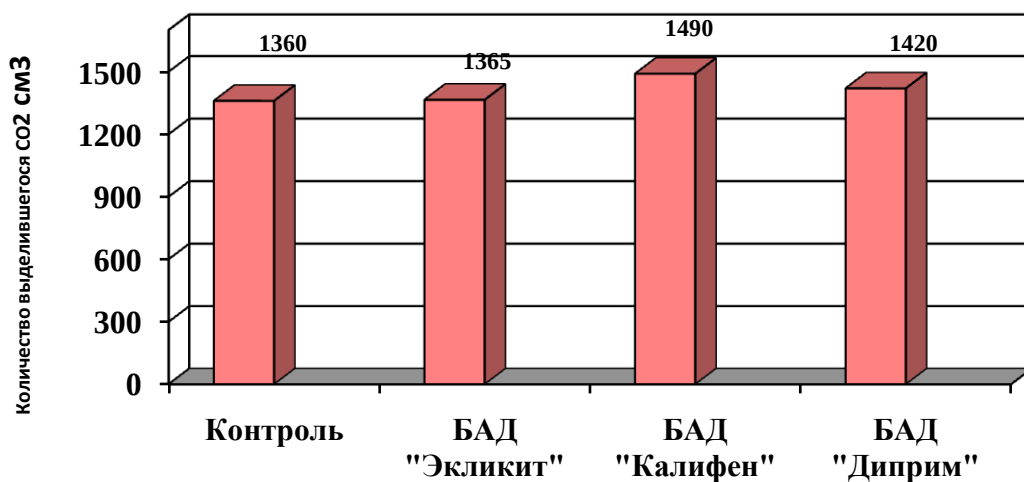


Рис.1. Динамика изменения газообразующей способности теста с внесением функциональных компонентов

Как свидетельствуют приведенные данные, внесение в рецептуру теста БАД «Калифен» или «Эклилит» или «Диприм» приводит к интенсификации процесса газообразования пшеничной муки. Это, вероятно, обуславливает высокое содержание минеральных веществ и простых сахаров, которые повышают бродительную активность дрожжевых клеток.

В условиях производства инновационно-технологического центра Дальневосточного федерального университета были выработаны опытные образцы хлебобулочных изделий (булочки) из пшеничной муки с добавлением водно-спиртовых экстрактов из дикорастущего сырья. БАДы вносили в тесто с учетом рецептуры хлебобулочных изделий. Для замеса теста воду заменяли экстрактами на 13 %. При этом определяли основные показатели качества готовых изделий, обращая особое внимание на органолептические свойства.

При сравнении контрольного и экспериментальных образцов установлено, что контрольный образец булочек имел правильную форму, но неровную поверхность, пониженный объем, вкус и запах, свойственные данному виду хлебобулочных изделий. БАДы оказали положительное влияние на качество булочек, поверхность опытных образцов была гладкой, булочки имели приятный сладковатый привкус и аромат ванили, развитую пористость и высокий удельный объем.

При определении физико-химических показателей качества было установлено, что при добавлении БАД к пище «Калифен» формоустойчивость увеличилась на 11,62 %, по сравнению с контрольным образцом, при внесении в рецептуру теста БАД к пище «Эклилит» формоустойчивость увеличилась на 6,97 %, а при добавлении БАД «Диприм» - на 18,6%. Кислотность и влажность в экспериментальных образцах изменялись незначительно по сравнению с контрольным образцом и находились в пределах нормы.

Таким образом, полученные результаты дают основание сделать вывод о возможности использования биологически активных добавок к пище на основе водно-спиртовых экстрактов, полученных из отходов переработки калины, лимонника китайского и винограда амурского в качестве функциональных ингредиентов в производстве хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения, благодаря чему повышается пищевая ценность готового изделия и улучшается его качество. Изделия с экстрактами имеют выраженный приятный сладковатый вкус и аромат используемых дикоросов, который будет уместен и в булочных и в сдобных изделиях.

Список литературы:

1. Смертина, Е.С. Исследование адаптогенных свойств фуколама – функционального ингредиента из водорослей / Е.С. Смертина и др. // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья, 2010. - № 4. - С. 23-25.
2. Смертина, Е.С. Новые хлебобулочные изделия функционального назначения / Е.С. Смертина, Л.Н. Федянина, Т.К. Каленик. // Вестник ТГЭУ, 2009. - № 3. - С. 53-59.
3. Спрыгин, В.Г. Отходы переработки дальневосточных дикоросов – перспективные источники пищевых антиоксидантов / В.Г. Спрыгин, Н.Ф. Кушнерова, С.Е. Фоменко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2010. - Т. 12. - №1(3). - С. 812-815.

РАЗРАБОТКА МАЛЬТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ «ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕГО ПИТАНИЯ» ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ

¹Тусинов А.Г., ²Данильчук Ю.В. ³Суворов О.А.

¹Аспирант

²Д.т.н., проф.;

³К.т.н., доцент.

МГУПП, РФ, г.Москва

Одним из основных условий достижения высоких результатов в спорте является полноценное натуральное питание. Неадекватное питание отрицательно сказывается на подготовке спортсмена и ограничивает максимальную работоспособность. Несмотря на это многие спортсмены по разным причинам практикуют нерациональное питание. Одной из таких причин является отсутствие централизованной системы питания спортсменов. На основании Приказа Министерства спорта РФ от 24 октября 2012 г. N 325 "О методических рекомендациях по организации спортивной подготовки в Российской Федерации", ответственность за подготовку спортсменов полностью возлагается на организацию на базе которой тренируются спортсмены, в том числе и организация питания спортсмена [3]. Зачастую спортсмен сам выстраивает рацион и график приёма пищи в соответствии с графиком тренировок. Сложившаяся ситуация вызывает диссонанс в общей подготовке спортсменов локального и федерального масштаба, так как финансирование спортивных организаций значительно отличается в различных регионах РФ.

Организму человека ежедневно требуется более 50 питательных веществ в определенной пропорции. Для удовлетворения энергетической потребности необходимо регулярно потреблять разнообразные продукты питания. Однако при традиционных приемах пищи (завтрак, обед, полдник, ужин) достаточно сложно покрыть энергетические расходы организма, особенно в дни напряжённых тренировок и соревнований. Поэтому довольно часто спортсмены испытывают дефицит отдельных нутриентов, затруднения определенных видов энергопревращений. В этом случае возникает повышенный риск развития утомления и состояния перетренированности, снижения резистентности к заболеваниям и воздействию неблагоприятных факторов (дисадаптация).

Проводя анализ сложившейся ситуации можно сделать вывод, что разработка общей, централизованной системы и обязательного утверждения её на федеральном уровне необходимая мера для подготовки квалифицированных спортсменов. Подобной системой может являться «Здоровьесберегающее питание», под которым понимается способ сохранения здоровья посредством достижения равновесия в необходимости и достаточности поступления пищевых веществ в организм человека. Термин «здоровьесберегающее питание» основан на идее гомеостаза, нарушение которого приводит к заболеванию. Такой подход предполагает стратегию питания с учетом индивидуальных особенностей организма, а не диету. К базовым принципам «здоровьесберегающего питания» относятся следующие [1, 2, 4]:

1. Сохранение естественного равновесия в необходимости и достаточности поступления пищевых веществ.
2. Ежедневное включение в рацион «здоровьесберегающих продуктов»:
 - мясо: источник белка и энергетических веществ;
 - бобовые: источники легкоусвояемых белков, углеводов и калия;
 - яйца: яичный белок один из самых легкоусвояемых, желток является источником витамина А, фолиевой кислоты;
 - морепродукты: содержат витамины группы В, калий, фосфор, йод, селен;
 - кисломолочные продукты: основные источники кальция, калия и магния;
 - зерновые: являются источниками простых углеводов и клетчатки;
 - растительные масла: богаты полиненасыщенными жирными кислотами;
 - яблоки: источник простых углеводов, витамина С, изофлавонов;
 - шиповник: источник витамина С, мякоть шиповника содержит - каротиноиды, витамины В2, К и Р, сахара, пектины, органические кислоты;
 - болгарский перец: основной источник витамина С;
 - капуста: является диетическим продуктом;
 - абрикосы: источник калия, витамина С, бета-каротина;

- тыква: источник витаминов Е, А, С, РР, D, Т, F, группы В, микро- и макроэлементов: калий, магний, железо, кальций;
- томаты: источник клетчатки, пектина, витамина С, Е, всех витаминов группы В и фолиевой кислоты, каротина, множества органических кислот (лимонная, щавелевая, яблочная, янтарная, винная);
- зеленый чай: источник антиоксидантных веществ.

3. Применение современного кухонного инвентаря и оборудования, которые помогут сохранить все питательные свойства продуктов и сократить использование жиров и выделение канцерогенных веществ при приготовлении.

4. Сохранение качества готовой продукции за счёт выбора правильной, технически современной упаковки преимущественно с антисептическими свойствами.

5. Соблюдение гедонистической доминанты при разработке блюд, т.е. возможности получения наслаждения не только от вкуса, но первоначально и от внешнего вида блюда.

При составлении рационов питания для спортсменов достаточно сложно сохранить баланс в необходимости и достаточности поступления питательных веществ в организм. Учитывая плотный график тренировок спортсменов появляется необходимость включения высококалорийных регуляторов питания на основе натуральных продуктов в рацион.

Примером подобного регулятора может считаться, разработанный на основе принципов «здоровье сберегающего питания» напиток «Атлет плюс» (Табл.1). Основой углеводной составляющей данного напитка является кристаллическая мальтоза, которая имеет высокие пищевые свойства и не требует выделения инсулина для усвоения. Следовательно, данный напиток хорошо подходит людям, имеющим заболевание эндокринной системы, такое как сахарный диабет. В качестве источника витамина С используется шиповник, яблочный сок и мята при производстве данного напитка применяются для улучшения вкусовых и ароматических свойств.

Таблица 1

Рецептура на одну порцию готового продукта 250/1г

Наименование продуктов	Количество в граммах
Плоды шиповника сушёные	33,75
Сок яблочный натуральный	112,5
Листья мяты	1
Вода питьевая	135
Мальтоза кристаллическая	20

Технологический процесс приготовления данного напитка заключается в заваривании сухих плодов шиповника. В отличие от варки, заваривание не сопровождается выдерживанием сырья в постоянно подогреваемой жидкости. За счёт этого снижаются потери легко испаряющихся компонентов продукта и обеспечивается сохранение биологически активных веществ, нестойких при высоких температурах. При этом плоды шиповника заливают горячей водой температурой от 40 до 60⁰С в непрозрачной посуде с добавлением мальтозы и выдерживают 4-5 часов. За 30 минут до истечения времени заваривания добавляют листья мяты. После этого плоды шиповника и листья мяты удаляют, настой процеживают и остужают. В холодный процеженный настой добавляют свежесжатый сок яблока, после чего напиток перемешивают. В результате получают непрозрачный напиток с приятным вкусом и ароматом (Табл.2).

Таблица 2

Органолептические показатели напитка «Атлет плюс»

Органолептические показатели	Описание органолептических показателей
Внешний вид	Непрозрачная жидкость
Консистенция	Жидкая с присутствием осадка от мякоти яблока
Цвет	Красно-коричневый
Вкус	Вкус слабо сладкий, с ярко выраженными привкусами яблока и мяты
Запах	Ярко выражены запах шиповника и мяты

Рекомендуемая суточная норма потребления напитка «Атлет плюс» 500 - 600 г в день, но не более 250 – 300 г за один приём пищи. Данный напиток рекомендуется включать в рацион спортсмена, непосредственно в

меню. Оптимальным временным периодом в течение суток для потребления данного напитка являются часы с 8:00 до 15:30. Пищевая и энергетическая ценность продукта представлена в Табл. 3[3, 5, 6].

Таблица 3

Пищевая и энергетическая ценность напитка «Атлет плюс»

Вещество	Содержание вещества на 100 г продукта
Витамин В2	0,041 мг
Витамин В6	0,035 мг
Витамин С	53,4 мг
Fe (железо)	1 мг
К (калий)	62,03 мг
Белки	0,7 г
Жиры	-
Углеводы	14,06 г
Энергетическая ценность	60,4 ккал

Готовый продукт имеет приятные вкусовые и ароматические качества, тем самым соблюдается гедонистическая доминанта, являющаяся обязательным условием при производстве любой пищевой продукции. При соблюдении технологических норм и рекомендаций к употреблению напиток «Атлет плюс» удовлетворяет потребности организма в витамине С на 70% от суточной нормы. Употребление данного напитка способствует обогащению рациона питания спортсмена углеводами, получаемыми из натуральных продуктов, тем самым повышая пищевую ценность рациона без использования синтетического спортивного питания (протеиновые порошки, сухие смеси «Гейнер» и т.д.), поддержанию гомеостаза и, как следствие, здоровья в целом.

Статья написана в рамках гранта Президента РФ № МД – 3576.2015.4

Список литературы

1. Бурбина Т.С. Сохранение здоровья и развитие интеллекта человека. Книга вторая. Практика педагогики и психологии равновесного питания – Самара: Самар. отд-ние Литфонда, 2008. – 109 с.
2. Бурбина Т.С., Симонова Т.И. Здоровьесберегающие продукты как фактор повышения продолжительности жизни современного человека // Известия Самарского научного центра РАН., 2009. - №. 1 (5). - С. 1100 - 1102.
3. ГОСТ 24556-89 - Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
4. Приказ Министерства спорта РФ от 24 октября 2012 г. N 325 "О методических рекомендациях по организации спортивной подготовки в Российской Федерации".
5. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Руководство Р 4.1.1672-03 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30 июня 2003 г.).
6. Методы определения витаминов В1 и В2 . - М. Госкомитет СССР по стандартам, 1984. - 11 с.
7. Тусинов А.Г., Суворов О.А., Лабутина Н.В., Скляренко С.А. Основные положения здоровьесберегающего питания // Сборник материалов межведомственной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности, товароведении и общественном питании» / Отв. ред. д.м.н., д.э.н., проф. Еделев Д.А. – М.: Издательский комплекс МГУПП., 2013. - 122-124 с.

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПО МГНОВЕННЫМ
ЗНАЧЕНИЯМ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ, РАСПРЕДЕЛЕННЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ**

Мелентьев В.С., Муратова В.В., Таштабанов Б.Н.

Самарский государственный технический университет, РФ, г.Самара

При определении параметров периодических сигналов особую роль играют гармонические сигналы, которые, из-за своей простоты, находят чрезвычайно широкое распространение [1].

В настоящее время развивается направление, связанное с разработкой методов измерения параметров гармонических сигналов (ПГС) по их отдельным мгновенным значениям, не связанным с периодом входного сигнала. Это предполагает два основных способа разделения мгновенных значений: во времени и в пространстве [3]. Второй способ требует формирования дополнительных сигналов напряжения и тока, сдвинутых по фазе относительно входных, и обеспечивает, в общем случае, сокращение времени измерения. При этом упрощение алгоритма измерения и аппаратной реализации обеспечивается при использовании в качестве дополнительных - ортогональные составляющие сигналов [4].

Одним из существенных недостатков средств измерений, реализующих данные методы, является частотная погрешность фазосдвигающих блоков (ФБ), предназначенных для формирования дополнительных сигналов. В результате этого, изменение частоты входного сигнала может привести к тому, что угол сдвига фазы ФБ будет отличаться от $\pi/2$ [6].

Этот недостаток устраняется в методах измерения ПГС, использующих мгновенные значения основных и дополнительных напряжений и токов, сдвинутых на произвольный угол $\Delta\alpha$ [5]. Однако при отличии углов сдвига фаз в каналах напряжения и тока возникает дополнительная погрешность.

В [2] авторами предложен новый метод измерения ПГС, который использует сравнение только входного и, сдвинутого относительно него на произвольный угол $\Delta\alpha$, дополнительного напряжения и обеспечивает исключение погрешности из-за не идентичности измерительных каналов. Метод заключается в том, что в момент равенства входного и дополнительного напряжений одновременно измеряют мгновенные значения входного напряжения и тока; через произвольный интервал времени Δt измеряют мгновенные значения входного и дополнительного напряжений и тока.

Временные диаграммы, поясняющие метод, приведены на Рисунке 1.

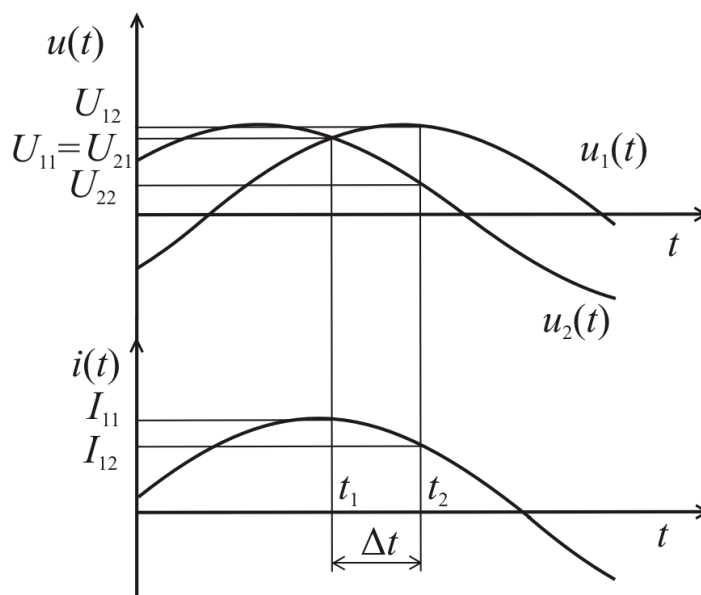


Рис.1. Временные диаграммы, поясняющие метод

Если сигналы являются гармоническими, то входное и дополнительное напряжения и ток будут иметь вид:

$$u_1(t) = U_m \sin \omega t; u_2(t) = U_m \sin(\omega t + \Delta \alpha); i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi).$$

В момент времени t_1 , когда основное и дополнительное напряжения будут равны, выражения для мгновенных значений сигналов примут вид:

$$U_{11} = U_m \sin \alpha_1; U_{21} = U_m \sin(\alpha_1 + \Delta \alpha); I_{11} = I_m \sin(\alpha_1 + \varphi),$$

где U_m, I_m - амплитудные значения напряжения и тока;

α_1 - фаза сигнала напряжения в момент времени t_1 ;

ω - угловая частота сигнала; φ - угол сдвига фаз между напряжением и током.

Равенство мгновенных значений сигналов $U_{11} = U_{21}$ возможно в случае, если $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\Delta \alpha}{2}$. Таким

$$\text{образом, } U_{11} = U_{21} = U_m \cos \frac{\Delta \alpha}{2}, \text{ а } I_{11} = I_m \sin \left(\varphi + \frac{\pi}{2} - \frac{\Delta \alpha}{2} \right) = I_m \cos \left(\varphi - \frac{\Delta \alpha}{2} \right).$$

Через временной интервал Δt мгновенные значения сигналов будут равны:

$$U_{12} = U_m \cos \left(\omega \Delta t - \frac{\Delta \alpha}{2} \right); U_{22} = U_m \cos \left(\omega \Delta t + \frac{\Delta \alpha}{2} \right); I_{12} = I_m \cos \left(\varphi - \frac{\Delta \alpha}{2} + \omega \Delta t \right).$$

Используя полученные выражения, можно определить основные ПГС:

- среднеквадратические значения (СКЗ) напряжения и тока

$$U_{СКЗ} = \sqrt{\frac{2U_{21}^2(U_{21}^2 - U_{12}U_{22})}{4U_{21}^2 - (U_{22} + U_{12})^2}}; \quad (1)$$

$$I_{СКЗ} = \sqrt{\frac{I_{11}^2}{2} + \frac{[I_{11}(U_{22} + U_{12}) - 2U_{21}I_{12}]^2}{2[4U_{21}^2 - (U_{22} + U_{12})^2]}}; \quad (2)$$

- активная (АМ) и реактивная (РМ) мощности

$$P = \frac{U_{21} \{ U_{21} I_{12} (U_{12} - U_{22}) - I_{11} [U_{12} (U_{12} + U_{22}) - 2U_{21}^2] \}}{4U_{21}^2 - (U_{22} + U_{12})^2}; \quad (3)$$

$$Q = \frac{U_{21} (U_{12} I_{11} - U_{21} I_{12})}{\sqrt{4U_{21}^2 - (U_{22} + U_{12})^2}}. \quad (4)$$

Для анализа погрешности из-за отклонения реального сигнала от гармонической модели можно воспользоваться методикой, предложенной в [1]. Тогда в соответствии с (1) - (4) относительные погрешности определения СКЗ сигналов и приведенные погрешности измерения АМ и РМ будут равны:

$$\delta_{U_{СКЗ}} = \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk} \left[2 \cos^2 \frac{\Delta \alpha}{2} + \left| \cos^2 \frac{\Delta \alpha}{2} - \cos^2 \omega \Delta t \right| + \left| \cos \omega \Delta t - \cos \left(\omega \Delta t - \frac{\Delta \alpha}{2} \right) \cos \frac{\Delta \alpha}{2} \right| \right]}{2 \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}^2 \sin^2 \omega \Delta t} \left| \cos \frac{\Delta \alpha}{2} \right|};$$

$$\begin{aligned}
\delta_{I_{CK3}} &= \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{ik} \left[\left| \sin \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} + \omega\Delta t \right) \right| + \left| \sin \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \right| \right]}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \left| \sin \frac{\Delta\alpha}{2} \right|} + \\
&+ \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk} \left[\left| \sin \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} + \omega\Delta t \right) \sin \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \right| + \left| \cos \omega\Delta t + 1 \right| \right]}{2 \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sin^2 \omega\Delta t \left| \cos \frac{\Delta\alpha}{2} \right|}; \\
\gamma_P &= \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{ik} \left[\left| \sin \left(\omega\Delta t + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \right| + \left| \sin \frac{\Delta\alpha}{2} \right| \right]}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \left| \sin \omega\Delta t \right|} + \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}}{2 \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sin^2 \omega\Delta t \left| \cos \frac{\Delta\alpha}{2} \right|} \times \\
&\times \left[2 \left| \cos \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} + \omega\Delta t \right) \sin \frac{\Delta\alpha}{2} \sin \omega\Delta t - \cos \varphi \cos^2 \omega\Delta t + \cos(\varphi - \Delta\alpha) \right| + \right. \\
&\quad \left. + \left| \cos \varphi - \cos \omega\Delta t \cos(\varphi - \Delta\alpha) - \cos(\omega\Delta t + \varphi) \right| + \right. \\
&\quad \left. + \left| 2 \cos \varphi - \sin(\varphi - \Delta\alpha) \sin \omega\Delta t - \cos \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \cos(\omega\Delta t + \Delta\alpha) \right| \right]; \\
\gamma_Q &= \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{ik} \left[\left| \cos \left(\omega\Delta t - \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \right| + \left| \cos \frac{\Delta\alpha}{2} \right| \right]}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \left| \sin \omega\Delta t \right|} + \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}}{2 \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sin^2 \omega\Delta t \left| \cos \frac{\Delta\alpha}{2} \right|} \times \\
&\times \left[2 \left| 2 \cos \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} - \omega\Delta t \right) \cos \frac{\Delta\alpha}{2} \sin \omega\Delta t - \sin \varphi \right| + \left| \sin \varphi \cos \omega\Delta t \right| + \right. \\
&\quad \left. + \left| 2 \cos \left(\varphi - \frac{\Delta\alpha}{2} + \omega\Delta t \right) \cos \frac{\Delta\alpha}{2} \sin \omega\Delta t - \sin \varphi \cos \omega\Delta t \right| \right].
\end{aligned}$$

Анализ полученных выражений показывает, что относительная погрешность измерения СКЗ напряжения зависит только от спектра сигнала, временного интервала Δt и угла сдвига фазы ФБ $\Delta\alpha$. Погрешности определения остальных параметров зависят еще и от угла сдвига фазы между напряжением и током φ .

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 13-08-00173)

Список литературы

1. Мелентьев В.С., Батищев В.И. Аппроксимационные методы и системы измерения и контроля параметров периодических сигналов. – М.: Физматлит, 2011. – 240 с.
2. Melentiev V.S., Ivanov Yu.M., Lychev A.O. A method of measuring integral characteristics from the instantaneous values of signals separated in time and space // Measurement Techniques. - 2014. – V. 57, No. 9. – P. 979-984.
3. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Муратова В.В. Исследование метода измерения интегральных характеристик по мгновенным значениям сигналов, разделенным в пространстве // Известия

- Волгоградского государственного технического университета. Сер. «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь». – 2014. – Т.9, № 10 (137). – С. 52-55.
4. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Синицын А.Е. Синтез методов измерения интегральных характеристик по мгновенным значениям ортогональных составляющих гармонических сигналов // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. «Технические науки». – 2012. – №3(35). – С. 84-90.
 5. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Синицын А.Е. Методы измерения интегральных характеристик на основе формирования дополнительных сигналов // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. «Технические науки». – 2013. – № 2 (38). – С. 56-63.
 6. Мелентьев В.С., Муратова В.В., Пескова А.С. Оценка погрешности реализации метода измерения параметров по мгновенным значениям ортогональных составляющих гармонических сигналов / Современные материалы, техника и технология: Матер. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2014. – С. 274-276.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСИНХРОННОГО ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В РАБОЧЕМ СОСТОЯНИИ

Малацион А.С., Малацион Н.В.

КГЭУ, РФ, г.Казань

В последние десятилетия прослеживается тенденция массового перехода от приводов постоянного тока к частотно-регулируемым электроприводам переменного тока. Это связано с активным развитием силовой электроники и микропроцессорной техники. Данное направление весьма перспективно благодаря невысокой стоимости машин переменного тока, меньшими массогабаритными показателями, простоте конструкции по сравнению с двигателями постоянного тока (ДПТ).

В настоящее время во исполнение закона РФ от 23.11.2009 №261 – ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» развернута систематическая работа по реализации электроэнергетической стратегии России на период до 2020 года, где одним из путей энергосбережения указан переход к частотно-регулируемым электроприводам.

Закон указывает на необходимость проведения энергетического обследования, в частности, в отношении технологического процесса, с целью

- получения объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определения показателей энергетической эффективности;
- определения потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработки перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведению их стоимостной оценки.

Внедрение представленных выше задач позволит выбирать энергоэффективные режимы электроустановок при различных уровнях нагрузки или вырабатывать рекомендации по повышению энергоэффективности электроустановок.

Цель работы – разработка системы мониторинга энергетических показателей асинхронного частотно-регулируемого электропривода в рабочем состоянии.

Задачи исследования:

1. Построить структурную схему системы мониторинга.
2. Разработать алгоритм работы системы мониторинга.

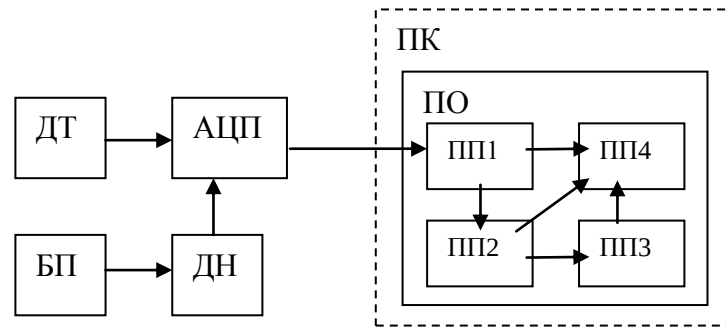


Рис.1. Структурная схема системы мониторинга

Система мониторинга энергетических показателей асинхронного частотно-регулируемого электропривода в рабочем состоянии (рис. 1) состоит из трех бесконтактных датчиков тока (ДТ) APPA 39T (до 1000А), трех датчиков напряжения (ДН) SV025 (до 1000 В) блока питания (БП), АЦП NIUSB6008 (10 бит, 10 кГц); ноутбука (ПК) с комплектом прикладного программного обеспечения (ПО), реализованного в среде *LabVIEW*, для проведения измерений, расчетов, визуализации, сохранения результатов и выдачи протокола испытаний. Электронные блоки, датчики тока, щупы для измерения напряжения и ноутбук с прикладной программой размещены в ударопрочном кейсе.

Энергетическая эффективность электроприводов, построенных на базе системы «ПЧ - АД», принято оценивать по показателям, называемым энергетическими характеристиками, а именно: мощность, подводимая к обмоткам статора; электромагнитная мощность; механическая мощность; мощность потерь в активном сопротивлении обмотки статора; мощность потерь в обмотке ротора; магнитные потери в статоре, к.п.д., коэффициент мощности.

Алгоритм определения энергетических характеристик состоит из следующих этапов:

1. Измерение мгновенных значений токов и напряжений статора $u_{1A}, u_{1B}, u_{1C}; i_{1A}, i_{1B}, i_{1C}$.
2. Определение активных и индуктивных сопротивлений по каталожным данным двигателя $R_1, R_2', X_1, X_2', X_m$.
3. Определение активного сопротивления R_m намагничивающего контура.
4. Определение модуля пространственного вектора напряжения статора по мгновенным значениям напряжения $|\tilde{U}_1|$.
5. Определение модуля пространственного вектора тока статора $|\tilde{I}_1|$ по мгновенным значениям.
6. Определение угла запаздывания вектора тока холостого хода от вектора напряжения статора φ_0 .
7. Определение угла φ_U вектора напряжения статора $\tilde{U}_1$.
8. Определение угла φ_I пространственного вектора тока статора $\tilde{I}_1$.
9. Определение угла φ_1 запаздывания вектора $\tilde{I}_1$ тока статора от вектора $\tilde{U}_1$ напряжения статора.
10. Расчет по каталожным данным вектора тока холостого хода I_0 .
11. Расчет модуля вектора тока ротора $\dot{I}_2'$.
12. Расчет максимального значения тока ротора $\dot{I}_{2\max}'$.
13. Выбор масштаба сопротивлений m_z по ГОСТ 7217-87.
14. Выбор масштаба токов m_I в соответствии с ГОСТ 7217-87.
15. Выбор масштабов мощностей m_P в соответствии с ГОСТ 7217-87.
16. Расчет координат точек L, M, R, S круговой диаграммы.
17. Определение мощности, подводимой из сети к статору $P_{1\text{АД}}$.
18. Определение мощности, подводимой к рабочему контуру P_P .
19. Определение электромагнитной мощности $P_{\text{эм}}$.
20. Определение механической мощности ротора $P_{\text{мех}}$.
21. Определение полезной механической мощности P_2 .

22. Определение магнитных потерь мощности ΔP_M .
23. Определение электрических потерь в обмотке статора $\Delta P_{эл1}$.
24. Определение электрических потерь в обмотке ротора $\Delta P_{эл2}$.
25. Определение механических потерь мощности $\Delta P_{мех}$.
26. Определение добавочных потерь мощности $\Delta P_{доб}$.
27. Определение КПД двигателя η .
28. Определение $\cos\phi$.

Метод контроля энергетических показателей асинхронного частотно-регулируемого электропривода в рабочем состоянии основывается на построении круговой диаграммы [1].

Сущность предлагаемого метода [2] в отличие от [1] заключается в построении круговой диаграммы по мгновенным значениям фазных токов и напряжений статора, определении энергетических характеристик двигателей при различных уровнях нагрузки.

В результате сравнения полученных значений энергетических характеристик асинхронного двигателя, полученных по ГОСТ 7217-87 с использованием круговой диаграммы, и значениями характеристик, полученных в результате решения предложенной методики, расхождение составило не более 10%.

Работа выполнялась при поддержке гранта У.М.Н.И.К., государственный контракт № 11717р/17263 от « 05 » апреля 2013г.

Список литературы

1. ГОСТ 7212-87 «Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний.»
2. Андреева Н.В., Корнилов В.Ю., Малацион А.С. Приборный комплекс контроля энергетических характеристик асинхронных электроприводов // Труды VIII Международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014. 2014. Т. 1. – Саранск: МГУ им. Н.П. Огарёва, 2014. – С. 187-190.

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

ДВУХЗОННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЯВНОПОЛЮСНОГО СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

¹Шрейнер Р.Т., ¹Медведев А.В., ²Поляков В.Н.

¹РГППУ, РФ, г.Екатеринбург

²УрФУ, РФ, г.Екатеринбург

Актуальной задачей развития современного электропривода является повышение его энергоэффективности в части снижения потерь электромеханического преобразования энергии. Решение данной задачи возможно, как аппаратным путем, так и алгоритмическим. Аппаратный путь заключается в совершенствовании топологии силовой части электропривода с применением последних достижений полупроводниковой силовой преобразовательной техники. Алгоритмический путь состоит в разработке и реализации оптимальных алгоритмов управления электромеханическим преобразованием энергии с учетом ограниченных энергетических ресурсов силовой части электропривода и возможностей современной микропроцессорной техники управления. Наибольший эффект достигается при сочетании обоих отмеченных выше вариантов, для реализации которых необходимо проведение специальных теоретических и экспериментальных исследований.

В статье рассматривается алгоритмический аспект снижения потерь электромеханического преобразования энергии в системе частотно-регулируемого электропривода переменного тока. Приводится оптимизационная модель частотно-регулируемого явнополюсного синхронного электродвигателя, на основе которой дается оценка ресурса алгоритмического пути снижения потерь электрической энергии, а также возможности его реализации в системах управления электропривода.

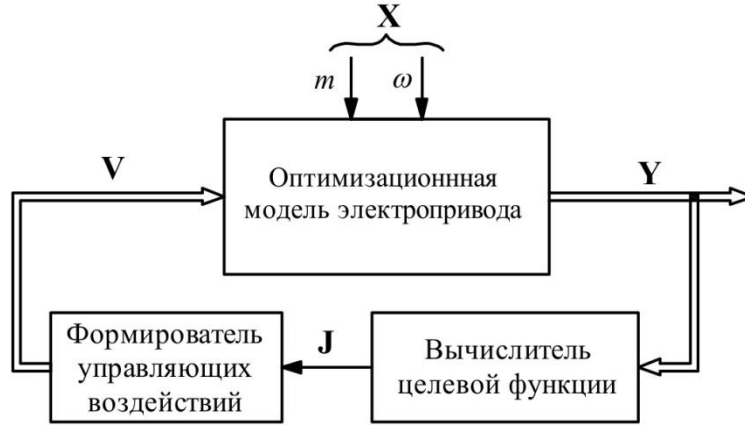


Рис.3. Структурная схема расчета режимов управления электроприводом

Входными воздействиями для электромеханической модели являются вектор технологической задачи $X = [m \ \omega]^T$ и вектор свободно варьируемых управляющих воздействий V . На выходе модели формируется вектор показателей качества Y , составляющие которого используются при расчете целевой функции.

Электромеханическая модель явнополюсного синхронного электродвигателя в структуре оптимизационной модели электропривода описывается следующими уравнениями:

$$\Psi_m^{Gr} = F_m^{Gr} I_m^{Gr}; \quad (1)$$

$$m_{яп} = B \Psi_m^{Gr} \bullet I_m^{Gr}; \quad (2)$$

$$I_f^{Gr} = [(m - m_{яп}) / \psi_{mq} \ 0]^T; \quad (3)$$

$$I_s^{Gr} = I_m^{Gr} - I_f^{Gr}; \quad (4)$$

$$\Psi_s^{Gr} = \Psi_m^{Gr} + L_{s\sigma}^{Gr} I_s^{Gr}; \quad (5)$$

$$\Psi_f^{Gr} = \Psi_m^{Gr} + L_{f\sigma}^{Gr} I_f^{Gr}; \quad (6)$$

$$U_s^{Gr} = \omega B \Psi_s^{Gr} + R_s^{Gr} I_s^{Gr}; \quad (7)$$

$$U_f^{Gr} = R_f^{Gr} I_f^{Gr}. \quad (8)$$

В выражениях (1)-(8) приняты следующие обозначения.

$U_s^{Gr} =_{df} [u_{sd} \ u_{sq}]^T$, $I_s^{Gr} =_{df} [i_{sd} \ i_{sq}]^T$, $\Psi_s^{Gr} =_{df} [\psi_{sd} \ \psi_{sq}]^T$ – векторы напряжений, токов и потокосцеплений обмотки якоря;

$U_f^{Gr} =_{df} [u_{fd} \ 0]^T$, $I_f^{Gr} =_{df} [i_{fd} \ 0]^T$, $\Psi_f^{Gr} =_{df} [\psi_{fd} \ 0]^T$ – векторы напряжений, токов и потокосцеплений обмотки возбуждения;

$\Psi_m^{Gr} =_{df} [\psi_{md} \ \psi_{mq}]^T$, $I_m^{Gr} =_{df} [i_{md} \ i_{mq}]^T$ – векторы главных потокосцеплений и результирующих намагничивающих токов;

T – символ транспонирования;

$m_{яп}$ – реактивная составляющая электромагнитного момента, обусловленная фактором явнополюсности синхронного двигателя;

$$B = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ – матричный коэффициент.}$$

Нелинейная связь между вектором токов намагничивания I_m^{Gr} и главных потокосцеплений Ψ_m^{Gr} , отражающая факторы нелинейности магнитной цепи и явнополюсности, учитывается нелинейным оператором

$\mathbf{F}_m^{Gr}$. Описывающие данный оператор нелинейные функции $f_{md}(i_{md}, i_{mq})$ и $f_{mq}(i_{md}, i_{mq})$ получены на основе метода локальных характеристик [7-11], дополненного процедурой автоматического подбора параметров этих характеристик.

Энергетическая модель включает расчет следующих показателей:

$$\begin{aligned} u_s^2 &= \mathbf{U}_s^{Gr} \bullet \mathbf{U}_s^{Gr}; & u_f^2 &= \mathbf{U}_f^{Gr} \bullet \mathbf{U}_f^{Gr}; \\ i_s^2 &= \mathbf{I}_s^{Gr} \bullet \mathbf{I}_s^{Gr}; & i_f^2 &= \mathbf{I}_f^{Gr} \bullet \mathbf{I}_f^{Gr}; & i_m^2 &= \mathbf{I}_m^{Gr} \bullet \mathbf{I}_m^{Gr}; \\ \psi_s^2 &= \mathbf{\Psi}_s^{Gr} \bullet \mathbf{\Psi}_s^{Gr}; & \psi_f^2 &= \mathbf{\Psi}_f^{Gr} \bullet \mathbf{\Psi}_f^{Gr}; & \psi_m^2 &= \mathbf{\Psi}_m^{Gr} \bullet \mathbf{\Psi}_m^{Gr}; \\ q_s &= \text{sign}(\omega_s) \mathbf{U}_s^{Gr} \bullet \mathbf{B} \mathbf{I}_s^{Gr}. \end{aligned}$$

Все переменные и параметры оптимизационной модели представлены в относительных единицах [4].

При оптимизации режимов двигателя по минимуму суммарных потерь используется целевая функция:

$$\Delta p = (k_s + k_{доб}) i_s^2 + k_{fd} i_{fd}^2 + k_{магн s} \omega_s^n \psi_m^2 + k_{мех} \omega^l,$$

где $k_s, k_{fd}, k_{магн s}, k_{мех}, n, l$ – постоянные коэффициенты.

Задача оптимизации формулируется следующим образом:

$$\Delta p(i_m, \psi_{i_m}, \mathbf{X}) \rightarrow \min_{(i_m, \psi_{i_m})}, \quad (9)$$

где i_m и ψ_{i_m} – полярные координаты вектора свободно варьируемых управляющих воздействий $\mathbf{V}$.

Для поиска управляющих воздействий, обеспечивающих режим работы двигателя при постоянстве ЭДС обмотки якоря, конструируется целевая функция вида

$$J = a_1 q_s^2 + a_2 (\psi_s^* - \psi_s)^2,$$

где a_1, a_2 – постоянные коэффициенты; ψ_s^* – заданное значение потокоцепления обмотки якоря при фиксированном значении скорости.

При значении $J = 0$ обеспечивается режим работы СД при постоянстве $e_s = e_{s,ip}$ с отсутствием потребления реактивной мощности (q_s) двигателем.

Поиск управлений в этом случае сводится к решению экстремальной задачи

$$J(i_m, \psi_{i_m}, \mathbf{X}) \rightarrow 0_{(i_m, \psi_{i_m})}. \quad (10)$$

Для решения задач (9) и (10) использован симплекс-метод нахождения локального минимума функции нескольких переменных Нелдера-Мида, не требующий вычисления производных функции [5]. Результатом решения задачи поиска режимов управления электроприводом являются зависимости компонент вектора токов якоря i_{sd} , i_{sq} и тока возбуждения i_{fd} от момента m и скорости ω . Соответствующие зависимости $i_{sd}(m, \omega)$, $i_{sq}(m, \omega)$ и $i_{fd}(m, \omega)$ представлены на Рисунке 4 графиками, полученными при фиксированных значениях скорости $\omega = \omega_{ном}$ (Рисунок 4,а) и $\omega = 2\omega_{ном}$ (Рисунок 4,б). Здесь же представлены графики потерь в двигателе $\Delta p(m, \omega)$ при сопоставляемых законах управления электроприводом.

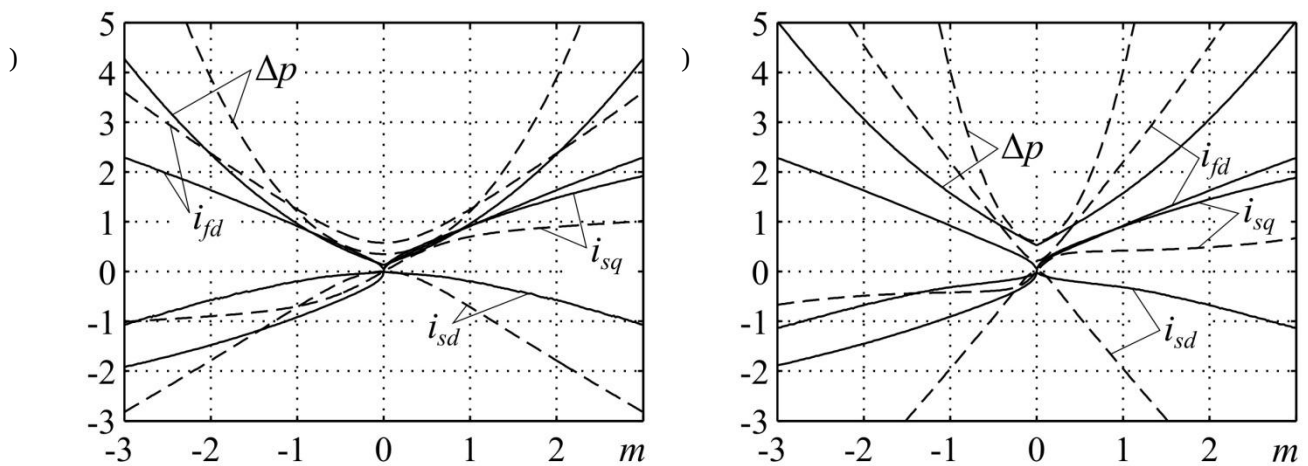


Рис.4. Характеристики СД при $\psi = \psi_s^*$ (штриховые линии) и минимуме потерь (сплошные линии):

а) $\omega = \omega_{\text{ном}}$; б) $\omega = 2\omega_{\text{ном}}$

Как видно, функции $i_{sd}(m, \omega)$, $i_{sq}(m, \omega)$ и $i_{fd}(m, \omega)$ имеют нелинейный характер. Графики функций $i_{sd}(m, \omega)$, $i_{fd}(m, \omega)$ симметричны относительно оси ординат. Функция $i_{sd}(m, \omega)$ во всех случаях имеет отрицательные значения, в то время как значение функции $i_{fd}(m, \omega)$ положительно во всем диапазоне значений электромагнитного момента. График функции $i_{sq}(m, \omega)$ симметричен относительно начала координат и имеет знак, соответствующий знаку электромагнитного момента. В частности, при номинальной скорости и $m = 0$ (идеальный холостой ход) в режиме минимума суммарных потерь при переменном главном потоке ток возбуждения $i_{fd} = 0$, а в режиме постоянства ЭДС якоря $i_{fd} = 0,57$. При $\omega = 2\omega_{\text{ном}}$ и $m = 0$ значение тока возбуждения в первом случае не изменяется, а во втором снижается примерно в два раза ($i_{fd} = 0,22$). Сопоставление графиков потерь $\Delta p(m, \omega)$ свидетельствует о существенном снижении потерь в режиме оптимального управления.

Использование приведенных в [4] результатов управления неявнополюсным синхронным двигателем, и результатов, полученных для явнополюсного двигателя, позволяет привести следующие данные режима минимума суммарных потерь при переменном главном потоке. В режиме идеального холостого хода теоретическое значение тока возбуждения равно нулю. При номинальной нагрузке ($m = 1$) значения тока возбуждения близки по величине: в случае неявнополюсного двигателя $i_{fd}(m, \omega) = 0,95$; в случае явнополюсного — $i_{fd}(m, \omega) = 0,91$. При $m = 2$ в случае неявнополюсного двигателя $i_{fd}(m, \omega) = 1,7$; в случае явнополюсного — $i_{fd}(m, \omega) = 1,64$. При $m = 3$ в случае неявнополюсного двигателя $i_{fd}(m, \omega) = 2,4$; в случае явнополюсного — $i_{fd}(m, \omega) = 2,29$. С дальнейшим ростом электромагнитного момента различие увеличивается линейно.

На Рисунке 5 приведены результаты математического моделирования динамических режимов синхронного электропривода при двухзонном регулировании скорости с традиционными режимами и при реализации в нижней зоне режима минимума суммарных потерь СД. Параметры регуляторов системы управления соответствуют настройкам локальных контуров на модульный оптимум. Полоса пропускания САР скорости с пропорциональным регулятором составляет $18,5 \text{ с}^{-1}$.

На Рисунке 5 показаны процессы при включении системы (до $0,2 \text{ с}$), пуске двигателя (интервал времени от $0,2$ до $4,4 \text{ с}$) и набросе нагрузки величиной $0,5m_N$ (при 5 с).

Процессы регулирования момента (m) и скорости (ω) на всех этапах времени инвариантны к различию реализуемых режимов комбинированного управления. В то же время, законы изменения во времени напряжений, токов, потокосцеплений и потерь оказываются различными.

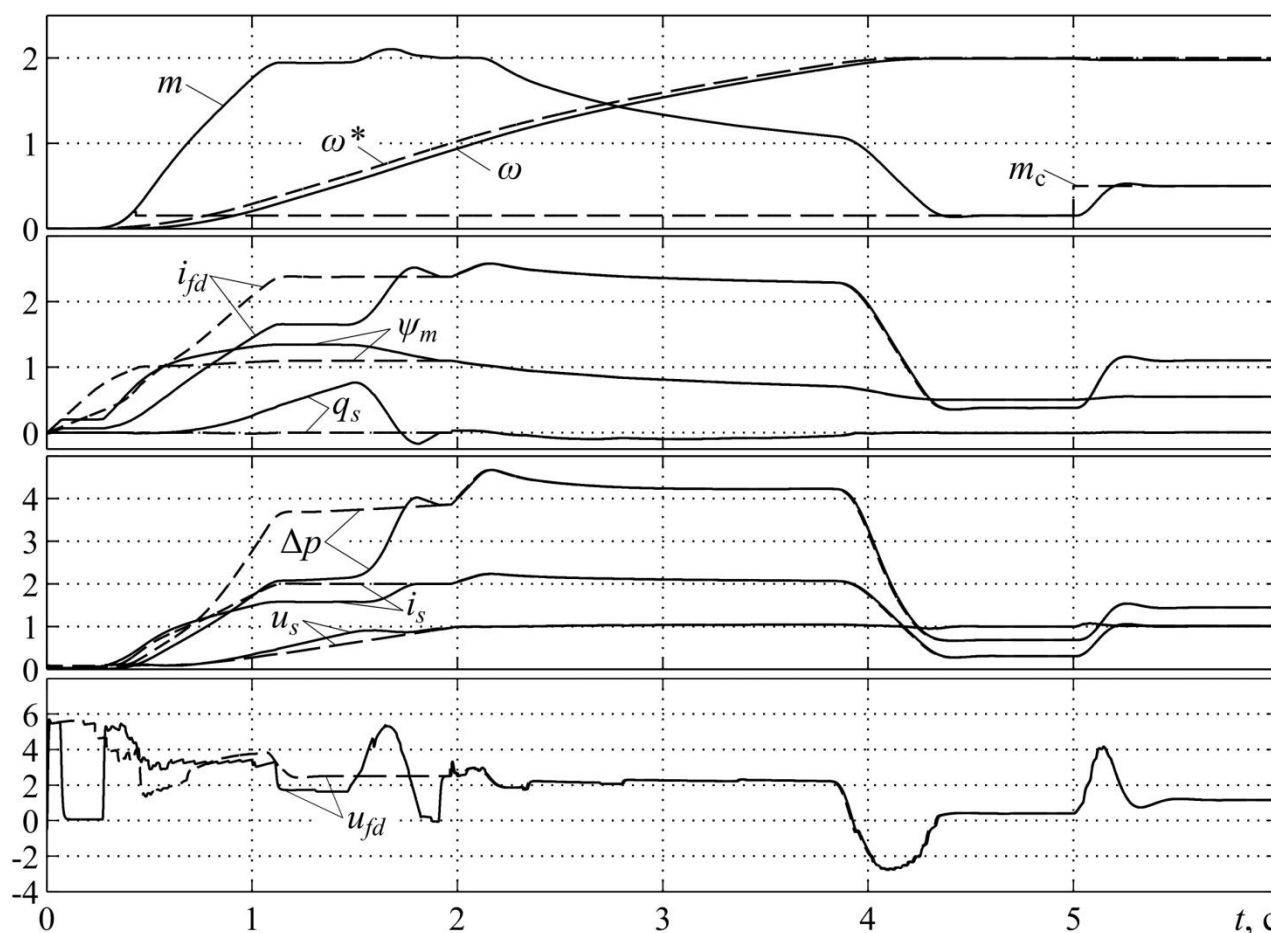


Рис.5. Динамика синхронного электропривода при реализации традиционных режимов управления (штриховые линии) и при минимуме потерь в нижней зоне (сплошные линии)

Наибольшие различия наблюдаются на этапе разгона, либо работы двигателя в нижней зоне (интервал времени от 0,2 до 1,95 с). Как видно из Рисунка 5, в нижней зоне регулирования скорости, где система управления работает в режиме минимума суммарных потерь при переменном главном потоке, наблюдается снижение величины суммарных потерь Δp на 43%, тока возбуждения i_{fd} на 30%, тока статора на 21%, что улучшает тепловой режим СД и в особенности – нагрев его обмотки возбуждения. Однако снижение токов статора и возбуждения сопровождается увеличением главного магнитного потока на 18%.

Режимы пуска и выхода в установившееся состояние характеризуются сравнительно небольшими форсировками напряжений якоря (u_s) и возбуждения (u_{fd}), которые обеспечиваются применением задатчика интенсивности второго порядка. На интервале времени от 1,475 до 1,8 с (промежуточная зона) система обеспечивает плавный переход от режима минимальных потерь при переменном потоке к режиму постоянства ЭДС якоря.

В верхней зоне главный потокосцепление и электромагнитный момент уменьшаются, напряжение статора стабилизируется и процессы регулирования соответствуют режиму постоянства ЭДС обмотки якоря.

Изложенное выше позволяет сделать вывод о возможности и целесообразности использования режима управления с минимизацией потерь при переменном главном магнитном потоке в системах двухзонного частотного регулирования скорости явнополусных синхронных электроприводов.

Список литературы

1. Слежановский О.В. Системы подчиненного регулирования в электроприводах переменного тока / О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, Л.М. Тарасенко, И.С. Кузнецов, и др. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 256 с.
2. Вейнгер А.М. Регулируемый синхронный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.
3. Поляков В.Н. и др. Энергоэффективные режимы регулируемых электроприводов переменного тока / В.Н. Поляков, Р.Т. Шрейнер. – Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2012. – 220 с.

4. Шрейнер Р.Т. и др. Энергетическая эффективность регулируемого синхронного электропривода при переменном потоке / Шрейнер Р.Т., Поляков В.Н., Медведев А.В. // Труды Международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014, Саранск, 7-9 октября 2014 г. / отв. ред. И.В. Гуляев. – Т.1. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 263-268.
5. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
6. Поляков В.Н. и др. Экстремальное управление электрическими двигателями / В.Н. Поляков, Р.Т. Шрейнер. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. – 420 с.
7. Оганян Р.В. Поле в воздушном зазоре явнополюсной синхронной машины при насыщении магнитопровода // Электротехника. – 1966. – №8. – С. 9-12.
8. Ахматов М.Г. Синхронные машины. – М.: Высш. шк., 1984. – 135 с.
9. Шутько В.Ф. Уравнения динамики электрических машин и методы их решения. – Екатеринбург. ИПК УГТУ, 1999. – 155 с.
10. Kar, N.C. Methods for determining the intermediate-axis saturation characteristics of salient-pole synchronous machines from the measured d-axis characteristics / N.C. Kar, A.M. El-Serafi // IEEE Trans. Energy conversion. – 2005. Vol. 20, № 1. – P. 88-97.
11. Kar, N.C. A new model for the saturated synchronous machines using the intermediate-axis saturation characteristics / N.C. Kar, A.M. El-Serafi // Proceedings of the 2002 IEEE Canadian conference on electrical and computer engineering. – 2002. Vol. 1. – P. 172-177.

ОСОБЕННОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЛЕГКОГО САМОЛЕТА МВЕН-3 «МУРЕНА»

Капустин Г.П., Новосельский В.Г., Федоров Е.Ю.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г.Казань

Аннотация: Рассмотрены особенности и ограничения при разработке системы генерирования электроэнергии 12В постоянного тока двухдвигательного самолета МВЕН-3 «Мурена», оборудованного двумя генераторами разного типа и мощности, установленными на каждом двигателе. Ограничения обусловлены компоновочной схемой самолета, требованием минимизации массы и наилучшим использованием установленной мощности источников электроэнергии при частичной и аварийной работе системы.

Исходные данные для разработки технического предложения на систему электроснабжения легкого самолета МВЕН-3 «Мурена» предоставлены ОАО «МВЕН» (г.Казань) в документах [1,2].

Основные летно-технические характеристики самолета:

Самолет многоцелевой четырехместный общего назначения;

Корпус самолета	нетокопроводный
Длина самолета, м	8,1
Размах крыла, м	11
Взлетный вес, кг	1260
Двигатель	Rotax-914 (2шт.)
Мощность, л.с.	2x115
Минимальная скорость, км/ч	100
Крейсерская скорость, км/ч	190 - 310
Максимальная дальность полета, км	1500
Парашютная система спасения самолета вместе с экипажем	

Силовая установка включает в себя два поршневых двигателя «Rotax-914 UL» с электронной системой зажигания и карбюратором «BING» [3], двигатели не сертифицированы для применения в авиации. На каждом двигателе установлены по два генератора постоянного тока разной номинальной мощности: P12W250 12В 25А (250 Вт) – основной и F3A-P12W600 12В 42А (600 Вт) – дополнительный. Основной генератор однофазного переменного тока, встроенный в двигатель, снабженный выносным выпрямителем-регулятором. Дополнительный генератор автомобильного типа – трехфазный с встроенным выпрямителем и интегральным регулятором напряжения.

Для запуска двигателей используются электрические стартеры мощностью 600 Вт с кратковременно (1 с.) потребляемым током 300 А. Для нормальной работы стартера рекомендуется использовать аккумулятор стартерного типа с номинальным напряжением 12 В и минимальной емкостью 16 А·ч [3].

В базовой комплектации самолета при нормальной работе системы электроснабжения в предполетной подготовке и в полете максимальная длительная нагрузка не превышает 734 Вт (61,15 А). При установленной мощности четырех генераторов 1700 Вт выполняется требование двукратного резерва мощности на самолете согласно [4,5]. Мощность потребителей первой категории составляет 481 Вт (40,13 А). Остальные потребители суммарной мощностью 21,02 Вт при аварийной работе системы, вызванной отказом всех генераторов, могут быть обесточены.

При проектировании структуры системы генерирования задача состояла в том, чтобы при ненормальной работе наилучшим образом использовать более чем двукратный резерв мощности. Это первая особенность.

При отказе всех генераторов для продолжения полета в течение 20 минут, посадки из условия трехкратного запуска одного двигателя и питания радиостанции после посадки расход емкости аккумуляторных батарей равен 7,2 А·ч. Исходя из этого достаточно иметь одну аккумуляторную батарею емкостью 16 А·ч. Для возбуждения генераторов и их последующей нормальной работы необходимо иметь два аккумулятора: один параллельно работающий с генераторами левого двигателя, другой параллельно работающий с генераторами правого борта. Это вторая особенность, исключающая наличие в системе только одной главной аккумуляторной батареи, что увеличивает массу системы генерирования.

Для ограничения массы системы электроснабжения, установленной главным конструктором самолета на уровне 60-65 кг, потребовалась минимизация количества контакторов в силовых цепях источников и в шиносоединительных цепях.

Узкая номенклатура контакторов с напряжением управления 12 В и электромонтажом под винт, пригодных для авиационных условий – следующее ограничение.

В результате анализа особенностей, требований и ограничений предложена структурная схема системы генерирования (Рисунок 2), а размещение органов управления и индикации на приборной панели (рис. 3). Система генерирования состоит из двух электрически независимых подсистем: левой и правой. Общим элементов подсистем является разъем аэродромного питания (РАП).

В распределительной сети имеются:

- шины плюсовые $+Ш_1$ и $+Ш_2$;
- шина минусовая $-Ш$;
- шины отключаемые $+Ш_{1откл}$ и $+Ш_{2откл}$;
- шина аварийная плюсовая $+Ш_{AB}$;

Предусмотрено ручное соединение шин $+Ш_1$ и $+Ш_2$ кнопчным переключателем СОЕДИН. Плюсовые шины распределительной коробки и приборной панели соединяются трехканальной расщепленной линией. В каждой подсистеме оба генератора параллельно работающие между собой и аккумуляторной батареей, подключаются одним контактором K_1 (K_2) типа КНЕ-220У и одним кнопчным переключателем типа ПКН-117 с встроенной сигнальной лампой. По аналогичной схеме подключаются аккумуляторы и РАП. При параллельной работе генераторов разной мощности для распределения токов нагрузки пропорционально их номинальным мощностям регулятор напряжения дополнительного генератора имеет уровень настройки на 0,5 вольты превышающий уровень настройки основного генератора.

Компьютерное моделирование двух параллельно работающих источников при нагрузке 60А, имитирующих основной и дополнительный генераторы с напряжениями 13,7В и 14В, то есть с разницей 0,3В, показало, что мощность отдаваемая основным генератором превышает номинальную.

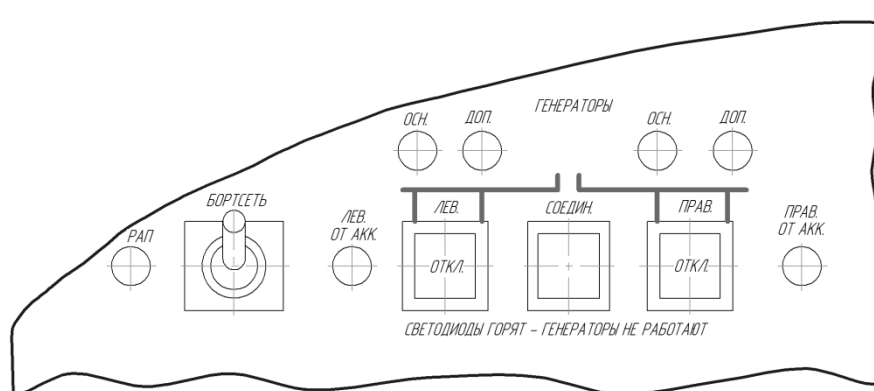


Рис.2. Компоновка органов управления и индикации на приборной панели

При частичной работе системы вследствие отказа части генераторов, или регуляторов напряжения, или короткого замыкания на фидере генератора, или обрывом фидера, или понижением напряжения генератора ниже параллельно работающего аккумулятора логика управления контакторами и индикаторами следующая.

При отказе любого генератора, когда он не отдает ток в сеть, на приборной панели включается соответствующий светодиод. Если левая (правая) бортовая сеть питается только от аккумулятора, то включается светодиод ЛЕВ. ОТ АКК. (ПРАВ. ОТ АКК.). Аэродромный источник подключается к бортовой сети после сочленения соединителя РАП с защитой от неправильной полярности по цепи управления контактором РАП.

При отказе одного дополнительного генератора или двух генераторов в левой (правой) подсистеме, или трех генераторов (двух основных и одного дополнительного), или при питании сети только от аккумуляторов автоматически включается реле K_6 соединения шин $+Ш_1$ и $+Ш_2$ и обесточиваются отключаемые шины $+Ш_{1откл}$ и $+Ш_{2откл}$.

Для реализации функций сигнализации, автоматического управления контакторами в шиносоединительных цепях разработана схема блока коммутации шин БКМШ12В в двух исполнениях. В первом исполнении логические функции реализуются аппаратно на основе транзисторных матриц 256 НТ. При этом в схеме блока не требуется стабилизатор и преобразователь уровня напряжения. Во втором исполнении функции реализуются программно микроконтроллером ATmega. Схема требует стабилизатор напряжения на 5В и схемы преобразователей уровня входных сигналов 12/5В с датчиков тока.

Так как в левой и правой подсистеме пара генераторов подключается к сети одним контактором, поэтому при отказе одного из генераторов он не может быть отключен от сети, что является недостатком схемы.

В силу электрических схем основного и дополнительного генераторов и их регуляторов напряжения при отказах генераторы не могут быть развозбуждены.

Разработанная схема системы генерирования постоянного тока 12В по структуре и аппаратным средствам не имеет аналогов среди систем генерирования, установленных на легких самолетах нормальной категории.

Список литературы

1. Лицо четырехместного самолета МБЕН-3 «Мурена» от 28.09.2006г.
2. Технические условия на проектирование самолета МБЕН-3 «Мурена».
3. Двигатель «Rotax912UL» с электронной системой зажигания и карбюратором «BING». Руководство по эксплуатации (AIRCRAFT ENGINES).
4. Авиационные правила. Часть 23 «Нормы летной годности гражданских самолетов». М.- Межгосударственный авиационный комитет.- 200 – 115 с.
5. Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие технические требования к структуре типовых систем. ОСТ 1 00818 – 86 с.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Федоров Е.Ю., Шакирзянова Н.Ш., Хайруллина Г.С.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ, г.Казань

Аннотация: Дано описание специализированного программного обеспечения автоматизированного проектирования электротехнических комплексов транспортных средств, состоящее из трех расчетных программ. Все три программы работают с единой базой проектных и справочных данных.

Первая программа - предназначена для расчетов и анализа режимов работы системы электроснабжения постоянного тока транспортных средств при проектировании, модификациях и модернизации системы электроснабжения.

При анализе исследуются нормальные и частичные режимы работы на различных этапах полета, аварийные режимы при отказах в системе генерирования (СГ), обрывах проводов первичной РС и коротких замыканий (КЗ) в сети.

Программа осуществляет:

- интерактивный ввод задания на анализ расчетной части сети;
- расчет и анализ нормальных и аварийных режимов работы сети;
- формирование сообщений о несоответствиях сети предъявляемым требованиям;
- формирование итоговой информации.

В ходе проведения анализа решаются следующие задачи:

- расчет токов на участках цепей и напряжений в узлах расчетной схемы для нормального и директивных режимов с учетом изменения токораспределения по этапам полета;
- расчет токов на участках цепей и напряжений в узлах расчетной схемы для режимов короткого замыкания;
- определение максимальных токов участков и минимальных напряжений узлов схемы для нормального и директивных режимов;
- проверка проводов по предельно допустимому току;
- сводный анализ результатов расчета нормального и директивных режимов
- проверка по допустимому номинальному напряжению на зажимах потребителей;
- проверка правильности выбора аппаратов защиты (АЗ) по номинальному току, установленных в первичных и вторичных сетях;
- проверка защищаемости проводов аппаратами защиты;
- определение последовательности срабатывания АЗ в режимах КЗ и проверка селективности действия защиты;
- определение максимального, минимального и среднего времени отключения места КЗ от установившихся токов короткого замыкания с учетом технологического разброса времятоковых характеристик аппаратов защиты для проверки ограничения времени отключения места КЗ;
- проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам короткого замыкания;
- проверка чувствительности аппаратов защиты.

Расчет токов на участках цепей и напряжений в узлах расчетной схемы для нормальных и директивных режимов с учетом изменения токораспределения по этапам полета и расчет токов на участках цепей и напряжений в узлах расчетной схемы для режимов короткого замыкания осуществляется с помощью метода узловых потенциалов.

Вторая программа предназначена для выбора аппаратов защиты, установленных в первичных и вторичных сетях систем электроснабжения транспортных средств.

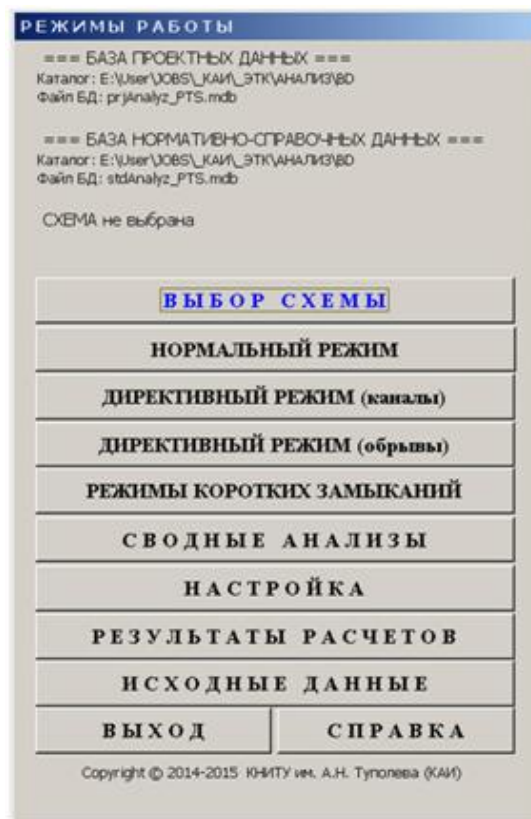


Рис. 1. Меню программы анализа режимов работы

Для первичной сети программа осуществляет:

- проверку правильности выбора аппаратов защиты по номиналу.
- Для осуществления этой проверки проводится расчет нормального и директивных режимов
- проверку правильности выбора АЗ на возможность защиты ими проводов;
- проверку правильности выбора АЗ на устойчивость к токам КЗ.

Для осуществления этой проверки проводится расчет режима КЗ (установившийся и переходный режим) на выбранном АЗ.

Для вторичной сети программа осуществляет:

- проверку правильности выбора АЗ по номиналу
- проверку правильности выбора АЗ на возможность защиты ими проводов;
- проверку правильности выбора АЗ по номиналу для защиты электродвигательной нагрузки
- проверку правильности выбора АЗ на устойчивость к токам КЗ
- проверку чувствительности аппаратов защиты.

Проверка правильности выбора аппаратов защиты осуществляется согласно методике, изложенной в [1].

Третья программа осуществляет оптимальный выбор сечений проводов первичных и вторичных сетей систем электроснабжения транспортных средств.

Анализ правильности выбора сечений проводов проводится по трем параметрам:

- по допустимой токовой нагрузке провода данного сечения;
- по защищаемости провода данного сечения аппаратом защиты;
- по допустимому напряжению на контактах потребителей.

Проверка по допустимой токовой нагрузке провода.

Проверяется выполнение условия $I_{\text{ПРМАХ}} < I_{\text{ДОП}}$, где $I_{\text{ПРМАХ}}$ – максимальный ток, протекающий по проводу, при нормальном и директивных режимах по всем этапам полета;

$I_{\text{ДОП}}$ – допустимый ток для данного сечения провода.

Если условие не выполняется, то дается рекомендация повысить сечение провода на большее ближайшее сечение.

Проверка защищаемости провода данного сечения аппаратом защиты.

Для каждого соединения (провода), имеющего марку, сечение, необходимо определить АЗ, защищающий этот провод. При этом определяются исходные данные: марка, сечение провода – $S_{\text{пр}}$, условия эксплуатации сети (температура, высота), тип, номинал АЗ – $I_{\text{НОМ.АЗ}}$.

Из справочной БД по марке провода, условиям эксплуатации, типу и номиналу АЗ определяется минимальное сечение провода S_{min1} – при защите АЗ провода во всем диапазоне токовых перегрузок и S_{min2} – при защите АЗ провода при $I_{\text{КЗ}} > 2,5I_{\text{НОМ.АЗ}}$.

При условии $S_{\text{пр}} \geq S_{\text{min1}}$ провод защищен во всем диапазоне токовых перегрузок. При условии $S_{\text{пр}} \geq S_{\text{min2}}$ провод защищен при $I_{\text{КЗ}} > 2,5I_{\text{НОМ.АЗ}}$. Иначе провод не защищен данным АЗ.

Если провод не защищен данным АЗ то дается рекомендация заменить сечение провода на S_{min1} , если провод должен быть защищен во всем диапазоне токовых перегрузок, или на S_{min2} , если провод должен быть защищен при $I_{\text{КЗ}} > 2,5I_{\text{НОМ.АЗ}}$.

Проверка по допустимому напряжению на контактах потребителей.



Рис. 2. меню программы
выбора аппаратов защиты



Рис. 3. Меню программы оптимального выбора сечений проводов

1. Определяется перечень потребителей, напряжение на контактах которых меньше допустимого.
2. Для каждого из таких потребителей определяется АЗ, защищающий этот потребитель. Далее определяется путь от АЗ до этого потребителя, и отсюда определяется перечень проводов, входящих в этот путь.
3. У ближайшего к потребителю провода, заменить сечение на большее, и провести расчет напряжения на контакте потребителя. При необходимости сделать два таких шага.

Работа выполняется ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, уникальный идентификатор прикладного научного исследования (проекта) RFMEFI57414X0050.

Список литературы

1. ОСТ 100195-76. Аппараты защиты бортовых электрических сетей самолетов и вертолетов. М., 1976.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (АСУ БЭМ ОПО)

¹Осипов В.А., ²Винтилов С.В., ³Акишев Д.А., ³Жолобов В.П.

¹Генеральный директор ООО «Бинарные научно-инновационные технологии», РФ, г.Владимир

²Директор ООО «Техкранэкспертиза», РФ, г.Владимир

³Зав. сектором ЗАО НПО «Техкранэнерго», РФ, г.Владимир

³Зав. группой ЗАО НПО «Техкранэнерго», РФ, г.Владимир

Согласно Федерального закона № 116-ФЗ [6] утверждены новые «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» [7], которые устанавливают порядок проведения экспертизы промышленной безопасности, требования к заключениям экспертизы и квалификационные требования к экспертам в области промышленной безопасности. Изменения повлекли отмену многих нормативных документов по экспертизе промышленной безопасности [7]. Вводятся новые инструменты обеспечения промышленной безопасности - обоснование безопасности опасного производственного объекта (ОПО) и система управления промышленной безопасности (СУПБ). Вводятся поправки по лицензированию деятельности проведения экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) и требованиям предъявляемым к экспертам. В настоящее время на территории РФ действует не менее 3000 экспертных организаций, которые выполняют ежегодно свыше 350000 экспертиз. Очевидно изменения требуют разработки новой модели рынка по экспертизе промышленной безопасности. Использование только действующей финансовой модели может привести к низкому качеству экспертных работ и как следствие росту аварийных ситуаций и объема причиняемого вреда.

Современным решением актуальных проблем является развитие рынка интеллектуальной собственности (ИС) в том числе в промышленной безопасности [2]. Последние изменения правил проведения экспертизы промышленной безопасности, позволяют закреплять авторские права за исполнителями экспертиз. Согласно приказа Ростехнадзора № 266 [4] к экспертам (авторам) предъявляются следующие квалификационные требования (см. Табл.1):

Таблица 1

Категория экспертов	Образование	Стаж работы, лет	Знание нормативных правовых документов	Знание методов неразрушающего и разрушающего контроля	Опыт проведения экспертиз, шт.	Количество публикаций
1 категория	Высшее	10	+	+	15	10*
2 категория	Высшее	7	+	+	10	10*
3 категория	Высшее	5	+	+	-	5*

*Данное требование не относится к экспертам, имеющим ученую степень.

Основными интеграторами информации в промышленной безопасности являются различные нормативно-технические базы: «Консультант-плюс», «Строй-консультант», «Кодекс», «Техэксперт», «NormaCS», ИПС «Мимоза», «1С:Предприятие 8» и др.; программно-методические комплексы: ЗАО «Нанософт», ООО «НТП Трубопровод», «ЛИРА-САПР», «ЛОГОС», «ДАНКО», «НИМФА» и др. Результатом использования данных продуктов являются электронные математические модели, новые базы знаний и методические комплексы документов. Работа с электронными моделями предполагает использование мощных технических решений по обработке и хранению информации, а также систем от несанкционированного доступа. В связи с вышесказанным, мы считаем, что разработка автоматизированных систем управления электронными моделями опасных производственных объектов и рабочих мест эксперта промышленной безопасности (АРМ-ЭПБ) является

актуальной задачей.

В общем виде АСУ БЭМ ОПО представляет собой многоуровневую систему, сочетающую функции программно-расчетного и организационно-экономического управления, включая коммерческий учет и сбыт интеллектуальной собственности.

Основная цель создания АСУ БЭМ ОПО разработать и реализовать автоматизированную технологию учета электронных моделей ОПО, заключений экспертиз промышленной безопасности и проектной документации компенсирующих мероприятий, разработать модель технологической цепочки сбора, обработки и доставки информации специалистам в области промышленной безопасности, представить информацию в форме, удобной для оперативного и долговременного анализа и подготовки сложных аналитических отчетов. В конечном итоге, данная работа направлена на повышение экономической эффективности работ по экспертизе промышленной безопасности и создание конкурентных преимуществ.

Достижение такой цели возможно путем решения следующих задач:

- создание электронных моделей ОПО и заключений ЭПБ;
 - формализация и регламентация процедур и функций АСУ БЭМ ОПО, разработка инструкций для пользователей;
 - формирование единого для процессов планирования, контроля, расчета и анализа хранилища данных АСУ БЭМ ОПО;
 - автоматизация рутинных и повторяющихся процедур АСУ БЭМ ОПО (например, сбора, расчета и консолидации информации);
 - предоставление средств разностороннего анализа по проведению экспертизы, плановых показателей и фактической оперативной информации для поддержки принятия решений по управлению информацией;
 - интеграция задач по экспертизе промышленной безопасности с задачами смежных структурных подразделений, функционирующих в едином информационном пространстве;
 - осуществление мониторинга принятых решений по выполнению компенсирующих мероприятий указанных в заключениях ЭПБ;
 - повышение эффективности информационного обеспечения процессов выработки и принятия управленческих решений в области текущего функционирования и перспективного развития ОПО на основании результатов статистической, аналитической и иной обработки объективных данных о техническом состоянии ОПО;
 - разработка мер для повышения надежности ОПО и минимизации возможности возникновения аварийных ситуаций на основе их моделирования с разработкой противоаварийных мер в области технического оснащения;
 - создание информационной платформы для координации действий и согласование интересов основных участников процесса экспертизы (эксплуатирующих организаций, администрации и надзорных органов, существующих и будущих экспертных организаций, инвесторов и т.д.).
- Создание полнофункциональной АСУ БЭМ ОПО предусматривает законченное решение для подразделений экспертных и эксплуатирующих организаций, информационно и технологически совместимое с разработками, существующими в настоящее время. Развитие АСУ БЭМ ОПО должно обеспечить эффективную эксплуатацию ОПО и управление промышленной безопасностью, материальными (нематериальными), трудовыми ресурсами на всех уровнях системы управления.

Электронная модель для обеспечения сохранности, вложенных в разработку и развитие системы средств должна обладать высокой степенью масштабируемости при минимальных временных и финансовых затратах по следующим направлениям: добавление новых АРМ пользователей; расширение прикладных функций; модернизация программного обеспечения; наращивание объема хранимых данных; наращивание вычислительных мощностей; увеличение скорости обмена данными.

Электронная модель должна обладать развитыми технологическими средствами интеграции с другими прикладными системами и базами данных.

Программное обеспечение АСУ БЭМ ОПО должно иметь средства защиты информации от несанкционированного доступа в соответствии с руководящими документами [5].

АСУ БЭМ ОПО должна учитывать общие требования к информационной безопасности, определенные национальным стандартом [1]. Эти требования направлены на обеспечение доступности, целостности, конфиденциальности информации в информационных системах и направлены на безопасность процессов получения, обработки и хранения данных, в том числе и разграничение уровней доступа пользователей к БД и функциям программного обеспечения, для чего должно быть организовано:

- разграничение прав доступа к данным в соответствии с должностными инструкциями пользователей;
- разграничение прав доступа к функциям системы в соответствии с должностными инструкциями

пользователей;

- резервное копирование данных;

- взаимодействие с системами защиты данных от несанкционированного доступа и непреднамеренного разрушения.

При выборе общесистемных программных средств необходимо опираться на принципы совместимости, стандартизации и эффективности:

- Принцип совместимости заключается в том, что при создании системы должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря которым она может взаимодействовать с другими системами в соответствии с установленными правилами.

- Принцип стандартизации заключается в том, что при создании систем должны быть рационально применены типовые, унифицированные и стандартизованные элементы, проектные решения, пакеты прикладных программ, комплексы, компоненты.

- Принцип эффективности заключается в достижении рационального соотношения между затратами на создание АСУ БЭМ ОПО и конечными результатами, получаемыми вследствие автоматизации процессов.

Разработка АСУ БЭМ ОПО процесс дорогостоящий и требующий использование операций с нематериальными активами, в том числе находящихся на государственном балансе. Поэтому для разработки данной системы требуется использование элементов частно-государственного партнерства.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2012 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Свод норм и правил менеджмента информационной безопасности.
2. «Интеллектуальная собственность в обеспечении промышленной безопасности. Новый подход к проведению экспертизы промышленной безопасности» II Международная научно-практическая конференция «Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем» (г. Казань), ИЦРОН, 2015 г.
3. Концепция совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности. Утверждена решением Коллегии федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 26.09.2011 г.
4. Приказ Ростехнадзора № 266 от 03.07.2015 г. «О внесении изменений в федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности».
5. РД «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации». Гостехкомиссия при Президенте РФ.
6. Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 14.11.2013 г. № 538.

АНАЛИЗ ДЕПРЕССИОННОЙ ВОРОНКИ СКВАЖИН АКВАТОРИИ ОЗЕРА СУГОЯК

Парышева М.А.

ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ), РФ, г.Челябинск

При выборе источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, прежде всего, рассматривают подземные воды, залегающие в горных породах верхнего слоя земной коры. Вначале изучают возможность использования межпластовых напорных вод, затем межпластовых безнапорных, далее трещинно-карстовых и грунтовых вод [1]. Для централизованного водоснабжения посёлков Лазурный и Черёмушки Челябинской области используются три скважины, характеристика которых представлена в Табл.1.

Таблица 1

Характеристика скважин, используемых для водоснабжения посёлков Лазурный и Черёмушки

№ скважины	Дата запуска в эксплуатацию	Глубина скважины, м	Характеристика водоносных горизонтов	Мощность водоносного горизонта, м	Расстояние до среднего многолетнего уровня воды в озере Сугояк, м	Пьезометрический уровень, м	Удельное понижение воды в скважине, м	Дебит, м ³ / час	Удельный дебит, м ³ / час
379	26.05.1975	100	Напорные, приуроченные к трещиноватым опокам и песчаникам	50	1000	20	32	9	0,39
881	18.06.2009	90	Безнапорные, приуроченные к трещиноватым опокам и песчаникам	67,5	500	15	5	12,6	0,7
1818	28.04.1987	100	Напорные, приуроченные к трещиноватым опокам и песчаникам	45	1700	17	34	7,2	0,35

Исходя из представленных данных, можно предположить, что скважины расположенные недалеко от озера Сугояк могут нести некоторое влияние на изменение его акватория.

Особого внимания заслуживает так называемый радиус влияния скважин. Радиус влияния скважин – расстояние от скважины, колодца или др. выработки, на которое распространяется влияние откачки воды [4].

Согласно методике расчёта радиуса влияния скважины, для напорных вод (скважины № 379 и №1818) использовалась формула Зихарда

$$R = 10S\sqrt{k} \quad (1),$$

где S – удельное понижение уровня воды в скважине, м; k – коэффициент фильтрации.

Коэффициент фильтрации определяли по формуле:

$$k = 130q/m, \quad (2)$$

где q – удельный дебит скважины, (л/с)/м; m – средняя мощность водоносного горизонта, м.

Для безнапорных вод (скважина № 881) при значениях понижений не выше 40 – 50 метров использовалась формула Кусакина:

$$R = 2S\sqrt{km} \quad (3),$$

где S – удельное понижение уровня воды в скважине, м; k – коэффициент фильтрации, m – средняя мощность водоносного горизонта, м [2,3,8].

Радиус влияния скважин на акваторию озера Сугояк представлен в Табл.2.

Таблица 2

Расчёт радиуса влияния при запуске скважин в эксплуатацию

Номер скважины	Мощность водоносного горизонта, м	Удельный дебит, м ³ / час	Коэффициент фильтрации	Радиус влияния при запуске скважин в эксплуатацию, м
379	50	0,39	1,014	322,23
881	67,5	0,7	1,348	95,40
1818	45	0,35	1,011	341,86

По предложению В.Н. Щелкачева, на длительный период эксплуатации водозабора в условиях пласта "неограниченных размеров" на величину радиуса питания скважины R можно проследить влияние времени.

Приведенный радиус влияния R с учетом времени работы скважины рассчитывается по формуле:

$$R = 1,5\sqrt{at}, \quad (4),$$

где t – время от начала работы водозаборной скважины, месяцев; a – коэффициент пьезопроводности при использовании артезианских вод и коэффициент уровнепроводности при использовании грунтовых вод.

Коэффициент пьезопроводности A_n (в м²/сутки) зависит от упругих свойств подземных вод и водоносных пород и, согласно В. Н. Щелкачеву (1959), равен:

$$A_n = \frac{k}{\rho\beta_b + \beta_c} \quad (5),$$

где ρ – общая пористость пород водоносного горизонта; β_b – коэффициент объемной упругости воды, характеризующий способность воды изменять объем при изменении давления на 1 м вод.ст. (среднее значение $4 \cdot 10^{-5}$ 1/атм); β_c – коэффициент объемной упругости пород, слагающих водоносный горизонт, характеризующий способность – пород изменять объем при изменении давления на 1 м вод. ст. (среднее значение для песчаников $2 \cdot 10^{-6}$ 1/атм) [5,6,7].

Время работы скважин в месяцах:

379 скважина: с 26.05.1975 по 26.05.2015 равно 40 лет, $t = 40 \cdot 12 = 480$ месяцев;

881 скважина: с 18.06.2009 по 26.05.2015 равно 5 лет 11,5 месяцев, $t = 5 \cdot 12 + 11,5 = 71,5$ месяцев;

1818 скважина: с 28.04.1987 по 26.05.2015 равно 28 лет 1 месяц, $t = 28 \cdot 12 + 1 = 337$ месяцев.

Таблица 3

Расчёт коэффициента пьезопроводности.

Номер скважины	Коэффициент пьезопроводности	Коэффициент фильтрации	Общая пористость, %	Коэффициент объемной упругости воды, 1/атм	Коэффициент объемной упругости пород, 1/атм
Обозначения	A_n	k	ρ	β_b	β_c
№ 379	252,238	1,014	10%	$4 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
№ 881	134,773	1,348	25%	$4 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
№ 1818	168,44	1,011	15%	$4 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$

Тогда, радиусы влияния скважин на 2015 год следующие:

$$R_{379} = 1,5\sqrt{252,238 \cdot 480} = 11435,04 \text{ метра};$$

$$R_{881} = 1,5\sqrt{134,773 \cdot 71,5} = 1245,08 \text{ метра};$$

$$R_{1818} = 1,5\sqrt{168,44 \cdot 337} = 6560,60 \text{ метра}.$$

Данные расчёта увеличения радиусов влияния скважин представлены на Рисунке 1.

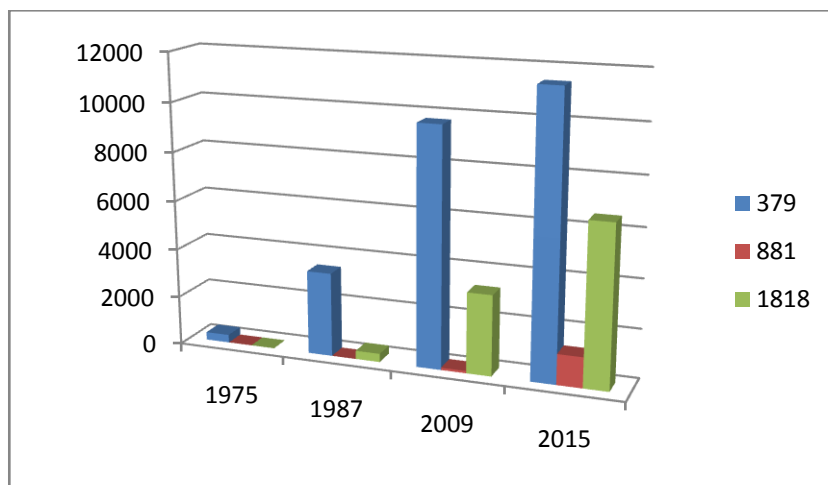


Рис.1. Динамика увеличения радиуса влияния артезианских скважин п. Лазурный и п. Черёмушки

Таким образом, на радиус влияния скважины прямое влияние оказывает не только удельное понижение уровня воды в скважине и коэффициент фильтрации, но и время эксплуатации скважины. При длительном и интенсивном заборе воды из скважины, когда по законам гидродинамики вокруг скважины создаются зоны пониженного давления, осуществляется подсос воды, нарушая водный баланс водоисточника и уменьшая его акваторию.

Список литературы

1. Абрамов Н. Н. Водоснабжение, – М.: Стройиздат, –1982, – 348 с.;
2. Веригин Н.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород., – М.: Госстройиздат, –1962, – 180 с.;
3. Веригин Н.Н., Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород / Н.Н. Веригин и др./, – М.: Недра, –1977, – 272 с.;
4. Геологический словарь: в 2-х томах. — М.: Недра. Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др., – 1978.
5. Инструкция и методические указания по определению коэффициентов фильтрации водоносных пород методом опытных откачек из скважин. – М.: Энергия, –1967, – 184 с.;
6. Керкис Е.Е. Методы изучения фильтрационных свойств горных пород, – Л.: Недра, –1975, – 232 с.;
7. Львович М.И. Вода и жизнь. – М: Мысль, –1986, – 254 с.;
8. Справочник гидрогеолога / Под общей редакцией М.Е. Альтовского. - М.: Госгеолиздат, – 1962, – 616 с.

ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ МЕРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЭНЕРГИИ

Фаминская М.В.

РГСУ, РФ, г.Москва

Анализ рисков для здоровья и выбор системы мер воздействия на риск приобрел в последнее время важное социальное значение. Классическая схема этапов оценки риска для здоровья и управления этим риском представлена на Рисунке 1.

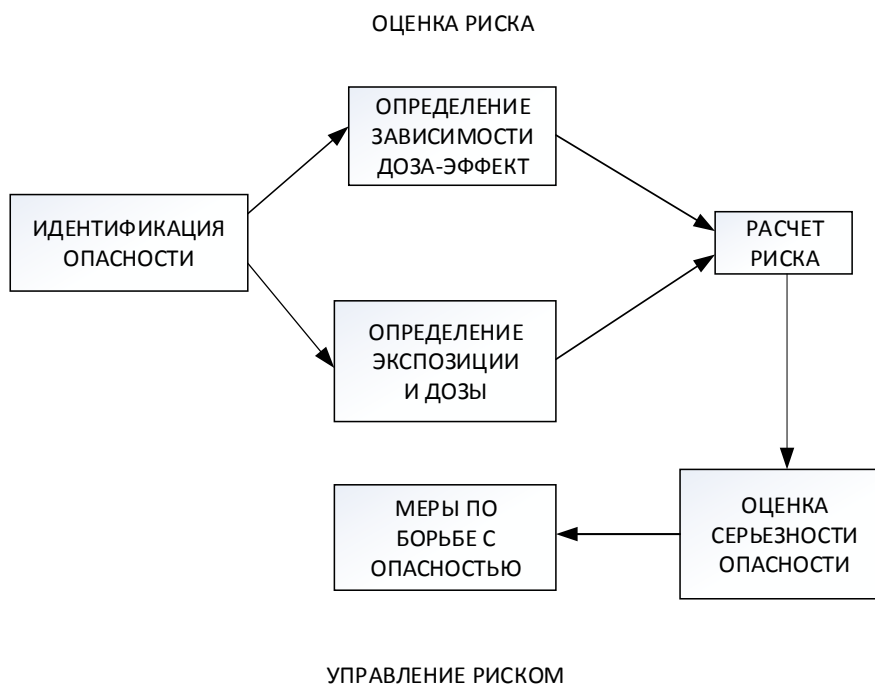


Рис.1. Классическая схема этапов оценки риска и управления риском.

Вопросам расчета риска для здоровья, вызванным выбросами в воздушную среду отходов деятельности промышленных предприятий, посвящено большое количество работ. Современные программы позволяют рассчитать концентрации вредных веществ на близлежащих к предприятиям территориях от большого количества источников с выбросами различного химического состава. В современном подходе отдельно изучаются риски для различных систем организма: органов дыхания, центральной нервной системы и других. При получении неприемлемых уровней риска того или иного вида ставится вопрос о выработке мер по его снижению, т.е. речь уже идет об управлении риском.

В научном отчете ИКИ РАН [3] дано научное обоснование и подробная разработка моделей расчета экспозиции химических веществ для прогнозирования риска здоровью и причинно-следственной обусловленности заболеваемости населения при загрязнении окружающей среды. При моделировании процессов рассеивания загрязнителей в атмосфере использовалась адаптированная к условиям РФ модель рассеивания загрязнителей ISC и ее последняя модификация – AERMOD, разрабатываемая Управлением по охране окружающей среды США. В работе [5] описан учет временных неравномерностей выбросов и метеоусловий при моделировании рисков для здоровья от загрязнения воздуха с помощью метода Монте-Карло, используемый в применяемом программном комплексе. Программный комплекс EHIPS [8] был применен к расчету санитарно-защитных зон и оценкам рисков для здоровья на территориях, примыкающих к предприятиям, более чем 100 предприятий различных типов. Анализ расчетного риска для здоровья населения от нескольких нефтеперерабатывающих предприятий, полученный с помощью описанной методики был сделан в работах [1,2]. При анализе риска для здоровья населения руководству каждого рассмотренного предприятия давались конкретные рекомендации по управлению риском с целью снижения или устранения наиболее критичных его превышений. При этом системная идеология управления риском слабо разработана в сравнении с идеологией оценки риска.

Основная проблема всех концепций управления риском – отсутствие общепризнанного критерия для управления, который бы связывал здоровье населения с производственно-экономическими факторами. Следует отметить, что с помощью денежного критерия такой критерий получить затруднительно, поскольку невозможно ввести согласованное понятие «стоимости жизни» или «стоимости заболевания». Необходим некоторый интегральный критерий, который позволил бы сравнивать эффекты вреда для здоровья с экономическими выгодами, а в дальнейшем и управлять рисками на основе оптимизации этого критерия. В работе [4] дана концепция применения в качестве такого критерия меры экологического качества энергии. Такой критерий мог бы связать риски для здоровья с технологическими и экономическими процессами.

В настоящее время в качестве меры качества энергии рассматриваются два понятия: эксергия и эмергия (emergy). Эксергия отходов производства (материальных, тепловых и т.д.) измеряется как отклонение характеристик отходов от равновесных характеристик среды. Эксергия производства в целом характеризует

внутреннее качество самого производства, его чистоту, эффективность по веществу и энергии. Таким образом, если измерять выработку или потребление энергии эксергетическими характеристиками, они будут отражать качество энергии данного производства. Применимость термодинамической характеристики эксергии как экофизической меры качества энергии анализировалась в работе [6].

Анализу другой альтернативы меры экологического качества энергии – энергии американского эколога Говарда Одума [9-12] – посвящена работа [7]. Emergy (эмергия) – это доступная энергия или эксергия, используемая для получения прямо или косвенно некоторого продукта или услуги [12]. Основная идея Одума – это пересчет любого вида энергии к единому «общему знаменателю», которым служит энергия солнечного света, падающего на Землю. Эмергия измеряется в солнечно-эквивалентных джоулях (solar-equivalent joules), сокращенно sej (эмДж).

В настоящее время считается, что загрязнять можно, но не более определенного порогового уровня, который определяется референтными концентрациями, ПДК и т.п. Перенос этого подхода на эмергетический уровень означает, что допустимый предел загрязнения определяется тем, чтобы увеличение эмергии за счет производства должно быть не больше, чем уменьшение эмергии за счет потери здоровья населения. Итоговый баланс производства по эмергии должен быть положительным. Подчеркнем, что это подход именно к установлению предела, и понятно, что чем меньше наносится ущерб здоровью людей, выражаемый через потери эмергии, тем лучше.

В работе [4] предложен некоторый вариант общей структуры системы оценки и управления риском для здоровья, которую можно рассматривать как реализацию этапов классической схемы, представленной на Рисунке 1. Проблему ущерба для здоровья населения следует рассматривать на двух уровнях: локальном микроуровне (предприятие, промузел или город) и глобальном макроуровне всего социума (страны). Для анализа работы предприятия на микроуровне удобно применить эксергетический подход и рассчитать эксергетические характеристики предприятия, которые не зависят от того, как устроена социальная машина общества. Для макроуровня рассчитываются эмергетические характеристики, которые входят в некоторую глобальную одумовскую диаграмму потоков эмергии в обществе. Для пересчета эксергетических характеристик производства в эмергетические характеристики предполагается использовать результаты работы [10]. На Рисунке 2 представлена блок-схема такой общей системы, с указанием используемых мер качества энергии. В данной схеме в блоке «Источник» определяются параметры выбросов. В блоке «Среда» проводится расчет рассеяния выбросов (пока расчет проводится только в воздухе, но должна быть и водная среда, почва, продукты питания). Вместе с предыдущим блоком это образует расчет экспозиции населения (например, расчет среднегодовых или часовых концентраций загрязняющих веществ). В блоке «Приемник» рассчитывается характеристика «доза-эффект».

диаграмме. В одумовском подходе наличие обратных связей в системе является основой функционирования. Известно, что если работает система управления с обратной связью, то система выходит на некоторый определенный уровень, гомеостаз. Внутри этой системы есть некоторый гомеостаз между риском как условным индексом и энергетическими характеристиками производства. Таким образом, равновесный режим такой системы определяет выход на некий энергетический эквивалент единицы риска. Риск служит аппроксимацией в системе управления для не наблюдаемой напрямую величины – ущерба здоровью населения. Эмджоульный эквивалент здоровья человека будет включать в себя оценку того, насколько общество ценит здоровье человека. Поскольку в настоящее время диаграммы Одума разрабатываются на макроуровне, а не на микроуровне, этот эквивалент должен определяться по глобальным диаграммам, а оттуда уже переноситься на микроуровень.

Оценив на макроуровне коэффициент эквивалентности в эмджоулях между характеристиками производства и ущербом для здоровья, необходимо спуститься на микроуровень, например, на уровень отдельного предприятия. На микроуровне мы учтем то, что диаграммы Одума сами по себе учесть не могут: высоту труб, расстояние до жилых районов, всю конкретику по загрязнению окружающей среды.

Список литературы

1. Авалиани С.Л., Балтер Б.М., Балтер Д.Б., Ревич Б.А., Стальная М. В., Фаминская М.В. Анализ риска для здоровья от загрязнения воздуха 15 нефтеперерабатывающими предприятиями. 1. Выбросы и риски. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015 – № 2. – С 36-46.
2. Авалиани С.Л., Балтер Б.М., Балтер Д.Б., Ревич Б.А., Стальная М. В., Фаминская М.В. Анализ риска для здоровья от загрязнения воздуха 15 нефтеперерабатывающими предприятиями. 2. Типы источников и пространственные факторы. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015 – № 3 – С.17-22.
3. Научное обоснование и разработка моделей расчета экспозиции химических веществ для прогнозирования риска здоровью и причинно-следственной обусловленности заболеваемости населения при загрязнении окружающей среды. Отчет ИКИ РАН – М., 2012. -153с.
4. Фаминская М.В. О циклической схеме управления риском для здоровья на основе экологического качества энергии// Ученые записки РГСУ, часть II. – 2013. – № 5. - С.92-98.
5. Фаминская М.В. Учет временных неравномерностей выбросов и метеоусловий при моделировании рисков для здоровья от загрязнения воздуха с помощью метода Монте-Карло// Ученые записки РГСУ. -2013.-№ 5, т.1.-С.49-53.
6. Фаминская М.В. Эксергия – экофизическая мера качества энергии. – Математические методы и приложения. Труды двадцатых математических чтений РГСУ. Ч.1. - М. - 2011. - С.295-299.
7. Фаминская М.В., Потехина Е.В. Эмергия и экологическая иерархия качества энергии// Ученые записки РГСУ. -2011. - № 9, Ч.1. - С. 110-116.
8. Balter B., Stal'naya M., Egorov V. Comparing Two Alternative Pollutant Dispersion Models and Actual Data within an Environmental Health Information Processing System (EHIPS). Modelling of Environmental Chemical Exposure and Risk. –2001.- pp. 151-164.
9. Brown M.T., Cohen M.J. Emergy and Network Analysis. – Systems Ecology. Fl., USA. – 2008.-P.1229-1239.
10. Jorgensen S.E., XU F.-L., Costanza R. Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. – CRC Press. USA. – 2010 – 467 p.
11. Odum, H. T. Self-organization, transformity, and information. Science. – 1988. – Vol. 242, no. 4882. – pp. 1132-1136.
12. <http://en.wikipedia.org/wiki/Emergy>.

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

**СЕКЦИЯ №19.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**СЕКЦИЯ №20.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)**

**СЕКЦИЯ №21.
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД

Январь 2015г.

II Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2015г.

Февраль 2015г.

II Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2015г.

Март 2015г.

II Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2015г.

Апрель 2015г.

II Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2015г.

Май 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2015г.

Июнь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2015г.

Июль 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2015г.

Август 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2015г.

Сентябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2015г.

Октябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2015г.

Ноябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**»,
г.Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2015г.

Декабрь 2015г.

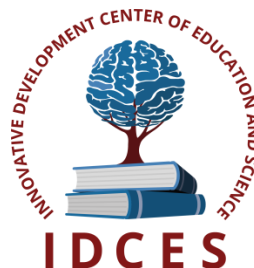
II Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,
г.Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2016г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Современный взгляд на проблемы технических наук
Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 сентября 2015г.)**

**г. Уфа
2015 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 11.09.2015.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,4.
Тираж 250 экз. Заказ № 287.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58