

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



Актуальные вопросы науки и техники

Выпуск VI

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11апреля 2019 г.)**

г. Самара

2019 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

Актуальные вопросы науки и техники./ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 6, г. Самара, – НН: ИЦРОН, 2019. 63 с.

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук., доцент Ананченко И.В. (г. Санкт-Петербург), д-р. техн. наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), канд. техн. наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), д-р. физ.-мат. наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), д-р техн. наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), канд. техн. наук Валеев А.Р. (г. Уфа), д-р техн. наук, профессор Высоцкий Л.И. (г. Саратов), д-р техн. наук Галкин А.Ф. (г. Санкт-Петербург), канд. техн. наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), канд. техн. наук, доцент Грибанов А.С. (г. Москва), канд. пед. наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), д-р техн. наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), канд. техн. наук, доцент Демяненко Н.А. (г. Гомель), д-р техн. наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), канд. техн. наук, доцент Денисова Ю.В. (г. Белгород), канд. техн. наук Егоров А.Б. (г. Харьков), д-р техн. наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (г. Ургенч), д-р техн. наук Завидей В.И. (г. Москва), д-р техн. наук, профессор, Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), канд. техн. наук Иванов В.И. (г. Москва), канд. техн. наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), канд. техн. наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), канд. техн. наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), д-р техн. наук, доцент Курганова Ю.А. (г. Москва), канд. физ.-мат. наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), д-р техн. наук Лысенков П.М. (г. Санкт-Петербург), канд. техн. наук, доцент Малышев А.В. (г. Курск), канд. техн. наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), д-р техн. наук, профессор Мухуров Н.И. (г. Минск), канд. техн. наук, доцент Никулин В.В. (г. Саранск), канд. техн. наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), д-р техн. наук, профессор Пачурин Г.В. (г. Нижний Новгород), канд. техн. наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), канд. техн. наук Решетняк С. Н. (г. Москва), аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г. Пуатье), канд. техн. наук, доцент Федорова Н.В. (г. Новочеркасск), д-р хим. наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск), канд. техн. наук Щемелева Ю.Б. (г. Геленджик)

В сборнике научных трудов по итогам VI Международной научно-практической конференции «**Актуальные вопросы науки и техники**», г. Самара 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.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

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 |
| БУДУЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ В ЦИФРОВОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ЭТАПЕ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. Голдовский Я.М., Желенкова М.Б. | 6 |
| МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ КАК АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Курзанов А.Д. | 10 |
| СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00) | 12 |
| СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00) | 12 |
| ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ Харченкова Е.А., Максимов Н.Н. | 13 |
| СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00) | 17 |
| СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН Гибадуллин Р.Р., Низамиев М.Ф., Копылов А.М. | 17 |
| МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Морозов Е.М. | 20 |
| СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00) | 23 |
| СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00) | 23 |
| СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00) | 24 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Слепенков А.Е., Кузнецова О.А. | 24 |
| СПОСОБ КОРРЕКТИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА Кузнецов Е.Е., Кривуца З.Ф., Кушнарев А.Н., Марков С.Н. | 26 |

| | |
|--|----|
| СЕКЦИЯ №9. | |
| АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ | |
| (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10) | 29 |
| СЕКЦИЯ №10. | |
| СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00) | 29 |
| АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТАТИЧЕСКИХ СХЕМ МНОГОПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ СО СТАЛЬНЫМ КАРКАСОМ И ПОДСТРОПИЛЬНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ Бобылева Д.Ю. | 29 |
| ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Васин А.Н. | 33 |
| ЭКОСТРОИТЕЛЬСТВО КАК ФАКТОР СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ Понявина Н.А., Зубарева Ю.В., Черенков М.П. | 37 |
| АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ Соболев Е.Е., Бураков А.В., Сопец В.В. | 40 |
| ТЕХНОЛОГИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИКОВ В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ Соболев Е.Е. | 44 |
| ПЛАВИЛЬНО-ЗАЛИВОЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ, ОБОРУДОВАННАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МОДУЛЕМ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИКОВ Соболев Е.Е., Бураков А.В., Сопец В.В. | 47 |
| ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ Соболев Е.Е., Бураков А.В., Сопец В.В. | 50 |
| СЕКЦИЯ №11. | |
| ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00) | 55 |
| СЕКЦИЯ №12. | |
| ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | |
| (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00) | 55 |
| СЕКЦИЯ №13. | |
| ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ | |
| (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00) | 55 |
| СЕКЦИЯ №14. | |
| ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА | |
| (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00) | 55 |
| СЕКЦИЯ №15. | |
| ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00) | 55 |
| РАЗРАБОТКА ОБРАТИМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ВОЗВРАТНО- ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ МОДУЛЬНОГО ТИПА Копылов А.М., Низамиев М.Ф., Гибадуллин Р.Р. | 55 |

| | |
|---|-----------|
| ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В Низамиев М.Ф., Гибадуллин Р.Р., Копылов А.М. | 58 |
| СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)..... | 60 |
| СЕКЦИЯ №17. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)..... | 60 |
| СЕКЦИЯ №18. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) | 60 |
| СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)..... | 60 |
| СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) | 60 |
| ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2019 ГОД | 61 |

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

БУДУЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ В ЦИФРОВОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ЭТАПЕ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.

Голдовский Я.М., Желенкова М.Б.

РУТ (МИИТ), РФ, г. Москва

1. Проблема аутентификации в информационном пространстве цифровой интегральной среды

Главной задачей цифровой интегральной платформы обеспечения перевозок является ориентация обеспечения перевозок на сочетание видов транспорта, необходимое для доставки груза из точки отправления в пункт назначения. Цифровая интегральная среда представляет собой единое информационное пространство для удовлетворения потребностей по перевозке грузов и пассажиров в виде портала услуг, позиционирующегося как электронный сервис.

Составной частью информационной безопасности интегральной цифровой платформы обеспечения перевозок является защита информации от несанкционированного доступа. Одним из основных механизмов защиты от действий злоумышленников на данный момент может являться парольная аутентификация и криптографическое закрытие информации, но методы злоумышленников постоянно развиваются, активно приспосабливаясь к различным видам защиты информации, поэтому стоит задуматься о более серьезных и сложных системах обеспечения сохранности информации.

Основополагающей частью любого приложения является аутентификация пользователя, которой требуется более продвинутый способ защиты данных, нахождению которого посвящена данная работа.

2. Методы защиты информации на этапе аутентификации пользователя

2.1 Защита данных при помощи Honey Encryption

Существующие на данный момент методы шифрования, базирующиеся на использовании паролей, серьезно уязвимы для атак с грубой силой (brute-force attacks). Причина заключается в том, что при неверном вводе ключа, система выдает сообщение с ошибкой, что и является главной уязвимостью подобного способа.

Сейчас идет разработка механизмов Honey Encryption, которые впоследствии будут применены к трем типам частных данных, включающих в себя номера мобильных телефонов и пароли дебетовых карт [1].

Данный метод был разработан Ари Джуэлсом – бывшим главным ученым компании, работающей с RSA, и Томасом Ристендом из университета Висконсина [2]. Концепция Honey Encryption состоит в том, чтобы сделать шифрование, основанное на использовании паролей, более трудным для взлома с помощью метода полного перебора.

Слово «honeу» в терминологии информационной безопасности означает «ложный ресурс». Например, «honeурот» является ложным сервером, привлекающим злоумышленников для их дальнейшей пометки, исследования их слабых мест и ответной атаки. «Honeyword» - ложные данные аутентификации пользователя, после использования которых, однажды, система обнаруживает вторжение, не предоставляя пользователю доступ к данным [1].

Honey Encryption предоставляет группу поддельных данных каждый раз, когда злоумышленник вводит неправильный ключ или пароль. Эти данные довольно сильно приближены к реальным, чтобы взломщик не мог понять – настоящая это информация или нет. Таким образом, если злоумышленник все же сможет подобрать верный пароль и получит доступ к истинным данным, он может этого и не понять,

поскольку будет дезориентирован большим количеством почти что идентичной информации. Также подобные манипуляции могут значительно снизить скорость взлома [3].

Honey Encryption направлено на защиту информационных пространств, элементы которых имеют схожие черты. Прежде чем шифровать данные необходимо определить информационное пространство, к которому они принадлежат. Все данные этого пространства должны быть отсортированы в определенном порядке. Для этого нужно обратить внимание на вероятность появления каждого типа данных в пространстве и необходимость их использования. Затем с данными работает преобразователь, выделяющий место (ячейки) для данных побитно.

Для примера рассмотрим работу Honey Encryption для шифрования типов кофе (Рис 1). «Кофейное» информационное пространство состоит из Капучино, Латте, Мокко и Эспрессо. Четыре этих «сообщения» сортируются в алфавитном порядке. Предположим, что 4/8 людей в комнате предпочитают Капучино, 2/8 любят Латте, а остальные 1/8 и 1/8 пьют Мокко и Эспрессо. Преобразованное информационное пространство, разбитое на удобные n-битные ячейки, является трехзначным. При шифровании «Капучино» преобразователь случайным образом выбирает ячейку из соответствующего диапазона. Эта ячейка преобразуется с помощью ключа, после чего генерируется зашифрованный текст.

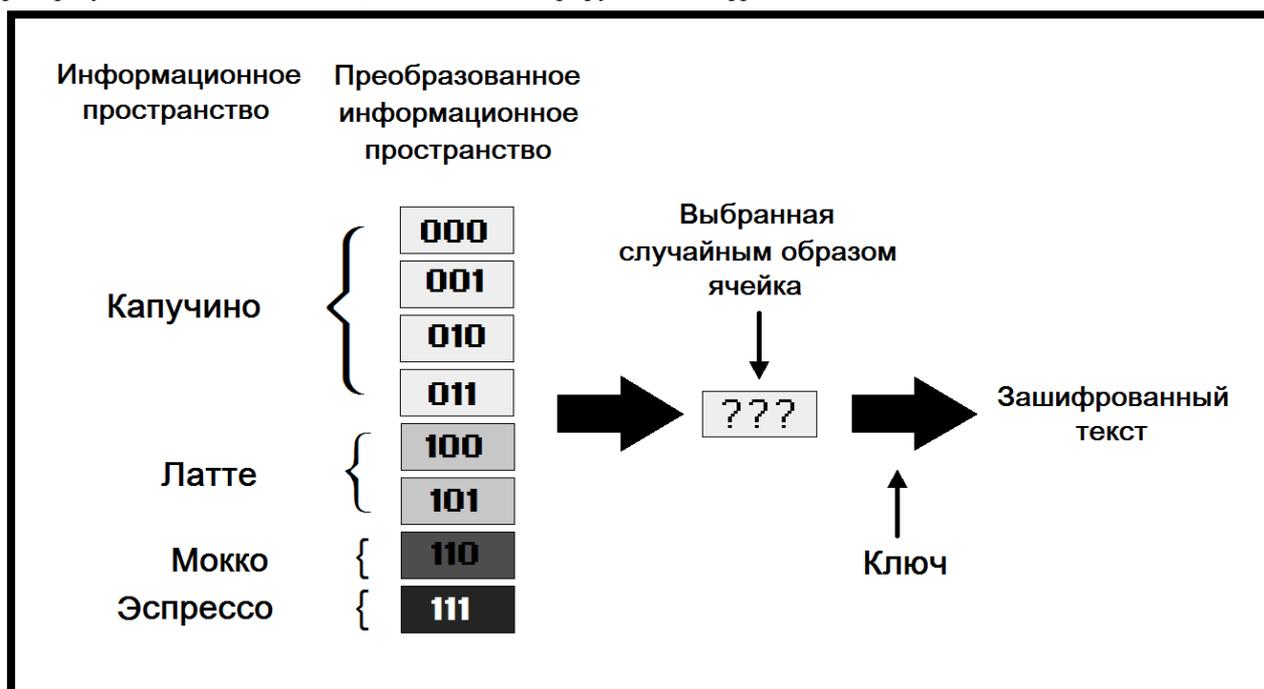


Рис 1. Пример работы Honey Encryption

К сожалению, пока что Honey Encryption подходит лишь для обработки небольшого информационного пространства, поскольку расходы ресурсов на обработку данных все еще слишком велики. Также исследуемое пространство должно быть идеально спроектировано, не иметь каких-либо неточностей, иначе метод может сработать неправильно или же быть неэффективным против атак злоумышленников (атаки «грубой силой» в частности). Возможность защиты конфиденциальных данных, предоставляемых Honey Encryption, различна для разных приложений, именно поэтому реализация метода должна быть подстроена для каждого из них по-своему, поскольку информационные пространства в различных системах отличаются [1].

2.2. Защита данных при помощи «Полностью гомоморфного шифрования»

Существует возможность полностью гомоморфного шифрования (ПГШ), которое могло бы решить некоторые проблемы с конфиденциальностью. Данные в экосистеме ПГШ могут передаваться третьему лицу для выполнения произвольных вычислений, но без необходимости дешифрования, что сохраняет конфиденциальность [4].

Поиск подобного метода начался людьми, предложившими впервые эту идею в 1978 году – Рональдом Ривестом, Майклом Дертузосом и Ади Шамиром. Разработка ПГШ является революционным достижением, значительно расширяющим сферу вычислений, которые могут быть применены для гомогенизации процессов шифрования данных [5].

Крейг Джентри, обративший свое внимание на идею ПГШ в 2009 году и доработав метод до определенного концепта, признает, что для вычисления простого поиска «Google» с использованием зашифрованных ключевых слов потребуется около триллиона процентов увеличения времени вычислений. Перспектива использования этого метода оправдана тем, что существуют задачи, где было бы удобно частичное гомоморфное шифрование (ЧГШ), но оно способно выполнить лишь часть работы, которую выполнило бы ПГШ. Также ПГШ допускает произвольные вычисления в зашифрованных данных, а ЧГШ – нет, что приводит к новым неудобствам [4].

В некоторых криптосистемах входящие сообщения лежат внутри некоторой алгебраической структуры, чаще всего представляющей собой группу или же кольцо вычислений. В таких случаях зашифрованные тексты будут также находиться в некоторой связанной структуре, которая может быть такой же, как и у входящих сообщений. Взаимодействие данных и вычислений между такими структурами выполняется с помощью схем шифрования.

От схем шифрования постоянно требуется эффективность, даже на стадии теории. Хорошая схема должна содержать в себе полиномиальный алгоритм, но в ситуации с ПГШ – это не было первым приоритетом в его первых схемах. Одной из причин отсутствия эффективности таких схем является то, что они используют пустое пространство, состоящее из одного бита и являющееся гомоморфным относительно таких булевых функций, как строгая дизъюнкция и конъюнкция.

Чтобы перейти к повышению эффективности некоторые новые варианты схем ПГШ по-разному ограничивают свои основные функции. Хотя теоретически внимание обращается исключительно на максимизацию выбора оптимальной операции, в практическом плане смотрят на то, чтобы этот выбор был настолько большим, насколько это необходимо, а также предоставляется более богатая структура для пространств с открытым текстом и зашифрованным, представляющих собой двоичный код.

Углубление в работу ПГШ может значительно усложнить ее понимание. Иногда может показаться, что две операции имеют одно и то же значение – например, на первый взгляд возможность оценки вычисления произвольной схемы и возможность последовательного вычисления нескольких схем кажутся схожими по востребованности операциями, хотя на самом деле это таковым не является.

Чтобы различие стало более явным, рассмотрим пример облачных вычислений, где ПГШ обычно выступает в роли их решения. Однако если мы способны оценить вычисление лишь одной схемы произвольного размера, то мы не можем использовать промежуточные результаты для дальнейших вычислений. Таким образом, получается, что каждая из схем должна быть вычислена с нуля с помощью оригинальных зашифрованных текстов. Это удовлетворяет обычным требованиям метода, но оптимальным решением задачи не является. В подобном сценарии необходима способность последовательной оценки нескольких схем.

Для того, чтобы ввести ПГШ в масштабный оборот использования, нужно проделать еще много работы. Существующие на данный момент схемы и способы их вычисления уже имеют определенный способ практического применения в некоторых приложениях. С помощью отслеживания их работы можно сосредоточиться на повышении ее эффективности и на создании новых схем с большей производительностью. На самом деле, учитывая, что для некоторых приложений полностью гомоморфное шифрование не требуется, важной и перспективной линией исследований становится идентификация приложения, в которых этот метод был бы полезен [5].

2.3. Защита данных при помощи Google Brain

Команда, работающая над данным методом, обосновалась в Маунтин-Вью, где в 2016 году провела эксперимент, в котором несколько ИИ разработали собственные криптографические алгоритмы для защиты сообщений друг от друга и усовершенствования собственных систем шифрования и дешифрования. Опыт завершился успехом, поскольку два ИИ из трех научились самостоятельному взаимодействию между собой.

В исследовании было задействовано три ИИ: Алиса, Боб и Ева. Алисе нужно было отправить зашифрованное сообщение Бобу, который, в свою очередь, должен был расшифровать его. Задача Евы состояла в том, чтобы перехватить и так же расшифровать сообщение. Алисе и Бобу был предоставлен общий ключ, но ни один искусственный интеллект не был проинструктирован о том, какие криптографические методы использовать для шифрования данных и их дешифрования. Единственное, что они получили – функцию потерь. Таким образом, если во время эксперимента общение между Алисой и Бобом было провальным, так как один ИИ не понял другого, или же сообщение было перехвачено Евой, то в следующих попытках ИИ адаптировались, изменяя криптографические методы таким образом, чтобы Ева не смогла перехватить сообщения [4].

После того, как попытка передачи сообщения была проведена пятнадцать тысяч раз, Алисе удалось разработать собственную стратегию шифрования, а Боб, в свою очередь, смог расшифровать сообщение Алисы, в то время как Ева, чьей задачей был перехват и так же расшифровка сообщения, смогла расшифровать лишь 8 из 16 бит, формирующих текст.

Этот опыт доказал, что ИИ способны к разработке личной системы шифрования, не основываясь при этом на заранее заложенных алгоритмах. Но, к сожалению, создатели так и не смогли разобрать точно, как работает метод подобного шифрование, поскольку машинное обучение обеспечивает лишь решение задачи, но понять, каким способом достигается этот результат, нелегко. На практике это также означает, что трудно предоставить какие-либо гарантии безопасности данного метода шифрования.

«Вычисления с помощью нейронных сетей в подобном масштабе стало возможным лишь в последние несколько лет, поэтому мы находимся лишь в начале возможного пути» - говорит Джо Струунас из компании шифрования «PKWARE» (Милуоки, штат Висконсин) [6].

3. Выбор оптимального метода шифрования

Рассмотренные выше методы шифрования информации направлены на усиление защиты информации от неавторизованного доступа. Некоторые из них все еще находятся на стадии разработки, в то время как другие уже проходят тестирование для дальнейшего масштабного использования.

Наша же задача – выбрать из этих трех методов – наиболее оптимальный для эксплуатации в нашей ситуации, а именно для защиты данных при аутентификации пользователя.

Для следующих исследований информация была взята с ресурсов: [7], [8], [9].

Критерии выбора оптимального метода шифрования:

Эффективность:

- 1) Количество шагов алгоритма (прямо пропорционально времени выполнения алгоритма)
- 2) Длина шифруемого блока (блочное шифрование)
- 3) Криптостойкость (определяется длиной ключа и сложностью алгоритма шифрования)

Стоимость реализации – основана на общей сумме затрат на оборудование и разработку, тестирование самого метода.

| Метод шифрования | Эффективность | | | Стоимость реализации [\$] |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|
| | Количество шагов алгоритма [минуты] | Длина шифруемого блока [биты] | Криптостойкость [%] | |
| Honey Encryption | 1.315 | 256 | 71 | 41.5 млн |
| Полностью гомоморфное шифрование | 2.917 | 256 | 63 | 43 млн |
| Google Brain | 5.717 | 256 | 57 | 50 млн |

Исходя из полученных в ходе исследования результатов, можно утверждать, что из предложенных методов шифрования на данный момент самым оптимальным для выполнения поставленной нами задачи является метод «Honey Encryption», показавший себя с лучшей стороны в плане времени, затрачиваемого на выполнение алгоритма, и криптостойкости.

Список литературы

- [1] <https://www.hindawi.com/journals/scn/2017/6760532/>
- [2] <https://techxplore.com/news/2014-01-baffle-thy-enemy-case-honey.html>
- [3] <https://blog.storagecraft.com/5-common-encryption-algorithms/>
- [4] <https://www.infosecurity-magazine.com/magazine-features/the-future-of-encryption/>
- [5] Frederik Armknecht, Colin Boyd, Christopher Carr, Kristian Gjøsteen, Angela J'aschke, Christian A. Reuter and Martin Strand «A Guide to Fully Homomorphic Encryption»
- [6] <https://www.newscientist.com/article/2110522-googles-neural-networks-invent-their-own-encryption/>

- [7]https://www.researchgate.net/publication/296806881_Review_on_Honey_Encryption_Technique
 [8]https://www.researchgate.net/publication/311941912_A_Review_of_Homomorphic_Encryption_and_its_Applications
 [9] <https://syncedreview.com/2019/02/08/google-brain-research-scientist-quoc-le-on-automl-and-more/>

МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ КАК АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Курзанов А.Д.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир

Метод главных компонент был изобретён Карлом Пирсоном в 1901 году. Как метод уменьшения размерности и выделения признаков, метод главных компонент имеет множество применений в статистическом обучении, таких как классификация рукописных почтовых индексов, распознавание человеческих лиц и другие. Без преувеличения можно считать метод главных компонент одним из наиболее широко используемых и наиболее важных многомерных статистических методов. [1]

С точки зрения уменьшения размерности, метод главных компонент может быть описан как набор ортогональных линейных преобразований исходных переменных так, что преобразованные переменные хранят максимально возможный объем исходной информации. Пусть X будет матрицей данных $n \times p$, где n и p – число наблюдений и число переменных соответственно. Предположим, что среднее арифметическое значение столбцов X равно нулю. Первая главная компонента определяется как $Z_1 = \sum_{j=1}^p \alpha_{1j} X_j$, где $\alpha_1 = (\alpha_{11}, \dots, \alpha_{1p})^T$ выбрана для максимизации дисперсии Z_1 , то есть [1]

$$\alpha_1 = \arg \max_{\alpha} \alpha^T \hat{\Sigma} \alpha \quad (1)$$

при условии $\|\alpha\| = 1$ с матрицей $\hat{\Sigma} = (X^T X) / n$. Остальные главные компоненты могут быть определены следующим образом: [1]

$$\alpha_{k+1} = \arg \max_{\alpha} \alpha^T \hat{\Sigma} \alpha \quad (2)$$

при условии

$$\|\alpha\| = 1 \text{ и } \alpha^T \alpha_l = 0, \forall 1 \leq l \leq k. \quad (3)$$

Из этого определения следует, что первые K векторов нагрузок – первые K собственных векторов матрицы $\hat{\Sigma}$.

Формулировка спектрального разложения матрицы метода главных компонент также связывает метод главных компонент с сингулярным разложением матрицы X . Пусть сингулярное разложение матрицы X

$$X = UDV^T, \quad (4)$$

где D – диагональная матрица с диагональными элементами d_1, \dots, d_p , расположенными в порядке убывания, а U и V – $n \times p$ и $p \times p$ ортонормированные матрицы соответственно. Потому что столбцы матрицы V – собственные вектора матрицы $\hat{\Sigma}$, то V – матрица нагрузок главных компонент. Так как $XV = UD$, то $Z_k = U_k d_k$, где U_k – k -столбец матрицы U . Стоит отметить, что спектральное разложение можно представить как наилучшую аппроксимацию матрицей меньшего ранга. [1]

Метод главных компонент имеет другую геометрическую интерпретацию – аппроксимация данных линейными многообразиями. Именно с этой задачи начинался метод главных компонент. Пусть x_i – i -строка матрицы X . Рассмотрим первые k -главных компонент совместно как $V_k = [V_1 | \dots | V_k]$. По определению V_k – ортонормированная матрица $p \times k$. Каждое наблюдение проецируется линейное

пространство, натянутое на $\{V_1, \dots, V_k\}$. Проекционный оператор $P_k = V_k V_k^T$, а проецируемые данные $P_k X_i, 1 \leq i \leq n$. Один из способов определить наилучшую проекцию является минимизация ошибки аппроксимации ℓ_2 [1]

$$\min_{V_k} \sum_{i=1}^n \|x_i - V_k V_k^T x_i\|^2 \quad (5)$$

Решением будут являться первые k -главных компонент.

На практике переменные могут иметь разные шкалы и единицы измерения. Часто стандартизируют каждую переменную таким образом, чтобы ее предельная дисперсия выборки была одинакова. Когда эта практика применяется к методу главных компонент, результирующая ковариационная матрица стандартизированных переменных является примером корреляционной матрицы необработанных переменных. Собственные значения и собственные вектора корреляционной матрицы могут отличаться от собственных значений и собственных векторов ковариационной матрицы.

Применительно к нейронным сетям метод главных компонент рассматривается как алгоритм обучения без учителя.

Алгоритм обучения без учителя – алгоритм, которому на вход подаются только признаки без подсказки со стороны учителя. То есть обучением без учителя можно назвать извлечение информации из распределения, выборка из которого не была аннотирована человеком. Данный термин обычно связан с оцениванием плотности, выборкой примеров из распределения, очисткой выбранных данных от шума, кластеризацией данных. Классической задачей обучения без учителя является поиск наилучшего представления данных, где под наилучшим понимается такое представление, которое сохраняет как можно больше информации о входном наборе данных, при этом соблюдается ограничение, что представление должно быть проще и понятнее, чем сам входной набор.

Простое представление определяется тремя основными способами: представление меньшей размерности, разреженное представление и независимое представление. В первом случае входной набор данных сжимается в представление меньшего размера. Разреженным представлением называется преобразование набора данных в представление, в котором большинству входов соответствуют нули (размерность представления увеличивается так, чтобы наличие нулей не привело к отбрасыванию большого объема информации). В результате у полученного представления данные распределены в основном вдоль осей. Независимые представления представляют собой попытку разделить источники вариативности в исходном распределении данных так, чтобы измерения представления оказались статистически независимыми. [2]

Метод главных компонент, как алгоритм обучения без учителя, выполняет поиск представления, основанного на двух из трех описанных критериях простого представления. Полученное представление имеет меньшую размерность, чем исходное, кроме этого, между его элементами нет линейной корреляции, что является первым шагом к нахождению представления со статистически независимыми элементами (для полного избавления от зависимостей алгоритм обучения должен удалить нелинейные связи между переменными). [2]

Метод главных компонент выполняет поиск ортогонального линейного преобразования, которое переводит входные данные в представление, и является простым и эффективным методом понижения размерности, сохраняющим столько информации, сколько возможно.

Пусть дана матрица X размера $m \times n$. Предполагается, что математическое ожидание данных $E[x] = 0$. В противном случае центрирование получается вычитанием средних из всех примеров на этапе предварительной обработки.

Несмещенная выборочная ковариационная матрица, которая ассоциируется с X , определяется по формуле: [2]

$$\text{Var}[x] = \frac{1}{m-1} X^T X \quad (6)$$

Главные компоненты матрицы X определяются собственными векторами $X^T X$, следовательно

$$X^T X = W \Lambda W^T \quad (7)$$

Метод главных компонент с помощью линейного преобразования выполняет поиск представления $z = W^T x$, для которого $Var[z]$ – диагональная матрица.

Главные компоненты матрицы X можно получить с помощью сингулярного разложения. Предполагается, что W – правые сингулярные векторы в разложении $X = U \Sigma W^T$. В результате исходное уравнение собственных векторов можно преобразовать в базисе W : [2]

$$X^T X = (U \Sigma W^T)^T U \Sigma W^T = W \Sigma^2 W^T \quad (8)$$

С помощью сингулярного разложения можно доказать, что метод главных компонент приводит к диагональной матрице $Var[z]$. Применив сингулярное разложение X , можно выразить дисперсию X в виде: [2]

$$Var[x] = \frac{1}{m-1} X^T X = \frac{1}{m-1} (U \Sigma W^T)^T U \Sigma W^T = \frac{1}{m-1} W \Sigma^T U^T U \Sigma W^T = \frac{1}{m-1} W \Sigma^2 W^T \quad (9)$$

где $U^T U$ – единичная матрица, так как матрица U в сингулярном разложении по определению ортогональная. В результате получается, что ковариационная матрица z диагональная, что и требовалось доказать: [2]

$$Var[z] = \frac{1}{m-1} Z^T Z = \frac{1}{m-1} W^T X^T X W = \frac{1}{m-1} W^T W \Sigma^2 W^T W = \frac{1}{m-1} \Sigma^2. \quad (10)$$

В данном случае $W^T W$ также является единичной матрицей по определению сингулярного выражения.

После проецирования данных x на z с помощью линейного преобразования W полученное представление имеет диагональную ковариационную матрицу, следовательно, взаимная корреляция отдельных элементов z равна нулю. Преобразование данных в представление с взаимно не коррелированными элементами является важным свойством метода главных компонент. С помощью него получается простой пример представления, которое пытается разделить неизвестные факторы вариативности данных. В данном случае разделение сводится к нахождению такого вращения пространства входных данных (описываемого матрицей W), которое делает главные оси дисперсии базисом нового пространства представления z .

Список литературы

1. Hui Zou, Lingzhou Xue. A Selective Overview of Sparse Principal Component Analysis. *Proceedings of the IEEE*, pages 1311-1320, 2018/
2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652с.

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ

Харченкова Е.А., Максимов Н.Н.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Калуга

В настоящее время в различных отраслях промышленности широкое распространение получают газотурбинные установки и газотурбинные двигатели (ГТД). Наиболее ответственным конструктивным элементом которого является камера сгорания с жаровой трубой.

В жаровой трубе происходит высокотемпературное горение топлива и создается высокое давление газов. Она состоит из секций, выполненных из листового жаропрочного сплава ХН78Т. Секции соединяются между собой точечной контактной сваркой. Данный способ соединения обеспечивает высокую производительность, стабильное качество сварных соединений, малую себестоимость, легко механизмуруется и автоматизируется. От качества изготовления жаровой трубы зависит КПД турбины.

На рисунке 1 представлена 3D – модель жаровой трубы, которая состоит из одной сборочной единицы – «Фронт» и двух деталей – «Кольцо наружное», «Смеситель наружный».

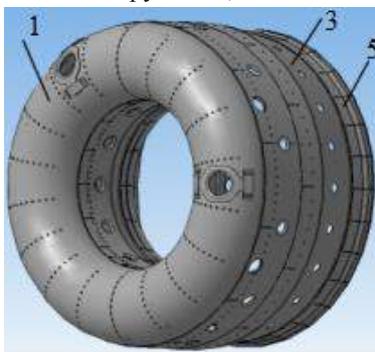


Рис.1. Жаровая труба,
1 – Фронт, 3 – Смеситель наружный, 5 – Кольцо наружное

В процессе эксплуатации жаровой трубы происходит разрушение соединения от обечайки по околошовной зоне (позиция 5).

Технико-экономический уровень и надежность сварной конструкции во многом определяется работоспособностью сварного соединения, его коррозионную стойкость, сопротивляемость статическим и знакопеременным нагрузкам. Для снижения отрицательного влияния термомеханического цикла сварки разработано большое количество способов, направленных на повышение работоспособности сварных конструкций.

Применительно к тонкостенным конструкциям способы повышения работоспособности разделены на шесть основных направлений:

1. Металлургические, основанные на легировании, рафинировании металла, а также создании новых сплавов.
2. Конструкторские, обеспечивающие требуемую несущую способность путем рационального конструирования сварных соединений.
3. Технологические, основанные на применении режимов сварки, посредством регулирования тепловложения, измельчения структуры металла литого ядра и периферийной.
4. Термические, использующие термообработку.

Жаропрочный сплав на основе никеля ХН78Т рассчитан на длительную работу при температуре до 1100°C. Никелевые сплавы обладают сравнительно низкой электропроводностью (значительно ниже, чем у малоуглеродистых сталей). Поэтому их точечная сварка осуществляется при умеренной силе тока. Сплав ХН78Т окалиностойкий при температуре 950 - 1050°C. После высокотемпературной обработки приобретает практически однородную структуру твердого раствора на основе никеля, что способствует легкой деформируемости. Сплав относительно трудносвариваемый.

Целью исследований, изложенных в данной статье, является изучение особенностей свариваемых материалов, повышения работоспособности сварных соединений при многоцикловом нагреве и высоких температурах, а также подбор оптимального режима сварки.

Задачей исследования – построить расчетную схему для моделирования электрических и тепловых полей, выполнить моделирование электрических и тепловых полей в зоне контактной сварки.

Математическое моделирование превратилось в мощный инструмент исследований, позволяет оптимизировать условия протекания процесса образования сварного соединения, предотвратить появление недопустимых дефектов сварных швов, соединений, конструкций и одновременно повысить производительность сварочных операций.

Для моделирования электрических и тепловых полей была использована программа Elcut 6.3.

ELCUT — это компьютерная программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ). Компьютерное моделирование и численный анализ в промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных натурных испытаний, ускоряет, дополняет и иллюстрирует процесс проектирования и разработки, способствует развитию инженерной интуиции.

В начале, для моделирования была построена расчетная схема (рис.2).

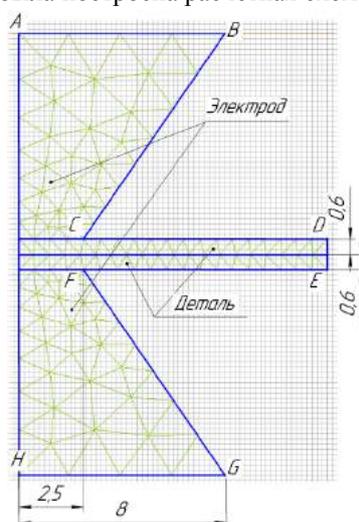


Рис.2. Расчетная схема для моделирования

Задания решались с тем условием, что задача осесимметричная. Поэтому на схеме отображали только часть узла.

Для моделирования электрической задачи в программу были занесены следующие исходные параметры: $\varphi_{AB} = 0.65$ В, $\varphi_{HG} = 0$ В, $J_{эл} = 59\,500\,000$ См/м, $J_{дет} = 893\,000$ См/м.

В ходе решения электрической задачи были получены поля распределения потенциалов, распределение полей плотности тока, распределение поля тепловыделения (рис.3-5).

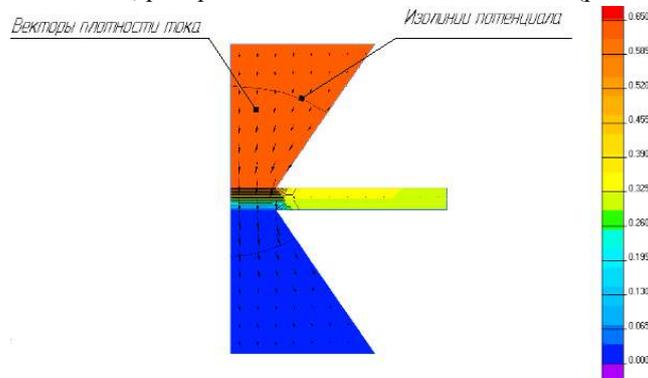


Рис.3. Поля распределения потенциалов

Из рис. 3 видно, что векторы плотности тока направлены от электрода, обладающего напряжением 0,65 В, к электроду с напряжением 0 В.

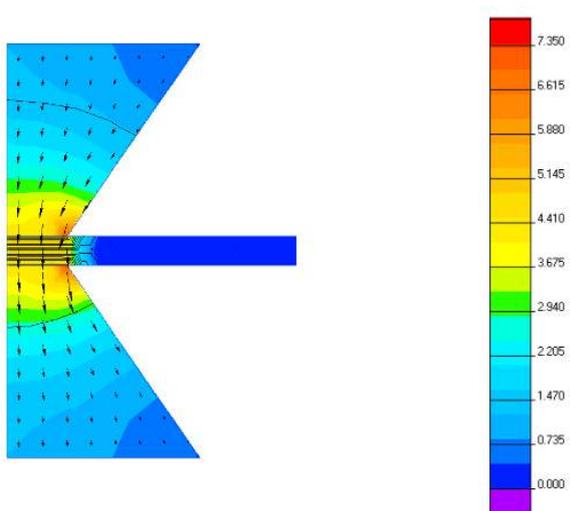


Рис.4.Распределение полей плотности тока

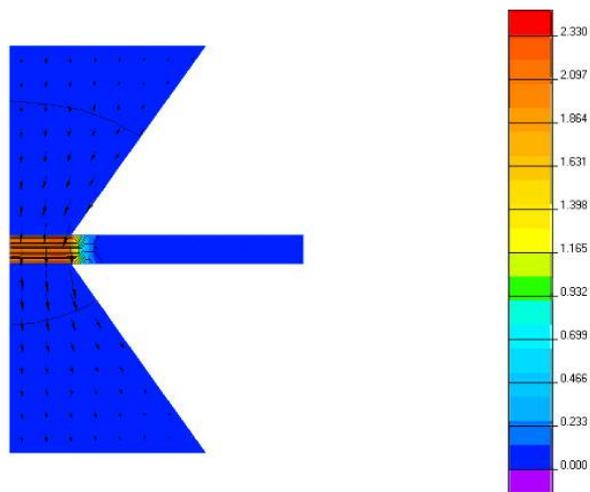


Рис.5.Распределение поля тепловыделения

Из рис.4 можно сделать вывод, что чем ближе к месту соединения деталей, тем большее значение плотности тока. Распределение поля тепловыделения показывает, что максимальная температура в зоне нахлеста деталей.

Также были получены графики неравномерности распределения плотности тока на стыке соединения деталей и неравномерности распределения плотности тока по осесимметричной линии, график неравномерности тепловыделения на стыке соединения деталей и неравномерности тепловыделения по осесимметричной линии (рис. 6-9).

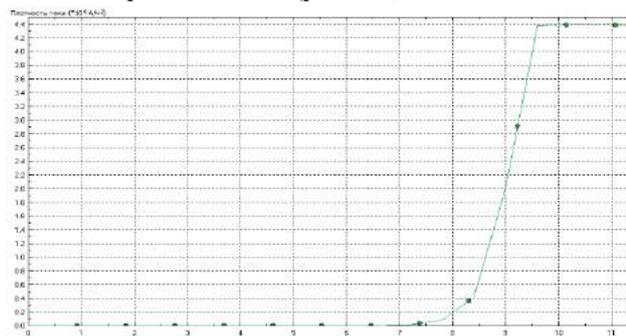


Рис.6. Неравномерность распределения плотности тока на стыке соединения деталей

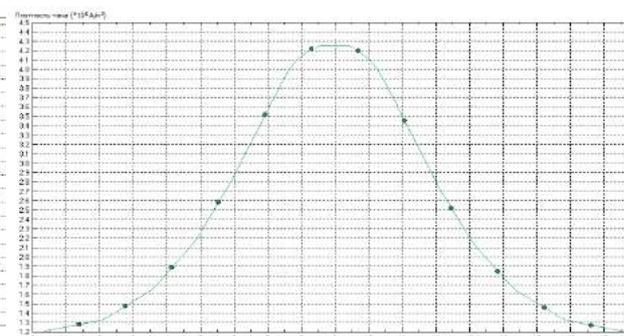


Рис.7. Неравномерность распределения плотности тока по осесимметричной линии

По графику неравномерности распределения плотности тока на стыке соединения деталей делаем вывод, что на границах значение плотности тока больше. По графику неравномерности распределения плотности тока по осесимметричной линии понятно, что максимальное значение плотности тока принимается вместе соединения деталей. Чем дальше от места соединения, тем значение плотности тока меньше.

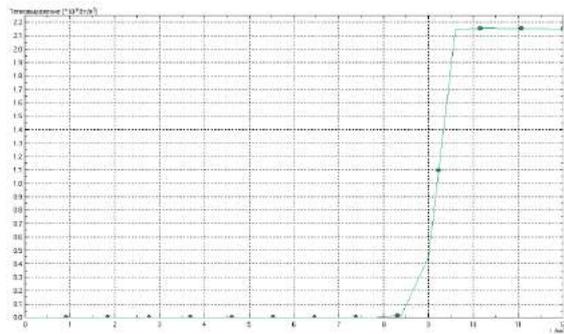


Рис.8. Неравномерность тепловыделения на стыке соединения деталей

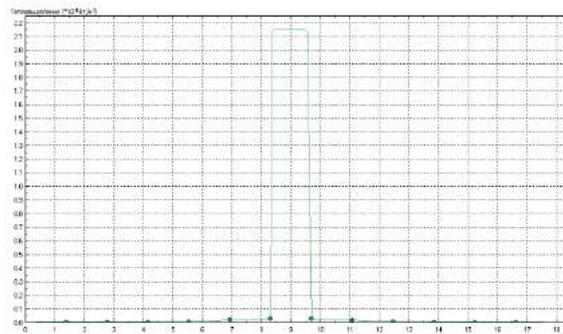


Рис.9. Неравномерность тепловыделения по осесимметричной линии

Из графиков, представленных на рис. 8 и 9, становится понятно, что максимальная температура достигается в зоне нахлеста деталей.

Следующим шагом исследования было решение тепловой задачи. Стадия нагрева длится приблизительно 0,1 с. На рис. 10-11 представлены стадии нагрева в начальный и конечный момент времени.

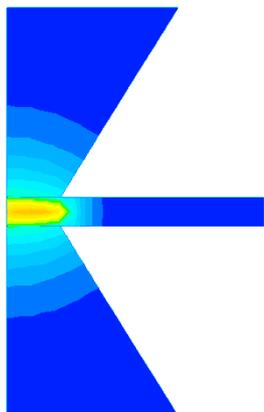


Рис.10. Стадия нагрева в момент $t = 0,06$ с

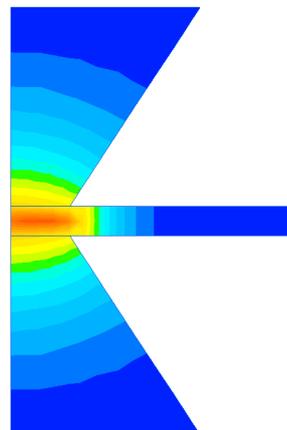


Рис.11. Стадия нагрева в момент $t = 0,18$ с

Температура плавления и нагрева сплава ХН78Т в пределах 1300-1500 °С. В момент времени 0,18 с, температура достигает 1490 °С, т.е. перегрев.

Следующий этап – стадия охлаждения. На рис. 12 представлен результат охлаждения в начальный момент времени, а на рис. 13 – конечный результат.

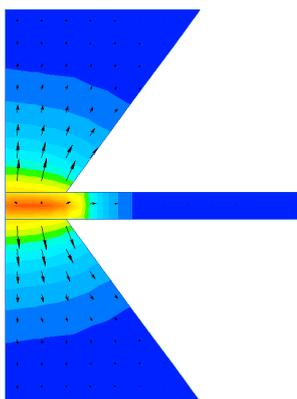


Рис.12. Охлаждение в начальный момент времени

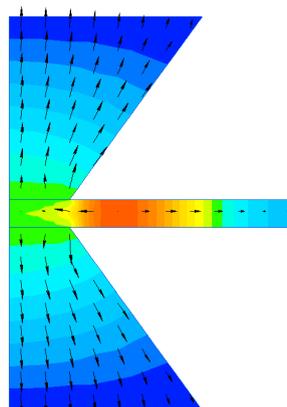


Рис.13. Охлаждение в момент времени 0,5 с

Из рисунков видно, что теплоотвод осуществляется от зоны соединения в контакте деталь-деталь в массу основного материала деталей и большей частью в водоохлаждаемые бронзовые электроды.

В результате решения был построен график изменения температуры в зависимости от времени (рис.14), и по данному графику была определена максимальная скорость охлаждения.

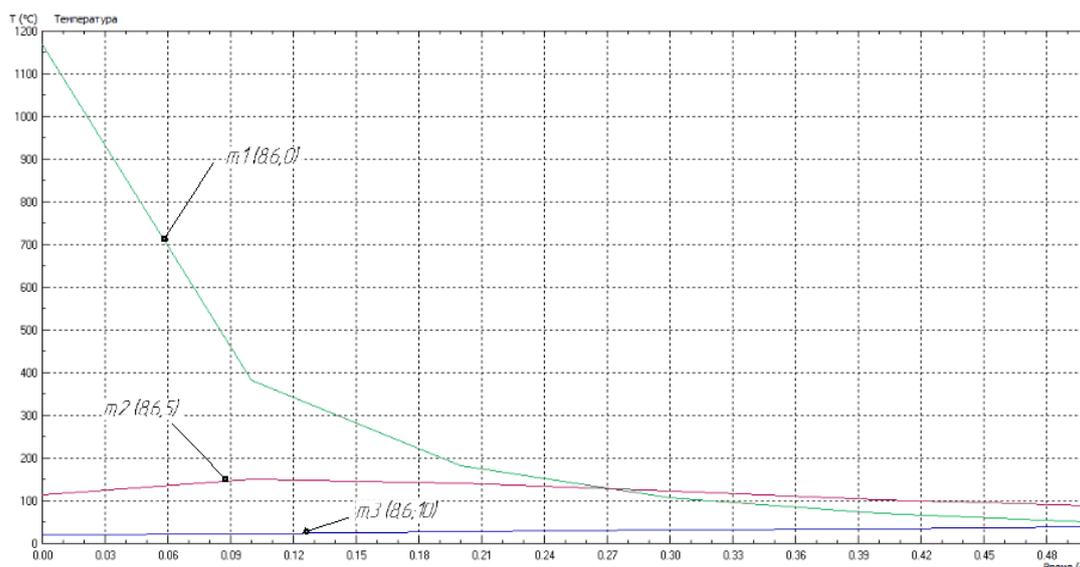


Рис.14. График изменения температуры в зависимости от времени

Данные исследования позволили найти пути решения корректировки технологических параметров режима точечной контактной сварки в сторону применения униполярного импульса сварочного тока. Для снижения времени пребывания сварного соединения в интервале высоких температур необходимо стремиться к снижению длительности его протекания.

Список литературы

1. Ерофеев В.А., Логвинов Р.В. Компьютерная имитация контактной точечной сварки листов с покрытиями // Известия ТулГУ. Технические науки, 2008. Вып. 3. С. 63-70.
2. Полищук В. А. Математическое моделирование процессов сварки // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 356–360.
3. С.Т. Lane, С.Д. Sorensen, G.В. Hunter, S.A. Gedeon, T.W. Edgar – Cinematography of resistance spot welding of galvanized steel sheet // Welding Journal - 2008, - №63- С.123-132.
4. S.A. Gedeon, T.W. Edgar – Resistance spot welding of galvanized steel: part II. Mechanisms of spot weld nugget formation.// Welding Journal - 2011, - №77- С.233-250.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Гибадуллин Р.Р., Низамиев М.Ф., Копылов А.М.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», РФ, г. Казань

Во многих случаях применения вращающихся машин для привода механизмов возвратно-поступательного действия и электрических генераторов приводимых от двигателей внутреннего сгорания, возникает необходимость применения устройств преобразования вращения в поступательное действие и обратно. Эти устройства являются лишним звеном, поглощающим часть полезной мощности. Для снижения потерь в возвратно-поступательных механизмах возникла необходимость создания линейных двигателей и генераторов.

Однако при конструировании линейных машин возникает проблема выбора материалов и технических решений. Одним из путей ее решения являются полигонные испытания, которые обычно

малоэффективны ввиду большой трудоемкости и материальных затрат. Современным источником информации для оценки параметров разрабатываемой машины являются испытания на стендах. Научные основы создания испытательных стендов позволяют максимально приблизить испытания машин в лабораторных установках к реальным полигонным испытаниям.

Поэтому актуальной задачей является создание испытательного стенда для получения характеристик и разработки эффективных алгоритмов управления линейных двигателей и генераторов.

К разрабатываемому стенду были предъявлены жесткие требования, такие как скорость перемещения транслятора до 15 м/с, перемещение транслятора в пределах от 50 до 120 мм, частота колебания транслятора до 100 Гц, усилие, измеряемое на трансляторе до 11 кН и тяжелые условия эксплуатации при воздействии температуры до +150 °С.

Обзор имеющихся стендов для испытания линейных электрических машин показал, что представленные многими научно-исследовательскими центрами устройства разработаны для скоростей перемещения транслятора до 4 м/с, что обусловлено применяемыми в качестве привода, гидравлических и пневматических цилиндров. Невозможность повышения скорости перемещения таких устройств обусловлена ограничениями уплотнительных элементов.

Поэтому в механической части привода исследуемого объекта, в разрабатываемом стенде было принято решение отказаться от данных устройств в пользу кривошипно-шатунного механизма, скорость перемещения которого фактически не ограничена.

В состав стенда входят устройства привода машины, устройства контроля и управления и прочие вспомогательные устройства.

Разработанный стенд обеспечивает два режима работы исследуемого объекта: режим генератора и режим двигателя.

В режиме генератора исследуемая электрическая машина приводится в движение кривошипно-шатунным механизмом (рисунок 1).

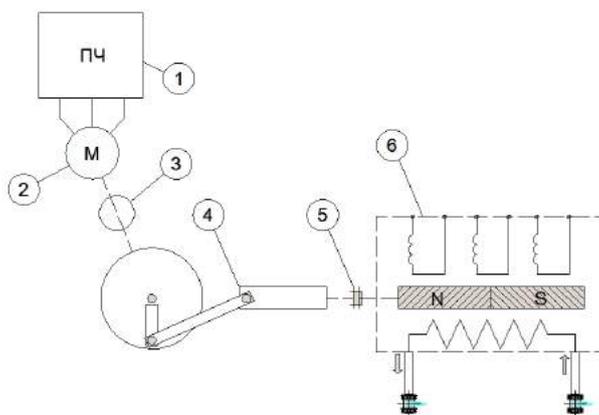


Рисунок 1. Привод транслятора в генераторном режиме работы: 1 – частотный преобразователь; 2 – асинхронный двигатель; 3 – редуктор; 4 - кривошипно-шатунный механизм; 5 – разъемная муфта; 6 – объект исследования

Частота возвратно-поступательных движений регулируется входящим в состав системы частотным преобразователем, управляемым микропроцессором, а амплитуда колебаний регулируется изменяемым положением кривошипа.

Обмотки электрической машины посредством твердотельных реле, через мостовой выпрямитель, подключаются к нагрузке, при этом контролируется напряжение и ток, вырабатываемые генератором, а также основные параметры машины – температура, положение, скорость и частота.

Гибкая электрическая система позволяет во время работы изменять схему включения обмоток генератора звезда – треугольник – последовательное – параллельное включение. При правильном подборе алгоритма управления это даст возможность получить максимальную мощность генератора не зависимо от положения и скорости транслятора.

Также система позволяет плавно и ступенчато менять величину нагрузки (в пределах от 0 до 25 кВт), что должно позволить определить стойкость генератора к ударным и плавным изменениям нагрузки.

Напряжение, ток и форма энергии, вырабатываемой генератором измеряются системой контроля и управления с помощью входных устройств к которым подключены выводы присоединения нагрузки и трансформатор тока.

Кроме этого стенд позволяет исследовать генератор в тяжелых условиях работы, воздействуя на него источником тепла с температурой до 150 °С.

В режиме двигателя исследуемая машина механически отключается от привода стенда и подключается к нагрузочному устройству, в качестве которого выступает гидравлический цилиндр (рисунок 2). Гидроцилиндр управляется системой клапанов, позволяющих создать динамическую нагрузку на трансляторе машины.

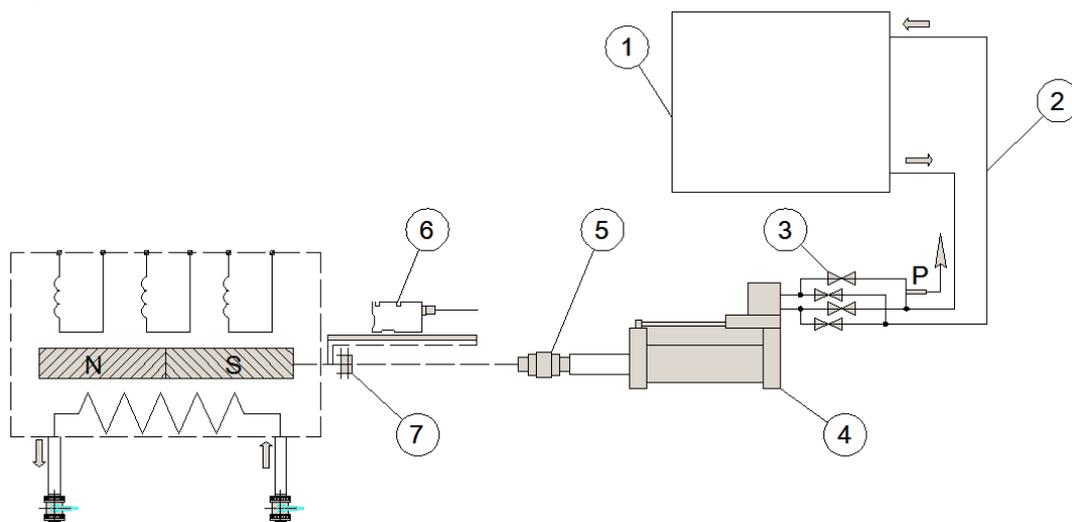


Рисунок 2. Устройство механической нагрузки для двигательного режима электрической машины: 1 – гидравлическая станция; 2 – гидравлические трубопроводы; 3 – сервопривод гидроцилиндра; 4 – гидроцилиндр; 5 – датчик силы; 6 – датчик положения; 7 – разъемная муфта.

Для питания машины, работающей в режиме двигателя, используется источник постоянного напряжения. Обмотки двигателя подключаются к источнику посредством твердотельных реле, которые управляются системой контроля и управления по принципу широтно-импульсной модуляции. Алгоритм управления работает в прямой зависимости от сигнала положения транслятора, что позволяет останавливать индуктор и менять направление его движения в любой момент времени.

Для определения усилия, создаваемого двигателем, служит тензометрический датчик силы, смонтированный на трансляторе машины. Положение транслятора и его скорость определяются датчиком положения.

Для отвода излишков тепла, выделяемых обмотками на статоре исследуемой машины и защиты магнитов транслятора от перегрева, в состав испытательного стенда введена система охлаждения (рисунок 3), управляемая системой контроля и управления. Управляющее воздействие заключается в изменении производительности водяного насоса в зависимости от температуры обмоток статора и температуры жидкости на выходе из рубашки охлаждения электрической машины. Изменение производительности насоса позволяет изменить интенсивность отвода тепла, что в свою очередь дает возможность поддержания стабильной температуры обмоток статора генератора.

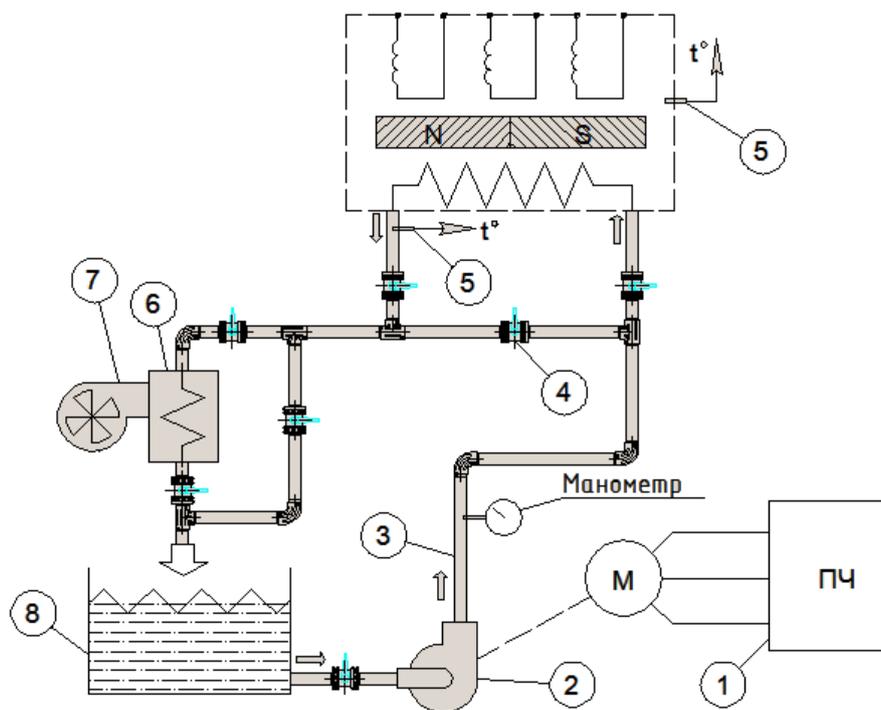


Рисунок 3. Система охлаждения электрической машины: 1 – частотный преобразователь; 2 – насос жидкости охлаждения; 3 – трубопроводы; 4 – задвижки; 5 – датчики температуры; 6 – радиатор; 7 – вентилятор; 8 – емкость для охлаждающей жидкости

Принятые при проектировании испытательного стенда решения позволяют добиться таких показателей как максимальная скорость перемещения транслятора до 40 м/с, максимально измеряемое усилие до 100 кН, частота перемещения транслятора до 100 Гц, мощность нагрузки до 25 кВт, напряжение нагрузки до 400 В, измерение электрического тока до 300 А, точность определения положения транслятора до 0,1 мм, измерение температуры элементов машины до 204 °С, частота оцифровки входных сигналов системы контроля и управления до 800 кГц.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Морозов Е.М.

Институт международных отношений, Национальный исследовательский ядерный университет (МИФИ), г. Москва

Приступая к изложению предложенной темы, хотелось бы напомнить, что начало промышленному использованию атомной энергии было положено 26 июня 1954 года, когда в России (входившей тогда в состав Советского Союза) в городе Обнинске (в 100 км от Москвы) впервые в мире была запущена атомная электрическая станция, закрепившая на веки аббревиатуру «АЭС» и положившая начало реальному мирному использованию человечеством управляемой энергетики атомного распада. Станция обладала мощностью в 5 МВт, снабжала электричеством город населением в 40 тысяч человек и расходовала при этом всего 2 тонны атомного топлива в год (в дальнейшем построенная в 1964 году Белоярская АЭС имела мощность уже в 50 раз выше)¹.

С тех пор прошло всего лишь более 60 лет, но за это сравнительно небольшое с исторической точки зрения время вопросы мирового развития атомной энергетики претерпели несколько серьёзных критических

¹ Первая в мире Атомная Электростанция (АЭС) в городе Обнинске. [Электронный ресурс]. – 2014. Ресурс доступа: <http://iobninsk.ru/aes/>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

этапов от первых восторженных перспектив до набравшего особенно в последнее десятилетие (после аварии на АЭС «Фукусима» 11 марта 2011 г.) мощного международного общественного движения за полное прекращение строительства новых АЭС². Последнее обстоятельство и послужило предпосылкой для предпринятого исследования.

Необходимость постоянного наращивания используемых энергетических мощностей тесно связана со стоящими перед обществом задачами по повышению затрат на обслуживание растущих потребностей мирового населения. Возникает понятие энергетического баланса, отражающего соотношение имеющейся и необходимой для обслуживания человечества электрической энергии. По справочным данным более 70% населения планеты испытывает в настоящее время реальный дефицит электроэнергии. При этом, естественно, что большинство развивающихся стран находятся в весьма затруднительном положении, поскольку не могут решить в достаточной мере даже самых простых социально-экономических задач, прямо зависящих от объёмов имеющихся энергоресурсов. По ориентировочным прикидкам оптимальное среднемировое потребление электроэнергии на душу населения в год должно будет составлять на ближайшее десятилетие от 3100 до 3500 киловатт часов. Если принять во внимание, что в подавляющем большинстве африканских и азиатских стран этот показатель на сегодня даже не переваливает за тысячу (в Индии, например, он составляет не многим более 500), то проблема достижения энергетического баланса становится одной из центральных проблем развития человечества в целом³. Каждое государство, таким образом, должно практически в первую очередь задуматься над вопросом перспективного планирования своей энергетической обеспеченности. То есть внимательно подойти к оценке внутренних и внешних факторов, определяющих возможности повышения своей энергообеспеченности.

Электроэнергию на сегодняшний день можно получать путём падающей воды (строительством гидроэлектростанций – ГЭС), сжиганием углеводородов (созданием теплоэлектростанций – ТЭС), отмеченным выше способом атомной отдачи (возведением АЭС), а также ставшими модными в последнее время так называемыми «возобновляемыми источниками энергии» (солнечной, ветровой, приливной, геотермальной и т.д.).

Для формирования объективной оценки указанных путей получения электричества остановимся сразу на положительных аспектах функционирования АЭС, поскольку именно эта тема является наиболее актуальной в международном плане. Среди плюсов в отношении получения электроэнергии с помощью энергии атома следует выделить прежде всего самое бесспорное и главное достоинство АЭС – это сравнительно абсолютное отсутствие каких-либо вредных выбросов в атмосферу в течение всего срока существования станции. Любая рядовая тепловая электростанция (ТЭС) в любой стране мира, работающая на угле, ежесекундно выбрасывает через свои трубы значительное количество сернистого газа, оксидов азота, оксидов углерода, альдегидов, остаточной от сгорания угля золы и пыли и других вредных составляющих. Согласно имеющимся расчётным и замеренным данным на 1000 МВт установленной мощности ТЭС отмеченные суммарные мировые выбросы могут составлять от 13 000 тонн (на газовых станциях) и до 165 000 тонн (на пылеугольных) в год⁴.

Если принять во внимание, что около 2/3 электроэнергии в мире производится не только из угля, но ещё и из нефтепродуктов, то получится, что за год выбросы одного только углекислого газа всеми теплоэлектростанциями составят 13 млрд. тонн или более 40% всех мировых вредных выбросов. Отсюда следует очевидный вывод о том, что, если и дальше развивать производство электроэнергии, опираясь на преимущественное использование углеводородов, то постепенно можно прийти к существенному загрязнению атмосферы и, как следствие, к радикальному изменению климата. В этой связи роль тепловых

² Катастрофа на Фукусиме. [Электронный ресурс]. – 2011. Ресурс доступа: <https://chernobyl-zone.info/katastrofa-fukusima-v-yaaponii-prichiny-i-posledstviya.html> свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

³ Электроэнергетика мира. [Электронный ресурс]. – 2019. Ресурс доступа: https://xstud.ru/132485/geografiya/elektroenergetika_mira, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

⁴ Будущее угольных ТЭС становится неопределённым. [Электронный ресурс]. – 2018. Ресурс доступа: <https://news.rambler.ru/other/40945728-budushee-ugolnyh-tes-stanovitsya-neopredelennym/>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

электростанций на угольном топливе является достаточно проблемной темой, когда речь идет о сохранности природных ресурсов, защите окружающей среды и путях развития экономики.

Современная 1000 МВт электростанция сжигает за час работы 370, а за сутки около 9 000 тонн каменного угля высокого качества⁵. При грузоподъемности железнодорожного вагона в 60 тонн это составляет 150 вагонов в день. Добавим к этому стоимость электровозов, амортизации путей, погрузочно-разгрузочных механизмов, специальных печей и очистительных устройств и в результате получим довольно сложную и затратную систему получения электроэнергии с помощью ТЭС.

В сравнении со столь внушительными объемами сжигаемого органического сырья отдача от энергоёмкости ядерного топлива выглядит просто завораживающе. Один килограмм используемого в ядерном топливе низкообогащенного урана выделяет энергию, которую можно получить от сгорания примерно 100 тонн высококачественного каменного угля или 60 тонн нефти. Если же продолжить эти подсчёты в мировых масштабах, то ориентировочно в годовом исчислении получится, что для производства одного и того же количества электричества на ТЭС потребуется около 3 млн. тонн угля и всего 27 тонн ядерного топлива (в пересчёте на металлический уран) на АЭС⁶.

Принимая во внимание, что средние сроки эксплуатации как ТЭС, так и АЭС находятся в одинаковом порядке от 40 до 50 лет, то суммарная экономия в энергоресурсах, транспортных перевозках, экологических затратах и других составляющих при производстве электроэнергии на АЭС представляется достаточно существенной. На этом основной посыл доказательной риторики об экономических преимуществах АЭС можно было бы, вероятно, и закончить. Однако, для чистоты аналитического подхода следует указать и на достоинствах гидроэлектростанций (ГЭС), которые вообще не требуют никакого топлива и также на первый взгляд не являются экологически ущербными и на которых вырабатывается до 23% всей электроэнергии в мире.

Напомним технический процесс, сопровождающий работу ГЭС: кинетическая энергия падающей воды преобразуется во вращательную активность специальных турбин, к которым присоединён электромашинный генератор тока. Попутно заметим, что именно этот электромашинный генератор тока и является центральным звеном во всех электростанциях независимо от используемых ими источников энергии (кроме, пожалуй, солнечных). Таким образом основой получения электроэнергии на любых электростанциях является конечное приведение во вращательное движение специально для этого сконструированного генератора. Сам генератор является абсолютно экологически чистым механизмом и, таким образом, если приводящая его во вращение энергия не производится с помощью экологически вредных продуктов, то человечество получает к своим услугам идеальный источник электричества. К таким «чистым источникам» по данному критерию можно отнести упомянутые АЭС, ГЭС, а также «солнечные, ветровые, приливные, геотермальные» и другие станции естественного использования окружающих возможностей⁷. Сравним производственные достоинства приведённых типов электростанций.

Начнём с ГЭС, полезность которой, что говорится «по определению», зависит от объёмов поступающей на неё воды, что во многом связано с сезонным характером её наличия. Необходимость поддержания стабильности работы ГЭС вынуждает обустривать около неё водохранилище, которое не только выводит из оборота значительные природные площади, но и попутно меняет характер рыбного плодородия снабжающих это водохранилище рек и их притоков, а также отражается на климатических особенностях местности. Кроме того, существует и естественное препятствие к построению ГЭС – это отсутствие в регионе какого-либо полноводного источника.

Широко рекламируемые, в частности в Европе, электростанции на возобновляемых источниках энергии имеют свои пределы и недостатки, главным из которых следует считать необходимость наличия солнечных и ветреных дней, геотермальных источников и других особенностей, что делает их достаточно

⁵ Сколько угля съедает электростанция. [Электронный ресурс]. – 2019. Ресурс доступа: https://xstud.ru/132485/geografiya/elektroenergetika_mira, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

⁶ Немного банальностей об атомной энергетике. [Электронный ресурс]. – 2019. Ресурс доступа: <https://aftershock.news/?q=node/326329&full>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

⁷ Виды возобновляемых источников энергии. [Электронный ресурс]. – 2018. Ресурс доступа: <https://avtonomny-dom.ru/ekonomiya-elektroenergii/vidyi-vozobnovlyаемых-источников-energii.html>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

капризными, а главное сравнительно маломощными для нужд серьёзного производства. Кроме того, существующие на сегодня фотоэлектрические генераторы тока имеют коэффициент преобразования в районе 15%⁸, а целесообразность строительства «ветросъёмных полей» возникает по мнению американских исследователей только при условии гарантированной обеспеченности скорости ветра больше 19 км/ч. Одновременно оказалось, что, по заключениям европейских исследователей, возникаемый при работе ветровиков шум весьма негативно отражается как на самочувствии животных, так и на здоровье человека.

Таким образом, беспристрастный сравнительный анализ технико-экономических характеристик различных источников получения электроэнергии приводит к убедительному выводу о практических преимуществах атомной энергетики. Вместе с тем для её широкого международного распространения существуют и определённые проблемы, связанные с захоронением отработанного топлива и технической утилизации выведенных из строя станций.

Список литературы

1. Будущее угольных ТЭС становится неопределённым. [Электронный ресурс]. – 2018. Ресурс доступа: <https://news.rambler.ru/other/40945728-budushee-ugolnyh-tes-stanovitsya-neopredelennym/>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
2. Виды возобновляемых источников энергии. [Электронный ресурс]. – 2018. Ресурс доступа: <https://avtonomny-dom.ru/ekonomiya-elektroenergii/vidyi-vozobnovlyaemyih-istochnikov-energii.html>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
3. Катастрофа на Фукусиме. [Электронный ресурс]. – 2011. Ресурс доступа: <https://chernobyl-zone.info/katastrofa-fukusima-v-yaponii-prichiny-i-posledstviya.html> свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
4. Немного банальностей об атомной энергетике. [Электронный ресурс]. – 2019. Ресурс доступа: <https://aftershock.news/?q=node/326329&full>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
5. Первая в мире Атомная Электростанция (АЭС) в городе Обнинске. [Электронный ресурс]. – 2014. Ресурс доступа: <http://iobninsk.ru/aes/>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
6. Сколько угля съедает электростанция. [Электронный ресурс]. – 2019. Ресурс доступа: https://xstud.ru/132485/geografiya/elektoenergetika_mira, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
7. Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии. [Электронный ресурс]. – 2005. Ресурс доступа: https://xstud.ru/132485/geografiya/elektoenergetika_mira, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).
8. Электроэнергетика мира. [Электронный ресурс]. – 2019. Ресурс доступа: https://xstud.ru/132485/geografiya/elektoenergetika_mira, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

⁸ Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии. [Электронный ресурс]. – 2005. Ресурс доступа: https://xstud.ru/132485/geografiya/elektoenergetika_mira, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 23.03.2019).

СЕКЦИЯ №8.
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ
ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ**

Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Слепенков А.Е., Кузнецова О.А.

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Амурская область

Вопрос эффективности использования механизированных средств обработки почвы применительно к различным почвенно – климатическим условиям является важным и актуальным, так как от качества и сроков проведённых перед посевом сельскохозяйственных работ во многом зависит урожайность возделываемых культур, и, как следствие, валовые сборы продукции.

В Амурской области, где главной отличительной особенностью в весенний предпосевной период является наличие твердого подстилающего слоя в виде мерзлоты на глубине 10-12 сантиметров, использование высокоэффективных широкозахватных орудий во многом ограничено их массой, высоким тяговым сопротивлением и тягово-сцепными свойствами агрегируемого мобильного энергетического средства (МЭС).

Учитывая, что при движении по агрофону под передними колёсами трактора происходит объёмное смятие почвенного слоя до мерзлотного основания, задние движители, развивающие основную тяговую мощность при оптимальных скоростях, и двигающиеся по следу передних колёс, находятся в менее благоприятных условиях, что снижает их тягово-сцепные свойства, не позволяя произвести рациональное агрегатирование.

Вместе с тем, работы ряда исследователей [2-5], предлагают эффективные, методологически обоснованные, способы повышения тягово-сцепных свойств машинно-тракторного агрегата за счёт перераспределения сцепного веса между сельскохозяйственной машиной и агрегируемым МЭС. На основании проведённого патентного поиска было предложено техническое решение обозначенной задачи для машинно-тракторного агрегата в составе колёсного трактора моноблочной компоновки и тяжёлой дисковой бороны, типа БДТ-3. Принципиальные схемы устройства представлены на рисунках 1 и 2 [1].

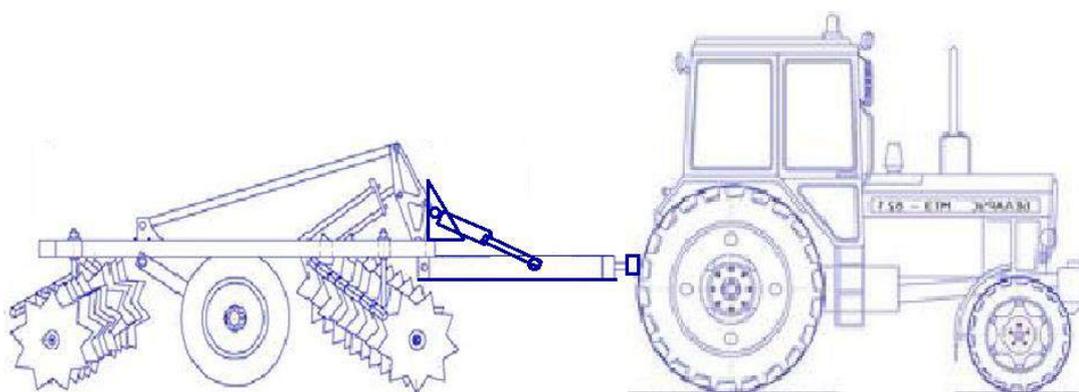


Рисунок 1- Схема МТА с установленным корректором сцепного веса тяжёлой дисковой бороны

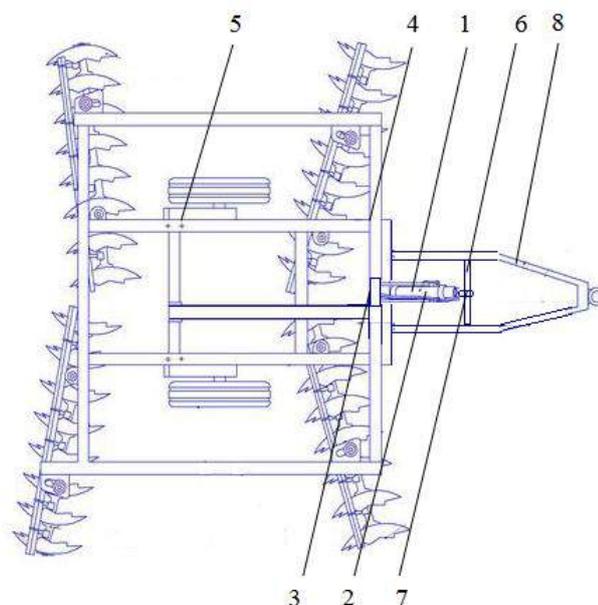


Рисунок 2-Схема дисковой бороны с установленным корректором сцепного веса (1-устройство, 2-силовой гидроцилиндр, 3- кронштейн, 4- фронтальная часть рамы,5- бороны,6- торсионной ось, 7- вилочная рабочая часть,8- сница)

Предлагаемое устройство-корректор сцепного веса тяжёлой дисковой бороны, выполнено в виде устройства 1, состоящего из силового гидроцилиндра 2, установленного в кронштейне 3 на верхней фронтальной части рамы 4 бороны 5 и торсионной оси 6, проходящей через вилочную рабочую часть 7 силового гидроцилиндра 2 и встроенной между поперечинами сницы 8 бороны 5.

Устройство работает следующим образом:

При движении МТА и необходимости уменьшения заглубления дискаторных рабочих органов или увеличения тягово-сцепных свойств водитель-оператор при помощи гидрораспределителя подаёт рабочую жидкость в силовой гидроцилиндр 2, шток которого при выходе давит на торсионную ось 6, прижимая сницу 8 бороны 5 в сцепном устройстве энергетического средства, перераспределяя сцепной вес с рамы 4 бороны 5 на задний ведущий мост буксирующего энергетического средства, что позволяет увеличить тягово-сцепные свойства колёсного трактора, снизить буксование движителей, повысить агротехнические скорости движения МТА и регулировать глубину заглубления дискаторных рабочих органов бороны.

При необходимости заглубления дискаторных рабочих органов, водитель-оператор при помощи гидрораспределителя подаёт рабочую жидкость в силовой гидроцилиндр 2, шток которого при задвижении приподнимает через торсионную ось 6 сницу 8 бороны 5, усиливая нагрузку на вертикальных шарнирах крепления сницы 8 и сцепном устройстве энергетического средства, приподнимая его и перераспределяя сцепной вес со сцепного устройства и заднего ведущего моста энергетического средства на раму 4 бороны 5, позволяя регулировать глубину заглубления дискаторных рабочих органов бороны в движении.

При отсутствии необходимости передвижения с подключенным корректором сцепного веса тяжёлой дисковой бороны, водитель-оператор гидрораспределитель трактора не активирует и устройство не подключает.

Использование данной полезной модели, обладающей высокой надёжностью, низкой себестоимостью, удобством в обслуживании и эксплуатации, при достаточно несложной конструкции и простоте изготовления корректора сцепного веса тяжёлой дисковой бороны позволит

увеличить тягово-сцепные свойства и агротехническую скорость буксирующего энергетического средства, снизить массу и металлоёмкость конструкции сельскохозяйственной машины-бороны, уменьшит полные энергетических затраты МТА, улучшит качество предпосевной обработки бороной и повысит удобство при её эксплуатации, что приведёт к экономии энергозатрат и увеличит экономический эффект от его применения в сельском хозяйстве Российской Федерации.

Список литературы

- 1.Корректор сцепного веса тяжёлой дисковой бороны /Щитов С.В, Кузнецов Е.Е.// Пат. на полезную модель № 166919 Рос. Федерация заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет. заявл. 24.05.2016, зарегистрирована 24.05.2016, опубл. 10.12.2016 Бюл. № 34. 10 с.
- 2.Кривуца, З.Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области: дис. д-ра техн.наук:05.20.01.Благовещенск, 2015.-362 с.
- 3.Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017.- 312 с.
- 4.Щитов, С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009.- 325 с.
- 5.Increasing The Shallowness Of The Wheeled Tractors / Shchitov SV, Tikhonchuk PV, Bumbar IV, Krivuca ZF, Samuilo Vv, Yakimenko AV, Mitrokhina OP // Journal of Mechanical Engineering. -1752. 41 (2) (2018) p. 31-34 Website: <https://jmerd.org.my/Paper/2018%2C%20VOLUME%202%2C%20ISSUE%202/31-34.pdfnull>

СПОСОБ КОРРЕКТИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Кузнецов Е.Е., Кривуца З.Ф., Кушнарев А.Н., Марков С.Н.

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Амурская область

Рациональность применения колесных тракторов на внутрихозяйственных перевозках в качестве транспортно-технологического комплекса обосновывается как возможностью их движения по дорогам различных технических категорий с достаточно высокими скоростями, так и высокой проходимостью, и маневренными качествами[1, 3 ,6].

Учитывая, что насыщенность тракторами на 1000 га пашни составляет: в Италии-211, Германии-83, США-27, Индии-12, России-3, использование тракторно-транспортных агрегатов (ТТА) в технологии производства сельскохозяйственной продукции является перспективной и значимой отраслью мирового агропромышленного комплекса.

Вместе с тем, согласно требований ГОСТ Р 52399-2005 для дорог 4-5 технической категории, являющихся основными в Российской Федерации при транспортировке грузов в сельской местности и непосредственного движения транспортных средств установлена ширина проезжей части в 3,0 метра. При этом действующие правила дорожного движения и требования к габаритам транспортных средств ограничивают движение тракторно-транспортных поездов по дорогам общего пользования их длиной и возможностью следования по ограниченным транспортным коридорам в повороте, что не всегда возможно при транспортировке одним мобильным энергетическим средством нескольких транспортных прицепов.

Оценка исследований ряда авторов [4,5,7,8] и анализ современного уровня техники позволили предложить решение этой задачи способом установки в ходовую систему ТТА перспективной конструкции- догружающего устройства машинно-тракторного агрегата, обладающего возможностями корректирования траектории движения тракторного поезда в повороте и регулирования его тягово-сцепных свойств [2]. Принципиальные схемы устройства представлены на рисунке 1а-1в.

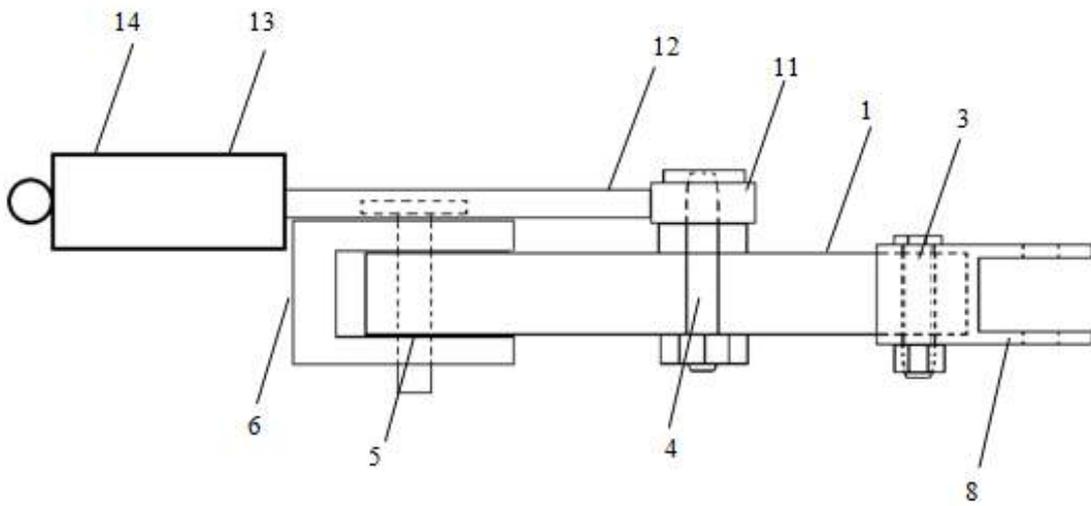


Рисунок 1 а - Принципиальная схема догружающего устройства машинно - тракторного агрегата

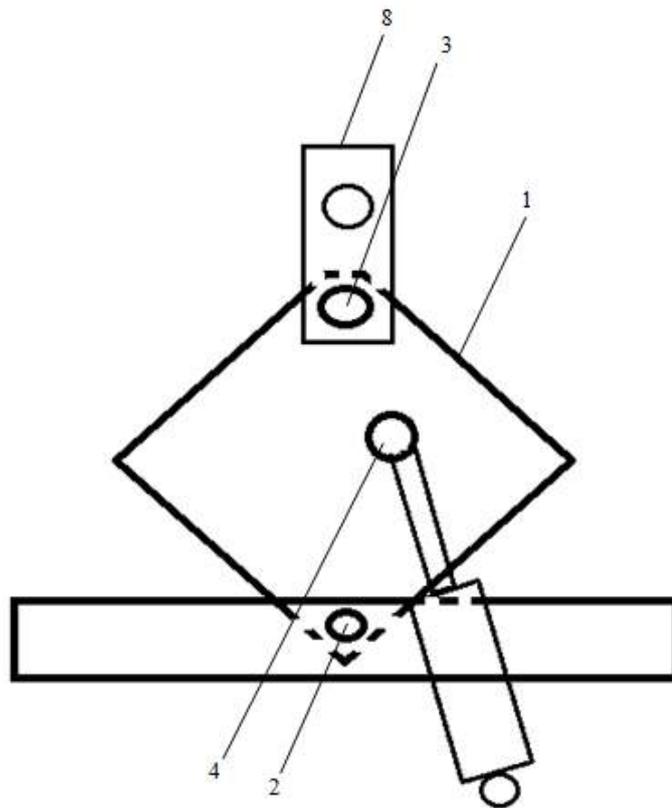


Рисунок 1 б - Принципиальная схема догружающего устройства машинно - тракторного агрегата (вид сверху)

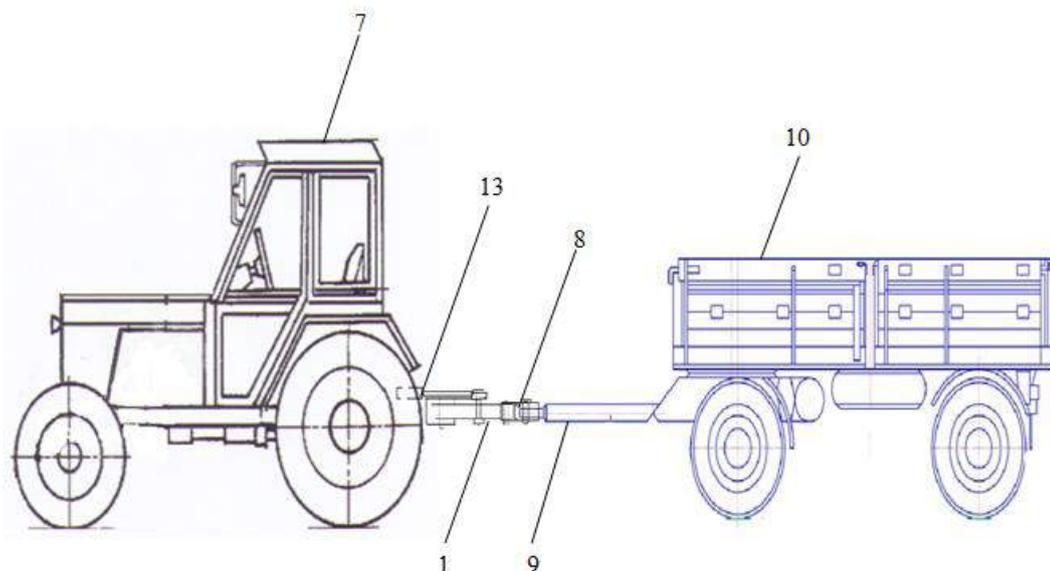


Рисунок 1в- Профильный вид агрегата с установленным догружающим устройством машинно-тракторного агрегата

Догружающее устройство машинно - тракторного агрегата содержит плоскую квадратную план-шайбу 1 со сквозными диагональными установочными 2, 3 и крепёжным 4 отверстиями, установленную на шарнире 5 в поперечине 6, объединяющей нижние продольные рычаги навески трактора 7 и выполненной из швеллерной балки с параллельными гранями полок, в диагональном установочном отверстии 3 плоской квадратной план-шайбы 1 шарнирно установлено буксирное устройство 8 для сцепки с дышлом 9 прицепа 10, а в крепёжном отверстии 4 план-шайбы 1 с верхней стороны шарнирно закреплена вилка 11 рабочего штока 12 силового гидроцилиндра 13, корпус 14 которого проушиной установлен в тыльной части корпуса (силовом элементе кузова) трактора 7. Устройство также включает в себя гидросистему трактора, позиционный регулятор и датчики буксования, установленные на ведущих колёсах трактора (на рисунке не указаны).

Устройство работает следующим образом:

При передвижении агроагрегата, состоящего из буксирующего колёсного трактора 7 и прицепа 10, по грунтам с низкой несущей способностью, и увеличении величины буксования на одном из ведущих колёс оператором трактора включается гидрораспределитель и через распределитель задвигается или выдвигается рабочий шток силового гидроцилиндра, при этом плоская квадратная план-шайба 1 поворачивается в шарнире 5, вертикально фиксируясь в поперечине 6 создающимся пассивным замком между поверхностью план-шайбы 1 и параллельными гранями полок швеллерной балки, передавая часть собственной нагрузки агрегируемого прицепа через его дышло на подвеску и ведущие колёса буксирующего колёсного трактора и побортно перемещая точку приложения сцепного веса прицепа, что позволяет снизить буксование, увеличить тяговое усилие и агротехническую проходимость, а, следовательно, повысит производительности колёсных тракторов при агрегатировании с прицепами в ходе выполнения хозяйственных работ.

При отсутствии необходимости передвижения с подключенным догружающим устройством машинно - тракторного агрегата оператором буксирующего колёсного трактора гидрораспределитель не подключается и перераспределение собственной нагрузки с прицепа на подвеску и ведущие колёса буксирующего колёсного трактора не производится.

Использование данного изобретения, обладающего высокой надёжностью, низкой себестоимостью, удобством в обслуживании и эксплуатации, при достаточно простой конструкции и простоте изготовления догружающего устройства машинно - тракторного агрегата, позволит увеличить проходимость и производительность колесных тракторов при их агрегатировании с прицепами, повысит их тягово-сцепные свойства при выполнении энергоёмких работ, позволит следовать по безопасным транспортным коридорам в повороте и увеличить скорость движения ТТА, что приведёт к экономии энергозатрат и получению значимого экономического эффекта от его применения в сельском хозяйстве.

Список литературы

1. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, Пехутов А.С.// Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2012.- №4.- С. 26-27
- 2.Догружающее устройство машинно-тракторного агрегата /Щитов С.В, Кузнецов Е.Е.// Пат. на изобретение № 2613367 Рос. Федерация заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет. заявл. 13.08.2015, зарегистрирована 13.08.2015, опубл. 16.03.2017 Бюл. № 8. 10 с.
- 3.Кривуца, З.Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области:дис. д-ра техн.наук:05.20.01.Благовещенск, 2015.-362 с.
- 4.Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017.- 312 с.
- 5.Кузнецов, Е.Е. Методологическое обоснование выбора конструкции устройств рационального перераспределения сцепного веса /Е.Е. Кузнецов, С.В.Щитов и др.// Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо».-2016.-№2(24).-24 с.
- 6.Худовец В.И., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2013.-153 с.
- 7.Щитов, С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009.- 325 с.
- 8.Increasing The Shallowness Of The Wheeled Tractors / Shchitov SV, Tikhonchuk PV, Bumbar IV, Krivuca ZF, Samuilov Vv, Yakimenko AV, Mitrokhina OP // Journal of Mechanical Engineering. -1752. 41 (2) (2018) p. 31-34 Website: <https://jmerd.org.my/Paper/2018%2C%20VOLUME%20%2C%20ISSUE%20/31-34.pdfnull>

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТАТИЧЕСКИХ СХЕМ МНОГОПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ СО СТАЛЬНЫМ КАРКАСОМ И ПОДСТРОПИЛЬНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ

Бобылева Д.Ю.

ОГУ, РФ, г. Оренбург

Аннотация. В статье рассмотрены две системы стального трехпролетного каркаса: с жесткими узлами сопряжения стропильных и подстропильных ферм с колоннами и колонн с фундаментами; с шарнирными узлами сопряжения стропильных и подстропильных ферм с колоннами, при жестком заземлении колонн на фундаментах. Выполнен расчет пространственного каркаса на различные варианты нагрузок. Проведена оценка напряжений в элементах верхнего пояса стропильных ферм каркаса для обоих вариантов статических схем каркаса.

Ключевые слова: стальной каркас, стропильные фермы, подстропильные фермы, напряжения, жесткое сопряжение, шарнирный узел, расчетная схема, стержневые конечные элементы, пластинчатые конечные элементы, расчетная нагрузка, нормативная нагрузка, статический расчет, анализ.

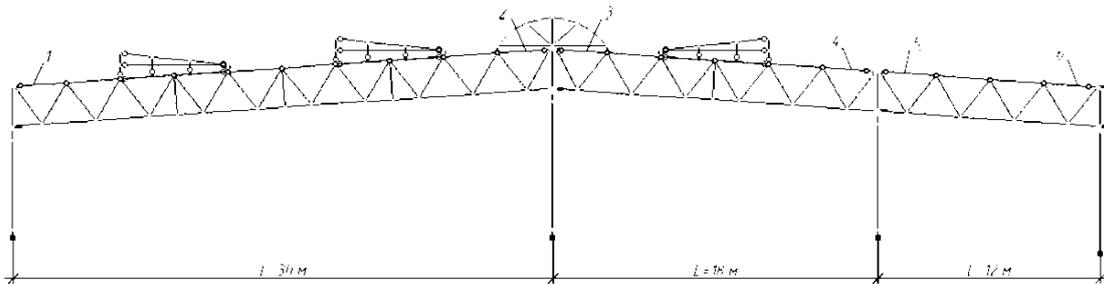
Проектирование стальных каркасов многопролетных зданий с подстропильными конструкциями является довольно сложной для проектировщика задачей, особенно в том случае, когда за основной критерий при разработке конструктивных решений принимается снижение расхода стали на несущие конструкции. В зданиях с одинаковым шагом колонн и стропильных ферм во всех пролетах эта задача успешно решается заменой шарнирных узлов сопряжения стропильных конструкций с колоннами каркаса на жесткие, в то время как для зданий с подстропильными конструкциями такое решение может привести к нарушению пространственной жесткости всего каркаса из-за повышенной деформативности продольных конструкций.

В качестве объекта исследования влияния жесткости узлов на напряженное состояние его элементов принято здание склада готовой продукции одного из предприятий Оренбургской области. Одной из особенностей объекта является опирание фундаментов на насыпной грунт карьера (вблизи участка строительства располагается гипсовый рудник). Каркас здания - стальной, состоящий из колонн, стропильных и подстропильных ферм, прогонов, связей и фахверка, соединенных между собой в пространственную систему, воспринимающую вертикальные и горизонтальные нагрузки. Размеры здания в плане 147,5х60,0 м. Высота здания от пола до низа стропильных конструкций переменная: от 5,91 м до 8,0 м. Здание – трехпролетное, с пролетами 12 м, 18 м и 30 м. Металлоконструкции каркаса здания запроектированы из следующих профилей: колонны – из прокатных двутавровых профилей с параллельными гранями полок 40К2 по ГОСТ 26020-83 – шаг 12 м и 30К2 по ГОСТ 26020-83 – шаг 12 м и 6 м; фермы – из спаренных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93; связи по колоннам и в покрытии – из спаренных равнополочных уголков и стальных гнутых замкнутых профилей квадратного сечения; прогоны покрытия – из прокатных швеллеров с уклоном внутренних граней полок №24 по ГОСТ 8240-97, с развязкой в середине пролета в плоскости ската тяжами из круглой стали диаметром 18 мм по ГОСТ 2590-88.

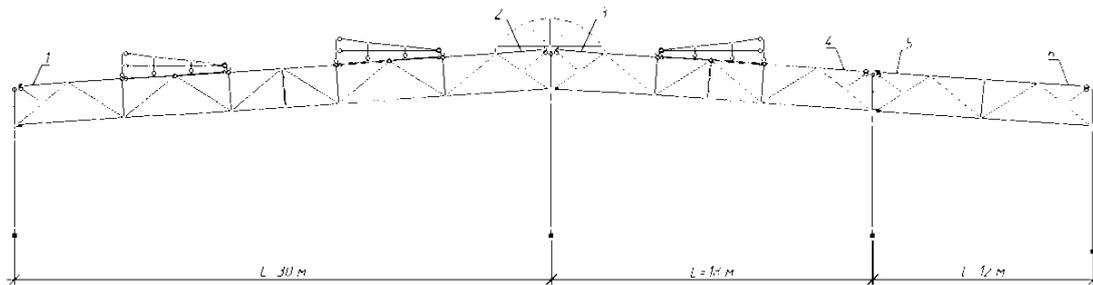
Все заводские соединения конструкций приняты сварными. Монтажные соединения приняты частично сварными, частично на болтах нормальной точности. Укрупнительные стыки ферм выполнены на болтах М20 с присоединением элементов ферм к общей фасонке при помощи монтажной сварки. Вертикальные связи по покрытию крепятся к фермам монтажными болтами М16. Стропильные фермы крепятся к подстропильным фермам при помощи монтажных болтов М24. Горизонтальные связи по покрытию фиксируются на стропильных фермах болтами М16 и дополнительно фасонка связей приваривается к фасонке ферм.

Для оценки напряжений в элементах каркаса были сформированы две расчетные схемы здания в ПК ЛИРА-САПР (Рисунок 1) и приложены соответствующие постоянные и временные нагрузки. Основной каркас здания смоделирован стержневыми конечными элементами, имеющими шесть степеней свободы. Узлы стропильных и подстропильных ферм в плоскости конструкций приняты жесткими, но за счет гибкости фасонки, в узлах разрешен поворот из плоскости конструкций (относительно оси Z). Узлы крепления связей, распорок, тяжей приняты шарнирными, разрешены повороты относительно осей Z и Y (UZ, UY). В соответствии с проектным решением присоединение стропильных и подстропильных ферм к надколонникам, а также стропильных ферм к подстропильным выполнено жестким. Основные колонны жестко заземлены на фундаментах. Для второй расчетной схемы выполнена перекомпоновка стропильных и подстропильных ферм, принято серийное конструктивное решение с восходящими опорными раскосами и шарнирными верхними узлами примыкания стропильных ферм к надколонникам и стропильных ферм к подстропильным конструкциям. В верхнем узле разрешены повороты относительно осей Z и Y (UZ, UY) и перемещение по оси X для стропильных ферм, по оси Y для подстропильных ферм, нижний узел принят жестким, фланцевым. Ограждающие конструкции смоделированы прямоугольными четырех-узловыми пластинчатыми конечными элементами с нулевой жесткостью для исключения совместной работы элементов ограждения с основными несущими элементами каркаса.

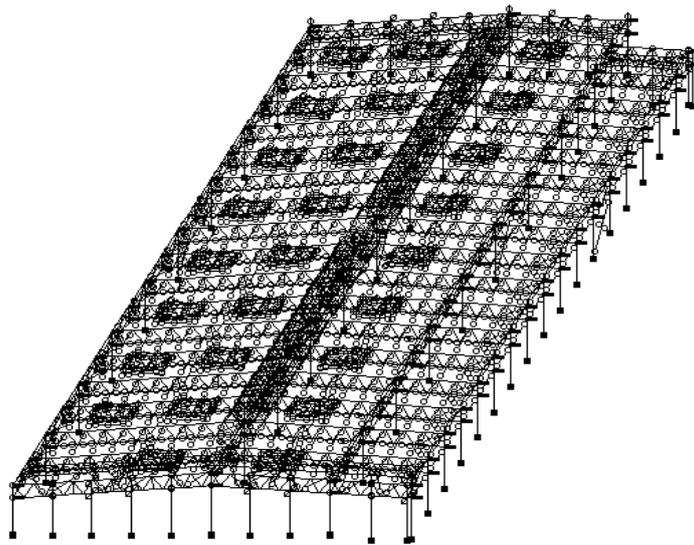
а)



б)



в)



а) расчетная схема каркаса с жесткими узлами; б) расчетная схема с шарнирными узлами;
в) общий вид исследуемого объекта

Рисунок 1 – Расчетные схемы исследуемого объекта

Для оценки напряжения в элементах каркаса в расчет были введены несколько видов нагружений:

- постоянная нагрузка, включающая собственный вес металлических конструкций каркаса (учтен автоматически в ПК ЛИРА-САПР), вес стенового ограждения (стеновые сэндвич панели), вес кровли (кровля рулонная по профилированному настилу Н114-600-0,9 по ГОСТ 24045-2016 с минераловатным утеплителем общей толщиной 100 мм, гидроизоляционный ковер - ПВХ мембрана);

- снеговая нагрузка: равномерная на трех пролетах, и неравномерная - снег на одном пролете $L=30$ м; также в снеговой нагрузке учтена дополнительная нагрузка в зонах повышенного отложения снега вокруг фонарей и у парапета примыкающего здания, определенная с помощью программы Base 8.1;

- отдельным нагружением заданы осадки колонн, полученные в результате проведенного обследования на объекте.

Максимальная осадка колонны выявлена на пересечении осей 23-Л и составляет 197 мм. Максимальная разность осадок колонн в поперечном направлении составила 104 мм по оси 23, в продольном направлении – 157 мм по оси Л. Основными причинами возникновения неравномерных осадок колонн каркаса здания являются строительство на насыпном глинистом грунте, который характеризуется неоднородностью, неравномерной сжимаемостью, возможностью самоуплотнения при изменении гидрогеологических условий, а также сбор и перемещение атмосферных осадков и талых вод в слое щебня и распространение этих вод в слое насыпного неоднородного грунта.

В результате выполненного статического расчета пространственного каркаса здания с различными статическими схемами определены максимальные напряжения в приопорных панелях верхних поясов стропильных ферм, расположенных по оси 23 с наибольшей разностью осадок колонн (Таблица 1). Маркировка панелей стропильных ферм приведена на рисунках 1а и 1б.

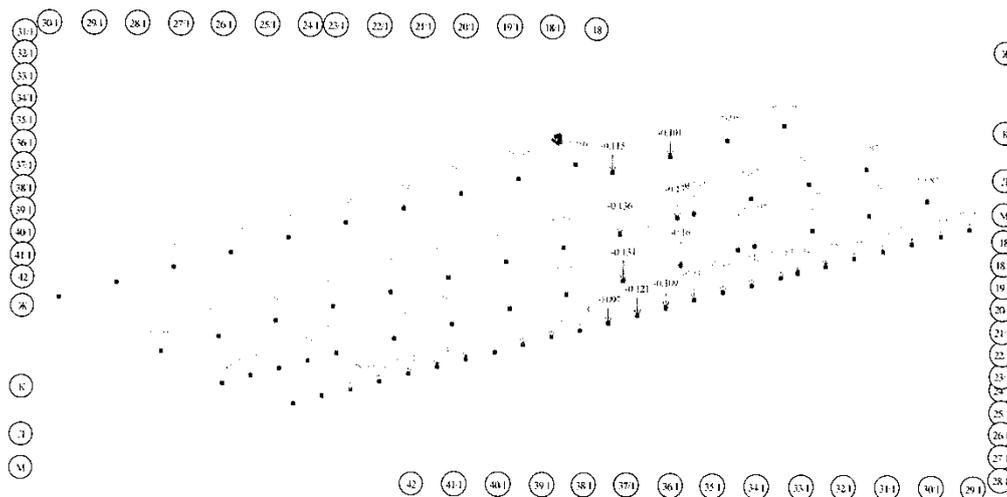


Рисунок 2 – Схема неравномерных осадок колонн

Таблица 1 – Напряжения в приопорных панелях верхних поясов стропильных ферм, кН/см²

| Вариант расчетной схемы | Стропильные фермы по оси 23 | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | L=30 м | | L=18 м | | L=12 м | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| С жесткими узлами | -0,29 | +22,36 | +25,52 | -16,08 | -44,23 | -5,14 |
| С шарнирными узлами | +2,46 | +2,35 | +1,77 | -4,20 | -11,30 | +3,89 |

Анализ полученных результатов расчетов показал следующее:

- в первой расчетной схеме каркаса с жесткими узлами сопряжения ригеля с колоннами и подстропильными фермами напряжения в приопорных панелях поясов ферм пролетом 18 м и 12 м имеют отрицательные значения (панели сжаты) и превышают расчетное сопротивление стали С245, из которой изготовлены конструкции, в 1,06 и 1,8 раза соответственно, что привело к аварийной ситуации в процессе эксплуатации здания;

- во второй расчетной схеме с шарнирными узлами сопряжения стропильных ферм с колоннами и подстропильными конструкциями напряжения в приопорных панелях верхних поясов ферм с пролетами 30м и 18м имеют положительное значение существенно ниже расчетного сопротивления стали С245 и только в одной панели фермы пролетом 12м у колонны по оси «Л» с максимальной осадкой имеют отрицательное значение, в 2,12 раза меньше расчетного сопротивления.

Таким образом, по результатам расчета пространственного каркаса исследуемого объекта в ПК «ЛИРА-САПР» можно сделать следующие выводы:

- принятые в проекте и реализованные при строительстве объекта жесткие узлы сопряжения стропильных ферм с подстропильными фермами и надколонниками в условиях строительства на насыпных грунтах являются проектной ошибкой, которая привела к аварийной ситуации; кроме того, жесткие узлы

сопряжения стропильных ферм с подстропильными в каркасах многопролетных зданий с разными пролетами создают условия для работы подстропильных ферм из их плоскости, что может привести к нарушению пространственной жесткости каркасов;

- в связи с тем, что неравномерные осадки оснований фундаментов могут возникать не только при строительстве на насыпных или просадочных грунтах, но и быть следствием различных техногенных факторов, на стадии разработки проектных решений аналогичных объектов одноэтажных зданий с подстропильными конструкциями следует предусматривать шарнирные узлы опирания стропильных и подстропильных ферм на колонны и стропильных ферм на подстропильные конструкции.

Список литературы

1. Барабаш М.С. Современные технологии расчета и проектирования металлических и деревянных конструкций - М.: Изд-во АСВ, 2010. – 336 с.
2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции /Минрегион России, - М.; Минрегион России, 2011. - 177 с.
3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия /ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – М.: Институт ОАО Строительство, 2010. – 79 с.
4. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции / ЦНИИПСК им. Мельникова - М.; Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2012. - 196 с.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Васин А.Н.

студент магистратуры

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва

Аннотация. В данной статье рассматривается отечественный и зарубежный опыт благоустройства прилегающих к реке территорий. Изучив реализованные проекты набережных разных стран, мной были выявлены современные тенденции проектирования и благоустройства прибрежных общественных пространств.

Ключевые слова: прибрежная территория, набережная, благоустройство, рекреация.

Развитие городов всегда было тесно связано с их расположением на берегах реки. Во все времена река неизменно сохраняла свою значимость для населённых пунктов. Проследив за историей существования человечества, можно заметить, что люди предпочитали возводить свои поселения на берегу рек, озёр и морей, так как вода являлась важной транспортной артерией, местом добывания пищи, стирки и т.д.

Для большинства населённых пунктов и сейчас, набережная – это главная улица города. Здесь назначаются различные встречи и свидания, днем - это любимое место прогулок пожилых людей и молодых пар с детьми, а вечером – шумных молодежных компаний.

В настоящее время уже нет необходимости в большом количестве гаваней, портов и причалов. Прибрежные зоны стали активно преобразовывать в абсолютно иные, по своей функции пространства.

Набережные всё чаще становятся местом для прогулок, общения и отдыха городских жителей. Неудивительно, ведь шум прибоя, прогулки у реки и наблюдение за водной гладью, являются отличными способами релаксации, после тяжёлого рабочего дня. В связи с этим, по всему миру с каждым годом проводятся всё больше мероприятий по благоустройству прибрежных территорий, но у каждой страны имеются свои взгляды и методы по благоустройству водных пространств. Выделим основные современные тенденции в проектировании прибрежных территорий, на примере зарубежного и отечественного опыта.

Отечественный опыт.

Крымская набережная. г. Москва. (рис.1)

После проведённой реконструкции, Крымская набережная, еще недавно неприветливая и отделённая от ЦДХ и парка Музеон забором, изменилась до неузнаваемости. Проезжая часть стала местом

для прогулок, прямо из-под земли забили фонтаны со встроенной системой динамического освещения, позволяющей задавать различные сценарии цветоцветовых сцен. Вместо стихийного вернисажа появился павильон для художников, покрытый волнообразной крышей. Основным архитектурным элементом оформления набережной стала волна, в форме неё сделаны скамейки, велосипедные и пешеходные зоны, образующие искусственный рельеф. Набережная стала продолжением зелёной линии парка Горького, расположенного за Крымским мостом и органичной частью парка Музеон. После такой реновации, набережная получила широкое функциональное наполнение, вследствие чего приобрела статус популярного места для посещения как жителей, так и гостей столицы. [1].



рис.1 Крымская набережная (г. Москва)

Центральная набережная. г. Геленджик. (рис.2.)

Центральная набережная – одна из самых значительных достопримечательностей города, которая, в свою очередь, включает в себя другие знаменательные места. Набережная является самой протяжённой набережной во всём мире. Ее протяженность составляет 8 километров! Условно набережную принято делить на три части: центральную, северную и южную. Из-за своей протяжённости, она имеет необычайно широкое функциональное зонирование. Помимо пешеходной зоны, которая растянулась на восемь километров, на набережной присутствует множество зон отдыха, большое количество ресторанов и баров, обустроенные детские площадки, спортивные тренажёры, пляжи, пункты проката велосипедов, роликов, сигвеев. Кроме этого, имеются и уникальные объекты, такие как: огромный аквапарк, парки аттракционов, большой причал, маяк. По вечерам здесь собираются музыканты, танцоры и уличные художники, устраиваются различные представления, собирающие толпы людей. Обладая таким насыщенным набором функций, набережная является важным общественным пространством не только общегородского значения, но и всего Черноморского побережья [2].



рис. 2 Центральная набережная (г. Геленджик).

Уникальность этого проекта в том, что это единственная четырехуровневая набережная в России. Её общая высота составляет 24 метра, а протяжённость более 4 километров. По всей длине набережной, расположено большое количество мест для отдыха и времяпровождения. Здесь находится множество скульптур, бронзовые барельефы, посвященные истории Тюмени, портреты выдающихся жителей города, установлена гранитная карта исторического центра. Набережная будет использоваться круглый год. На склоне запроектирована многоуровневая автомобильная стоянка. Проект предусматривает наличие затопляемой части во время половодья, поэтому нижний уровень и лестничные спуски полностью выполнены в граните. [3]

Набережная реки Туры. г. Тюмень. (рис.3)



рис.3 Набережная р. Туры (г. Тюмень)

Зарубежный опыт

Набережная Хорнсберг. Стокгольм, Швеция. (рис.4)

Хорнсберг - общественная набережная, практически в центре Стокгольма. Состоит из четырех зон с разным функциональным наполнением, объединенных между собой пешеходным маршрутом. Данное прибрежное пространство расположено прямо у кромки воды. Здесь предусмотрены зоны для тихого отдыха, прогулочные дорожки, находящиеся в разных уровнях, три небольших пирса, расположенных на воде. В жаркие летние дни озелененная набережная становится оазисом для местных жителей. Люди приходят сюда для того, что отдыхать и устраивать семейные пикники на лужайках, купаться и загорать на деревянных помостах. Проект демонстрирует, что набережная в городской среде - это не всегда закрытое и огороженное от воды пространство. [4].



рис.4 Набережная Хорнсберг. (Стокгольм, Швеция)

Центральная набережная. Торонто, Канада. (рис.5)

За последние годы набережная преобразилась до неузнаваемости. Были построены специальные пешеходные и велодорожки, оборудованы площадки для детей и оригинальные зоны отдыха. Протяженность обновленной территории составляет более 4 км, во время прогулки по ней, встречается

масса интересных конструкций. Одной из главных достопримечательностей набережной считается волнообразная конструкция Spadina, площадь которой составляет 620 кв. метров. На сооружение этой невероятной конструкции понадобилось более 3500 деревянных досок. Здесь есть и другие оригинальные волнообразные участки дороги, которые очень нравятся детям и любителям кататься на скейтбордах и роликах. Значительная часть конструкций, представленных на набережной, выполнены из дерева, а в пластике малых архитектурных форм чётко прослеживаются изгибы волны. На сегодняшний день проект центральной набережной, который удалось реализовать в Торонто, считается одним из самых передовых и необычных в мире. [5].



Рис.5 Центральная набережная Торонто (Торонто, Канада)

Набережная Барселоны. Испания (рис.6)

Ещё 25 лет назад на месте этой прекрасной набережной в Барселоне был только шумный порт и десятки складских помещений. Толчком к преобразованию этого района и строительству набережной, послужили Олимпийские игры 1992 г. За считанные месяцы бывший портовый район преобразился до неузнаваемости. На побережье построили высокотехнологичные отели, открыли рестораны и бары, оборудовали ландшафтные сады. Набережная Барселоны считается одним из лучших в городе мест для пеших прогулок, но так же здесь предусмотрены и велодорожки. Одной из главных достопримечательностей этих мест считается разводной мост Рамбла-де Маар, а тем, кто любит необычные достопримечательности, обязательно понравятся установленные недалеко от моста плавучие скульптуры. Еще одним знаковым объектом на набережной является колонна Колумба, рядом с которой расположен причал. Здесь всегда пришвартовано несколько яхт, предназначенных для увлекательных экскурсий. [6].



рис.6. Набережная Барселоны. Испания

Вывод. Изучив зарубежный и отечественный опыт проектирования и благоустройства набережных, следует сделать вывод, что главной тенденцией в проектировании прибрежных зон, является их насыщение как можно большим количеством различных функций. За счёт большой протяжённости прибрежных

территорий, функциональные зоны накладываются на пешеходные коммуникации, вследствие чего территория приобретает линейную структуру. Современные набережные – это рекреационное пространство, которое должно быть благоустроенным, комфортным и предназначенным для проведения как спокойного, так и активного отдыха.

Список источников и литературы

1. Крымская набережная. [Электронный ресурс]. URL: <http://wowhaus.ru/urbanistics/crimea-quay.html>
2. Центральная набережная. г.Геленджик. [Электронный ресурс]. URL: <http://vetert.ru/rossiya/gelendzhik/sights/536-centralnaya-naberezhnaya.php>
3. Набережная реки Тура. г.Тюмень. [Электронный ресурс]. URL: <https://biathlon2015.csp72.ru/otyumeni/naberejnaya-tury-tyumen/>
4. Набережная Hornsberg. Стокгольм. [Электронный ресурс]. 19.05.2013. URL: <http://www.arhinovosti.ru/2013/05/19/park-hornsbergs-strandpark-ot-nyrens-arkitektkontor-stokgolmshveciya/>
5. Центральная набережная Торонто. Канада. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.orangesmile.com/extreme/ru/best-embankments/toronto-central-waterfront.htm#object-gallery>
6. Набережная Барселоны. Испания. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.orangesmile.com/extreme/ru/best-embankments/waterfront-in-barcelona.htm#object-gallery>

ЭКОСТРОИТЕЛЬСТВО КАК ФАКТОР СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Понявина Н.А., Зубарева Ю.В., Черенков М.П.

ВГТУ, РФ, г. Воронеж

С начала XX века в России наблюдается повышение роли городов в социально – экономическом развитии общества. Рост городов, концентрация населения в них и распространение городского образа жизни на всю сеть поселений являются характерными чертами процесса урбанизации. По данным отчета «World Urbanization Prospects» ООН за 2018 год доля жителей городской местности в России составляет 74,40% [1]. Однако прогрессивные темпы урбанизации значительно усугубили проблемы городов. Неотъемлемой частью городского образа жизни становятся проблемы транспорта, скученности и обновления жилищного фонда. В настоящее время в России актуальным становится вопрос формирования комфортной городской среды, призванной разрешить наиболее острые проблемы городов.

Комфортная городская среда характеризуется совокупностью природных, архитектурно – планировочных, экологических и других факторов. На сегодняшний день можно выделить несколько основных принципов формирования комфортной городской среды:

- достойный уровень предоставляемых бытовых услуг;
 - сбалансированная инфраструктура (удовлетворение нужд всех участников дорожного движения; наличие крупных пересадочных узлов);
 - гармоничная организация жизненного пространства (контроль уровня плотности заселения);
 - приемлемый уровень шумового и информационного «загрязнения»;
 - возможность удовлетворения социальных, культурных и рекреационных потребностей горожан
- [2].

В ходе формирования комфортной городской среды особое внимание уделяется поддержанию экологического баланса. На сегодняшний день процесс модернизации городской среды должен быть направлен на создание эколого–экономического механизма, позволяющего повысить эффективность экономики при снижении деструктивного воздействия на окружающую среду. Данное объединение производственных и природоохранных процессов возможно при соблюдении следующих принципов:

1. Рациональное и функциональное зонирование городов.
2. Проведение мониторинга экологического состояния городской территории.
3. Оптимизация утилизации всех видов производственных и бытовых отходов.

4. Контроль использования природных ресурсов.
5. Модернизация и реконструкция жилищного фонда и инженерных сетей.

На данный момент эти принципы находят отражение в реализации проектов экостроительной отрасли. Таким образом, экостроительство является одним из ключевых факторов совершенствования городской среды.

Экостроительство («зеленое» строительство) – вид строительства, направленный на минимизацию антропогенного вмешательства на окружающую природную среду. Данный вид строительного производства предполагает снижение объемов отходов и эффективное использование ресурсов на каждом этапе строительства и эксплуатации объектов недвижимости [3,4].

На сегодняшний день можно выделить следующие направления экостроительства: разработка и использование энергосберегающих производственных технологий (сокращение использования энергетических, материальных и трудовых ресурсов в процессе строительства), возможность повторного использования материалов строительного производства, проектирование функционально-пространственной среды зданий, совершенствование нормативно-правового регулирования строительства [5]. Данные мероприятия позволят повысить экологическую безопасность и экономичность зданий, а также гармонизировать баланс технологичности и экологичности городской среды.

Оценить текущее состояние городских территорий позволяет методика определения индекса качества городской среды муниципальных образований РФ, утвержденная министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства в 2017 году [6]. Для анализа качества среды городов рассматриваются шесть типов пространств (жилье, общественно-деловая инфраструктура, социально-досуговая инфраструктура, зеленые территории, уличная инфраструктура и общегородское пространство), которые оценивают по пяти критериям (безопасность, комфорт, экологичность, идентичность, разнообразие и современность среды). Данный инструмент позволяет выявить наиболее актуальные проблемы городского пространства [7].

Рассмотрим работу методики определения индекса качества городской среды на примере г. Воронежа. На сегодняшний день общая оценка состояния городской среды составляет всего 141 балл (47%) и характеризуется как плохая [8]. Подробная оценка шести типов пространств представлена на рисунке (рис.1).

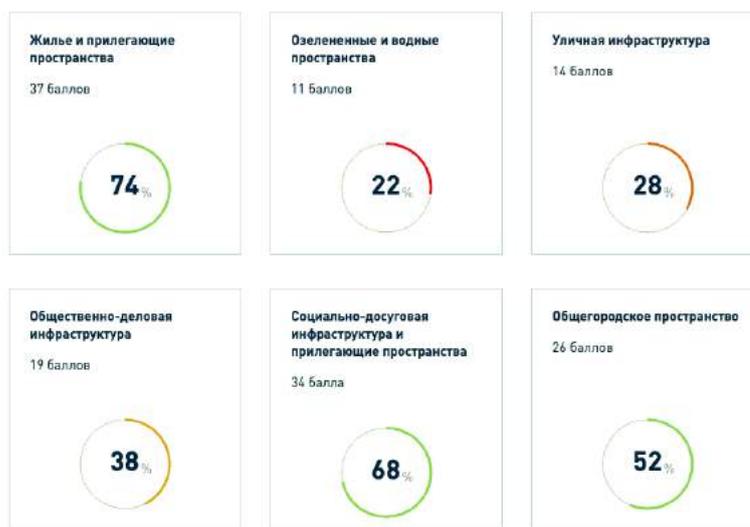


Рис.1. Индекс качества городской среды г. Воронеж по типам пространств

По данным индекса на сегодняшний день «Жилье и прилегающие пространства» г. Воронежа оцениваются в 37 баллов, при этом показатель экологичности находится на достаточно низком уровне (рис.2). На основе этих данных можно утверждать, что формирование комфортной городской среды невозможно без применения экостроительных принципов. Приоритетным направлением становится повышение эколого-экономической эффективности жилищного фонда.

Жилье и прилегающие пространства

141 балл— общая оценка **47%**

| | |
|-----------------------------|----|
| Безопасность | 9 |
| Комфорт | 8 |
| Экологичность | 6 |
| Идентичность и разнообразие | 10 |
| Современность среды | 4 |

Рис.2. Индекс качества городской среды г. Воронеж «Жилье и прилегающие пространства»

Повысить экономическую эффективность и экологическую безопасность объектов нового строительства позволяет комплексный подход к проектированию зданий такого типа. Снизить ресурсоемкость объекта недвижимости возможно только при тщательном отборе ресурсосберегающих мероприятий на всех этапах жизненного цикла здания. На стадии предпроектной подготовки следует разработать и сравнить варианты архитектурно-градостроительных концепций, провести анализ строительной площадки, определить технико-экономические показатели объемно-планировочных решений. На этапе проектирования следует рассмотреть оптимальные архитектурные (выбор формы, ориентации здания; остекления, солнцезащиты и др.) и инженерные (выбор источников теплоснабжения системы, вентиляции, конструкций и материалов) решения. На стадии строительства совершенствовать методологию организации строительного производства. На этапе эксплуатации следует оптимизировать существующую систему управления эксплуатацией недвижимости, произведя переход на рыночный метод организации эксплуатации, основанный на системе мониторинга и применении инновационных информационных технологий (внедрение интеллектуальных устройств и IoT) [9]. На завершающей стадии ЖЦ объекта недвижимости необходимо провести оценку целесообразности реорганизации функционала здания или его утилизации.

Помимо реализации новых проектов экостроительства стоит проводить реконструкцию и капитальный ремонт жилищного фонда ввиду большого количества уже введенных в эксплуатацию зданий. На сегодняшний день Постановлением Правительства РФ от 17 января 2017 года №18 утверждены Правила предоставления финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию ЖКХ на проведение капитального ремонта многоквартирных домов, направленная на поддержку энергоэффективной модернизации жилищного фонда России. По данной программе уже проведен капремонт двух многоквартирных домов по Набережной Авиастроителей в Воронеже. Выполненные в ходе ремонта энергосберегающие мероприятия (утепление фасадов, установка пластиковых окон в подъездах, замена входных дверей, полное обновление электрооборудования, замена узла теплоснабжения) позволила снизить затраты собственников жилья на коммунальные услуги на 10% [10,11]. Проведение комплекса работ по повышению энергоэффективности при капитальном ремонте и реконструкции способствует снижению расходов потребления и потерь энергоресурсов, созданию безопасных условий проживания, повышению комфорта и качества застройки.

На сегодняшний день определяющим вектором стратегии развития городов становится создание комфортных и безопасных условий проживания. В связи с этим возникает необходимость перехода от концепции классического строительства к экостроительству. Реализация данных мероприятий будет способствовать формированию комфортной городской среды и инновационному развитию муниципальных образований.

Список литературы

1. Список стран по уровню урбанизации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nonews.co/directory/lists/countries/urban-population> (дата обращения: 14.03.2019).

2. Городская среда – что это такое... Основные понятия и определения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fb.ru/article/444172/gorodskaya-sreda---eto-chto-takoe-osnovnyie-ponyatiya-i-opredelenie> (дата обращения: 14.03.2019).
3. Филипенко В.М., Абакумов Р.Г. Развитие современного «Зеленого» строительства в России // Инновационная наука. – 2017. – №4-1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sovremenno-go-zelenogo-stroitelstva-v-rossii> (дата обращения: 14.03.2019).
4. Сметанина Т.П. Оценка перспектив развития экологических технологий в России // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». –2013. – №1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-perspektiv-razvitiya-ekologicheskikh-tehnologiy-v-rossii> (дата обращения: 14.03.2019).
5. Швыденко Н.В., Усаткина О.И. Социально-экологические приоритеты развития современного жилищного строительства // РППЭ. 2018. №2 (88) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-ekologicheskie-prioritety-razvitiya-sovremennogo-zhilischnogo-stroitelstva> (дата обращения: 14.03.2019).
6. Приказ Минстроя России от 31 октября 2017 г. № 1494/пр "Об утверждении Методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации" Официальный сайт Минстроя России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/ddc/prikaz-1494pr.pdf> (дата обращения: 14.03.2019)
7. Где у города болит, покажет «индекс качества городской среды» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://strelkamag.com/ru/article/russian-cities-index> (дата обращения: 14.03.2019)
8. Индекс качества городской среды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://индекс.дом.рф/search/city/2> (дата обращения 14.03.2019)
9. Понявина, Н.А. Применение ИОТ на этапе эксплуатации объектов недвижимости [Текст] / Н.А. Понявина, Ю.В. Зубарева, Е.А. Зуев //Строительство и недвижимость. – 2018. - №2(3). – с.29-33.
10. Мищенко А.В., Зуев Е.А., Зубарева Ю.В. Энергосберегающие технологии при проведении капитального ремонта (на примере г.Воронежа) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://izron.ru/articles/problemy-i-dostizheniya-v-nauke-i-tekhnikе-sbornik-nauchnykh-trudov-poitogam-mezhdunarodnoy-nauchno-sektsiya-10-stroitelstvo-i-arkhitektura-spetsialnost-05-23-00/energoberegayushchie-tekhnologii-pri-provedenii-kapitalnogo-remonta-na-primere-g-voronezha/> (дата обращения 21.03.2019)
11. Мищенко В., Суровцев И.С., Понявина Н.А. Формирование организационно-технологической системы реконструкции объектов недвижимости // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета / Строительство и архитектура. 2010. №1 (17). С.126-131.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Соболев Е.Е., Бураков А.В., Сопец В.В.

ВУНЦ ВВС «ВВА», РФ, г. Воронеж

Эксплуатация аэродромов - сложный, многоуровневый процесс, каждая составляющая которого ответственна за обеспечение его гарантированного срока эксплуатации. В процессе эксплуатации аэродромных покрытий под воздействием колесных нагрузок воздушных судов, эффектов струйного воздействия реактивных двигателей, погодно-климатических и гидрогеологических факторов происходит постепенное снижение прочности всей аэродромной конструкции, связанное с внутренними необратимыми изменениями в отдельных слоях. Жесткие аэродромные покрытия следует расчленять на отдельные плиты деформационными швами, которые сбросят перенапряжение покрытия и компенсируют температурные удлинения плит, тем самым существенно снизят процессы разрушения плит, обеспечив целостность полотна.

Деформационный шов – конструктивный элемент аэродромного покрытия, обеспечивающий возможность температурного сжатия и расширения плит покрытия, [2].

При отсутствии деформационных швов в ц/б покрытии возникают напряжения, которые приводят к трещинообразованию, сколам, существенному уменьшению несущей способности, снижению эстетической составляющей, что впоследствии приводит к снижению срока эксплуатации цементобетонного покрытия, как следствие и взлетно-посадочной полосы в целом.

Деформационные швы жестких покрытий должны быть защищены от проникновения поверхностных вод и эксплуатационных жидкостей, а также от засорения их песком, щебнем и другими твердыми материалами.

Основной вид дефекта деформационных швов - это его разгерметизация. Это случается в значительной степени от того, что в период строительства покрытий была неправильно выполнена первоначальная герметизация швов, что приводит к многократному повторению операции по заливке швов во время эксплуатации. Помимо этого, герметизирующий материал разрушается из-за прямого контакта с пневматиками опор самолетов, особенно при торможении. В зоне этого контакта возникают весьма значительные по величине сдвигающие напряжения[3].

Чем выше степень нарушения герметичности швов, тем выше вероятность появления вторичных дефектов.

Нарушение герметизации швов может быть вызвано: механическим повреждением герметика в швах, старением герметика под воздействием климатических факторов, нарушением адгезии герметика к стенкам камеры шва вследствие его старения или нарушения технологии заливки. Основными проявлениями нарушения герметизации шва являются: отслоение герметика, выдавливание герметика из шва, прорастание травы, скопление посторонних предметов (грязи, камней в шве), отсутствие герметика в шве. Степени разрушения герметизирующего материала (заполнителя) деформационного шва оценивается по следующим признакам:

1. Слабая: герметик находится в хорошем состоянии в пределах всего шва при минимальном количестве повреждений. К слабой степени проявления повреждений герметика относят также локальное отслоение от стенок шва при сохранении сцепления с цементобетоном.

2. Средняя: заполнитель находится в удовлетворительном состоянии, шов заполнен герметиком, но имеются видимые отрывы от стенок, размер которых не превышает 3 мм; вблизи шва наблюдается скопления минеральных частиц, образовавшихся вследствие выплесков; верхний слой заполнителя окислен и утратил эластичность, но полностью заполняет шов.

3. Сильная: заполнитель находится в неудовлетворительном состоянии, либо отсутствует на длине, составляющей 10 и более процентов от общей протяженности швов. К сильной степени разрушения относят сплошные отрывы от стенок шва.

4. Повреждение герметика в швах учитывают не по принципу “от плиты к плите”, а по его состоянию в пределах всего образца.

Таким образом, герметизация деформационных швов является одним из факторов, обеспечивающим расчетный срок эксплуатации покрытия в целом, а надежность герметизации может определяться степенью водонепроницаемости швов.

Все дефекты герметизации по времени их проявления можно разделить на две группы: летние дефекты, возникающие при положительных температурах и зимние, возникающие при отрицательных температурах.

К числу дефектов, возникающих в летний период относятся, [4]:

1. Выдавливание герметика из камеры шва (рис. 1).

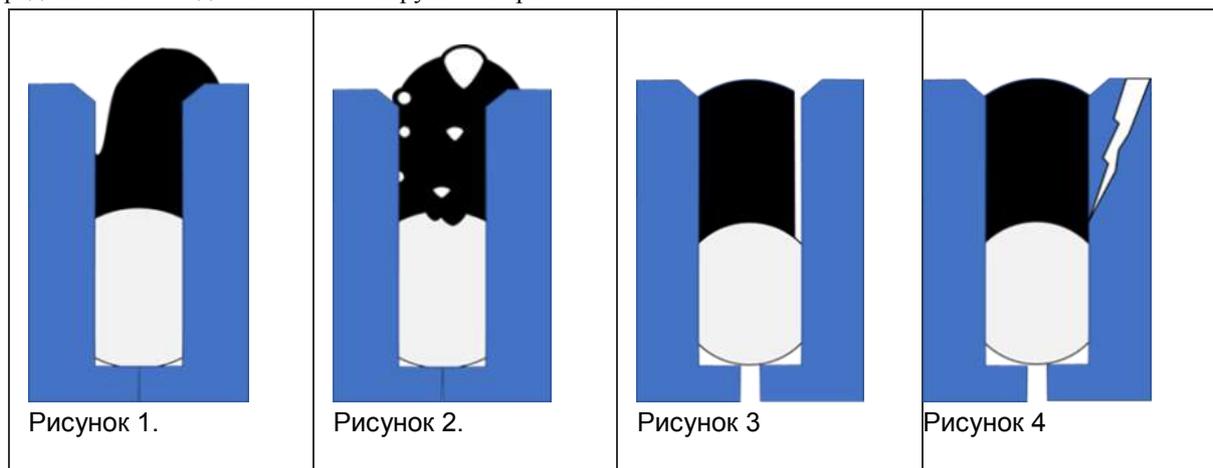
Данный дефект возникает в основном в швах расширения и иногда в швах сжатия, устроенных в искусственных покрытиях. Основной причиной выдавливания герметика из камеры шва является нарушение технологии работ, а именно в тех случаях, когда заполнение камеры шва герметиком осуществляется выше уровня нижней кромки фаски. Такой же эффект может наблюдаться тех случаях, когда заполнение швов производят в холодное время года без учета расширения паза шва сверх расчетного значения в летний период. При этом воздействие транспортной нагрузки способствует отрыву герметика от стенок шва, а при недостаточной глубине заполнения к предельному случаю нарушения герметичности — полному выносу герметика из камеры шва.

2. Образование пузырей на поверхности герметика (рис. 2) может происходить либо в результате подплавления поверхности уплотнительного шнура, испарения растворителя из грунтовочного состава, либо

испарения влаги из нижележащих слоев покрытия. Несмотря на высокую вязкость герметика, при температурах воздуха более +30⁰С воздушные пузыри могут мигрировать из глубины шва к поверхности, существенно увеличиваясь в объеме за счет теплового расширения. Образование сплошной области мелких пузырей вдоль стенки шва свидетельствует о нарушении технологии проведения работ, выражающееся в недостаточном времени сушки грунтовочного состава, либо применения праймеров, содержащих малолетучие растворители.

3. Отслоение герметика от стенки шва (рис. 3) при положительных температурах происходит в результате недостаточной очистки камеры шва от загрязнений, а также проведения герметизации на влажном покрытии. Обычно такие дефекты имеют протяженность от нескольких метров и локализованы на одной из стенок шва. Другой причиной возникновения подобных дефектов могут быть низкие адгезионные свойства герметизирующего материала. В любом случае, при обнаружении подобных дефектов на стадии устройства швов необходимо прекратить работы по герметизации и выявить причину отслоения. Предельным следствием отслоений может становится полный вынос герметика из камеры шва под воздействием транспортных средств.

4. Сколы кромок плит в зоне швов (рис. 4) в основном происходят под воздействием транспортных средств в местах, где разница уровней смежных кромок швов превышает 3мм. Одной из причин возникновения разницы уровней смежных кромок швов является нарушение технологии устройства цементобетонных покрытий, либо вертикальные сдвиги смежных плит, а также по причине кристаллизации воды, проникающей в конструкцию покрытия через негерметичные деформационные швы. Сколы кромок, хотя и не могут рассматриваться, как дефекты герметизации, инициируют их возникновение, и в первую очередь – отслоения герметика. Другой причиной возникновения сколов кромок являются ошибки на стадии проектирования, когда в конструкции швов не предусматривается устройство фасок, специально предназначенных для снижения нагрузок на кромки швов.



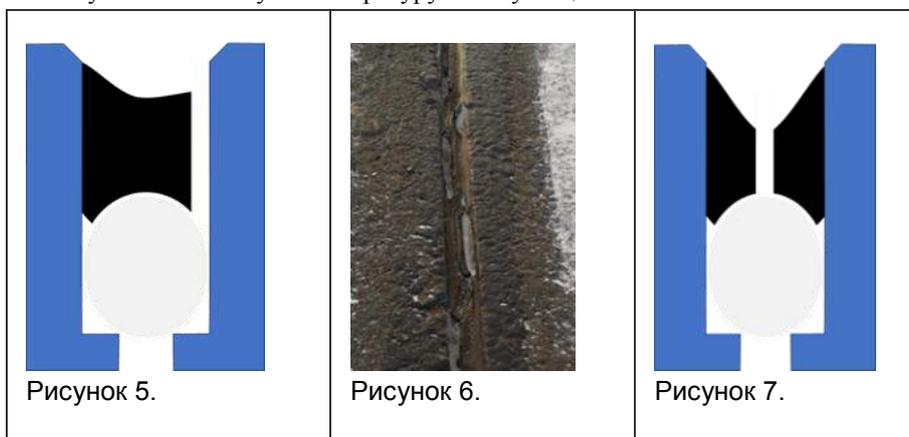
В зимний период при отрицательных температурах эластичность битумно-полимерных герметиков снижается, а растягивающие напряжения от сжатия покрытия увеличиваются. Для обеспечения герметичности деформационного шва герметик должен обладать достаточной деформативностью при минимальных температурах эксплуатации, чтобы компенсировать температурные деформации покрытия. К числу дефектов, возникающих зимний период, относятся, [5]:

1. Адгезионные отслоения герметизирующего материала (рис. 5) составляют основную долю дефектов, образующихся при отрицательных температурах. Как правило, отрыв от одной из стенок шва. В таких случаях причиной возникновения такого дефекта в равной степени могут являться недостаточная эластичность герметика, некачественная подготовка швов перед заполнением или же комбинация этих двух факторов. На практике оказывается достаточно сложным установить истинную причину преждевременной разгерметизации, именно в силу равнозначности этих двух факторов. Косвенным подтверждением несоответствия низкотемпературных свойств герметика климатическим условиям эксплуатации, является возникновение такого характера дефекта на протяжении всего загерметизированного участка.

2. **Равномерно чередующиеся отрывы герметика (рис. 6)** однозначно указывают на недостаточные адгезионные свойства, либо применение некачественного праймера. Такие дефекты возникают в тех случаях, когда температура хрупкости герметика соответствует фактическим условиям

эксплуатации, а прочность сцепления со стенками швов существенно меньше напряжений, возникающих на границе контакта.

3. Когезионное разрушение (рис. 7) характеризуется растрескиванием самого герметика. При этом сцепление со стенками камеры остается надежной. В противоположность предыдущему случаю, когезионное растрескивание, является однозначным признаком того, что температура хрупкости герметика превышает фактическую минимальную температуру эксплуатации.



У цементобетонных плит нет возможности для горизонтального перемещения при температурном расширении. В этих условиях интенсивно идет образование сколов, разрушение плит, нарушается ровность покрытия, создаются условия для потери продольной устойчивости (коробления). Для устранения причин образования этих дефектов необходимо предусмотреть мероприятия по сбросу перенапряжений покрытия, компенсации температурных удлинений плит. Устройство деформационных швов - главная мера по предотвращению коробления и торможению процессов разрушения плит. Если шов располагается в нужном месте, имеет правильные параметры, герметичен, то возможность образования трещин и сколов в бетоне сводится к минимуму.

Восстановление герметизации деформационных швов – важный этап работы по продлению эксплуатационного ресурса покрытий. Большую роль на эффективность работы герметика в швах и его срок службы оказывает деформативность герметизирующих материалов. Использование современных технологий производства, высококачественных полимерных материалов, комплексных пластификаторов и стабилизаторов, позволяют производить такие герметизирующие материалы, которые обеспечивают длительный срок бездефектной эксплуатации, [1].

Список литературы

1. Вторушин В.Н., Попов В.П. Как обеспечить долговечность покрытий // Аэропорты. Прогрессивные технологии. 1999. №4. С. 17–21.
2. Лещицкая Т.П. Попов В.А. Современные методы ремонта аэродромных покрытий. М.: МАДИ-ТУ, 1999 г. 132с.
3. Обзор герметизирующих материалов для аэродромных покрытий 26 ЦНИИ. М.: Изд-во МО РФ, 2001.
4. Рекомендации по поддержанию искусственного покрытия ВПП аэропорта Минеральные Воды в эксплуатационном состоянии на основании результатов его обследования и испытания: Отчёт о НИР / ГПН и НИИ ГА «Аэропроект». М., 1993. 42 с.
5. Смирнов В.С., Ключников Г.Я. Диагностика повреждений аэродромных покрытий. М.: Транспорт, 1984. 121 с.

ТЕХНОЛОГИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИКОВ В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Соболев Е.Е.

ВУНЦ ВВС «ВВА», РФ, г. Воронеж

Долговечность деформационных швов жёстких покрытий аэродромов во многом определяется физико-механическими свойствами герметизирующих материалов. Как известно, такие материалы могут быть горячего и холодного применения. Наиболее широкое распространение на практике при устройстве деформационных швов цементобетонных аэродромных покрытий имеют герметики горячего применения, которые, как правило, получают на основе битума, модифицированного включениями различного типа, например, полимерами, резиновой крошкой, минеральными порошками.

В битум добавляются полимеры, способные к хорошему смешению. Это могут быть эластомеры (стирол-бутадиен-стирол, стирол-бутадиен полибутадиен и др.) и пластомеры (полиэтилен, полипропилен, этиленвинилацетат, этиленметилакрилат и др.).

В мире хорошо изучена и освоена технология производства модифицированных битумов. На данный момент в России находят применение два принципиальных метода производства полимерно-битумных вяжущих. Первый метод обеспечивает набухание и массообмен между смешиваемыми компонентами битума и раствора полимера. Метод реализуется при помощи механических мешалок различных видов и циркуляционных насосов. Второй метод обеспечивает измельчение полимера непосредственно в битуме. Данный метод осуществляется при помощи работы оборудования, в составе которого присутствуют так называемые коллоидные мельницы. При приготовлении смеси необходимо добиться, чтобы модификатор был хорошо диспергирован в битуме. В противном случае модифицирующее действие полимера в битуме реализуется не в полном объеме. Скорость растворения зависит от площади удельной поверхности соприкосновения битума и полимера. И соответственно эффективность растворения полимера в битуме зависит от следующих параметров: молекулярной массы полимера, размера частиц полимера, вязкости битума и его группового состава, температурного режима приготовления, продолжительности перемешивания. При приготовлении ПБВ (полимер-битумное вяжущее) исключительно важное значение имеют оптимальный выбор температуры и продолжительности процесса [1].

Для приготовления полимерно-битумных герметиков (БПГ) на первом этапе используется та же технология. Смесь битумов и раствора полимера, поступают в котел - мешалку. Температуру смеси доводят до температуры ~140-160 С и выдерживают смесь при такой температуре в течение часа, постоянно перемешивая до полного улетучивания легких фракций растворителя. В этих условиях происходит активное объединение смеси битумов с полимером. На втором этапе в смесь вводят требуемые по рецепту наполнители (асбестовую крошку, портландцемент марки «400», резиновую крошку [2]) и выдерживают в течение ~30 мин также при тщательном перемешивании до получения однородной по составу мастики.

Новая технология предполагает дополнительное воздействие на БПГ магнитным полем, что позволяет улучшить эксплуатационные и физико-механические характеристики битумно-полимерных аэродромных герметиков.

Применение данной технологии, требует создания установки, позволяющей производить непосредственно обработку образцов аэродромных герметиков в широком диапазоне напряжённости постоянного магнитного поля.

Таким образом, разработана и изготовлена экспериментальная установка для обработки образцов аэродромных герметиков в постоянном магнитном поле, общий вид которой представлен на рисунке 1.

Основным элементом установки является электромагнитный индуктор, который состоит из следующих элементов:

наборного прямоугольного сердечника сечением 26 см² (марка стали 3424 ГОСТ 21427.4-78) – элемент № 1 (рисунок 1);

катушек индуктивности, изготовленных из провода ПЭТВ-2 диаметром 1 мм по 550 витков каждая – элемент № 2 (рисунок 1);

лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) со следующими характеристиками: диапазон напряжений 0-250 В, максимальная сила тока 9 А - элемент № 3 (рисунок 1);

амперметр на 10 А - элемент № 4 (рисунок 1);

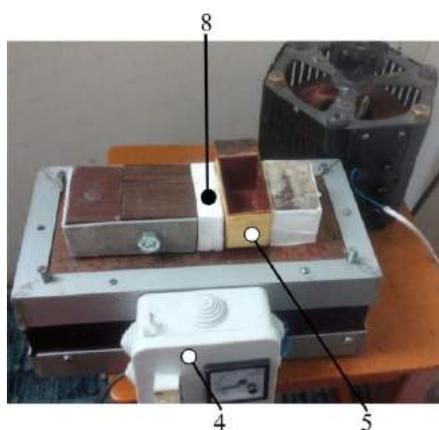
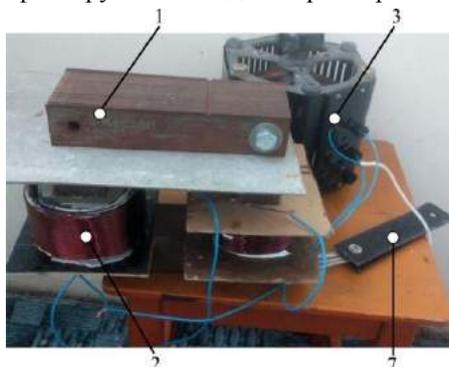
медная емкость для испытуемого образца аэродромного герметика (рабочая ячейка) - элемент № 5 (рисунок 1);

устройство для нагревания образца аэродромного герметика горячим воздухом в диапазоне температур от + 20 °С до + 200 °С – элемент № 6 (рисунок 1);

выпрямительный мост на 10А и сглаживающий конденсатор - элемент № 7 (рисунок 1);

теплоизоляция сердечника, изготовленная из стекловолокна и тефлона - элемент № 8 (рисунок 1).

Напряжённость магнитного поля регулируется величиной подаваемого тока. Установка позволяет создавать магнитное поле напряженностью до $12 \cdot 10^4$ А/м. Для создания необходимого теплового режима в зоне рабочей ячейки применяется нагревательное устройство с подачей горячего воздуха. Информация о тепловом режиме в рабочей ячейке фиксируется на индикаторе нагревательного устройства.

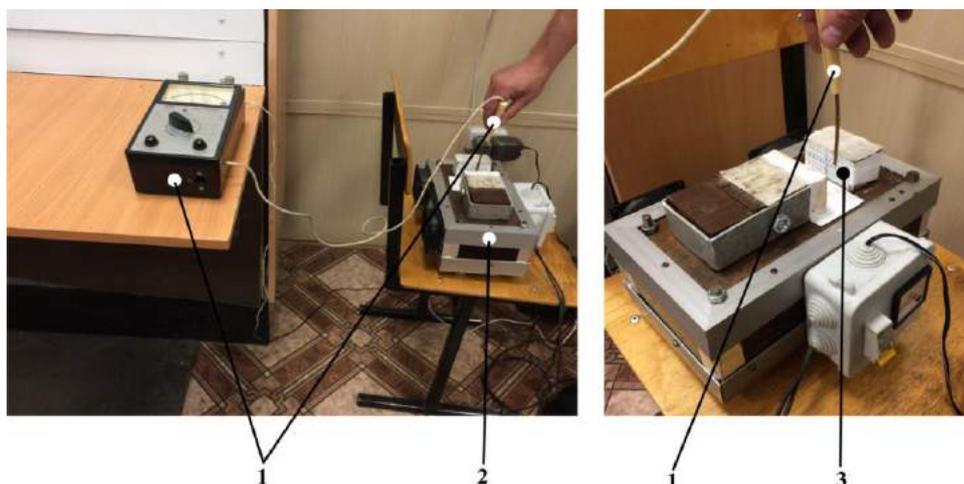


1 - наборный прямоугольный сердечник; 2 - катушки индуктивности; 3 - лабораторный автотрансформатор (ЛАТР); 4 – амперметр; 5 - медная емкость для испытуемого образца аэродромного герметика; 6 - устройство для нагревания образца аэродромного герметика горячим воздухом;

7 - выпрямительный мост на 10 А и сглаживающий конденсатор; 8 - теплоизоляция сердечника

Рисунок 1 – Экспериментальная установка для обработки образцов битумно-полимерных аэродромных герметиков в постоянном магнитном поле

В процессе тарировки установки, (рисунок 2), были получены данные по зависимости напряжённости магнитного поля от силы тока.



1 – датчик Холла; 2 – электромагнитная установка; 3 – тарировочная сетка

Рисунок 2 – Тарировка электромагнитной установки

Работа на установке осуществляется следующим образом. Между полюсами электромагнита помещается рабочая ячейка с намагничиваемым образцом аэродромного герметика. На обмотку электромагнита подаётся электрический ток постоянного напряжения заданной величины. Для подогрева образца включается нагревательное устройство с подачей горячего воздуха, температура которого регулируется с шагом в 10 °С.

Промежуточный план исследований предусматривает следующий вариант испытаний: определение величины относительного удлинения в момент разрыва, обработанного в постоянном магнитном поле аэродромного герметика (БПГ-35) при температуре –20 °С на бетонных образцах-балочках. Данное испытание аэродромного герметика (БПГ-35) будет проводиться с учётом оценки степени влияния величины напряжённости постоянного магнитного поля на прочность соединений бетонных образцов с герметизирующим материалом прослойки, степени влияния температуры и времени обработки герметизирующего материала прослойки в постоянном магнитном поле.

Существующая технология применения БПГ на аэродромах государственной авиации выглядит следующим образом: герметизирующий материал предварительно разогревают до температуры 180 °С в котлах типа АП-1АМ или более современных плавильно-заливочных установках типа - ПЗУ-ПЭТ и заливщиков швов ЗШ-3, [3]. Этот метод трудоемок и малопроизводителен. Кроме того, нагрев БПГ до температуры более 180 °С приводит к снижению его эксплуатационных показателей за счёт местного перегрева.

Существующая технология применения БПГ во многих случаях не обеспечивает надежной герметизации деформационных швов жестких аэродромных покрытий - недостаточная деформативность и температура хрупкости, невысокая долговечность (1 год) и ряд других неудовлетворительных эксплуатационных показателей требуют разработки более эффективных технологий. Возможность оборудования штатных заливщиков швов электромагнитными установками по модифицированию битумно-полимерных аэродромных герметиков в магнитном поле значительно повысит эксплуатационные характеристики применяемых БПГ.

Список литературы

- 1 ГОСТ 30740-2000. Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. М.: Изд-во стандартов, 2002. 19 с.
- 2 Научно-технический отчёт о НИР 2 категории. Разработка технологии модифицирования герметизирующих материалов для деформационных швов жёстких аэродромных покрытий в

электромагнитных полях. Шифр: «Вейгела». Инв. № 2776. Номер гос. рег. 1610788.
Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016 г. 101 с.
3 Обзор материалов фирмы «Монолит-М». Рекламный проспект. 2001.

ПЛАВИЛЬНО-ЗАЛИВОЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ, ОБОРУДОВАННАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МОДУЛЕМ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИКОВ

Соболев Е.Е., Бураков А.В., Сопец В.В.

ВУНЦ ВВС «ВВА», РФ, г. Воронеж

Проанализировав эксплуатацию жёстких покрытий аэродромов государственной авиации, было выявлено, что увеличение интенсивности полётов и, особенно, изменение качественных характеристик летательных аппаратов будет приводить к быстрой разгерметизации швов аэродромных покрытий и, как следствие, к снижению сроков их эксплуатации.

Большая повторяемость деформационных нагрузок значительно усиливает отрицательный эффект вышеуказанных факторов и ускоряет процесс разрушения герметизирующего материала в деформационных швах жёстких аэродромных покрытий.

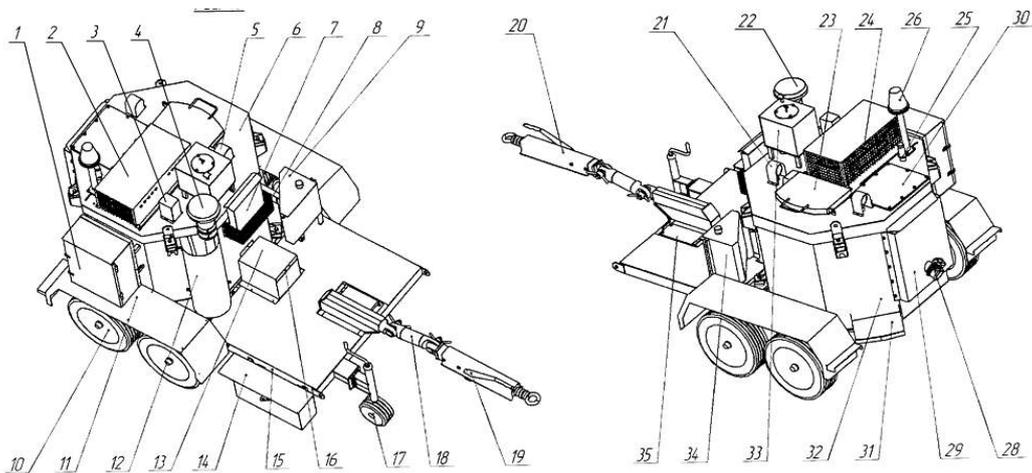
Разрушение, применяемых для герметизации швов покрытий, битумно-полимерных герметиков (БПГ) приводит к попаданию воды в основание покрытий, тем самым снижая их несущую способность. Поэтому актуальной проблемой в области аэродромного обеспечения полетов государственной авиации является долговечность деформационных швов бетонных и железобетонных покрытий аэродромов которая во многом определяется физико-механическими свойствами герметизирующих материалов, [3, 4].

Для безопасного разогрева, перемешивания и подачи герметиков в деформационный шов при герметизации жестких аэродромных покрытий используют правильно-заливочные установки типа- ПЗУ-ПЭТ (плавильно-заливочная установка прицепная электрическая), которые обеспечивают разогрев БПГ за 60 минут при температуре окружающей среды +20°C и не более 90 минут при температуре не ниже +5°C, (рисунок 1).

Плавильно-заливочная установка прицепная электрическая с теплоносителем – (ПЗУ-ПЭТ), предназначена для разогрева мастик при выполнении гидроизоляционных работ на открытых площадках в условиях умеренного климата в промышленном и гражданском строительстве при температуре окружающего воздуха от 5⁰С до плюс 40⁰С, [6].

Питание от трехфазной четырех проводной сети переменного тока напряжением 380В частотой 50Гц с глухозаземленной нейтралью.

ПЗУ-ПЭТ (рисунок 1), [6] состоит из бака, крышки, корпуса, горелки, топливного бака, электрошкафа, двусосного шасси со стояночным тормозом с приводом на задние колеса (тандем грузоподъемностью 2600 кг), мешалки, масляной рубашки, топливного бака для горелки, дизельной горелки.



1 - шкаф силовой; 2 – кожух привода мешалки; 3 – кожух термодатчика; 4 – масляный насос; 5 – кожух термометра; 6 – крышка; 7 – труба дымогарная; 8 – защитный кожух; 9 – бак топливный; 10 – тандем; 11 – крыло; 12 – кожух масляного насоса; 13 – кожух дизельной горелки; 14 – ящик кабельный; 15 – рама; 16 – горелка; 17 – колесо опорное; 18 – сцепка регулируемая по высоте; 19 – рукоять ручного тормоза; 20 – тормоз наката; 21 – термометр; 22 – кожух защитный; 23 – крышка люка; 24 – привод мешалки; 25 – пробка-щуп; 26 – маячок сигнальный; 28 – кран сливной; 29 – кожух сливного патрубку; 30 – люк специальный; 31 – ступень; 32 – котел; 33 – бак масляный; 34 – бак топливный; 35 – крышка люка

Рисунок 1 - Плавильно - заливочная установка ПЗУ-ПЭТ

Бак сборно - сварная емкость, состоящая из варочной ванны, рубашки теплоносителя, наружной теплоизоляции, крышки, насоса-акселератора теплоносителя с приводом, сливного патрубку с задвижкой, горелки, дымогарной трубы.

Масляный насос - центробежный насос, предназначенный для интенсивного отвода тепла и выравнивания температурных напряжений внутри рубашки теплоносителя.

Регулирующая аппаратура - цифровой измеритель-регулятор ТРМ-1А, который показывает и регулирует температуру теплоносителя. На верхней крышке бака котла установлены биметаллические термометры, которые контролируют температуру теплоносителя и температуру материала в баке.

Мешалка - это вертикальный вал с наваренными лопастями и приводится во вращение электродвигателем через червячный редуктор. Вращение мешалки возможно только при достижении заданной температуры, в режиме «Основной», и «Реверс» который используется при заклинивании кусков битума при вращении.

Горелка представляет собой форсунку с блоком автоматики, включением горелки управляет терморегулятор ТРМ-1А.

Электрооборудование обеспечивает: розжиг факела; контроль наличия факела; аварийное отключение при превышении максимальной заданной температуры; управление мешалкой и масляным насосом; блокировки, обеспечивающие работу механизмов в заданной последовательности; защиту от коротких замыканий и перегрузок в цепях; сигнализацию нормальной работы и аварийных режимов.

В состав электрооборудования входят: электрошкаф; электродвигатели; датчики; сигнальная аппаратура; соединительные кабели и провода.

Электрооборудование котла включает: электрошкаф; горелку; электродвигатель привода мешалки; электроконтактный термометр ТРМ-1 с термопарой; насос теплоносителя с приводом; проводники.

В электрошкафу ПЗУ-ПЭТ установлено: устройство управления работой горелки терморегулятор ТРМ-1; магнитные пускатели (KM1-5) 5 штук; автоматические выключатели (QF1,2,3,7,8) 5 штук; кнопка управления «Вкл. и Выкл. Работа»; переключатели; сигнальные лампы; реле тепловое токовое (KK1, KK2); контактный прерыватель (SQ1); разъемы, блоки зажимов, проводники.

Для повышения физико-механических и эксплуатационных характеристик битумно-полимерных герметизирующих материалов предлагаются технические рекомендации по оборудованию штатных ПЗУ-ПЭТ, [6] электромагнитными модулями, позволяющими модифицировать разогретый герметик в магнитном поле, перед герметизацией деформационных швов жестких аэродромных покрытий.

Схема размещения и принцип работы усовершенствованной плавильно-заливочной установки (ПЗУ-ПЭТ), представлены на рисунке 2.

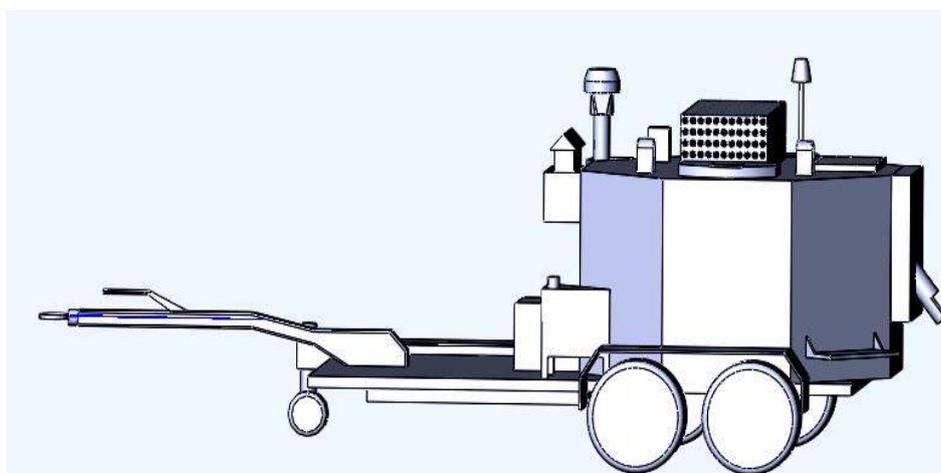
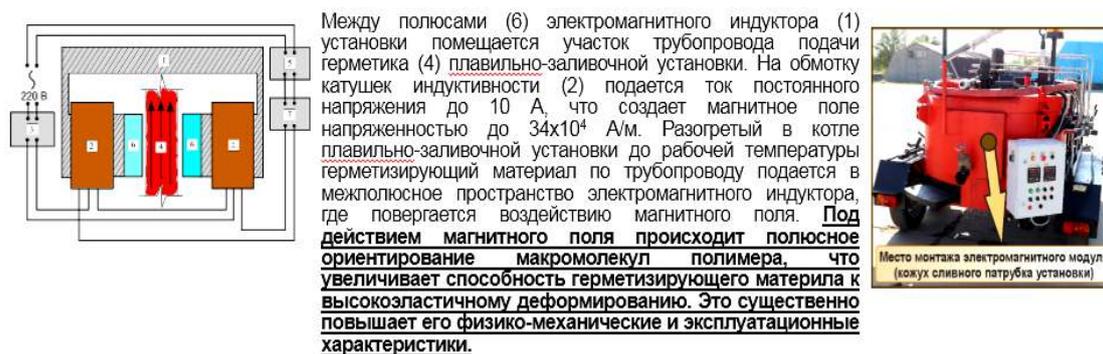


Рисунок 2 - Плавильно - заливочная установка ПЗУ-ПЭТ, оборудованная электромагнитным модулем для модифицирования битумно-полимерных герметиков

Возможность оборудования штатных плавильно-заливочных установок для герметизации деформационных швов жестких аэродромных покрытий электромагнитными модулями для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков в магнитном поле значительно повысит эксплуатационные характеристики применяемых битумно-полимерных герметиков, [1, 2, 5].

Список литературы

- 1.ГОСТ 30740-2000. Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. М.: Изд-во стандартов, 2002. 19 с.
- 2.ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3)
3. Дашевский Э.М., Парфенов А.П. / Ремонт искусственных аэродромных покрытий. М.: Транспорт, 1975. С. 18–64.
- 4.Обзор герметизирующих материалов для аэродромных покрытий 26 ЦНИИ. М.: Изд-во МО РФ, 2001.
5. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов. –М.: Высш. школа. –1967. –119 с.
6. Руководство по эксплуатации: «Заливщик швов ПЗУ-ПЭТ». Санкт-Петербург: ООО «НПФ БАСТИОН».

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Соболев Е.Е., Бураков А.В., Сопец В.В.

ВУНЦ ВВС «ВВА», РФ, г. Воронеж

В настоящее время техническое состояние жестких покрытий аэродромов государственной авиации требует проведения своевременных оперативных ремонтов. Анализ условий эксплуатации жестких аэродромных покрытий показал, что температурные напряжения плит покрытия совместно с напряжениями от динамических нагрузок, создаваемые пневматиками авиационных судов, приводят к повреждению деформационных швов. Сохранность и долговечность деформационных швов жестких покрытий аэродромов во многом определяется физико-механическими свойствами герметизирующих материалов, [3]. Разрушение, применяемых для герметизации швов битумно-полимерных композитов приводит к попаданию воды в основание покрытия, тем самым снижая его несущую способность. Поэтому актуальной проблемой в области аэродромного обеспечения полетов авиации является повышение эксплуатационных характеристик аэродромных покрытий, которое можно достичь благодаря улучшению физико-механических и эксплуатационных характеристик, применяемых для герметизации деформационных швов битумно-полимерных материалов, [1, 4].

В рамках реализации данной задачи, разработан электромагнитный модуль для обработки битумно-полимерных аэродромных герметиков в постоянном магнитном поле и даны технические рекомендации по оборудованию данным модулем штатных плавильно-заливочных установок для герметизации деформационных швов жестких аэродромных покрытий, [2].

Основными элементами электромагнитного-модуля являются, (рисунок 1).

1. Наборный прямоугольный сердечник сечением 26 см^2 (марка стали 3424 ГОСТ 21427.4-78) – элемент № 1;
2. Катушки индуктивности, изготовленные из провода ПЭТВ-2 диаметром 1 мм по 550 витков каждая – элемент № 2.
3. Регулятор мощности силы тока - элемент № 3 .
4. Участок трубопровода подачи герметика - элемент № 4 .
5. Выпрямительный мост на 10 А и сглаживающий конденсатор - элемент № 5 .
6. Теплоизоляция сердечника, изготовленная из стекловолокна и тефлона - элемент № 6.
7. амперметр - элемент № 7 .
8. Тарированная сетка – элемент № 8.
9. Датчик Холла – элемент № 9. Рисунок 1 – Электромагнитный модуль для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков

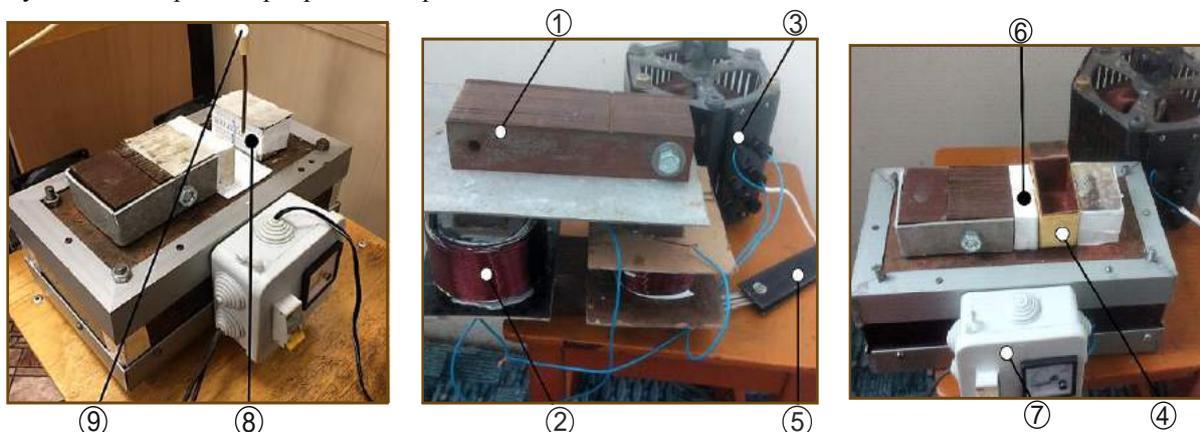
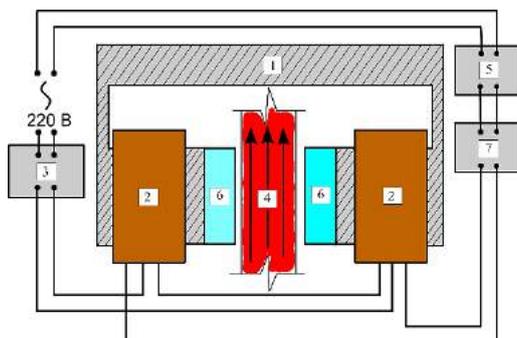


Рисунок 1 – Электромагнитный модуль для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков: 1 - наборный прямоугольный стальной сердечник; 2 - катушки индуктивности; 3 - регулятор мощности силы тока; 4 - участок трубопровода подачи герметика; 5 - выпрямительный мост на 10 А и сглаживающий конденсатор; 6 - теплоизоляция сердечника; 7 - амперметр; 8 - тарированная сетка; 9 - датчик Холла

Принцип работы электромагнитного модуля, (рисунок 2).

Между полюсами (6) электромагнитного индуктора (1) установки помещается участок трубопровода подачи герметика (4) плавильно-заливочной установки. На обмотку катушек индуктивности (2) подается ток постоянного напряжения до 10 А, что создает магнитное поле напряженностью до 34×10^4 А/м. Разогретый в котле плавильно-заливочной установки до рабочей температуры герметизирующий материал по трубопроводу подается в межполюсное пространство электромагнитного индуктора, где подвергается воздействию магнитного поля, (рисунок 2).



1 – электромагнитный индуктор; 2 - катушки индуктивности; 3 - регулятор мощности силы тока;
4 - участок трубопровода подачи герметика; 5 - выпрямительный мост на 10 А и сглаживающий конденсатор; 6 - теплоизоляция сердечника; 7 - амперметр; 8 - тарированная сетка; 9 - датчик Холла

Рисунок 2 – Электромагнитный модуль для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков при герметизации деформационных швов

Под действием магнитного поля происходит полюсное преднатяжение макромолекул полимера, что приводит к появлению особой формы состояния фазы полимера в битумно-полимерном герметизирующем композите – высокоэластичному ориентированному состоянию. Это значительно увеличивает способность герметизирующего материала к высокоэластичному деформированию и, в свою очередь, существенно повышает физико-механические и эксплуатационные характеристики герметизирующего материала при его эксплуатации в деформационном шве жесткого аэродромного покрытия.

Необходимым условием удовлетворительного модифицирования битумно-полимерного герметика в электромагнитном поле является его однородность, [5].

Измерение магнитной индукции между полюсами электромагнитного модуля осуществлялось по точкам тарировочной сетки с шагом 0,5 см по осям магнитных полюсов в продольном и поперечном направлениях, элемент № 8, рисунок 1. Средние значения индукции магнитного поля B_{cp} для силы тока от 1 до 6 А рассчитывались по следующей методике:

нахождение аппроксимирующей (сглаженной) кривой – функция, изменения однородности индукции магнитного поля по осям магнитных полюсов установки (полиномиальные зависимости шестого и пятого порядков с значением величины достоверности аппроксимации, $R^2 > 0,95$), (рисунок 3);

нахождение площади плоской фигуры под аппроксимирующей кривой в пределах линейных размеров магнитных полюсов установки (расчет значений определенных интегралов производился с помощью оператора квадратурного интегрирования «NIntegrate» в программе для расчета прикладных математических задач «Wolfram Mathematica»), рисунок 3;

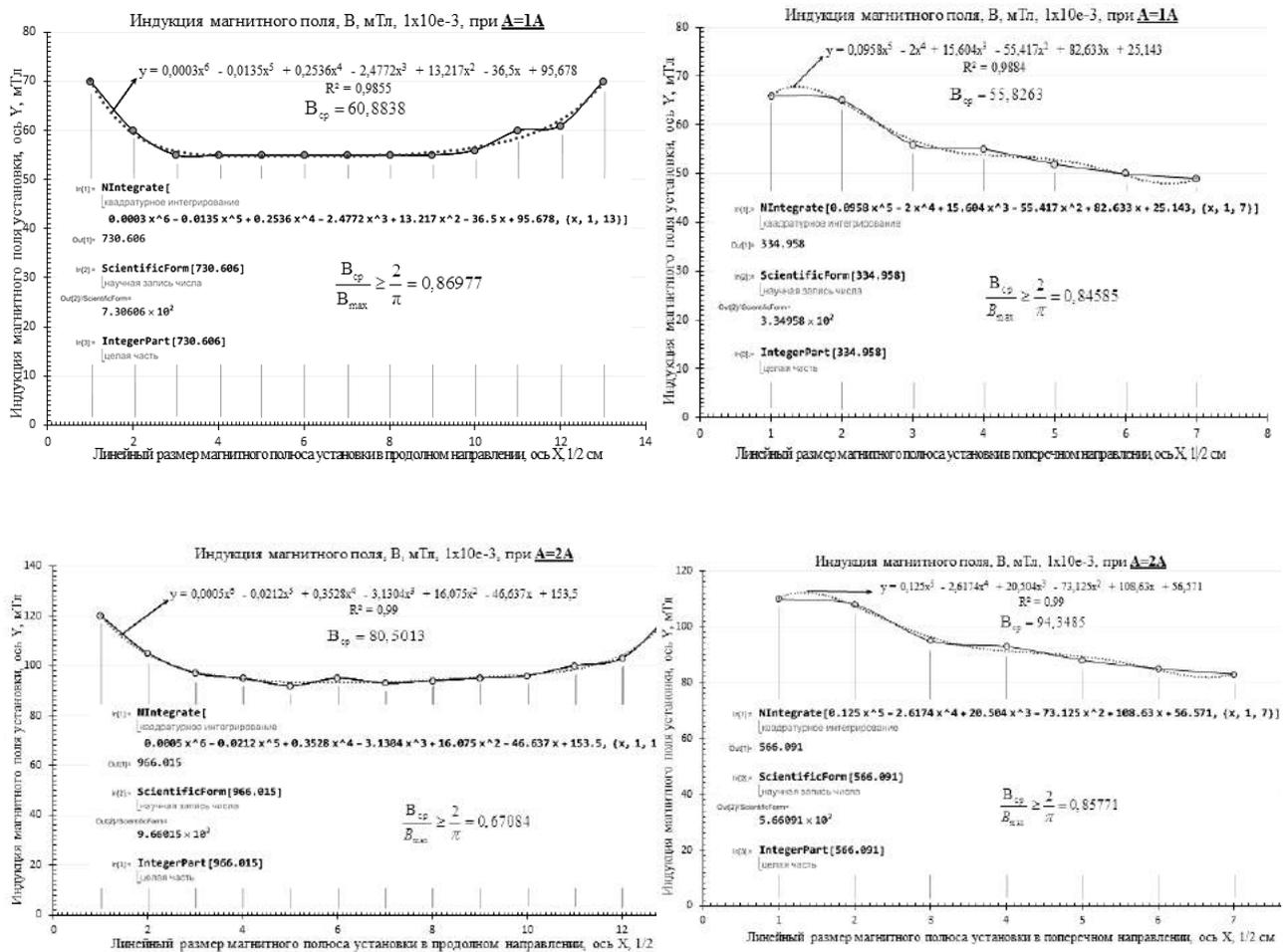
нахождение средних значений индукции магнитного поля установки для каждого значения силы тока от 1 до 6 А с шагом в 1 А по осям магнитных полюсов (расчет средних значений индукции - B_{cp_i} производился по формуле:

$$B_{cp_i} = \frac{\int_{l_1}^{l_2} B_i(y_i) dy_i}{l}, \quad (1)$$

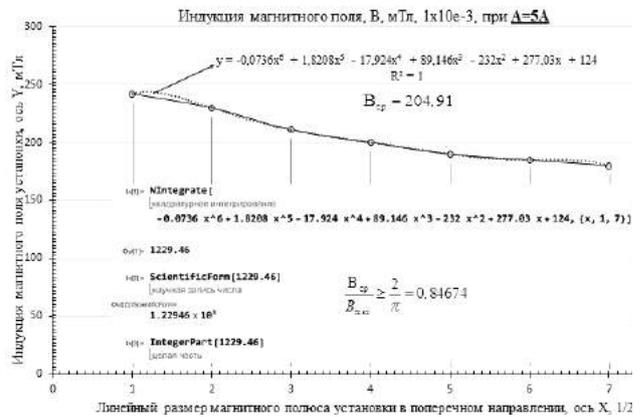
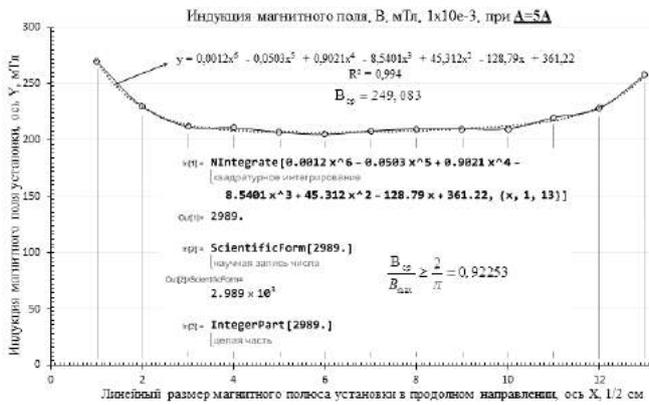
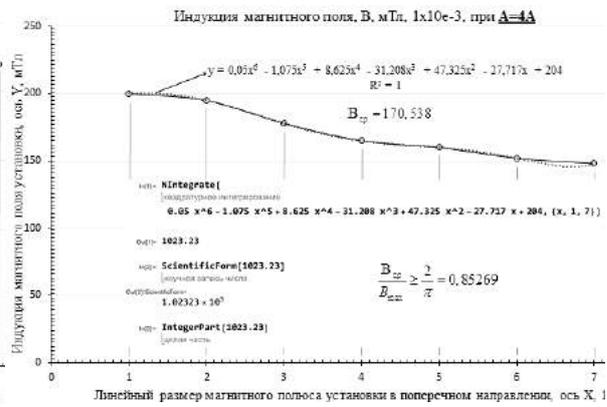
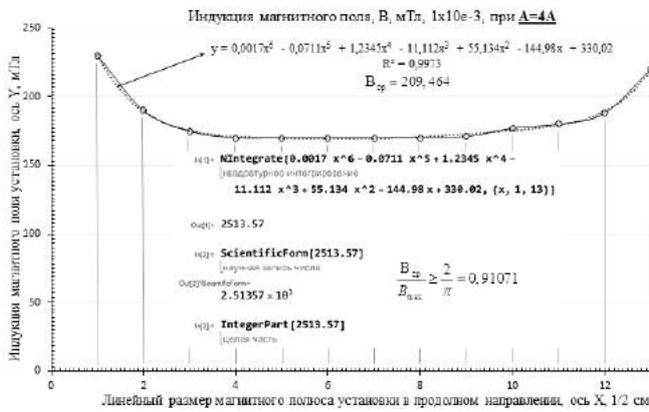
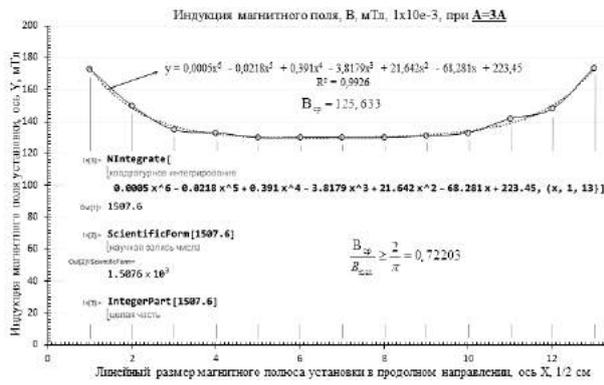
где $B_i(y_i)$ - индукция магнитного поля установки для каждого значения силы тока от 1 до 6 А с шагом в 1 А по осям магнитных полюсов, мТл $l_1 l_2$ - пределы интегрирования, см; l - линейный размер полюсов установки в продольном и поперечном направлениях, см.); нахождение результирующей зависимости напряжённости магнитного поля от силы тока.

Результаты численных расчетов тарировки установки представлены на рисунке 3.

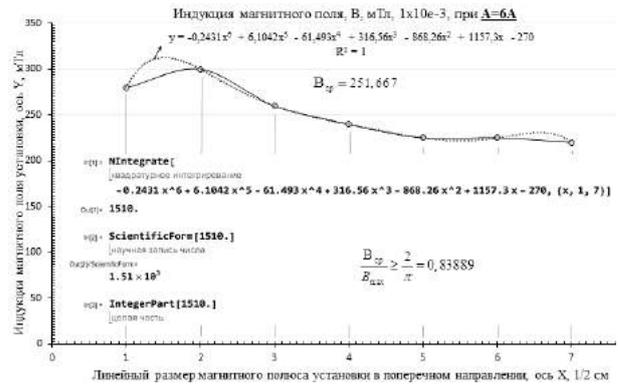
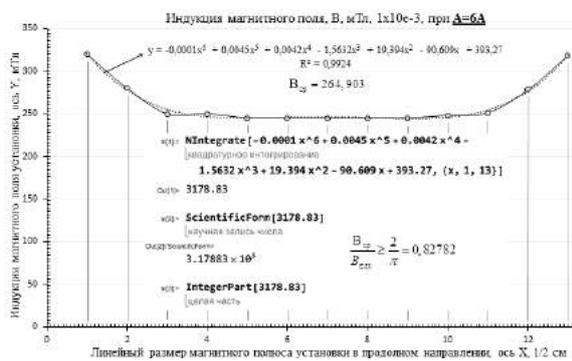
Графики численных расчетов тарировки электромагнитного модуля для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков



Графики численных расчетов тарировки электромагнитного модуля для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков



Графики численных расчетов тарировки электромагнитного модуля для модифицирования битумно-полимерных аэродромных герметиков



Результирующий тарированный график установки

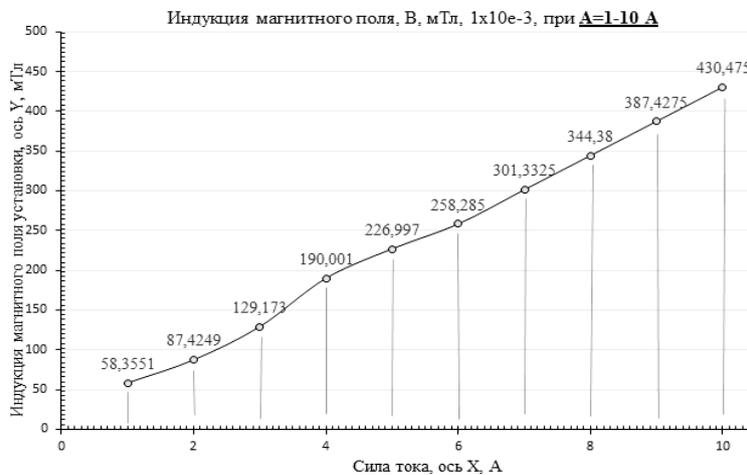


Рисунок 3 – Результаты численных расчетов тарировки электромагнитной установки по модифицированию битумно-полимерных герметиков в магнитном поле

Выводы: электромагнитный модуль позволяет создавать магнитное поле со средней индукцией магнитного поля напряженностью до 430 мТл или 34×10^4 А/м при максимальной силе тока – 10 А; условие однородности магнитного поля между полюсами установки выполняется, так как: $k = 0,67 \dots 0,91$, при условии:

$$k = \frac{B_{cp}}{B_{max}} \geq \frac{2}{\pi} = 0,67, \quad (2)$$

где B_{cp} - среднее значение магнитной индукции между полюсами установки, мТл; B_{max} - максимальное значение магнитной индукции между полюсами установки, мТл.

Таким образом, изготовлена и протарирована установка, позволяющая определить оптимальный режим обработки магнитным (напряженность и время) полем герметика, находящегося в жидкой фазе.

Список литературы

1. Лешицкая Т.П. Попов В.А. Современные методы ремонта аэродромных покрытий. М.: МАДИ-ТУ, 1999 г. 132с.
2. Научно-технический отчет о НИР 2 категории. Разработка технологии модифицирования

герметизирующих материалов для деформационных швов жёстких аэродромных покрытий в электромагнитных полях. Шифр: «Вейгела». Инв. № 2776. Номер гос. рег. 1610788. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016 г. 101 с.

3. Обзор герметизирующих материалов для аэродромных покрытий 26 ЦНИИ. М.: Изд-во МО РФ, 2001.

4. Рекомендации по поддержанию по поддержанию искусственного покрытия ВПП аэропорта Минеральные Воды в эксплуатационном состоянии на основании результатов его обследования и испытания: Отчёт о НИР / ГПН и НИИ ГА «Аэропроект». М., 1993. 42 с.

5. Соболев Е.Е., Никулин С.С., Внуков Н.А., Шульгина Ю.Е. Влияние магнитных полей на свойства герметизирующих материалов аэродромных покрытий. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. ISSN 2226-910X. № 4. Воронеж, 2016. С. 207-214.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

РАЗРАБОТКА ОБРАТИМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ВОЗВРАТНО- ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ МОДУЛЬНОГО ТИПА

Копылов А.М., Низамиев М.Ф., Гибадуллин Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», РФ, г. Казань

На сегодняшний день подавляющая часть электрической энергии в Российской Федерации вырабатывается на крупных электростанциях и распространяется по электрическим сетям общего пользования. Тем не менее, по разным оценкам, 60 – 70 % территории России не охвачены централизованным электроснабжением.

Широкое применение получают мобильные и стационарные энергоустановки микроэнергетики (мощностью до 100 кВт) на базе двигателей внутреннего сгорания (ДВС), генерирующие электроэнергию для сверхмалых одиночных потребителей, а также применяющиеся в качестве источников энергии в гибридном автотранспорте.

В качестве преобразователей механической энергии возвратно-поступательного движения поршней ДВС в электрическую энергию в таких установках преимущественно применяются ротационные (вращательные) электрические машины. Достигается это при помощи кинематических передач, усложняющих конструкцию и снижающих коэффициент полезного действия установки. Применение

линейных электрических машин возвратно-поступательного действия позволяет устранить эти недостатки, а модульная конструкция позволит масштабировать энергоустановку по мощности для конкретной задачи.

Наиболее перспективными являются цилиндрические конструкции электрических машин возвратно-поступательного действия, КПД которых достигает 93 – 95%, в то время как КПД плоских машин составляет всего 60 – 62%.

Из различных видов цилиндрических электрических машин возвратно-поступательного действия целесообразно выделить машины с постоянными магнитами, расположенными на подвижном элементе (трансляторе), преимуществом которых является реализация подвижной магнитной системы из кольцевых постоянных магнитов с радиальной и осевой намагниченностью в виде Холбах-массива (*англ. Halbach-array*). Холбах-массив представляет собой последовательность постоянных магнитов с циклически изменяемой угловой ориентацией вектора намагниченности. При этом, во-первых, в идеальном случае вектор намагниченности синусоидально изменяется в пространстве, что приводит к минимизации пульсации межзубцового сцепления без применения специальных мер в виде скашивания пазов, а во-вторых, магнитные потоки замыкаются внутри электрической машины, не рассеиваясь снаружи – эффект самоэкранирования.

Окончательный выбор наиболее эффективной конструкции электрической машины производится по её удельным характеристикам.

Для анализа были разработаны три варианта конструктивного исполнения линейной электрической машины цилиндрического типа с постоянными магнитами, имеющих различия в конструкции обмоток статора и постоянных магнитов транслятора, а также различную длину активных элементов: статора и подвижной части (таблица 1).

Таблица 1. Основные параметры исследуемых образцов электрических машин

| Параметр | Значение по вариантам | | |
|--|-----------------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Параметры транслятора | | | |
| Ширина постоянного магнита, мм | 24 | 72,8 | 18 |
| Воздушный зазор между магнитами, мм | 0,75 | 5 | 3,5 |
| Внешний диаметр постоянного магнита, мм | 106 | 50 | 50 |
| Внутренний диаметр постоянного магнита, мм | 100 | 25 | 25 |
| Количество постоянных магнитов, шт. | 6 | 5 | 18 |
| Длина основания постоянных магнитов, мм | 150 | 384 | 384 |
| Внешний диаметр основания магнитов, мм | 100 | 25 | 25 |
| Диаметр полого титанового штока, мм | 25 | 25 | 25 |
| Толщина стенок штока, мм | 5 | 5 | 5 |
| Длина штока, мм | 500 | 750 | 750 |
| Длина рабочего хода транслятора, мм | 120 | 120 | 120 |
| Масса кольцевого постоянного магнита, кг | 0,2 | 0,52 | 0,15 |
| Масса основания постоянных магнитов, кг | 1 | 0,35 | 0,35 |
| Масса штока, кг | 1,5 | 1,1 | 1,1 |
| Масса транслятора, кг | 2,8 | 3,7 | 3,7 |
| Частота колебания транслятора, Гц | 20 | 20 | 20 |
| Скорость перемещения транслятора, м/с | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| Параметры статора | | | |
| Ширина одного паза с обмоткой, мм | 5 | 42 | 14 |
| Глубина паза, мм | 30 | 42 | 42 |
| Расстояние между пазами обмотки, мм | 5 | 42 | 14 |
| Количество пазов с обмотками, шт. | 27 | 6 | 18 |
| Активная длина статора, мм | 270 | 504 | 504 |
| Длина статора, мм | 360 | 594 | 594 |

| | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------|
| Внутренний диаметр статора, мм | 112 | 75 | 75 |
| Внешний диаметр статора, мм | 232 | 200 | 200 |
| Масса одной обмотки, кг | 0,4 | 4,2 | 1,4 |
| Масса статора, кг | 88,6 | 132,1 | 144,4 |
| Общие параметры электрической машины | | | |
| Масса электрической машины, кг | 91,4 | 136 | 148,3 |

Для расчета величины магнитных потоков, создаваемых постоянными магнитами и обмоткой статора, выполнялся расчет магнитного поля в активной зоне электрической машины методом конечных элементов с применением численных методов математического моделирования.

Задача решалась в осесимметричной постановке, для чего была разработана осесимметричная конечно-элементная модель электрической машины на основе моделей в которых методом перемещения сетки моделировалась нестационарная задача перемещения подвижного элемента относительно магнитной системы статора.

Отличием модели является то, что она содержит две системы дифференциальных уравнений электрического состояния фаз, а также систему алгебраических уравнений магнитного состояния для магнитной схемы замещения.

В результате усилие F , действующее на транслятор, определяется как произведение транспонированной матрицы векторов мгновенных значений индукций в участках зазора (B_{22}^T) на матрицу векторов мгновенных значений неизвестных токов фаз (I_C) и записывается в виде (1).

$$F = \left[(DI) \left((S_{TA}) (I) \right) \right]^T \left((S_S) (I) \right), \quad (1)$$

где (DI) – матрица формирования производных по координате с ненулевыми элементами.

Конечная длина активных элементов электрической машины (статора и транслятора) влияет на её эффективность следующим образом. При равной длине статора и транслятора электромагнитная сила, действующая на транслятор, снижается при отдалении транслятора от центра. Это происходит потому, что часть транслятора выходит за пределы зоны действия магнитного поля статора. Для обеспечения постоянства действующей силы соотношение длин транслятора и статора должно быть не более 3:4 соответственно.

Масштабирование мощности на данном этапе обусловлено упрощенной реализацией системы из нескольких модулей, при этом статорные обмотки могут соединяться последовательно или параллельно при переменной нагрузке с сопротивлением R_H .

Предположим, имеется N модулей, соединенных последовательно или параллельно, номера которых 1, 2, 3 ... n . Подбирая натуральные числа N и n можно параллельно соединять N/n ветвей, а каждая ветвь будет состоять из n последовательно соединенных модулей. При этом ветвь будет иметь ЭДС равную $n \cdot E$ и внутреннее сопротивление $n \cdot r$. При подключении внешней нагрузки величина тока обратной электрической машины возвратно-поступательного действия записывается в виде (2), а мощность (3).

$$I = \frac{n \cdot E}{n^2 \cdot r / N + R_H}; \quad (2)$$

$$P = I^2 \cdot R_H = \frac{(n \cdot N \cdot E)^2}{(n^2 \cdot r + N \cdot R_H)^2}. \quad (3)$$

Фиксируя N и изменяя n , можно определить максимум передаваемой мощности. При этом точка локального максимума равна $n_{\max} = \sqrt{N \cdot R_H / r}$, а величина тока и мощность записывается в виде (4) соответственно.

$$I_{\max} = \frac{E}{2 \sqrt{\frac{r \cdot R_H}{N}}}; \quad P_{\max} = \frac{N \cdot E^2}{4r}. \quad (4)$$

Условные максимумы проявляются при максимальном $N = 4$, далее $N = 6$ и т.д.

При $N = 9$ значения токов иррациональны.

Следующим этапом моделирования является проверка и корректировка численной модели электрической машины возвратно-поступательного действия путем сравнения с реальными динамическими характеристиками опытного образца.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Низамиев М.Ф., Гибадуллин Р.Р., Копылов А.М.

КГЭУ, РФ, г. Казань

В настоящее время существует проблема оценки технического состояния асинхронных двигателей напряжением до 1000 В, отправляемых в ремонт и возвращаемых из капитального ремонта с целью планирования объемов ремонтных работ.

Существующие на сегодняшний момент испытательные стенды для контроля технического состояния двигателей после ремонта до 1000 В обладают рядом существенных недостатков (высокая стоимость, ограниченная функциональность и неудовлетворение требований заказчика). Применяемые программы послеремонтной приемки двигателей, с «ручными» измерениями параметров отличаются невысокой степенью достоверности, отсутствием автоматизации и необходимостью дополнительного контроля за измерениями и правильностью заполнения протоколов испытаний.

Таким образом, целесообразно, использовать автоматизированный стенд, позволяющий определять техническое состояние асинхронных двигателей после капитального ремонта, с возможностью формирования заключения о качестве проведенного ремонта в автоматизированном режиме, исключая ошибки персонала. Проведенный анализ существующих методов испытаний асинхронных электродвигателей и требования нормативных документов [1–7], показал необходимость разработки автоматизированного стенда и программы испытаний для оценки качества выполненного капитального ремонта.

Испытательный стенд, состоит из следующих узлов (рисунок 1):

- аппаратно-программный комплекс, включающий в себя персональный компьютер и печатающее устройство;
- главный щит, включающий в себя контрольно-измерительные приборы;
- система силового питания, включающая в себя разъем для подключения электродвигателей различных габаритов и обеспечения безопасности персонала, испытуемый электродвигатель и испытательный стол;
- система датчиков.

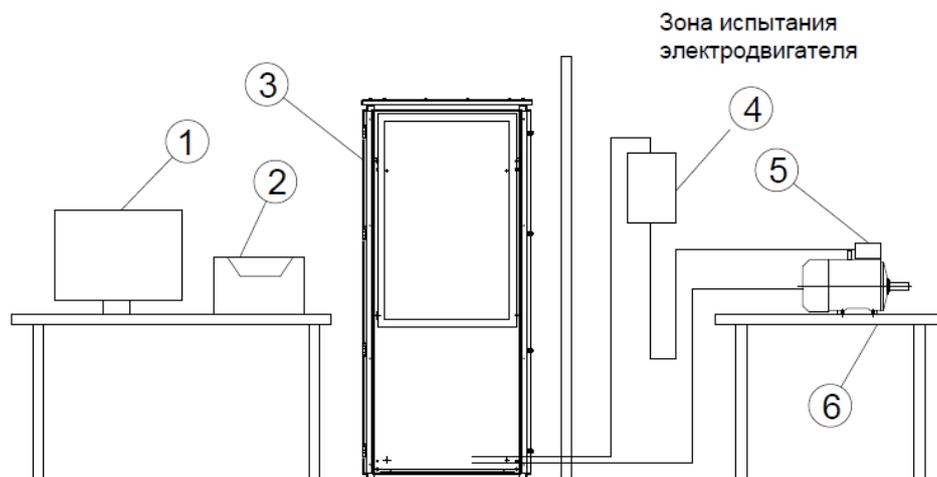


Рисунок 1 – Состав испытательного стенда: 1 – персональный компьютер; 2 – печатающее устройство; 3 – главный щит; 4 – разъем; 5 – электродвигатель с установленными датчиками; 6 – испытательный стол

Составные части испытательного стенда располагаются в отдельном защищенном помещении. Испытательный стол 6 располагается в зоне испытания электродвигателей. Исследуемый объект (электродвигатель) 5 крепится на испытательном столе. На электродвигатель устанавливается система датчиков. В верхней части стойки 3 расположен главный щит.

Все электрические блоки соединяются друг с другом и с исполнительными элементами силовыми линиями и линиями передачи информации. Электродвигатель подключается к испытательному стенду через разъем 4, установленную на стене для обеспечения безопасности при подключении и отключении объекта испытания.

Перед проведением испытаний исследуемый электродвигатель 5 устанавливается на испытательном столе 6 и соединяется линией силового питания с главной стойкой через разъем 4. Кроме этого на корпусе электродвигателя закрепляются датчики вибрации, датчики температуры и датчик частоты вращения вала.

Испытательный стенд включает в себя следующие контрольно-измерительные приборы:

- мегаомметр M4122U-RS
- микроомметр марки M4104RS
- измеритель параметров электрической сети МЭ110-220.3М
- модуль ввода аналоговых сигналов МВ110-8А
- модуль вывода дискретных сигналов МУ110-16Р
- датчик вибрации ИВД-3Ц-3 К8М0
- тахометр ТХ01
- термопреобразователь сопротивления ДТС 014.

Внешний вид испытательного стенда показан на рисунке 2.

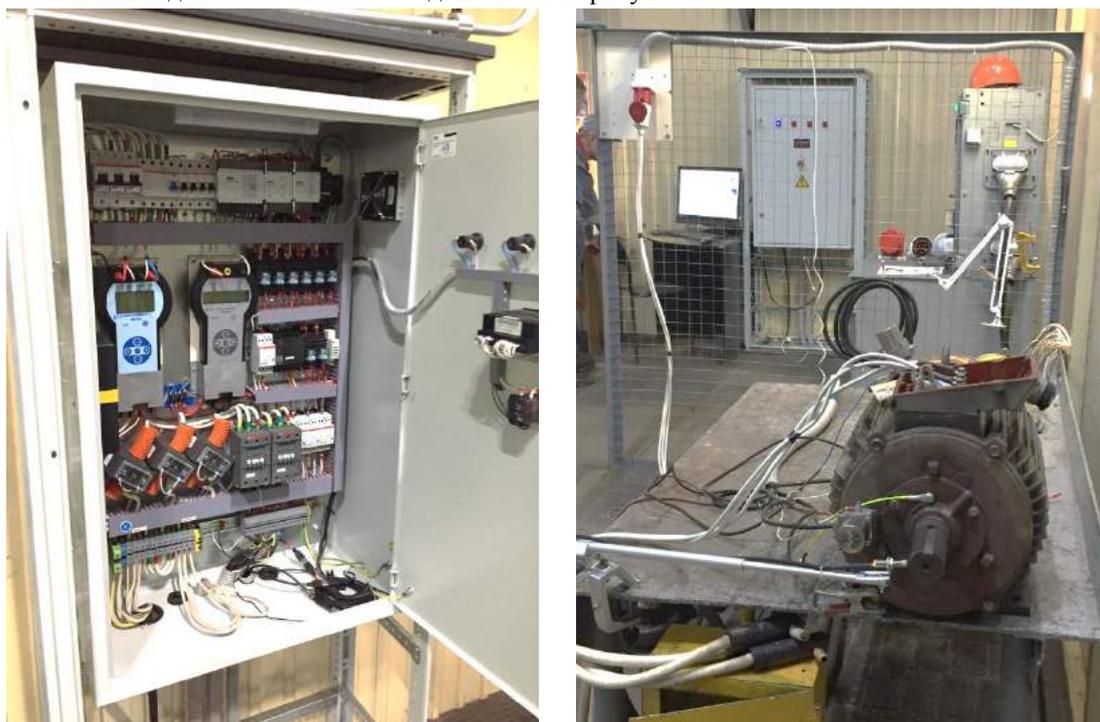


Рисунок 2 – Внешний вид испытательного стенда

Стенд работает следующим образом. Напряжение сети подается на главный щит, откуда по командам системы управления, подается на исследуемый электродвигатель по каналу питания. По этому же каналу путем перекоммутации осуществляется измерение основных параметров обмотки электродвигателя. Система управления получает от испытуемого двигателя частоту вращения вала, величину вибрации переднего и заднего подшипников, температуру переднего и заднего подшипников и обмотки.

Система управления стендом создана на основе ПК с предустановленным программным обеспечением, необходимым для реализации оригинального алгоритма управления.

Созданный испытательный стенд позволяет проводить автоматизированные испытания асинхронных двигателей после ремонта напряжением до 1000В с выявлением соответствия параметров

двигателя номинальным значениям и формировать протоколы испытаний и заключения о состоянии объекта с выводом на печать или сохранением его в архиве протоколов.

Список литературы

1. Двигатели асинхронные. Общие технические условия [Текст]: ГОСТ 16264.1-85. – Изд. дек. 1993 с Изм. 2 (ИУС. 1994. № 11-12). –введ. 01.01.1986.
2. Контроль состояния и диагностика машин. Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя [Текст]: ГОСТ ISO 20958-2015. –введ. 01.11.2016.
3. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний [Текст]: ГОСТ Р 53472-2009. –введ. 01.01.2011.
4. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний [Текст]: ГОСТ 7217-87. – Изд. авг. 2003 с Изм. 2 (ИУС. 2001. № 19). –введ. 01.01.1988.
5. Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний [Текст]: ГОСТ 11828-86. – Изд. авг. 2003 с Изм. 2 (ИУС. 2001. № 19). –введ. 01.07.1987.
6. Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерения, оценка и пределы вибрации [Текст]: ГОСТ ИЕС 60034-14-2014. –введ. 01.03.2016.
7. Объем и нормы испытаний электрооборудования [Текст]: РД 34.45-51.300-97: утв. РАО ЕЭС России 08.05.1997: введ. в действие с 05.08.1997. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 256 с.

СЕКЦИЯ №16.

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

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 2019 ГОД

Январь 2019 г.

VI 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 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2019 г.

Февраль 2019 г.

VI 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 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2019 г.

Март 2019 г.

VI 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 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2019 г.

Апрель 2019 г.

VI Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2019 г.

Май 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2019 г.

Июнь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2019 г.

Июль 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2019 г.

Август 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2019 г.

Сентябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2019 г.

Октябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2019 г.

Ноябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2019 г.

Декабрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2020 г.

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



Актуальные вопросы науки и техники

Выпуск VI

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 апреля 2019 г.)**

г. Самара

2019 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.04.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 6,1.
Тираж 250 экз. Заказ № 043.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.