

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№100, Август 2023
(Часть 5)



Самара, 2023

T33

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №100, Август 2023 (Часть 5) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023 - 176 с.

doi: 10.18411/trnio-08-2023-p5

Тенденции развития науки и образования - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Черноятов Александр Михайлович

Кандидат экономических наук, Профессор

Царегородцев Евгений Леонидович

Кандидат технических наук, доцент

Пивоваров Александр Анатольевич

Кандидат педагогических наук

Малышкина Елена Владимировна

Кандидат исторических наук

Ильященко Дмитрий Павлович

Кандидат технических наук

Дробот Павел Николаевич

Кандидат физико-математических наук, Доцент

Божко Леся Михайловна

Доктор экономических наук, Доцент

Бегидова Светлана Николаевна

Доктор педагогических наук, Профессор

Андреева Ольга Николаевна

Кандидат филологических наук, Доцент

Абасова Самира Гусейн кызы

Кандидат экономических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич

Кандидат юридических наук

Ерыгина Анна Владимировна

Кандидат экономических наук, Доцент

Чебыкина Ольга Альбертовна

Кандидат психологических наук

Левченко Виктория Викторовна

Кандидат педагогических наук

Петраш Елена Вадимовна

Кандидат культурологии

Романенко Елена Александровна

Кандидат юридических наук, Доцент

Мирошин Дмитрий Григорьевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ефременко Евгений Сергеевич

Кандидат медицинских наук, Доцент

Шалагинова Ксения Сергеевна

Кандидат психологических наук, Доцент

Катермина Вероника Викторовна

Доктор филологических наук, Профессор

Полицинский Евгений Валериевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович

Кандидат экономических наук, Доцент

Пузыня Татьяна Алексеевна

Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович

Доктор биологических наук, Доцент

Афанасьева Татьяна Гавриловна

Доктор фармацевтических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы

Доктор философии по техническим наукам

Лыгин Сергей Александрович

Кандидат химических наук, Доцент

Заломнова Светлана Петровна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Радкевич Михаил Михайлович

Доктор технических наук, Профессор

Гуткевич Елена Владимировна

Доктор медицинских наук

Матвеев Роман Сталинаруевич

Доктор медицинских наук, Доцент

Никонович Сергей Леонидович

Доктор юридических наук, Доцент

Шамутдинов Айдар Харисович

Кандидат технических наук, Профессор

Найденов Николай Дмитриевич

Доктор экономических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна

Кандидат экономических наук, Доцент

Хачатурова Карине Робертовна

Кандидат педагогических наук

Кадим Мундер Мулла

Кандидат филологических наук, Доцент

Григорьев Михаил Федосеевич

Кандидат сельскохозяйственных наук

Аиранов Баходурджон Пулотович

Кандидат филологических наук, Доцент

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| РАЗДЕЛ XXI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | 8 |
| Гостев С.Д., Гоц И.Ю., Саркисян А.Э. Взаимодействие стали ХН65МВУ, после различных видов термической обработки, со стеклом С93-3 в процессе изготовления стеклянных изделий..... | 8 |
| Гостев С.Д., Гоц И.Ю., Саркисян А.Э. Изменения физических свойств и морфологии поверхности стали ХН65МВУ после полного отжига при превышении классических температурных режимов термообработки | 11 |
| Дегтярева А.В., Никифоров И.А., Колокин А.А. Автоматизация мероприятий обучения локализации и ликвидации аварийных ситуаций | 14 |
| Диденко О.Ю., Дмитренко Е.В., Шурай К.Н. Мероприятия по снижению профессиональных рисков на рабочих местах хлебобулочного производства | 18 |
| Ефремов М.А. Оценка влияния транспортной вибрации на конструкции зданий и сооружений..... | 22 |
| Журавлева Л.А. Оценка вероятности затопления при авариях на гидротехнических сооружениях | 25 |
| Журавлева Л.А. Полимерные материалы в мелиоративном комплексе | 29 |
| Журавлева Л.А. Исследование эффективности снижения шумового загрязнения городской среды транспортными потоками | 32 |
| Ким А.О. Цифровизация в строительстве: технологии будущего для современных проектов | 35 |
| Кириллов Н.И., Гоц И.Ю., Саркисян А.Э., Гоц А.А. Влияние технологии получения стали 12Х18Н9Т на процесс формирования диффузионных боридных слоев | 37 |
| Кривоногова Е.В., Рябов Г.А., Яровой Р.В. Использование нейросети для интеллектуального анализа изображения..... | 40 |
| Можаева Т.П., Проскурин А.С., Антошина В.В. Совершенствование системы менеджмента качества вуза: тенденции развития | 42 |
| Пронина С.А. Методические подходы к технико-экономической оценке внедрения инноваций в высокотехнологичную продукцию различного назначения | 45 |
| Тимофеев В.Н., Надеждина О.А. Обоснование выбора теплоносителя для систем жидкостного охлаждения судовых дизелей | 48 |
| Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф. Влияние различных факторов на условия эксплуатации судовых ДВС (двигателей внутреннего сгорания) | 52 |
| Тихонов Н.Ф. Система смазки современных судовых дизелей..... | 55 |
| Яровой Р.В., Рябов Г.А., Кривоногова Е.В. Методы обнаружения вредоносного программного обеспечения: преимущества и недостатки..... | 58 |
| РАЗДЕЛ XXII. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА | 62 |
| Антипова В.Д. Робототехника и беспилотные летательные аппараты в Органах внутренних дел (ОВД)..... | 62 |
| Береснева Д.Т., Бужинская Н.В. Обеспечение электронного документооборота в функционале информационной системы..... | 64 |

| | |
|---|-----|
| Васильева Т.Г., Виткевич Н.Л., Абрамова Н.И. Цифровые технологии в современном мире | 68 |
| Данилюк А.И., Чеботарь И.Т., Басыня В.А., Вахненко И.В. Автоматизированная обработка неструктурированной информации в современных автоматизированных системах военного назначения..... | 70 |
| Лукашик И.А. Система «Честный ЗНАК» – гарантия качества продукта | 73 |
| Лукашик И.А. Защита авторских прав посредством нанесения водяного знака..... | 76 |
| Минин А. С. Применение методов корреляционного и регрессионного анализа к выявлению факторов, влияющих на средний бал результатов ЕГЭ, поступающих в вузы, на основе данных «Мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования» | 78 |
| Румянцев В.Э. Решение задач моделирования и тензорных вычислений средствами Python | 80 |
| Чарушин Ф.Д., Бужинская Н.В. Разработка 2D-игры платформера на языке программирования C++ | 82 |
| Чеботарь И.Т., Вахненко И.В., Басыня В.А. Использование технологий обратного поиска (retrieval) для извлечения и анализа неструктурированной информации военного значения . | 86 |
| РАЗДЕЛ XXIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ | 89 |
| Аносов М.С., Рябов Д.А., Казаков А.Г., Михайлов А.М., Подувальцев А.А. Оценка механизмов деформации и разрушения сплава Нп-08ХМФА, полученного на основе аддитивной электродуговой наплавки с использованием параметров неразрушающего контроля..... | 89 |
| Аттокуров А.К., Игамбердиева Ж.А., Сатыбалдыева А.Б. Оценка энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей в машиностроении..... | 93 |
| Проскурин А.С., Можаяева Т.П., Антошина В.В. Моделирование процесса метрологической экспертизы технической документации..... | 96 |
| Трусова Е.В., Шмелёва В.С. Применение неразъёмных соединений в машиностроительной отрасли | 99 |
| РАЗДЕЛ XXIV. МЕХАНИКА | 102 |
| Коновалов П.О., Иванченко А.А., Ларионов Г.Л. Опыт развития и применения в эксплуатации систем мониторинга технического состояния судовых ДВС..... | 102 |
| РАЗДЕЛ XXV. НАНОТЕХНОЛОГИИ | 109 |
| Помыткина Л.Ю., Швалев И.Р. Цифровизация и ее влияние на экологию в 21 веке..... | 109 |
| РАЗДЕЛ XXVI. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ | 113 |
| Чеботарь И.Т., Вахненко И.В., Басыня В.А. Интеграция коммуникационных средств различных видов вооруженных сил для обеспечения совместных действий..... | 113 |
| РАЗДЕЛ XXVII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА | 116 |
| Ильченко Я. А. Моделирование демпфированного силового фильтра в среде моделирования QUCS | 116 |

| | |
|---|-----|
| Панкин В.В., Соловьева Е.Б., Портной М.С. Первый профессор электротехники в России | 120 |
| Andrushchuk S.P., Gubanov Yu.A. Unified Power Systems Engineering of Mobile Technical Objects | 125 |
| РАЗДЕЛ XXVIII. ЭНЕРГЕТИКА | 130 |
| Филиппов В.В. Совершенствование конструкции теплообменных установок на основе методов интенсификации теплообмена | 130 |
| РАЗДЕЛ XXIX. СТРОИТЕЛЬСТВО | 133 |
| Мяконьков В.Б., Шелякова Ю.В., Кочетова Н.В. Разработка требований к зонированию и оснащению площадок для баскетбола 3×3 для привлечения к занятиям массовым спортом различных групп населения | 133 |
| Соколов Н.С. Использование электроразрядной технологии при усилении основания реконструируемого объекта | 135 |
| Соколов Н.С. Подход решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай | 141 |
| Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности | 145 |
| Соколов Н.С. Геотехническая практика восстановления аварийной ситуации на водоводе высокого давления | 149 |
| Соколов Н.С. Геотехническая практика восстановления аварийной ситуации на водоводе высокого давления | 153 |
| Соколов Н.С. Отрицательный опыт геотехнических расчетов и устройства удерживающих заглубленных конструкций | 158 |
| РАЗДЕЛ XXX. ТРАНСПОРТ | 162 |
| Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф. Влияние режимных параметров системы охлаждения на температурное состояние охлаждаемых деталей и рабочий процесс судового дизеля | 162 |
| Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф. Влияние условий эксплуатации на тепловое состояние судовых ДВС (двигателей внутреннего сгорания) | 164 |
| Тимофеев В.Н., Шумихина Е.Г. Режимные параметры системы охлаждения судового дизеля | 167 |
| Тихонов Н.Ф. Высокотемпературные системы охлаждения (ВТО) | 170 |

РАЗДЕЛ XXI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гостев С.Д., Гоц И.Ю., Саркисян А.Э.

Взаимодействие стали ХН65МВУ, после различных видов термической обработки, со стеклом С93-3 в процессе изготовления стеклянных изделий*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-215

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы возможного использования дополнительной термической обработки стеклоформирующей оснастки, изготовленной из нержавеющей коррозионностойкой стали ХН65МВУ, с целью предотвращения активной химической реакции между сталью и расплавом стекла во время производственного цикла, на примере электровакуумного стекла марки С93-3.

Ключевые слова: Сталь ХН65МВУ, термическая обработка, электровакуумное стекло, газовые пузыри, химическое взаимодействие.

Abstract

The article discusses the possible use of additional heat treatment of glass-forming equipment made of stainless corrosion-resistant steel CrNi65MWU, in order to prevent an active chemical reaction between steel and melt during the production cycle, using the example of C93-3 electro-vacuum glass.

Keywords: CrNi65MWU steel, heat treatment, electro-vacuum glass, gas bubbles, chemical interaction.

На сегодняшний день наблюдаются активное развитие радиоэлектронной промышленности, вследствие чего необходимо производить большое количество комплектующих. Так одними из актуальных изделий в данной области, являются стеклянные изделия. Являясь диэлектриком, стекло прекрасно подходит в качестве изолирующего материала для электронных выводов [1] или корпусов магнитоуправляемых контактов (герконов) [2]. В стеклянном производстве, как и в любом другом, присутствуют браки, нарушающие качество получаемых изделий. Данные браки могут проявляться как вследствие низкого качества сырья, так и вследствие неправильно выбранной технологии производства, куда, в том числе, можно отнести выбор материала используемой оснастки.

Так для изготовления стеклянных изделий может использоваться специфическая оснастка, изготовленная из особых видов сталей [3] и правильный подбор стали под определенный вид стекла может играть определяющую роль в получении качественной продукции. Ранее уже был рассмотрен вопрос по взаимодействию некоторых видов электровакуумного стекла со специальными коррозионностойкими сталями ХН65МВУ и ХН77ТЮР [4]. Было показано, что из выбранных сталей, сталь ХН65МВУ лучше подходит в качестве материала для изготовления оснастки, но ее коррозионная стойкость все равно не достаточно высокая для того чтобы полностью исключить появление браков связанных с химическим взаимодействием между сталью и расплавом стекла.

Как известно дополнительная термическая обработка может значительно улучшить свойства стали, в том числе улучшить ее коррозионную стойкость [5]. В связи с чем было решено провести дополнительную термическую обработку образцов стали ХН65МВУ (состав указан в таблице № 1) и проверить их на взаимодействие с электровакуумным стеклом марки С93-3 (химический состав указан в таблице № 2).

Таблица 1

Химический состав стали ХН65МВУ.

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | W | Fe | Ni |
|-------|-------|------|--------|--------|-----------|-----------|---------|------|-----------|
| <0,02 | <0,10 | <1,0 | <0,012 | <0,015 | 14,5-16,5 | 15,0-17,0 | 3,0-4,5 | <0,7 | Остальное |

Таблица 2

Химический состав электровакуумного стекла марки С93-3.

| SiO ₂ | BaO | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | Li ₂ O | F |
|------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| 68,40% | 6,10% | 4,70% | 3,00% | 4,60% | 12,20% | 0,50% | 0,50% |

Так как основным элементом взаимодействия является поверхность стали, то основой для выбора режимов термической обработки стали исследования по изменению физических свойств поверхности стали ХН65МВУ, после различных режимов отжига [6].

Исходя из информации в статье было решено провести эксперименты по взаимодействию образцов стали отожженных по следующим режимам:

- 950 — 30 минут, так как при данных режимах наблюдается максимально большой объем защитной окисной пленки на поверхности образца.
- 1050 — 30 минут, так как именно данный режим отжига определен как оптимальный, из выбранных.
- 1100 — с выдержкой 3 часа, 6 часов и 24 часа, так как именно на данных режимах наблюдалась максимальная микротвердость поверхности, а так же явное изменение ее структуры.

Обработанные по выбранным режимам образцы были поставлены в муфельную печь (Plavka.Pro ПМ — 5, производство РФ) с кусочками выбранного стекла и плавно нагрели до температур, соответствующих рабочим температурам на производстве. После того, как расплав стекла полностью покрыл поверхность образцов, печь была выключена, а остывшие образцы изучены под микроскопом (марки МБС-2, производство СССР, Лыткаринский завод оптического стекла)

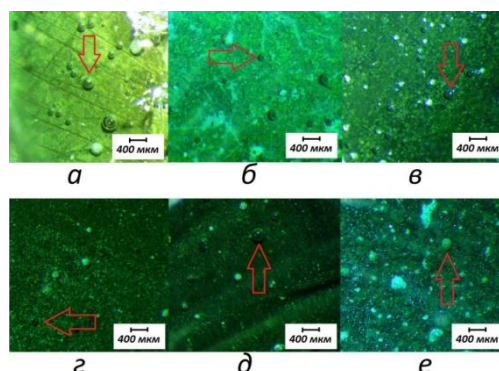


Рисунок 1. Микрофотографии поверхности образцов стали ХН65МВУ после взаимодействия со стеклом марки С93-3 в муфельной печи при 16-ти кратном увеличении. А- без обработки; б — отжиг при температуре 950°С в течение 30 минут; в- отжиг при температуре 1050°С в течение 30 минут; г- отжиг при температуре 1100°С в течение 3 часов; д - отжиг при температуре 1100°С в течение 6 часов; е - отжиг при температуре 1100°С в течение 24 часов. (стрелками отмечены газовые пузыри)

Как видно из микрофотографий на рисунке № 1, наименьшее количество пузырей и других дефектов поверхности наблюдается у образца отожженного при температуре 1100°С в течение 3 часов. Также стоит отметить, что «остекловывание» поверхности (т. е. прилипание расплавленной стекломассы к поверхности) произошло только на образцах отожженных при температуре 1100 °С. На образцах отожженных при 950°С и 1050°С, остывшее стекло легко отходило от поверхности вместе с частицами окисного слоя.

Исходя из этого было принято решение провести испытания отожженной оснастки на режиме 1100°C — 3 часа, непосредственно на производстве. Было проведено 3 производственных цикла, два из которых на отожженной оснастке.

После чего была произведена разбраковка полученной продукции, а поверхности оснастки были осмотрены под микроскопом (Рисунок № 2).

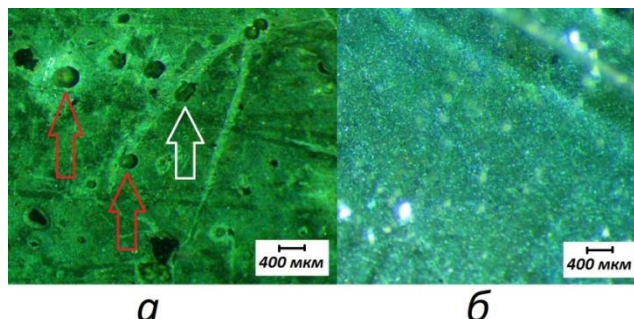


Рисунок 2. Фотографии поверхности оснастки из стали ХН65МВУ после производственного цикла изготовления изделия из стекла марки С93-3 при 16ти кратном увеличении : а — не обработанная оснастка; б — оснастка после отжига при температуре 1100°C в течение 3 часов. (красными стрелками отмечены газовые пузыри, белой стрелкой окалина).

Как видно из Рисунка № 2 на поверхности термически обработанной оснастки, в отличие от не обработанной, не наблюдается каких-либо побочных продуктов химической реакции между расплавом стекла и сталью. Положительный результат также подтвердился и при разбраковке полученных изделий: при использовании термически обработанной оснастки, по выбранному режиму, количество изделий отбракованных по причине наличия газовых пузырей в среднем составило 3,5 % от полученной продукции, в то же время при использовании не обработанной оснастки количество продукции, в которой присутствовал газовый пузырь, составило 15%.

Вывод

В статье рассматривался вопрос возможного использования дополнительной термической обработки формообразующей оснастки изготовленной из коррозионностойкой нержавеющей стали марки ХН65МВУ, с целью дополнительного повышения ее коррозионной стойкости при взаимодействии с расплавом электровакуумного стекла марки С93-3.

Был определен режим термической обработки, при применении которого на поверхности оснастки практически не наблюдалось побочных продуктов химического взаимодействия между расплавом стекла и выбранной сталью, что привело к снижению бракованной продукции на производстве.

1. Александров А.А., Сукнева Е.М. Анализ существующих проблем производства металлостеклянных соединений СВЧ-компонентов [Электронный ресурс] / А.А. Александров, Е.М. Сукнева // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. - 2018. - № 1. - Режим доступа: <http://mnv.igups.ru/toma/11-2018>.
2. Рабкин Л. И. Магнитоуправляемые герметизированные контакты (конструкции, свойства, применение) / Л. И. Рабкин, И. Н. Евгенова. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Изд-во Связь, 1976. - 104 с.
3. Патент 2018144161 Рос. Федерация, МПК С 03 В 17/04. Нагревательное устройство и способы изготовления стеклянной трубчатой заготовки / Ж. Де Анжели, Д.М. мл. Фишер, Ш. Джоши, С. Кришнамуртхи, Э. Панидес, Д. Посада-Пинеда; заявитель Корнинг Инкорпорейтед. - № US 2017/034369; заявл. 25.05.2017; опубл. 25.06.2020, Бюл. № 18. - 4 с.
4. Взаимодействие коррозионностойких сталей марок ХН65МВУ и ХН77ТЮР с электровакуумными стеклами С93-3 и С93-3М : материалы X междунар. науч. - практич. конф.: сб. науч. ст. / под ред. Халикова А.Р. - Уфа : Изд-во ООО «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2023. - 267 с.
5. Перельгин Ю. П. Коррозия и защита металлов от коррозии : учеб. пособие для студентов технических специальностей / Ю. П. Перельгин, И. С. Лось, С. Ю. Киреев. - 2-е изд., доп. - Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. - С. 21: табл.
6. Гостев С.Д. Изменение поверхности стали ХН65МВУ в зависимости от различных режимов отжига / С.Д. Гостев, Н.И. Кириллов, А.Р. Давыдова // КШП.ОМД. - 2023. - № 4. - С. 23-30.

Гостев С.Д., Гоц И.Ю., Саркисян А.Э.

Изменения физических свойств и морфологии поверхности стали ХН65МВУ после полного отжига при превышении классических температурных режимов термообработки

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-216

Аннотация

В статье описаны изменения микротвердости, микрорельефа поверхности и зернистости коррозионностойкой стали ХН65МВУ после полного отжига при температурах значительно превышающих классические режимы для данного вида стали. Также проведены морфологические исследования поверхности данной стали. Были показаны различия в поверхности термообработанной стали в зависимости от предварительного механического воздействия на нее.

Ключевые слова: коррозионностойкая сталь, термическая обработка, микротвердость, окисная пленка, сталь ХН65МВУ.

Abstract

The article describes the changes in microhardness, porosity and granularity of corrosion-resistant steel CrNi65MWU after complete annealing at temperatures significantly exceeding the classical modes for this type of steel. Morphological studies of the surface of this steel have also been carried out. Differences in the surface of heat-treated steel were shown depending on the preliminary mechanical action on it.

Keywords: Corrosion-resistant steel; heat treatment; microhardness; oxide film; steel HN65MVU.

Коррозионностойкие стали применяются для изготовления изделий, которые в дальнейшем широко используются в работе с агрессивными средами, например в химической промышленности [1]. Но не смотря на свои специфические свойства при длительной работе в агрессивной среде, происходит постепенное разрушение поверхности изделия, а следовательно, и к ухудшению рабочих показателей изделия (например лопаток) [2]. Для того чтобы повысить эксплуатационные характеристики любой стали возможно провести ее дополнительную термическую обработку. Помимо улучшения характеристик изделия в целом, таким же методом возможно улучшить и качество его поверхности, путем получения защитной окисной пленки [3]. Защитные пленки, в свою очередь, так же имеют свои ограничения по длительности эксплуатации, так известно, что после закалки стали ХН65МВ на ее поверхности образуется окисная пленка, но ее стойкость не значительна [4].

Исходя из этого, существует актуальная проблема по получению качественных защитных окисных пленок на поверхности стали. Первичными характеристиками показателя качества полученной пленки, помимо сплошности, являются такие характеристики как микротвердость и величина зерна. Чем выше микротвердость и мельче зернистость, тем более прочной будет окисная пленка.

Ранее уже проводились исследования по измерениям данных показателей после различных режимов полного отжига коррозионно-стойкой стали ХН65МВУ [5], где предельной температурой нагрева была выбрана температура 1100° С и было отмечено, что оптимальной температурой для получения качественной окисной пленки является температура 1050° С. В целях эксперимента, было решено проверить как на поверхность той же стали (химический состав указан в таблице № 1) повлияют более высокие температуры термообработки.

Таблица 1

Элементный состав стали ХН65МВУ

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | W | Fe | Ni |
|-------|-------|------|--------|--------|-----------|-----------|---------|------|-----------|
| <0,02 | <0,10 | <1,0 | <0,012 | <0,015 | 14,5-16,5 | 15,0-17,0 | 3,0-4,5 | <0,7 | Остальное |

В качестве дополнительных режимов были выбраны: нагрев до 1150°C, с выдержкой 3 часа и 1200°C, также с выдержкой 3 часа, в качестве контрольного был взят режим 1100°C с выдержкой 3 часа. Часть образцов были механически обработаны (шлифовка наждачной бумагой с зернистостью Р60). Термическая обработка проводилась в муфельной печи Plavka.Pro ПМ-5 (с максимальной температурой нагрева до 1250 °С), микроскоп МБС-2, цифровой микротвердомер HVS — 1000В и анализатор изображения микроструктур АГПМ — 6М с компьютерной программой «Металлограф».

На рисунке № 1 показаны изображения поверхности стали после проведенной термической обработки. Как видно на микрофотографиях с возрастанием температуры качество отожженной поверхности ухудшается, при этом на шлифованных образцах данное ухудшение более заметно (Рисунок № 1 г-е). На поверхности этих образцов появился порошкообразный налет, легко отделяемый от основной поверхности. На не шлифованных образцах такой налет наблюдался только после нагрева до 1200° С (Рисунок № 1 в).

После морфологического анализа были проведены замеры микротвердости поверхности образцов (Таблица № 2). Стоит отметить, что при проведении замеров поверхностная окисная пленка не снималась, как это обязывает ГОСТ [6], в связи с тем, что нам интересны изменения происходящие именно с поверхностной окисной пленкой.

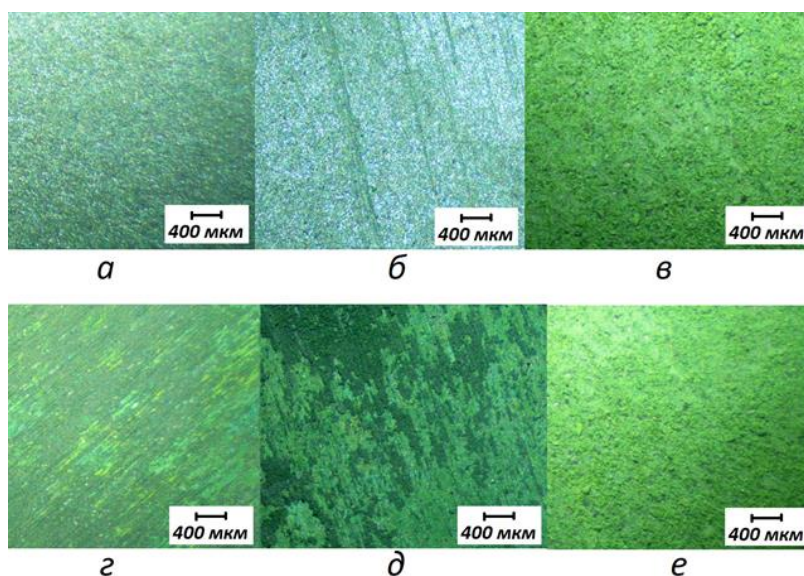


Рисунок 1 Микрофотографии поверхности стали ХН65МВУ после термической обработки с увеличением в 16 раз: а — не шлифованный 1100°C — 3 часа; б — не шлифованный 1150° С — 3 часа; в — не шлифованный 1200°C — 3 часа; г — шлифованный 1100°C — 3 часа; д — шлифованный 1150°C — 3 часа; е — шлифованный 1200°C — 3 часа.

Как видно из таблицы 2 максимальной микротвердостью обладают образцы после отжига на температуре 1100°C при этом шлифованный образец имеет большую микротвердость по сравнению с не шлифованным практически в 2 раза.

Таблица 2

Режимы термообработки стали ХН65МВУ, а также основные характеристики ее поверхности, после данных режимов обработки

| Режим обработки | Микротвердость, HV 0,2 кгс | Величина зерна | Открытая пористость при исследовании микрорельефа поверхности, дол. |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|--|
|-----------------|-------------------------------|-------------------|--|

| | | < 5мкм | < 10 мкм | |
|----------------------------------|------|-----------|-------------|------|
| Без обработки не шлифованный | 271 | 75 | 25 | 0,43 |
| Без обработки шлифованный | 394 | 55 | 45 | 0,41 |
| 1100° С (3 часа) не шлифованный | 699 | 70 | 30 | 0,52 |
| 1150 ° С (3 часа) не шлифованный | 573 | 5 | 95 | 0,48 |
| 1200 ° С (3 часа) не шлифованный | 571 | 70 | 30 | 0,42 |
| 1100° С (3 часа) шлифованный | 1378 | 55 | 45 | 0,42 |
| 1150 ° С (3 часа) шлифованный | 451 | 80 | 20 | 0,44 |
| 1200 ° С (3 часа) шлифованный | 530 | 45 | 55 | 0,42 |

Также можно отметить, что при дальнейшем повышении температуры отжига микротвердость на всех образцах снижается. Что касается зернистости и пористости поверхности, то тут каких либо закономерностей выявлено не было, можно только отметить, что максимальной пористостью обладают не шлифованные образцы отожженные при температурах 1100° С и 1150°С.

Выводы

В работе были проведены исследования по полному отжигу коррозионно-стойкой стали ХН65МВУ на температурных режимах, значительно превышающих классические для данного вида стали. Были проведены измерения микротвердости, зернистости и пористости поверхности полученных оксидных пленок, а также проведены морфологические исследования поверхности. Было показано, что предварительная механическая обработка поверхности значительно влияет на качество полученной оксидной пленки после термической обработки стали, а также на ее физические характеристики. Определено, что превышение температур классических режимов отжига, не приводит к улучшению качества полученной оксидной пленки, а скорее снижает их.

1. Шлямнев А. П. Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справ. Изд. / А. П. Шлямнев и др. - М.: «Интернет инжиниринг», 2000. - 232 с.
2. Бердник О.Б. Разработка технологии продления ресурса турбинных лопаток из сплава ХН65МВТЮ / О.Б. Бердник, И.Н. Царева, Е.Н. Разов // Вестник Самарского. гос. аэрокосмического ун-та.-2011. - Вып. 3(27). - С. 240-247.
3. Козлов, В.А. Основы коррозии и защиты металлов: учеб. пособие /В.А. Козлов, М.О. Месник; Иван. гос. хим. – технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 177с
4. Перельгин Ю. П. Коррозия и защита металлов от коррозии : учеб. пособие для студентов технических специальностей / Ю. П. Перельгин, И. С. Лось, С. Ю. Киреев. - 2-е изд., доп. - Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. - 88 с.
5. Гостев С.Д. Изменение поверхности стали ХН65МВУ в зависимости от различных режимов отжига / С.Д. Гостев, Н.И. Кириллов, А.Р. Давыдова // КШП.ОМД. - 2023. - № 4. - С. 23-30.
6. ГОСТ Р ИСО 6507-4 — 2009. Металлы и сплавы измерения твердости по Виккерсу. - введен впервые; введ. 2009-12-15. - Москва: Стандартинформ, 2010. - 84 с. - (Национальный стандарт Российской Федерации).

Дегтярева А.В.¹, Никифоров И.А.², Колокин А.А.¹

Автоматизация мероприятий обучения локализации и ликвидации аварийных ситуаций

¹АО «ИНИУС»

²Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-217

Аннотация

В данной работе рассматривается сценарный подход проведения работ по локализации и ликвидации аварий в последовательных действиях с помощью правил действий и оценивания.

Ключевые слова: компьютерный тренажерный комплекс, математическая модель, план ликвидации и локализации аварий, правила действий и оценивания.

Abstract

This paper discusses a scenario-based approach of conducting accident localization and elimination activities in sequential actions using action rules and evaluation.

Keywords: computer simulator complex, mathematical model, plan of elimination and localization of accidents, rules of actions and evaluation.

Настоящее время характеризуется интенсивным внедрением компьютерных технологий во все области жизни, в том числе в образование. Одно из направлений, существующих для обучения персонала, основано на цифровой трансформации, т.е. на использовании профессиональных программных продуктов и разработке математических моделей.

Сложность подготовки персонала на производстве заключена в недопустимости ошибочных действий. Решить эту проблему можно заменой реальной установки на модель и организацией взаимодействия с ней обучаемого таким образом, чтобы максимально приблизить его действия к реальным условиям [1].

В частности, актуальным направлением в химической промышленности является компьютерный тренажерный комплекс (КТК).

В случае возникновения чрезвычайной ситуации оперативный персонал должен принять решение о наиболее безопасных и эффективных действиях для решения конкретного случая. Иногда достаточно изолировать только часть установки, в других случаях полное отключение установки – лучший способ справиться с непосредственной опасностью.

Персонал при работе на тренажере получает опыт, который сопоставим с реальными условиями, с которыми он может столкнуться при работе на предприятии.

КТК, используемый в процессе обучения или же на предприятии, на сегодняшний день имеет большую актуальность и набирает свои обороты. Тренажер увеличивает быстроту и скорость реакции принятия решений, уменьшает количество сделанных ошибок при работе в тренажере [2].

В основе тренажера лежит сценарный подход проведения работ в последовательных действиях. Сценарий прописывается разработчиком с помощью правил действий и оценивания (ПДО).

ПДО – это система, с помощью которой разработчик тренажера может описать структуру действий операторов, согласно регламенту предприятия. Она позволяет создать и настроить правила ПДО.

Рассматриваемая система включает в себя способ оценивания выполнения прописанных действий, что позволяет использовать ПДО как систему оценок сценария. Каждое правило действия и оценивания может быть либо сложным, если оно содержит в себе таблицу вложенных ПДО, либо простым, в соответствии с рисунком 1.

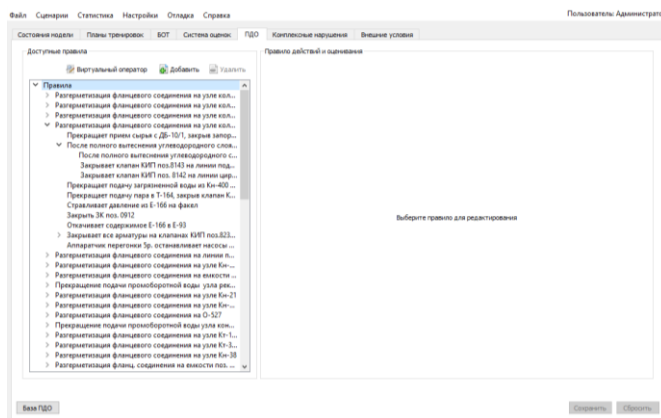


Рисунок 1 Иерархия правил действий.

Чтобы настроить ПДО необходимо дать понятное название действиям, которые должен выполнить оператор, имя выводится на экран в качестве подсказки при прохождении сценария, согласно рисунку 2.

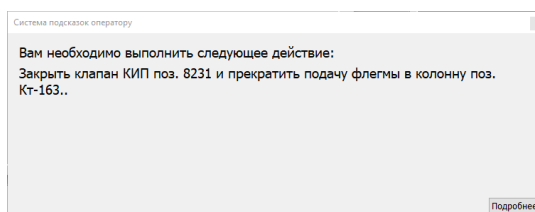


Рисунок 2 Окно системы подсказок оператору.

Также необходимо прописать условие завершения действия, т.е. если прописанное условие удовлетворено, то активное ПДО считается выполненным и принимает зеленый цвет, в соответствии с рисунком 3.

| Имя | Тип | Условие входа | Условие завершения | Действие | Порядок | Штраф | Время | Штраф по времени |
|---|--------|---------------|---|---|---------|-------|-------|------------------|
| 1 Потребовать от аппарата перегонки ... | Верное | | [DO : Потребовать от аппарата перегонки ...] | [DO : Потребовать от аппарата перегонки ...] | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 Потребовать от аппарата перегонки ... | Верное | | [DO : Потребовать от аппарата перегонки ...] | [DO : Потребовать от аппарата перегонки ...] | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 3 Закрыть клапан КИП поз. 8231 и прекратить ... | Верное | | [Common : Регулирование расхода флегмы в ...] | [Common : Регулирование расхода флегмы в ...] | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 4 Закрыть клапан КИП поз.8232 и прекратить ... | Верное | | [Common : Регулирование температуры в ...] | [Common : Регулирование температуры в ...] | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 5 Закрыть выход конденсата в сеть, остатки ... | Верное | | | | 5 | 1 | 0 | 0 |

Рисунок 3. Общий вид окна правил при прохождении сценария

Условие входа – условие, при котором ПДО становится активным.

Важным параметром является выбор технологической роли. Можно выбрать одну или несколько ролей. На рисунке 4 представлены возможные технологические роли.

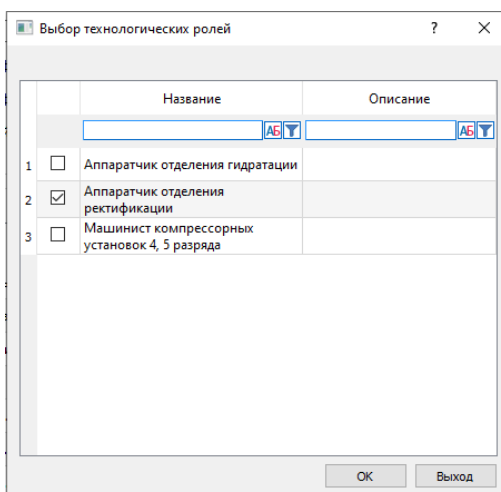


Рисунок 4. Окно выбора технологической роли.

Система ПДО содержит методы оценки по штрафам. Виды методов оценки:

1. По штрафным баллам – данный метод оценки суммирует штрафные баллы, полученные за каждое неправильное действие.
2. По количеству выполненных/невыполненных операций – данный метод оценки учитывает только факт выполнения действия – в качестве штрафных баллов засчитывается каждое выполненное неверное действие и каждое невыполненное верное действие. Штрафные баллы за нарушение порядка не начисляются.
3. По числу нарушений верхних/нижних пределов – данный метод оценки сравнивает число нарушений, связанных с выходом на верхний/нижний пределы или нормы технологического режима (сокращенно НТР) с заданным максимально допустимым числом нарушений и на основании этого выставляет итоговую оценку.
4. По суммарному отклонению от верхних/нижних пределов – данный метод оценки сравнивает сумму процентных отклонений позиций контрольно-измерительного приборов (КИП) за НТР с заданной максимально допустимой суммой отклонений.
5. По величине отклонения от верхних/нижних пределов – данный метод оценки сравнивает число нарушений, связанных определенным процентным отклонением позиции КИП от НТР (верхнего/нижнего предела) с максимально допустимым числом таких процентных отклонений. Т.е., небольшие процентные отклонения (ниже заданной процентной величины) не будут учитываться при выставлении оценки.

Обучение может проходить для различных типовых ситуаций/сценариев, таких как: пуск, остановки, разгерметизация, локализация и ликвидация последствий аварий.

Чтобы начать обучение, пользователь должен запустить сценарий. Сценарий включает в себя:

- Модель технологического процесса
- Сохраненное заранее состояние модели, с которого будет производиться ее запуск
- Конфигурацию запуска
- План тренировки

В таблице 1 представлен сценарий разгерметизации колонны Кт-95, предназначенной для выделения раствора триметилкарбинола (ТМК) из раствора спиртов, а также для выведения из системы вторичного бутилового спирта.

Таблица 1

Сценарий разгерметизации колонны поз. Кт-95.

| | |
|---|---|
| Разгерметизация фланцевого соединения на узле Кт-95 | Закреть клапан поз. 875 от Н-309 в Кт-95 |
| | Прекратить подачу пара в Т-97/1,2, закрыть клапан КИП поз. 866 |
| | Закреть вывод конденсата в Т-408, остатки конденсата слить в лоток |
| | Закреть клапан поз. 865 на подачу флегмы в колонну |
| | Откачать продукт из Е-98 насосом Н-99 в Е-93/2, закрыть клапан поз. 868 |
| | Кубовый остаток Кт-95 слить в Е-32, закрыть клапан поз. 867 |
| | Закреть арматуру из Е-98 в Е-7, стравить давление из Е-98 на факел |
| Остановить насосы поз. Н-309, Н-99 | |

Принципиальная технологическая схема блока выделения ТМК представлена на рисунке

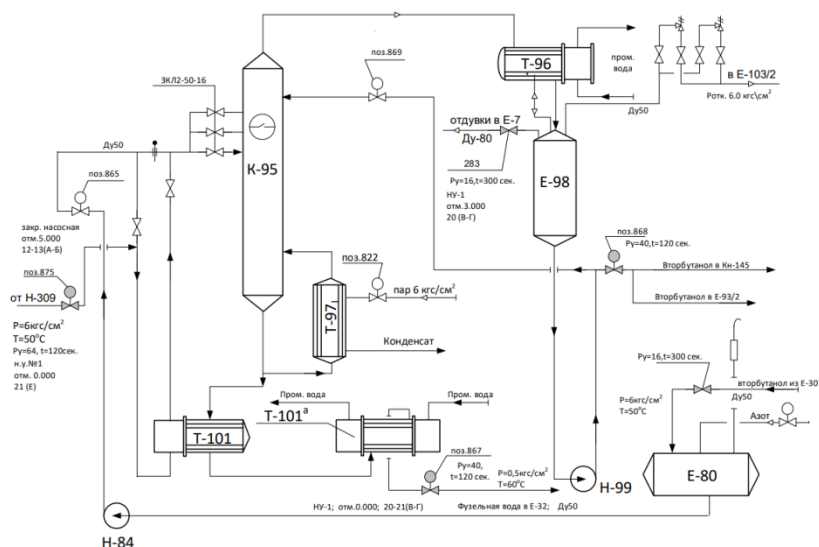


Рисунок 5. Принципиальная технологическая схема блока выделения ТМК

После прохождения сценария можно посмотреть более подробный отчет по тестированию, представленный на рисунке 6.

Отчет по тестированию

Общий протокол | Аппаратчик: отделение гидратации | Аппаратчик: отделение ректификации

Отчет по тестированию

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Сценарий | ПМЛА/ПМЛА отделения гидратации |
| Время начала тестирования | 16.01.2023:20:21:32 |
| Время окончания тестирования | 16.01.2023:20:29:32 |
| Режим | Обучение |

Операторы технологической роли

| Оператор | Подразделение | Роль станции |
|---------------|----------------|--------------|
| Администратор | Администраторы | Инструктор |

Журнал действий

| Сообщения РСУ | Действия инструктора | Действия оператора | Оценки | Штрафы инструктора | ПДО | Сообщения чата |
|---|----------------------|--------------------|--------|--------------------|-----|----------------|
| Разгерметизация фланцевого соединения на узле Kx-95 | | | | | | |

Набрано штрафных баллов: 0 из максимально возможных 3
 Процент успеха: 100%
 Итоговая оценка: Зачтено

Рисунок 6. Отчет по тестированию

В этом диалоге подробно расписано, где и какие ошибки совершил пользователь при прохождении сценария, какой штраф он за это получил, итоговую оценку и прочее. Также можно переключиться на краткий отчет, содержащий в себе только основную информацию.

Преимущества предлагаемой системы:

1. Максимальная адаптация параметров математических моделей под конкретное производство;
2. Полная имитация РСУ и ПАЗ с поддержкой оригинальных конфигурационных файлов;
3. Возможность полного автоматизированного контроля и оценки персонала;
4. Сохранение любого промежуточного состояния модели объекта в качестве «стартового исходного состояния», которое в дальнейшем можно использовать для запуска тренировок в качестве начальных условий;
5. Максимально возможное сходство интерфейса на тренажере и на реальном рабочем месте оператора;
6. Возможность альтернативных вариантов решения учебно-тренировочных задач;

7. Сбор и анализ статистической информации траекторий обучения большого числа обучаемых;
8. Автоматическая система оценки правильности действий персонала.

Применение такого рода тренажерного комплекса для обучения и наработки практических навыков при выполнении смоделированной ситуации по предупреждению, локализации и ликвидации происшествия ведет к закреплению полученных теоретических и практических знаний, повышению качества подготовки специалистов [1].

Рассматриваемая система будет эффективна в деятельности предприятий и организаций в целях повышения уровня их пожарной безопасности и в учебном процессе вузов соответствующего профиля.

1. Очилов, М.А., Рахимов, А.М. Анализ современного состояния разработки и применения компьютерных обучающих систем / М.А. Очилов, А.М. Рахимов // Science Time. 2017. №6 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennogo-sostoyaniya-razrabotki-i-primeneniya-kompyuternyh-obuchayuschih-sistem> (дата обращения: 10.01.2023).
2. Яминев, А.З. Разработка цифрового тренажера по диагностике технологических трубопроводов / А.З. Яминев // Вестник науки. 2022. №4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tsifrovogo-trenazhera-po-dagnostike-tehnologicheskikh-truboprovodov> (дата обращения: 16.01.2023).

Диденко О.Ю., Дмитренко Е.В., Шурай К.Н.

**Мероприятия по снижению профессиональных рисков на рабочих местах
хлебобулочного производства**

Кубанский государственный технологический университет

(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-218

Аннотация

Рассмотрены вопросы охраны труда и пожарной безопасности на предприятии хлебобулочного производства. Статическими данными подтверждена актуальность темы исследований. На основании изучения технологии производства и применяемого оборудования установлены наиболее опасные операции. Предложен комплекс организационно-технических мероприятий по снижению профессиональных рисков.

Ключевые слова: профессиональные риски, система управления охраной труда, травматизм, внутренний контроль.

Abstract

The issues of labor protection and fire safety at the enterprise of bakery production are considered. The relevance of the research topic is confirmed by static data. Based on the study of production technology and the equipment used, the most dangerous operations have been identified. A set of organizational and technical measures to reduce professional risks is proposed.

Keywords : occupational risks, labor protection management system, injuries, internal control.

Пищевая промышленность является одним из развитых видов экономической деятельности Российской Федерации, особенно Краснодарского края. Доля занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда составляет 35,7 % в год от общей численности работающих на предприятиях пищевой промышленности [1]. Техническое оснащение и организация технологических процессов не всегда позволяют обеспечить соблюдение требований безопасности. Это способствует развитию профессиональных заболеваний и получению травм.

Лидирующие позиции по показателям травматизма в производстве пищевых продуктов занимает производство хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [1] Уровень производственного травматизма в отрасли остается достаточно высоким. По данным Росстата

[2] на период 2020 – 2022 г. количество предприятий хлебопекарной промышленности (без учета субъектов малого бизнеса) снижается, однако коэффициент частоты производственного травматизма меняется незначительно. При этом до 60 % несчастных случаев происходит по причине нарушения требований безопасности и охраны труда работником или по вине работодателя.

На рисунках 1 и 2 приведены данные о количестве предприятий хлебопекарной промышленности и количестве несчастных случаев на них в РФ и в Краснодарском крае за последние 3 года.

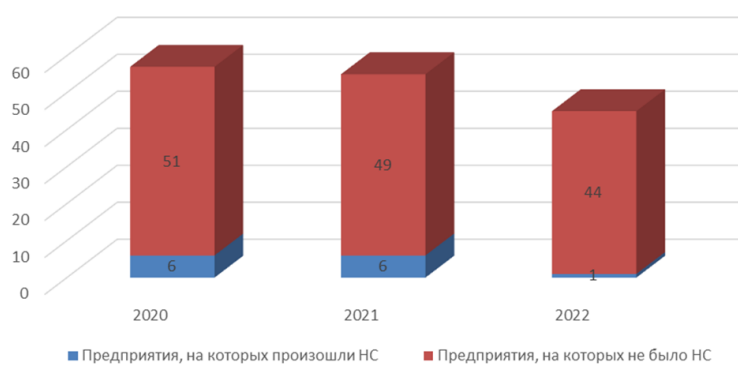


Рисунок 1. Данные о количестве предприятий хлебопекарной промышленности и о количестве несчастных случаев на них в Краснодарском крае.

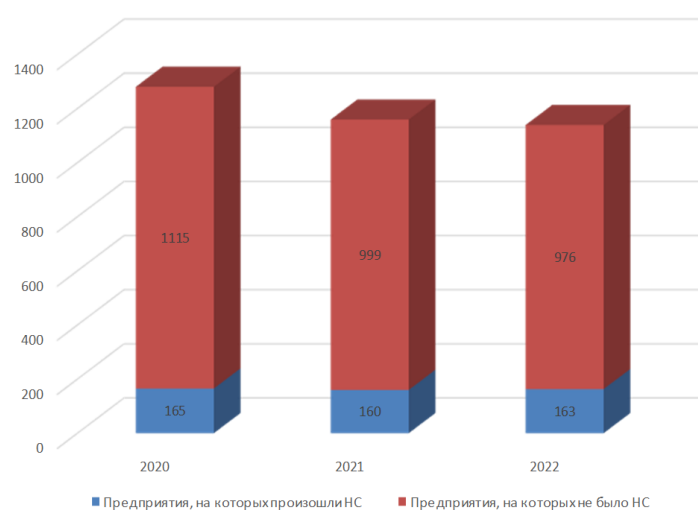


Рисунок 2. Данные о количестве предприятий хлебопекарной промышленности и о количестве несчастных случаев на них в РФ.

Динамика численности пострадавших в результате несчастных случаев в хлебопекарной промышленности приведена на рисунке 3. Из диаграммы видно, что как общее количество пострадавших от несчастных случаев, так и количество пострадавших со смертельным исходом в последние годы существенно снизилось.

Но анализ данных о случаях производственного травматизма с учетом численности работников, занятых в данной отрасли, показывает, что коэффициент частоты травматизма, в том числе со смертельным исходом, меняется незначительно, что показано на рисунках 4 и 5.

Из представленных данных видно, что по Краснодарскому краю коэффициент частоты травматизма в отрасли ниже, чем в среднем по России, однако уровень травматизма со смертельным исходом выше, чем в среднем по России.

Значительное количество несчастных случаев вызвано нарушением работниками требований охраны труда либо неисполнением работодателями своих обязанностей в области

обеспечения безопасных условий труда. Таким образом, проблема снижения уровней профессиональных рисков в хлебопекарном производстве остается актуальной.

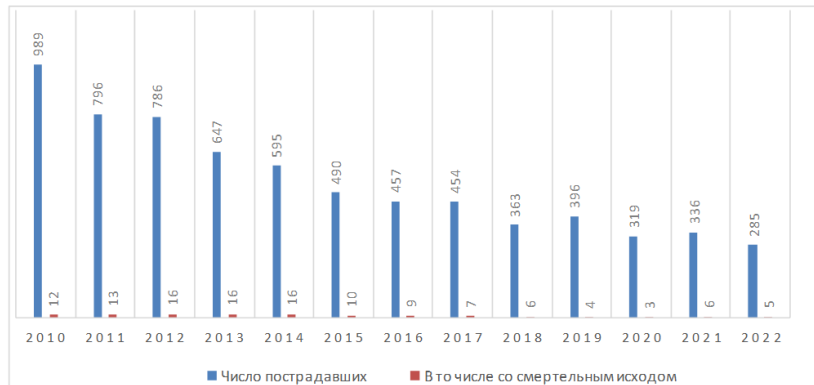


Рисунок 3. Динамика численности пострадавших в результате несчастных случаев в хлебопекарной промышленности РФ.



Рисунок 4. Уровень производственного травматизма с потерей трудоспособности на 1 день и более за период 2020 – 2022 г.

Специфика и особенности в области охраны труда предприятий малого бизнеса показаны в [3]. Разработка и опыт внедрения СУОТ рассмотрены в [4,5].

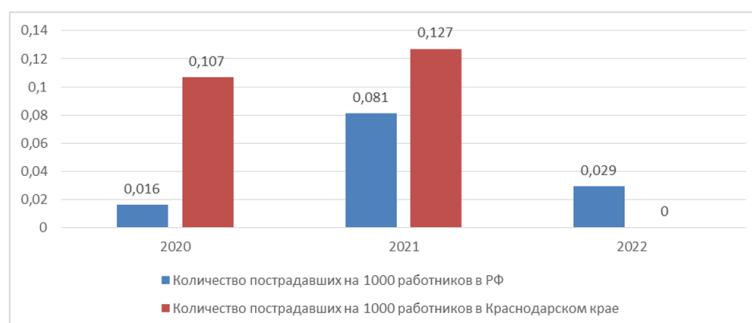


Рисунок 5. Уровень производственного травматизма со смертельным исходом за период 2020 – 2022 г.

Анализ эффективности функционирования системы управления охраной труда и промышленной безопасностью приведен в [6].

На примере хлебопекарного предприятия проанализирован технологический процесс производства хлеба и хлебобулочных изделий. Установлено, что этапы приема и хранения сырья, а также выпечки изделий сопровождаются наибольшими опасностями. Основными негативными факторами являются наличие пыли и избытков тепла соответственно.

Одним из механизмов предотвращения производственного травматизма, выступает совершенствование управления профессиональными рисками. Выполнена оценка профессиональных рисков на рабочих местах исследуемого объекта. Установлено, что к

областям высокого профессионального риска отнесены: работы на хлебопекарных печах, мукопросеивательном и электрооборудовании, умеренный профессиональный риск выявлен при работе с рожлей для грузов.

На основе анализа результатов СОУТ, оценки профессиональных рисков и нормативно-правовых актов в области охраны труда в период с 2020 по 2022 годы предлагается комплекс мероприятий по снижению профессиональных рисков.

В качестве организационных мероприятий предлагаются следующие:

- создание системы внутреннего контроля (включая все направления ОТ и ПБ), которая будет интегрирована в существующую систему управления охраной труда;
- разработка листов контроля для лиц, участвующих в мероприятиях внутреннего надзора;
- дополнительные мероприятия по снижению профессиональных рисков на рабочих местах;

Опыт организации производственного контроля в области охраны труда на предприятии рассмотрен в работе [7].

В качестве технических мероприятий предлагаются следующие мероприятия:

- совершенствование вентиляционной системы хлебопекарного цеха;
- модернизация системы сигнализации и оповещения при пожаре;
- установка системы автоматического пожаротушения.

Использование качественного методического обеспечения проверок, в частности, контрольных листов, позволит проинформировать работодателей о содержании актуальных обязательных требований охраны труда, ориентироваться на их выполнение в процессе производства работ и при внутреннем контроле в системе управления охраной труда.

В качестве дополнительных мероприятий по снижению профессиональных рисков предлагается [8]:

- эргономичная укладка электрокабелей, не мешающая передвижению людей и транспорта, регулярные проверки целостности токоведущих частей, исправности устройств автоматики, а также уборка мучной пыли на электроприборах и кабелях;
- выдача термозащитных перчаток;
- дополнительное обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
- выдача грузчикам ботинок с противободарным мыском.

После установки приточно-вытяжной вентиляционной системы, класс условий труда для работников хлебопекарного цеха снизится с 3.3 (вредный третьей степени) до 3.2 (вредный второй степени).

Мероприятия по пожарной безопасности позволят снизить риск получения травмы при воздействии опасных факторов пожара, а также предотвратить распространение пожара, минимизировав экономические потери.

Предлагаемый комплекс организационно-технических мероприятий позволит снизить профессиональные риски на рабочих местах хлебопекарного цеха и может быть рекомендован к внедрению на аналогичных объектах пищевой промышленности.

1. Конгарева В.Ю., Белик С.Н. Профессиональная заболеваемость и производственный травматизм у работников пищевой промышленности // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. № 1. С. 32-40.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения 11.07.2023).
3. Ксандопуло С.Ю., Ригер Т.В., Сапрыкина Н.В., Демин В.И. Проблемы малого бизнеса в области охраны труда на пищевых предприятиях Красно-дарского края [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2015. № 4. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/385>.

4. Ригер Т.В. Разработка системы управления охраной труда на малых пред-приятиях пищевого профиля/ Ригер Т.В., Сапрыкина Н.В., Демин В.И., Истошина Н.Ю.// Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2016. № 1. - с. 113-117.
5. Ригер Т.В. Опыт внедрения системы управления охраной труда на различных предприятиях/ Ригер Т.В., Сапрыкина Н.В., Демин В.И., Власенко Н.В.// Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2015. № 10. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/545>.
6. Ишмухаметова Э.А., Дмитренко Е.В. Анализ эффективности функционирования системы управления охраной труда и промышленной безопасно-стью на предприятии строительной отрасли//Тенденции развития науки и образования. 2020. № 59-3 С. 5-10.
7. Мандаровская Ю.А., Демин В.И., Дмитренко Е.В., Ригер Т.В. Опыт организации производственного контроля в сфере охраны труда в дирекции механизированной дистанции ОАО «РЖД»// Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2016. № 15. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1303>.
8. Алтунина И.А., Ксандопуло С.Ю., Солонникова Н.В. Оценка профессионального риска и организации работ по обеспечению безопасных условий труда на хлебопекарном производстве// В сборнике Безопасность и ресурсосбережение в техносфере. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет». 2021. С. 29-34.

Ефремов М.А.

Оценка влияния транспортной вибрации на конструкции зданий и сооружений

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-219

Научный руководитель: Журавлева Л.А.

Аннотация

В статье рассмотрено вибрационное воздействия транспорта на конструкции зданий и сооружений. Даны результаты экспериментальных исследований виброускорения от типа фундамента и расположения здания на улице. Предложены способы минимизации воздействия.

Ключевые слова: вибрационное воздействие, виброускорение, транспорт, фундамент.

Abstract

The article considers the vibration effects of transport on the structures of buildings and structures. The results of experimental studies of vibration acceleration from the type of foundation and the location of the building on the street are given. Methods of minimizing the impact are proposed.

Keywords: vibration impact, vibration acceleration, transport, foundation.

Воздействие вибраций от транспортных средств, как правило, негативно влияет на состояние строительных конструкций, фундаменты зданий, а также ухудшает свойства почвы [1-2, 4]. Исследования показывают, что величина виброускорения конструкций и грунта при движении транспортных средств составляет 0,0004-0,013 м/с².

Поэтому в настоящее время существует острая необходимость в оценке а анализе воздействия на основания зданий и их фундаменты.

Целью работы является оценка вибрационного воздействия на конструкции фундаментов зданий и сооружений с разработкой способов минимизации.

Вибрационное поле складывается из различных динамических нагрузок, источниками которых может быть строительная техника, работающие машины и механизмы, железнодорожный или другой рельсовый транспорт, автотранспорт.

Передаваемая через грунт вибрация – вибрация, возникающие при проезде транспортных средств, которые распространяются в виде сейсмических волн по поверхности земли и искусственные сооружения, оказывая влияние на конструкции.

Таким образом, под вибрацией понимается вынужденное механическое колебание, передаваемое через геологическую среду на объект.

При этом геологическая среда является основанием фундамента объекта. Если в основании, где расположен строительный объект, слабые грунты, то в них возможно возникновение изменений структуры, деформация толщи грунта и соответственно построенных на ней сооружений.

Преобладающие частоты автотранспорта определяются жесткостью рессор, шин, узлов конструкции. Частоты лежат в диапазонах 1-10 Гц для рессор, 10-20 Гц для шин, до сотен герц - для узлов конструкций.

Неравномерные осадки дорожного полотна и разрушение дорожного покрытия также провоцируют и усугубляют вибрацию. Для рельсового транспорта определяющими параметрами являются качество стыков рельсов и степень жесткости амортизаторов.

Расстояние негативного воздействия транспортной вибрации на основания зданий для автотранспорта 5-10 м, трамваев – 50 м, поездов – 100–150 м.

В России основой является ГОСТ Р 52892-2007 «Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию».

При рассмотрении волновых процессов в грунтах применяют следующие модели: идеально упругой среды, упругопластической среды, вязкопластичной среды, нелинейной дилатационной модели. Каждая имеет свои достоинства и недостатки.

Например, упругопластические модели просты в применении и достаточно хорошо изучены. Однако не всегда результаты, полученные при использовании этих моделей, совпадают с полученными при проведении экспериментов.

Модели вязкопластической среды дают результаты, больше соответствующие опытным результатам. Однако они сложны в применении.

Для определения вибрационных воздействий на фундаменты зданий были проведены экспериментальные исследования.

Грунтовые условия: с поверхности залегают насыпные грунты, представленные суглинком со щебнем и строительным мусором. Под насыпными грунтами залегают аллювиально-делювиальные суглинки и глины от полутвердой до мягкопластичной разновидности.

Грунтовые воды на отметках от 111 м до 123 м.

Применяемый для проведения эксперимента измерительный комплекс состоит из датчика – пьезоэлектрического преобразователя ДН-3М1, усилителя заряда РШ2731Э, аккумулятора, внешнего модуля АЦП/ЦАП Е14-440 и ноутбука, рис. 1-2 [3].

Датчики-преобразователи используются для преобразования механических колебаний в электрические сигналы, пропорциональные ускорению колеблющегося объекта.

Пьезоэлектрические элементы преобразователя подвергаются деформации сжатия или растяжения, в результате чего на их поверхности образуется заряд, пропорциональный приложенной силе.

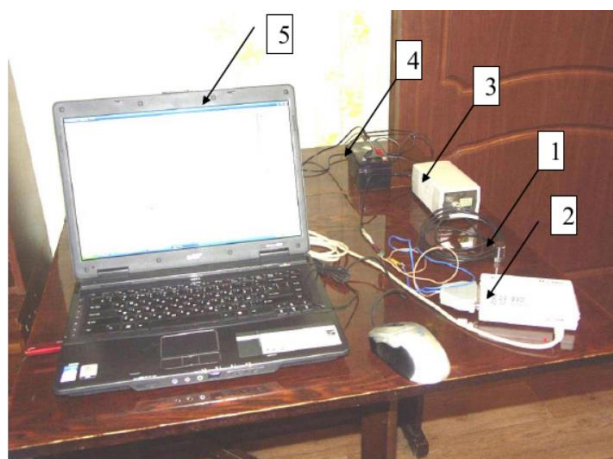


Рисунок 1. Измерительный комплекс: 1 – датчик, 2 – внешний модуль АЦП/ЦАП, 3 – усилитель заряда, 4 – аккумулятор, 5 – ноутбук



Рисунок 2. Работа оборудования

Внешний модуль АЦП является универсальным программно-аппаратным устройством предназначен для построения измерительных систем ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации. С внешнего модуля результаты выводятся на экран ноутбука.

Проведенные экспериментальные исследования позволили определить:

- зависимость виброускорения от типа фундамента, рис.3;
- зависимости виброускорения от расположения здания на улице, рис.4.

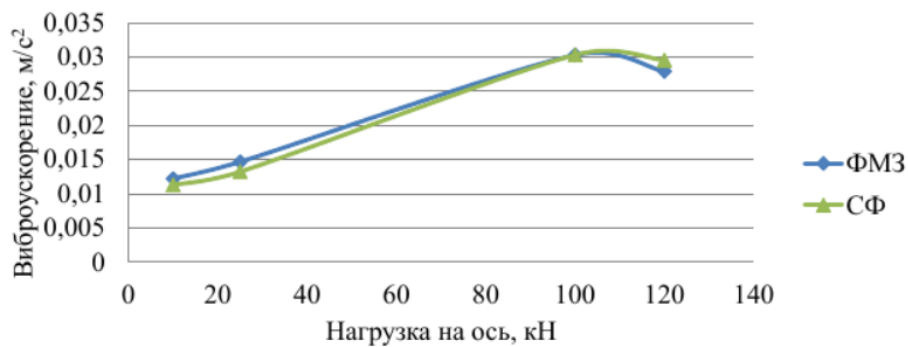


Рисунок 3. Зависимость виброускорения от типа фундамента: ФМЗ – фундамент мелко заложения, СФ – свайный фундамент

Анализ экспериментов показывает, что на величину виброускорения влияет положение здания относительно дороги. Здания меньше подвержены вибрации, когда они расположены перпендикулярно дороге.

Здания на свайных фундаментах меньше подвержены вибрационному воздействию, если сравнивать со зданиями на фундаментах мелко заложения.

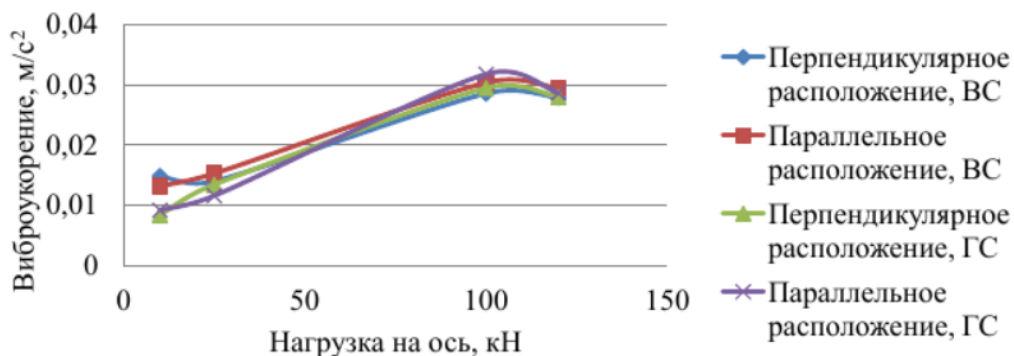


Рисунок 4. Зависимость виброускорения от расположения здания на улице

Т. о. предлагаемые способы защиты от транспортной вибрации можно сформулировать как:

- Виброгасящие приспособления.
- Барьеры или экраны в виде траншей.
- Барьеры или экраны в виде цепочки скважин.
- Прокладки-амортизаторы в местах сцепления рельсов с колесной парой.

Каждый из способов имеет свои особенности, ограничения и области эффективного применения.

Например, виброгаситель должен быть жестко закреплен на агрегате и в каждый момент времени возбуждать колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата. К недостаткам динамического виброгасителя можно отнести то, что он эффективно работает только на резонансной частоте.

Явление виброизоляции заключается в снижении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи промежуточных, передающих устройств. В активных системах виброизоляции устанавливаются дополнительные источники энергии.

Все более широкое распространение получают различные виброизоляционные материалы, такие как мелкочастистые пористые полиуретановые эластомеры с различной степенью плотности, соотношение закрытых и открытых ячеек. При строительстве их, как правило, используют для виброизоляции фундаментов, однако могут быть изолирующие слои и в межэтажных перекрытиях.

Виброзащита - это комплекс мероприятий при проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации объектов, являющийся, все более актуальным, требующим конструктивных решений, способов оценки, и новых исследований.

1. Балабанов, В.И. Инженерная защита окружающей среды / В.И. Балабанов, Л.А. Журавлева, Н.Б. Мартынова. Учебник. Москва, 2022. 233с.
2. Бенин, Д.М. Компьютерные технологии в науке, образовании и инжиниринге / Д.М. Бенин, Л.А. Журавлева. Учебное пособие. Часть 1. Москва, 2021. 165 с.
3. Борисов, Е.К. Экспериментальная динамика сооружений. Мониторинг транспортной вибрации: Монография / Е.К. Борисов, С.Г. Алимов, А.Г. Усов и др. – Петропавловск- Камчатский: КамчатГТУ, 2007 – 128 с.
4. Журавлева, Л.А. Исследования и испытания машин природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях / Л.А. Журавлева, Н.А. Ченцов, А.В. Русинов и др. Учебное пособие. Саратов. 2020. С. 159.

Журавлева Л.А.

Оценка вероятности затопления при авариях на гидротехнических сооружениях

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-220

Аннотация

Представлены общие статистические данные по авариям на гидротехнических сооружениях, дан анализ проблем, связанных с состоянием гидротехнических сооружений. Рассмотрен сценарий развития аварии с затоплением на гидротехнических сооружениях и особенности оценки последствий.

Ключевые слова: аварии, гидротехнические сооружения, сценарии, волна прорыва, зона затопления

Abstract

General statistical data on accidents at hydraulic structures are presented, an analysis of problems related to the condition of hydraulic structures is given. The scenario of the development of

an accident with flooding at hydraulic structures and the features of assessing the consequences are considered.

Keywords: accidents, hydraulic structures, scenarios, breakthrough wave, flooding zone

Гидротехнические сооружения - потенциально опасные объекты. Аварии на них могут привести к серьезным последствиям, связанным с гибелью людей, значительным экономическим ущербом и экологическому ущербу окружающей среды.

В настоящее время на территории России эксплуатируется более 30000 водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов. Количество человек, проживающих в зонах непосредственной угрозы жизни и здоровью при возможных авариях на этих объектах, превышает 7,5 млн. человек.

Основными причинами аварий на объектах ГТС являются: ошибки при проектировании ГТС, некачественные ремонтные работы, применение материалов не отвечающих требованиям, разрушение фундамента гидротехнического сооружения, терроризм и т.д., рис. 1.

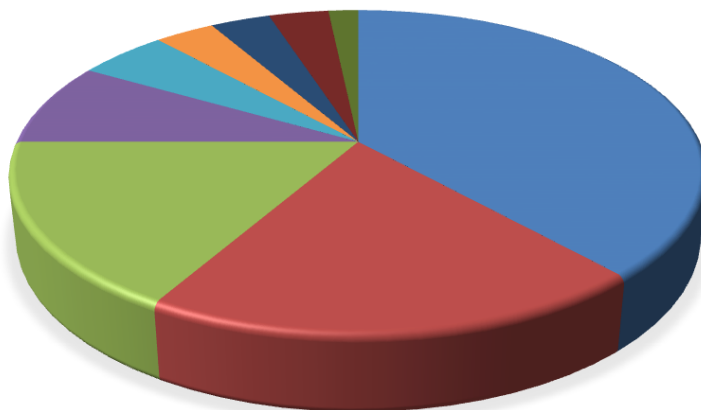


Рисунок 1. Причины аварий на ГТС: 1 – разрушение оснований ГТС, 2- неправильный водосброс, 3-неисправность конструкции, 4-неправильная осадка, 5-большое давление на ГТС, 5-терроризм, 6-оползание откосов, 7-материалы с дефектом, 8-неправильная эксплуатация, 9-землетрясение.

Большая часть гидродинамических аварий является результатом разрушения основания.

Еще в период проектирования гидротехнических сооружений необходимо предусмотреть выполнение мероприятий, которые обеспечили бы безопасность и надежность сооружений в период строительства и последующей эксплуатации.

Безопасность ГТС невозможно измерить одним показателем, но можно оценить уровень вероятности возникновения аварии различными методами. Основными являются методы математической статистики и теории вероятности,

данные натурных наблюдений в период строительства и эксплуатации.

Последствия аварий на гидротехнических сооружениях (ГТС) предсказать достаточно сложно. Но как правило это: сильное затопление района, гибель людей, разрушения, затопления и массовые инфекционные заболевания.

Не все ГТС обладают потенциальной опасностью. Опасность ГТС зависит объема воды, напора на сооружении в месте его возможного разрушения. Чем больше напор, тем большей кинетической энергией будет обладать поток после разрушения сооружения.

Основными поражающими факторами катастрофического наводнения являются: волна прорыва, характеризующаяся высотой и скоростью движения волны, а также продолжительностью наводнения.

Высота гребня волны прорыва, м [1-2]:

$$h=A/\sqrt{(B+L)}$$

Скорость, м/с:

$$v=C/\sqrt{(D+L)},(2)$$

где A, B, C, D – коэффициенты, зависящие от высоты уровня воды в верхнем бьефе; L- расстояние от ГТС.

Продолжительность затопления территории объекта t_3 , ч:

$$t_3=\varphi(t_{гр}-t_{ф})(1-h_M/h)$$

где φ – коэффициент, зависящий от высоты плотины, м, $t_{гр}$ – время прихода гребня, ч; $t_{ф}$ – фронта волны прорыва, ч; h_M – высота месторасположения объекта, м; h – высота гребня, м.

В зависимости от скорости движения v (м/с) и глубины затопления h_3 , степень разрушения зданий и сооружений будет различной.

Исследованиям прогнозирования чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях и других водохозяйственных объектах посвящено множество исследований ученых [3-8].

Значительный риск связан с затоплением плотины. Оценку риска аварии, связанные с переливом через гребень плотины, являющуюся одной из наиболее опасной следует начинать с разработки их сценариев [5].

К переполнению водохранилища и переливу воды через гребень плотины может привести несоответствие в определенный момент времени пропускной способности водопропускного фронта гидроузла и требуемого сбросного расхода.

Причинами тому могут быть ошибки проектирования, недостаточная гидрологическая изученность района. Пропускная способность водосбросов может оказаться ниже проектной вследствие отказа затворов, ошибок при проектировании, состояния водосброса и др., рис. 2.

Одним из наиболее сложных этапов анализа надежности является оценка количественных показателей надежности базовых событий.

Вычисление вероятностей исходных событий как правило оценивают на основе методов параметрической теории надежности с учетом статистических данных, известных свойств материалов и грунтов, работоспособности отдельных элементов, режимах эксплуатации и т. д.

Необходимо учитывать уникальность каждого гидротехнического сооружения, необходимость большого объема исходной информации о сооружении.

На этапе проектирования сооружений ГТС необходима:

- идентификация возможных опасностей и сравнительная оценка риска проектных решений для обоснования оптимального варианта;
- обоснование приемлемости риска;
- разработка декларации безопасности сооружения и т. д.

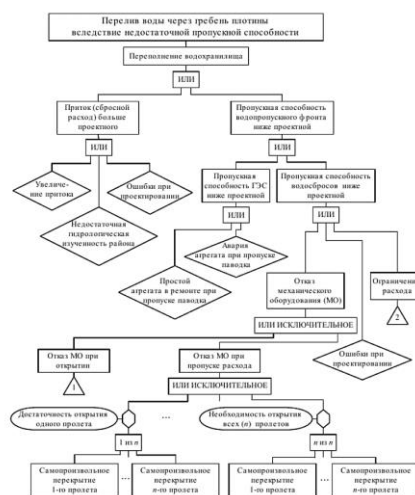


Рисунок 2. Дерево отказов, приводящих к переливу воды через гребень плотины

Основными задачами оценки риска аварий ГТС являются:

- оценка частот возникновения и развития аварий ГТС по всем основным сценариям;
- оценка последствий основных сценариев аварий.

Для оценки ожидаемых частот аварий используются следующие подходы

- статистический;
- графоаналитический, заключающийся в использовании логических методов анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий», различных расчетных моделей;
- экспертный.

Для оценки последствий необходимо оценить негативные эффекты:

- физические (глубина затопления, скорость воды, температура и т.д.),
- социально-экономические (потери устойчивости затопленных зданий и сооружений и т.д.),
- экологические (загрязнение природных вод, почв и т.д.).

Основными источниками неопределенностей при анализе и оценке риска, являются недостаточность информации о надежности сооружения и его элементов, человеческих ошибках, допущения и упрощения при моделировании.

Вероятности базовых событий, моделирующих отказы устанавливаем:

$$P(t) = 1 - \exp\{-\lambda t \exp(-\mu t)\},$$

где λ – расчетная интенсивность отказов, μ – расчетная интенсивность восстановления работоспособности и t_p – срок эксплуатации объекта.

Полученное расчетом значения вероятности реализации сценария аварии необходимо сравнить с допускаемыми нормативами, в которых значение вероятности возникновения аварии устанавливается с учетом расчетного срока службы сооружения и его класса. В результате можно сделать вывод о соответствии значения риска аварии ГТС допустимому уровню риска.

1. Балабанов, В.И. Инженерная защита окружающей среды. В.И. Балабанов, Л.А. Журавлева, Н.Б. Мартынова. Учебник. Москва, 2022. С. 233.
2. Журавлева, Л.А. Организация и технология работ по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. / Л.А. Журавлева, В.Г. Борулько. Москва, 2023. С.99.
3. Журавлева, Л.А. Факторы формирования экстремальных ситуаций в гидрохимическом режиме Днепровско-бугского лимана. Л.А. Журавлева, П.Н. Линник. Гидробиологический журнал. 1989. Т. 25. № 3. С. 69.
4. Журавлева, Л.А. Влияние высшей водной растительности на гидрохимический режим пойменных водоемов нижнего Днепра. Гидробиологический журнал. 1973. Т. 9. № 1. С. 23.
5. Журавлева, Л.А. Надежность и безопасность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие для направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Москва, 2022. С. 92.
6. Окснюк, О.П. Гидробиологические особенности и оценка трофности пойменных водоемов устьевой области Днепра. О.П. Окснюк, В.С. Полищук, Л.А. Журавлева. Гидробиологический журнал. 1991. Т. 27. № 6. С. 3.
7. Esin A.I. Mathematical Modeling of Water Conducting belt for Circular action Sprinkler. Esin A.I., Zhuravleva L.A., Boikov V.M., Mukhin V.A., Serebrennikov F.V. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2018. Т. 10. № 10 Special Issue. С. 2135-2141
8. Zhuravleva L.A. Features of Investing in Reconstruction of Reclamation Objects by the Example of Irrigation Systems of the Saratov region. Zhuravleva L.A., Fedyunina T.V., Evsyukova L.Yu., Rusinov A.V., Kolganov D.A., Pototskaya L.N. Revista Turismo Estudos & Práticas. 2020. № S4. С. 19.

Журавлева Л.А.

Полимерные материалы в мелиоративном комплексе

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-221

Аннотация

В статье рассмотрена возможность применения анизотропных полимерных материалов в мелиоративном комплексе, в частности стеклопластиков для изготовления трубопровода дождевальной машины типа «Волжанка». Представлены стеклоткани, связующие, варианты армирования, обеспечивающие требуемые физико-механические характеристики.

Ключевые слова: стеклопластик, трубопровод, армирование, мелиорация, дождевальная машина

Abstract

The article considers the possibility of using anisotropic polymer materials in the reclamation complex, in particular glass-plastics for the manufacture of the pipeline sprinkler machine type "Volzhanka". Fiberglass fabrics, binders, reinforcement options that provide the required physical and mechanical characteristics are presented.

Keywords: fiberglass, pipeline, reinforcement, land reclamation, sprinkler machine

Наиболее распространенным способом полива в РФ является дождевание. Однако в 90-х -2000 г произошло резкое сокращение поливных земель. Основной причиной стало значительная степень износа оросительных систем и машин, недофинансирование. С полей пропали широкозахватные машины ДКШ-64 «Волжанка» по причине изготовления трубопровода из алюминия и маро-дерства.

За эти годы был практически потерян потенциал по производству со-временной дождевальной техники. В последние годы начали активно развиваться новые российские предприятия – производители дождевальной техники. Важным является создание технических средств полива, обладающих надежно-стью и не высокой стоимостью.

В настоящее время многими учеными ведутся исследования по применению полимерных материалов для изготовления техники полива [1-8].

Возможность применения анизотропного материала для изготовления трубопровода дождевальных машин, например «Волжанка» можно оценить на соответствии физико-механических свойствах прилагаемым нагрузкам.

Полученные свойства стеклопластика как конструкционного материала зависят от соотношения количества наполнителя и связующего и расположения армирующих волокон, т.е. соотношения количества волокон в меридианальном и кольцевом направлениях.

Модули упругости стеклопластика определяются по формулам [5]:

$$E_x = A_x(G_V E_{CT} + H_V E_{CM}) + A_Y \frac{E_{CM}}{\frac{E_{CM}}{E_{CT}} + (1 - \mu_{CM}^2)(1 - \sqrt{G_V})}$$

$$E_y = A_Y(G_V E_{CT} + H_V E_{CM}) + A_X \frac{E_{CM}}{\frac{E_{CM}}{E_{CT}} + (1 - \mu_{CM}^2)(1 - \sqrt{G_V})},$$

где G_V и H_V – объемное содержание соответственно стекловолокна и смолы, ($G_V + H_V = 1$), A_X и A_Y – объемное содержание стекловолокна соответственно в меридиональном и кольцевом направлениях, ($A_X + A_Y = 1$).

Разрушающее напряжение при растяжении [5]:

$$\sigma_{P.X} = A_X(G_V \sigma_{P.CT} + H_V \sigma_{P.CM}) + A_Y \sigma_{PCM}$$

$$\sigma_P \cdot Y = AY(GV\sigma_P \cdot CT + HV\sigma_P \cdot CM) + AX\sigma_P \cdot CM$$

Для намоточных волокнистых стеклопластиков оптимальным соотношением наполнителя GV и связующего HV - 70:30%, табл.1. Армирующие волокна могут быть уложены все в одном направлении, каждый последующий слой перпендикулярно предыдущему (ортогонально, $n=1$), на один слой, уложенный в одном направлении можно уложить два ($n=2$) или несколько в перпендикулярном направлении и т.д.

Таблица 1

Зависимость предела прочности от технологии армирования.

| Массовая доля наполнителя G_V | Массовая доля волокон, A | Предел прочности, МПа | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Эпоксидное связующее | Полиэфирное связующее |
| 70 | 0 | 70 | 50 |
| | 0,3 ($n=2$) | 349 | 333 |
| | 0,5 | 535 | 522 |
| | 0,6 ($n=2$) | 722 | 711 |
| | 1($n=1$) | 1002 | 996 |

При массовой доли волокон равной нулю, т.е. когда все волокна уложены в перпендикулярном направлении – предел прочности стеклопластика напрямую зависит от предела прочности применяемой смолы, рис.1.

В направлении армирования ($n=1$) предел прочности максимальный. Предел прочности для материала на основе эпоксидной смолы и стекловолокна ВМ-1 составляет 1000 МПа.

Для оптимизации технологии армирования трубопровода из условия равнопрочности ($\sigma_P \cdot Y = 2\sigma_P X$) можно определить, что соотношение волокон в меридианальном и кольцевом направлении должно составлять $AX=0,3$ и $AY=0,7$. Осуществить это можно укладывая все волокна в кольцевом направлении, или на один слой, уложенный в меридианальном направлении два в кольцевом.

Для тканевых стеклопластиков количество наполнителя может меняться от 50 до 75-80%, табл. 2. Массовая доля волокон по направлениям зависит от вида применяемой ткани и укладки. Для ТУПР, Т-11 массовые доли волокон соответственно равны $AO=0,616$ и $AY=0,384$.

Зависимость предела прочности тканевых от технологии изготовления представлена на рис.1 (эпоксидное связующее). С увеличением количества стеклонаполнителя в исследуемом направлении предел прочности увеличивается. Предел прочности 600-700 МПа соответствует 65-75% стеклонаполнителя.

Таблица 2

Зависимость предела прочности при разрыве материала от количества от технологии.

| Массовая доля наполнителя G_V | Массовая доля волокон, A | Предел прочности σ_P , МПа | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | Эпоксидное связующее | Полиэфирное связующее |
| 50 | 0,38 | 325 | 309 |
| 50 | 0,50 | 403 | 388 |
| 50 | 0,62 | 480 | 466 |
| 55 | 0,38 | 351 | 335 |
| 55 | 0,50 | 436 | 426 |
| 55 | 0,62 | 521 | 507 |
| 60 | 0,38 | 376 | 361 |
| 60 | 0,50 | 469 | 455 |
| 60 | 0,62 | 562 | 549 |
| 75 | 0,38 | 456 | 441 |
| 75 | 0,50 | 572 | 559 |
| 75 | 0,62 | 689 | 677 |

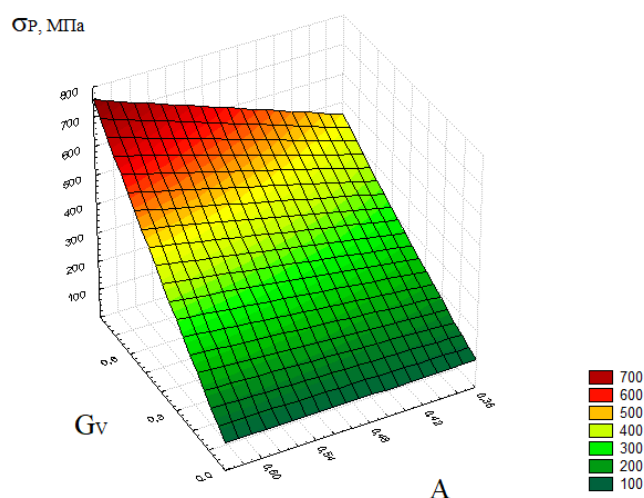


Рисунок 1. Зависимость предела прочности тканевых стеклопластиков от количества уложенных волокон, массовой доли наполнителя.

Рекомендуемый способ армирования трубопроводов под давлением будет продольно-поперечная ортогональная укладка, когда армирующие стекловолокна укладываются параллельно образующей и по окружности сечения.

Но для трубопроводов дождевальной техники характерно воздействие и ряда других нагрузок. Например, для дождевальной машины ДКШ-64 основной нагрузкой в транспортном положении машины является кручение, поскольку трубопровод одновременно является осью колес. Наибольший предел прочности имеет место в направлении укладки волокон, их следует совмещать с траекториями главных растягивающих напряжений. Косоперекрестная укладка под углом $35-45^\circ$ в данном случае подойдет в большей степени.

Основные характеристики изготовленных на основании расчетов труб: предел прочности при растяжении в кольцевом направлении – не менее 400 МПа; предел прочности при растяжении в меридианальном направлении – не менее 350 МПа; модуль упругости в кольцевом направлении – не менее 30000 МПа; модуль упругости в меридианальном направлении – не менее 18000 МПа. Про-гиб трубопровода не превышает 0,11 м.

Очевидно, что анизотропные материалы, в частности стеклопластик является хорошей альтернативой традиционным материалам, таким как сталь, алюминий и др.

1. Абдразаков, Ф.К. Рациональное снижение металлоемкости при конструировании широкозахватных дождевальных машин / Ф.К. Абдразаков, Л.А. Журавлева, В.А. Соловьев. //Аграрный научный журнал. 2018. № 5. С. 37-41.
2. Есин, А.И. Математическое моделирование водопроводящего пояса дождевальных машин. / А.И. Есин, Д.А. Соловьев, Л.А. Журавлева. //Научная жизнь. 2017. № 9. С. 20-28.
3. Есин, А.И. Ресурсосберегающие технологии и дождевальные машины кругового действия. /А.И. Есин, Л.А. Журавлева, В.А. Соловьев. Моно-графия. Саратов, 2019, 214 с.
4. Журавлева, Л.А. Теоретическое обоснование применения водопроводящего трубопровода широкозахватной дождевальной машины из композиционного материала. / Л.А. Журавлева, М.С. Магомедов, А. Алдияб, Б. Хеирбеик. //Естественные и технические науки. 2022. № 6 (169). С. 363-370.
5. Обухов, А.С. Расчет на прочность конструкций из стеклопластиков и пластмасс в нефтеперерабатывающей и химической промышленности. М.: Машиностроение, 1978.
6. Рыжко, Н.Ф. Дождевальная машина вантовой конструкции с полиэтиленовым трубопроводом / Н.Ф. Рыжко, И.А. Шушпанов, Е.С. Смирнов // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса. 2018. № 2 (11). Т. 2. С. 47-50.
7. Слюсаренко, В.В. Опыт эксплуатации ДМ «Фрегат» на низком напоре. / В.В. Слюсаренко, Л.А. Журавлева, Н.Ф. Рыжко. // Мелиорация и водное хозяйство. 2004. № 1. С. 22.
8. Esin A.I. Mathematical modeling of water conducting belt for circular action sprinkler. / A.I. Esin, L.A. Zhuravleva, V.M. Boikov, V.A. Mukhin //Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2018. Т. 10. № 10 Special Issue. С. 2135-2141.

Журавлева Л.А.

Исследование эффективности снижения шумового загрязнения городской среды транспортными потоками

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-222

Аннотация

В статье рассмотрено шумовое воздействие транспорта на окружающую среду. Дан анализ факторов, оказывающих влияние на уровни транспортного шума в условиях города. Предложены методы борьбы с шумом.

Ключевые слова: шумовое воздействие, транспортный поток, транспорт, шумозащитные свойства.

Abstract

The article considers the noise impact of transport on the environment. The analysis of factors influencing traffic noise levels in urban conditions is given. Methods of noise control are proposed.

Keywords: noise impact, traffic flow, transport, noise protection properties.

Шум от транспортных средств является наиболее распространённым негативным воздействием городской среды на здоровье человека.

Для моделирования уровня шума от автотранспортных средств используются специальные модули для геоинформационных систем и программы, недостатком которых является сложность и недостаточность данных для использования.

Целью является исследование эффективности снижения шумового загрязнения городской среды транспортными потоками с разработкой экспресс-метода оценки шумового воздействия транспорта.

Анализ публикаций позволяет выделить основные группы факторов:

- автотранспортные,
- природные,
- градостроительные.

Система факторов, влияющих на шум автомобилей представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Факторы влияющие на шум автомобилей.

Увеличение скорости движения транспорта приводит к повышению уровня шума. Основной рост шумового воздействия будет наблюдаться в жилых районах, расположенных вокруг автомагистралей с ограничениями по скорости 110–130 км/ч. Система факторов, оказывающих влияние на уровни транспортного шума в условиях города в общем виде представлена на рисунке 2 [1-4].

Природные факторы в основном связаны с погодными и ландшафтными условиями, которые определяют распространение шума в окружающей среде.

Ландшафтные условия определяются рельефом местности, характером грунта и типом растительности.

Строительные факторы определяются типом здания. Это этажность и использованием шумозащитных конструкций. Уровень шума увеличивается с высотой, причем скачки в увеличении шума происходят на уровне 7-10 этажей, в зависимости от расположения зданий по отношению к дорогам и зеленым насаждениям. Факторы, участвующие в принятии решений по планированию, определяется плотностью и планировкой жилой застройки.



Рисунок 2. Факторы влияющие на уровни транспортного шума в условиях города

Тот факт, что деревья, посаженные во дворе, полностью скрывает здание, играет важную роль в снижении уровня шума. Этот эффект снижения шума наиболее заметен на четырех-пяти этажах.

Оценка вклада каждого из факторов в уровень шумового загрязнения рассчитывается исходя из его встречаемости и опасности [3]:

$$INF = VD$$

где: V_i , D_i – показатели встречаемости и опасности для каждого i фактора

Для частоты встречаемости предлагается следующая шкала значений: 0 – отсутствие; 1 – минимальная; 2 – средняя, 3 – максимальная.

Таки же образом определяется воздействие природных (INF_{nature}) и градостроительных (INF_{urban}) факторов.

Суммарное воздействие факторов (INF_{sum}):

$$INF_{sum} = INF_{avto} + INF_{nature} + INF_{urban}$$

Предложенная модель может быть использована для экспресс-оценки факторов шумового воздействия для каждого отдельно взятого района, улицы.

Необходимо учитывать, что факторы могут принимать отрицательные значения в случае снижения, препятствования распространению шума, шумопоглощению. Для факторов принимается шкала соответствия баллов определенному значению шума в дБ.

Т.е. INF_{avto} (автотранспортный шум) может иметь только положительное и нулевое значение, INF_{nature} (природные факторы) могут иметь как положительные, так и отрицательные значения, INF_{urban} (урбанизированные) также могут принимать в некоторых случаях отрицательные значения.

Причем, градацию воздействия есть смысл проводить и по вертикали, т.е. рассматривая изменения факторов для жилых построек на разных этажах.

Допустим, рассмотрим пример для ряда зданий, расположенных вдоль трассы, таблица 1.

Таблица 1

Оценка факторов шумового загрязнения для объектов 8 и 11.

| Объект | INFavto | INFnature | INFurban | INFsum |
|---------------------------------------|---------|-----------|----------|--------|
| Здание 8. 1-3 этаж (прямое положение) | 6 | 0 | 2 | 8 |
| Здание 11. 6-12 этаж (торец) | 4 | 0 | 3 | 7 |

Классификацию методов борьбы с шумом можно представить следующим образом, рис. 3. Каждый метод борьбы, техническое или организационное решение также характеризуется неким количеством баллов, снижая воздействие шума, а также экономическими издержками.

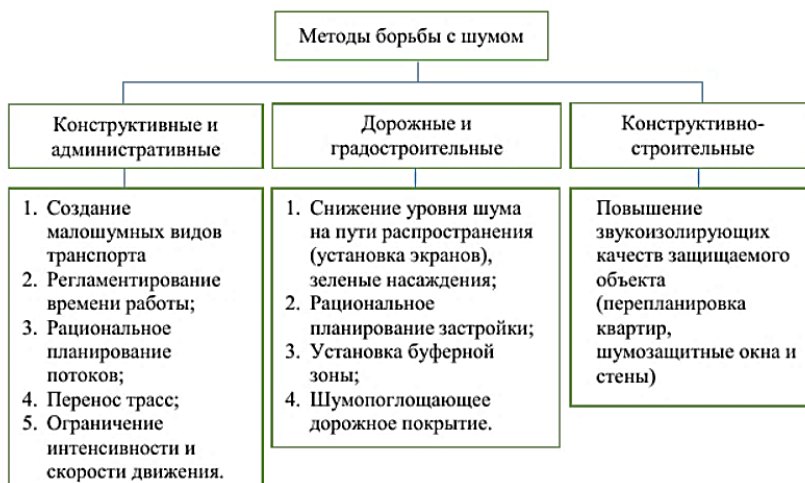


Рисунок 3. Классификация методов борьбы с шумом.

Таблица 2

Оценка факторов шумового загрязнения для объектов 8 и 11 после проведения мероприятий.

| Объект | Мероприятие | INFavto | INFnature | INFurban | INFsum |
|---------------------------------------|--------------------|---------|-----------|----------|--------|
| Здание 8. 1-3 этаж (прямое положение) | Зеленые насаждения | 3 | 0 | 1 | 4 |
| Здание 11. 6-12 этаж (торец) | Шумозащитные окна | 1 | 0 | 1 | 2 |

Наибольшей звукоизолирующей способностью обладает клен (до 15 дБ), далее тополь (11 дБ), липа (9 дБ), ель (5дБ), причем максимум наблюдается в области низких частот. С повышением частоты звуковых колебаний до 200 Гц звукоизолирующая способность уменьшается.

Звуковые волны отражаются насаждениями в большой степени в лиственный период. В этот период уровни шума за изгородью меньше на 2-5 дБ. Эффективное снижение уровней шума за изгородью на расстоянии 2-3 м от нее показывает, что даже достаточно узкие полосы насаждений являются действенным средством защиты от шума движущегося транспорта.

В частности, пластиковые стеклопакеты на окнах способны снизить автотранспортный и другой шум на 30-40 дБ. Это объясняется многослойной конструкцией окон (до 6 стекол в одном стеклопакете), а также их герметичностью.

Одним из самых рациональных способов является шумопоглощающий асфальт. Уменьшив содержание мелкого щебня, и увеличив пористость, можно снизить шум на 5-6 дБ, что тем не менее увеличивает стоимость покрытия.

Принимаемые решения должны быть экономически целесообразны, не портить эстетический вид городских улиц и быть достаточно эффективными.

В тех ситуациях, когда трудно повлиять на источник шума, разрабатываются меры повышения эффективности поглощения шума за счет использования строительных материалов и активных систем шумоподавления.

Задача снижения шума, повышения комфортности проживания на урбанизированных территориях является комплексной, требующей научных исследований, практических подходов и организационных решений.

1. Балабанов, В.И. Инженерная защита окружающей среды / В.И. Балабанов, Л.А. Журавлева, Н.Б. Мартынова. Учебник. Москва, 2022. 233с.
2. Бенин, Д.М. Компьютерные технологии в науке, образовании и инжиниринге / Д.М. Бенин, Л.А. Журавлева. Учебное пособие. Часть 1. Москва, 2021. 165 с.
3. Васильев, В. А., Ксенофонтова В. К. Шум автомобильного транспорта // Noise Theory and Practice. 2020. № 1. С. 66–76
4. Журавлева, Л.А. Исследования и испытания машин природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях / Л.А. Журавлева, Н.А. Ченцов, А.В. Русинов и др. Учебное пособие. Саратов. 2020. С. 159.

Ким А.О.

Цифровизация в строительстве: технологии будущего для современных проектов

ДВФУ

(Россия, Владивосток)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-223

Аннотация

Данная статья направлена на изучение современных цифровых технологий, которые могут быть применены для обеспечения быстрого и эффективного строительства. Автором представлен анализ понятия и сущности цифровизации в строительстве и изучены основные цифровые технологии, которые наиболее популярны на сегодняшний день в рамках строительства и реализации современных проектов.

Ключевые слова: цифровые технологии, строительство, цифровизация

Abstract

This article is aimed at studying modern digital technologies that can be applied to ensure fast and efficient construction. The author presents an analysis of the concept and essence of digitalization in construction and studies the main digital technologies that are most popular today in the construction and implementation of modern projects.

Keywords: digital technologies, construction, digitalization

Сегодня переход к цифровой экономике обуславливает постепенное развитие строительной отрасли. Отметим, что использование цифровых технологий в сфере строительства (или его цифровизация) становится результатом технологической трансформации данной отрасли. В первую очередь определимся, что такое цифровизация. Цифровизация – это использование цифровых технологий для изменения бизнес-модели и предоставления новых возможностей получения дохода и создания ценности; это процесс перехода к цифровому бизнесу.

Рассматривая сферу строительства, отметим, что цифровизация включает в себя цифровые инструменты, автоматизацию процессов и цифровую проектную коммуникацию. Благодаря волне цифровизации огромные объемы данных строительных процессов теперь также эффективно организуются и структурируются с помощью облачных вычислений. Но эти разработки касаются не только сбора, предоставления и обработки цифровых данных. Социальные сети, например, играют не менее важную роль, поскольку все отрасли промышленности теперь сообщают о своей деятельности прозрачно и в цифровом формате [1]. Таким образом, цифровизация строительной отрасли определяет универсальные процессы в Интернете, начиная от планирования и исполнения и заканчивая документированием и коммуникацией. Поэтому сегодня независимые от времени и местоположения каналы связи и

цифровые инфраструктуры незаменимы и в строительной отрасли. Выделим основные преимущества цифровизации в строительной отрасли (таблица 1).

Таблица 1

Основные преимущества цифровизации в строительной отрасли.

| <i>Преимущества</i> | <i>Характеристика</i> |
|--|---|
| <i>Более эффективные и простые процессы в строительстве</i> | <i>С помощью новых структур процессов проектирование и строительство можно сделать более прозрачными, надежными и менее подверженными ошибкам. Для этого используется программное обеспечение, которое создает цифровой двойник реального здания. Заинтересованные стороны используют эти модели для записи данных и управления ими, а также для наблюдения за изменениями в здании в режиме реального времени.</i> |
| <i>Улучшение экологических характеристик зданий</i> | <i>Цифровые модели помогают уменьшить воздействие на окружающую среду. Проекты быстро рассчитываются в цифровом виде и так же быстро корректируются в зависимости от требований здания.</i> |
| <i>Более быстрые рабочие процессы благодаря автоматизированным процессам</i> | <i>Облачные решения не только экономят бумагу. Они подходят для гибкого и эффективного сотрудничества в строительных проектах, поскольку могут выполнять небольшие задачи, такие как напоминания о процессах технического обслуживания.</i> |

Таким образом, отметим, что использование цифровых технологий в сфере строительства позволяют сделать проектирование и строительство более прозрачными и надежными. Такие технологии снижают вероятность ошибок и улучшает качество проектов. Кроме того, цифровизация позволяет учитывать факторы окружающей среды и эффективнее планировать здания с учетом экологических требований. Также, цифровизация является важным аспектом проектного сотрудничества в строительной отрасли, что позволяет реализовывать такие проекты более эффективно.

Рассматривая цифровые технологии в сфере строительства, отметим, что наиболее перспективными являются: интеллектуальные, мобильные, геоинформационные (GIS) и облачные технологии, технологии математического и компьютерного моделирования, технологии Big Data и радиочастотной идентификации (RFID), технологии 3D сканирования и печати, интернет вещей (IoT) и др. Цифровая инфраструктура включает в себя цифровые инструменты. Они меняют процессы планирования и реализации строительных проектов [2]. Наиболее краткие тенденции цифровизации и актуальные разработки на данный момент представлены в таблице 2.

Таблица 2

Цифровые инструменты в строительной отрасли.

| <i>Разработки / цифровые технологии</i> | <i>Характеристика</i> |
|---|--|
| <i>ВМ как ведущая технология в современном строительстве</i> | <i>Информационное моделирование зданий (ВМ) работает с помощью программного обеспечения, которое представляет собой цифровой двойник реального здания. С ВМ возможно виртуальное моделирование и визуализация — от строительства и оборудования до технического обслуживания и ремонта. Короче говоря, ВМ охватывает весь жизненный цикл строительных проектов. Это приводит к снижению количества ошибок, меньшему расходу материалов и сокращению времени благодаря цифровой визуализации.</i> |
| <i>Интернет вещей (IoT) как основа для автономной строительной площадки</i> | <i>Например, устройства сетей IoT и строительные машины друг с другом. Кроме того, развитие технологий в строительной отрасли может, например, взять на себя интеллектуальное управление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях.</i> |
| <i>ИИ, машинное обучение и большие данные</i> | <i>Искусственный интеллект используется для выявления шаблонов процессов и оптимизации рабочих процессов. На основе наборов данных также можно более эффективно решать проблемы. Сгенерированные наборы данных имеют основополагающее значение для модернизируемых бизнес-процессов.</i> |
| <i>Робототехника в</i> | <i>Автономные машины более эффективны и гарантируют более быстрые</i> |

| | |
|--|--|
| <i>строительстве</i> | <i>процессы, поскольку работают точнее. Автоматизированное управление технологическим процессом с помощью робототехники сводит к минимуму риск травм и снижает трудозатраты. Роботы также восполняют пробелы в продолжающейся нехватке квалифицированных рабочих в долгосрочной перспективе.</i> |
| <i>Приложения в повседневной жизни</i> | <i>Мастера все чаще используют приложения для записи измерений, например, требуемой массы. Кроме того, они полезны для общения с клиентами и менеджерами сайтов.</i> |

Итак, чтобы справиться с будущими вызовами цифровизации строительной отрасли, необходимы цифровые, инновационные подходы к решениям. Такая тенденция также гарантирует снижение затрат в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Внедрение цифровых технологий как фактор развития строительной отрасли предполагает как перевод данных и процессов в цифровой вид, так и переход к концептуально новым подходам и моделям, позволяющим решать ряд задач разработки, реализации и управления строительными проектами.

1. Провоторов, И. А. Актуальные направления цифровизации строительной отрасли / И. А. Провоторов, А. В. Вторников // Цифровая и отраслевая экономика. – 2020. – № 2 (19). – С. 126-129.
2. Смольников, С. С. Цифровизация строительной отрасли / С. С. Смольников // Вестник научных конференций. – 2020. – № 3-2 (55). – С. 175-178.
3. Травуш, В. И. Цифровые технологии в строительстве / В. И. Травуш // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – 2018. – № 3. – С. 107-117.

Кириллов Н.И., Гоц И.Ю., Саркисян А.Э., Гоц А.А.

Влияние технологии получения стали 12X18H9T на процесс формирования диффузионных боридных слоев

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-224

Аннотация

В статье описано исследование влияния режимов борирования с последующей термической обработкой на изменение толщины диффузионного слоя, микротвердость и морфологию поверхности зерна стали.

Ключевые слова: борирование, толщина слоя, термообработка, электролиз, сталь, микроструктура, микротвердость.

Abstract

The article describes the study of the effect of boration modes with subsequent heat treatment on the change in the thickness of the diffusion layer, microhardness and morphology of the surface of the steel grain.

Keywords: boration, layer thickness, heat treatment, electrolysis, steel, microstructure, microhardness.

Борирование является одним из основных методов повышения твердости и износостойкости металлов, что позволяет улучшить их эксплуатационные характеристики. Применение борирования имеет место во многих отраслях промышленности: от производства автомобилей и авиационной техники до медицинской промышленности и бытовой техники. В данной работе проведены исследования по влиянию режимов электролитического борирования с последующей термической обработкой на толщину и микротвердость боридного слоя.

Образцы для исследований были изготовлены методами горячего проката и 3D печати из нержавеющей стали 12X18H9T, которая относится к высоколегированным жаропрочным

сплавам с аустенитной кристаллической структурой [1]. Сталь 12X18H9T применяется: для выделки деталей и комплектующих, работающих в условиях повышенного трения, излишнего нагревания, при наличии умеренно агрессивной химической среды. Сплав подходит для относительно экстремального использования, при этом почти не теряет своих свойств, рассчитан на долгие годы интенсивной эксплуатации: для деталей камер сгорания, хомутов, подвесок и других деталей крепления котлов; труб и деталей установок конверсии метана и пиролиза; различных жаростойких деталей авиастроения [2-3]. Химический состав стали 12X18H9T методом горячего проката представлен в таблице 4.1 и более наглядно на диаграмме, изображенной на рисунке 4.1.

Таблица 1

Химический состав стали 12X18H9T методом горячего проката

| Хим.состав | C | Si | Mg | Cr | Ni | Ti | Mo | Fe | S |
|------------------|------|-----|-----|----|----|----|-----|----|------|
| Содержание. % | 0,12 | 0,8 | 2,0 | 17 | 8 | 5 | 0,5 | 70 | 0,02 |

Как упоминалось чуть ранее, данная сталь имеет достаточно высокие показатели коррозионной стойкости и жаропрочности, что позволяет изделиям из этой стали работать в агрессивных средах и при высоких температурах. [5]

Объектами исследования явились образцы изготовленные по двум технологиям. Первые - образцы сделанные методом горячего проката делались из прутка, нарезанного на небольшие заготовки круглой формы диаметром 15 мм, высотой 5мм. Вторые - изготовлены методом 3д печати размером 15x15x5 мм. Для подготовки образцов производилось обезжиривание в трихлорэтилене в ультразвуковой ванне ПСБ-1322-05. Затем образцы подвергались электролизному борированию в электролите на основе буры при различных потенциалах катодной поляризации, задаваемых с помощью потенциостата Р-20Х. После промывки и сушки осуществлялась термическая обработка в муфельной печи UF-1207. Режимы электролиза и последующей термической обработки указаны в таблице 2 .

Таблица 2

Режимы электролиза и термической обработки.

| № образца | Режим обработки |
|-----------|---|
| 1 | Чистый 12X18H9T, полученный по технологии горячего проката |
| 2 | Чистый 12X18H9T, полученный по технологии 3D печати |
| 3 | 12X18H9T, полученный по технологии горячего проката после борирования при температуре 60 ⁰ С в течение 1 часа при E _{кн} =-2,2В с последующей термообработкой при температуре 750 ⁰ С в течение 40 минут +отпуск+ охлаждение в воде. |
| 4 | 12X18H9T, полученный по технологии 3D печати после борирования при температуре 60 ⁰ С в течение 1 часа при E _{кн} =-2,2В с последующей термообработкой при температуре 750 ⁰ С в течение 40 минут +отпуск+ охлаждение в воде. |
| 5 | 12X18H9T, полученный по технологии горячего проката после борирования при температуре 60 ⁰ С в течение 1 часа при E _{кн} =-2,4В с последующей термообработкой при температуре 750 ⁰ С в течение 40 минут +отпуск+ охлаждение в воде. |
| 6 | 12X18H9T, полученный по технологии 3D печати после борирования при температуре 60 ⁰ С в течение 1 часа при E _{кн} =-2,4В с последующей термообработкой при температуре 750 ⁰ С в течение 40 минут +отпуск+ охлаждение в воде. |
| 7 | 12X18H9T, полученный по технологии горячего проката после борирования при температуре 60 ⁰ С в течение 1 часа при E _{кн} =-2,6В с последующей термообработкой при температуре 750 ⁰ С в течение 40 минут +отпуск+ охлаждение в воде. |
| 8 | 12X18H9T, полученный по технологии 3D печати после борирования при температуре 60 ⁰ С в течение 1 часа при E _{кн} =-2,6В с последующей термообработкой при температуре 750 ⁰ С в течение 40 минут +отпуск+ охлаждение в воде. |

Толщина боридных слоев определялась с помощью металлографического микроскопа АГПМ-6М в комплекте с компьютерной программой «металлограф».

Микротвердость полученных диффузионных боридных слоев сплавов измеряли на приборе ПМТ-3 (ГОСТ 9450-76) методом статистического вдавливания четырехгранной алмазной пирамиды с углом при вершине 136° под различной нагрузкой индентора [46].

Отпечатки наносили на расстоянии не менее двух диагоналей друг от друга. Нагрузка F при измерениях задавалась с помощью грузов с массой в диапазоне от 50 до 200 г с шагом 10 г.

Измерения микротвёрдости выполнены по методу Виккерса. После снятия каждой нагрузки F_i и измерения размеров диагоналей отпечатков алмазной пирамиды определялись:

– величина микротвёрдости HVi,j :

Определения микротвёрдости

$$HV_{i,j} = \frac{F_i}{S_{i,j}} = 1,854 \times \frac{F_i}{d_{i,j}^2}$$

где $S_{i,j}$ – условная площадь боковой поверхности полученного отпечатка, мм²; $d_{i,j}$ – среднее арифметическое длин обеих диагоналей квадратного отпечатка;

Определения глубины вдавливания

$$h_{i,j} = \frac{d_{i,j}}{2\sqrt{2\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2}\right)}}, HV_{cp,i} = \frac{\sum_{j=1}^n HV_{i,j}}{n}$$

– глубина отпечатка $h_{i,j}$;

где φ – угол при вершине алмазной пирамиды.

Численные значения толщины боридного слоя и микротвёрдости приведены в таблице 3.

Таблица 3

Зависимость микротвёрдости от толщины боридного слоя

| № образца | Длина диагоналей, d , мкм | Глубина проникновения, h , мкм | Микротвёрдость, ГПа | Толщина боридного слоя, мкм |
|-----------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 1 | 21,7 | 3,7 | 2,10 | - |
| 2 | 20,0 | 3,4 | 2,32 | - |
| 3 | 12,6 | 2,1 | 6,40 | 63 |
| 4 | 12,2 | 2,1 | 6,95 | 88 |
| 5 | 10 | 1,7 | 9,27 | 78 |
| 6 | 10,8 | 1,87 | 10,65 | 94 |
| 7 | 10,1 | 1,75 | 9,12 | 120 |
| 8 | 10,1 | 1,75 | 9,12 | 215 |

Согласно результатам таблицы 3 с увеличением потенциала катодной поляризации наблюдается увеличение толщины диффузионного слоя и микротвёрдости. При применении технологии борирования с совмещенной термообработкой позволяет получать достаточно толстые боридные слои с более высокой микротвёрдостью на сталях полученных по методу горячего проката и 3D печати с напряжениями в диапазоне -2,2В...-2,6В.

Вывод

Согласно проведенным исследованиям технология изготовления стали сильно влияет на процесс формирования боридных слоев в одних и тех же условиях. Увеличение диффузионного слоя приводит к повышению микротвёрдости поверхности, которое приводит к увеличению трибологических свойств, что объясняется образованием большего количества боридов железа FeB, имеющих твердость значительно выше боридов Fe₂B, на поверхности изделий за счет образовывавшегося дефицита железа на поверхности материала. При электролизном методе 3D печати, глубина боридного слоя и твердость значительно больше, чем у метода горячего проката. Такое поведение может быть связано с тем, что концентрация дефектов кристаллического строения в стали, полученной по методу 3D печати, выше. Это приводит к увеличению скорости диффузии бора в такую сталь, а как следствие увеличению его содержания в поверхностных слоях.

1. Иванов С.Г., Куркина Л.А., Грешилов А.Д., Гурьев А.М. Исследование зависимости морфологии диффузионных боридных покрытий

2. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. – Введ. 1999–09–01. – М.: Минздрав России, 1998.
3. Ворошнин Л.Г. Борирование из паст. / Л.Г. Ворошнин, А.А. Алиев – Астрахань. АГТУ. - 2006. – 287 с
4. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. - М.Машиностроение. 1979. - 191с.
5. Березовская, В.В. Коррозионностойкие стали и сплавы: учебное пособие / В.В. Березовская, А.В. Березовский. — Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019.— 244 с.
6. Дрозд М.С. Определение механических свойств металлов без разрушения. - М. Металлургия.- 1965. – 173 с.

Кривоногова Е.В., Рябов Г.А., Яровой Р.В.
Использование нейросети для интеллектуального анализа изображения

*Военная академия связи
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-225

Аннотация

В данной статье рассматривается использование искусственных нейронных сетей для интеллектуального анализа изображений.

Ключевые слова: изображение, классификация, анализ, нейронная сеть, свертка, карта признаков

Abstract

This article discusses the use of artificial neural networks for intelligent image analysis.

Keywords: image, classification, analysis, neural network, convolution, feature map

На практике распознавание изображения – это задача ввода изображения в нейронную сеть и присвоения некоторой метки. Метки, которые выводит сеть, соответствуют предопределенному классу. Возможно назначить несколько классов одновременно или только один класс. Термин «распознавание» обычно используется, когда имеется только один класс, но задачу распознавания нескольких классов часто называют «классификацией»

Для распознавания (классификации) изображения применяется функция извлечения признаков. Такими признаками могут быть группы пикселей, объединенные в простейшие графические элементы (линии, точки и т.п), которые сеть будет анализировать на наличие паттерна, то есть важного аспекта изображения.

Первоначально все пиксели изображения поступают на первый слой нейронной сети. Затем последовательно рассматриваются отдельные части изображения, из которых извлекаются существенные признаки конкретного объекта.

Извлечение осуществляется с помощью фильтра определенного размера. Размер фильтра определяет, сколько пикселей проверяется за один раз. Чаще всего размер двумерного фильтра равен 3х3 пикселя. Однако помимо высоты и ширины необходима информация о цвете изображения. Для отображения цветовой модель RGB добавляется «глубина» - количество цветовых каналов, равное 3. Для не цветных (градации серого) - достаточно одного канала глубины. Таким образом размер цветного фильтра равен 3х3х3, а ч/б – 3х3х1.

Для каждого пикселя, покрываемого этим фильтром, сеть умножает значения фильтра на значения самого пикселя, чтобы в итоге получить числовое представление фрагмента изображения (набор значений). Фильтр перемещается по всему изображению в соответствии с шагом размером в два пикселя

В результате расчетов для всех фрагментов получается карта признаков. Этот процесс обычно выполняется с несколькими фильтрами, которые помогают сохранить сложность изображения. Карта признаков является уменьшенной (свернутой) версией полномасштабной матрицы, хранящей основные параметры изображения. Фактически это математическая

операция свертки, соответственно нейронные сети, осуществляющие такую операцию, называются сверточными нейронными сетями (СНС).

После создания карты признаков изображения, значения, представляющие изображение, передаются через функцию (слой) активации.

Типичной функцией активации, является выпрямленная линейная единица (ReLU), хотя иногда используются и другие.

После активации данные передаются через объединяющий слой. Объединение «упрощает» изображение: извлекает и сжимает информацию, описывающую изображение. Процесс объединения в пул делает сеть более гибкой и способной лучше распознавать объекты и изображения на основе соответствующих функций.

При рассмотрении изображения, человек, как правило, обращает внимание не на всю информацию, представленную на картинке (например, что на заднем плане изображения), а только признаки, которые интересуют — люди, животные и т. д.

Точно так же, объединяющий слой в СНС удаляет ненужные части изображения, оставляя только те части, которые считаются релевантными, в зависимости от заданного размера объединяющего слоя.

Поскольку сеть должна принимать решения о наиболее важных частях изображения, изучать нужно только те, которые действительно представляют суть рассматриваемого объекта. Это помогает предотвратить «переобучение».

Комбинировать цифровые значения признаков можно различными способами, однако чаще всего применяют метод максимального объединения. Данный метод подразумевает взятие максимального значения среди пикселей в пределах одного фильтра (в пределах одного фрагмента изображения). Что при использовании фильтра размером 3x3 приводит к отсеиванию 8/9-х информации.

Применение максимальных значений пикселей необходимо для учета возможных искажений изображения, а чтобы контролировать переобучение нужно сократить количество параметров (размер изображения) [1]. Существуют и другие принципы объединения, такие как среднее или суммарное объединение, но они используются не так часто, поскольку максимальное объединение даёт оптимальную точность.

Последние слои СНС являются не сверточными, а полносвязными (рис.1). Основная их функция заключается в анализе признаков, полученных при свертке, и объединении их для осуществления классификации. На вход полносвязной сети поступают наборы признаков, представляющих различные части интересующего объекта, например, висячие уши собаки или красноту яблока. Когда достаточное количество нейронов выходного слоя активируется в ответ на входные наборы, изображение будет классифицировано как определенный объект [2].

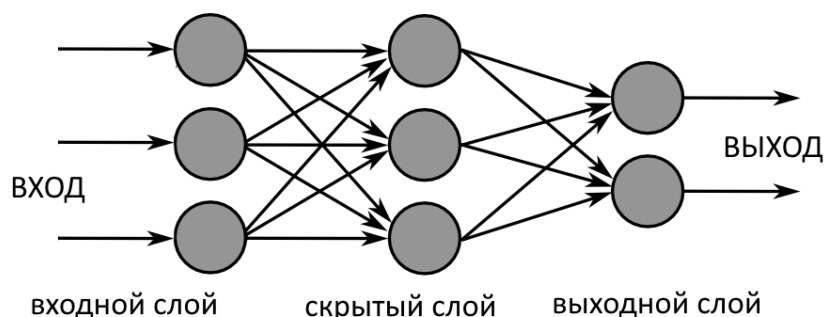


Рисунок 1. Архитектура полносвязной сети.

Рассчитывается ошибка (разница) между вычисленным и ожидаемым значениями в обучающем наборе. Далее к сети применяется метод обратного распространения ошибки, где происходит расчет влияния данного нейрона на нейрон в следующем слое после чего его влияние (вес) корректируется. С помощью этого можно оптимизировать производительность

модели. Поскольку сеть для обучения использует данные и изучает связи между входными признаками и выходными классами, этот процесс повторяется снова и снова.

Обучение модели нейронной сети можно разделить на четыре этапа.

Создание модели нейронной сети включает выбор различных параметров и гиперпараметров. Необходимо определить количество слоев, используемых в модели, размер входных и выходных слоев, решить какие функции активации будут использоваться [3].

После того, модель создана, необходимо подготовить набор данных, на которых нейронная сеть могла бы обучаться. Подготовка данных состоит из сбора изображений и присваивании им меток классов, к которым они принадлежат (например, дом, машина, человек и т.п.).

Экземпляр модели обучается на этом наборе. Наибольшее внимание при обучении модели уделяется количеству требуемого для обучения времени. Можно указать продолжительность обучения сети, задав количество эпох обучения. Чем дольше тренируется модель, тем выше ее эффективность, но если использовать слишком много эпох обучения – есть риск переобучить модель.

Оценка модели состоит из нескольких этапов. Первый этап – это сравнение производительности модели с набором проверочных данных: тех данных, на которых модель не была обучена. Тем самым, можно проверить работу модели с этим новым набором данных и проанализировать её эффективность с помощью различных показателей.

Чтобы определить производительность модели нейронной сети применяются различные метрики, наиболее распространенной является «точность», то есть количество правильно классифицированных изображений, делённое на общее количество изображений в наборе данных.

После определения точности на проверочном наборе данных, результат скорее всего будет неудовлетворительным. Необходимо подправить параметры, чтобы повысить эффективность сети. Продолжать настройку параметров и переобучать сеть нужно до тех пор, пока результаты точности сети не станут удовлетворительными.

После настройки сеть тестируется на наборе, с которым до этого не работала. Проверочный набор для тестирования не подходит поскольку при повторном обучении сеть могла запомнить его особенности.

Цель тестирования - проверить наличие проблем, таких как переобучение, чтобы удостовериться, что модель пригодна для реальной работы.

Опыт показывает, что грамотно обученные СНС являются на сегодняшний день наиболее эффективным средством анализа изображений, поскольку преобразования внутри сетей основаны на принципах работы визуальной коры человеческого мозга и имитируют интеллектуальную деятельность.

1. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – СПб.: Вильямс, 2003. – 288 с.
2. Архитектура искусственной нейронной сети, HABR URL: <https://habr.com/ru/articles/348000/>
3. R. Kadlec et al. Improved deep learning baselines for ubuntu corpus dialogs. arXiv:1510.03753, 2015

Можаева Т.П., Проскурин А.С., Антошина В.В.

Совершенствование системы менеджмента качества вуза: тенденции развития

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
(Россия, Брянск)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-226

Аннотация

В статье рассматриваются отдельные аспекты совершенствования системы менеджмента качества вуза в современных условиях. Обосновываются актуальность и перспективность адаптации типовой модели системы качества образовательного учреждения для вузов и ссузов (ISO 9000 & ENQA) к реалиям развития отечественной высшей школы.

Ключевые слова: система менеджмента качества, высшая школа, типовая модель, ENQA & ISO 9000, международные стандарты ISO 9000, стандарты и рекомендации ENQA, совершенствование системы качества, перспективы развития.

Abstract

The article discusses some aspects of improving the quality management system of the university in modern conditions. The relevance and prospects of adaptation of the standard model of the quality system of an educational institution for universities and colleges (ISO 9000 & ENQA) to the realities of the development of domestic higher education are substantiated.

Keywords: quality management system, higher school, standard model, ENQA & ISO 9000, international standards ISO 9000, standards and recommendations ENQA, quality system improvement, development prospects.

Система менеджмента качества (СМК) высшего учебного заведения является не только действенным инструментом обеспечения качества оказываемых образовательных услуг, но и при наличии сертификата подтверждения соответствия гарантом для потребителей и заинтересованных сторон возможности удовлетворения своих запросов и ожиданий, предъявляемых к образовательной сфере [1].

В этой связи в условиях усиления конкурентной борьбы на рынке образовательных услуг вузу необходимо, в частности [1-8]:

- идентифицировать модель системы качества, которая может быть достаточно просто адаптирована к специфике образовательной деятельности в стране;
- интегрировать выбранную модель в общую систему управления высшего учебного заведения с учетом особенностей отечественного образовательного менеджмента;
- совершенствовать СМК, в том числе в виду актуализации версии стандарта (модели), на котором она базируется, изменения контекста образовательной организации (влияния на организацию факторов внешней и внутренней среды) и пр.;
- подтвердить соответствие СМК вуза заявленной базовой модели системы качества в функционирующих в стране органах сертификации.

Следует отметить, что большинство моделей СМК, внедряемых в общую систему управления вузом, до недавнего времени базировались на международных (зарубежных) стандартах: ENQA, ISO 9000, ISO 21001, TQM и т.д. [2-5]. Данная тенденция была связана, в том числе с вхождением Российской Федерации в сообщество стран-участников Болонского процесса (2003 г.) и в этой связи с необходимостью гармонизации нормативной документации и системы управления образованием с зарубежными аналогами с целью обеспечения качества оказываемых образовательных услуг высшим учебным заведением и межвузовской (межгосударственной) мобильности их потребителей.

К числу основных принципов, на реализацию которых ориентировались участники Болонского процесса, относятся, в частности [6]:

- уровневая система образования;
- унификация названий степеней образования;
- внедрение международного приложения к диплому;
- внедрение системы зачетных единиц для учета трудоемкости освоения образовательной программы;
- высокая международная академическая мобильность студентов;
- наличие в стране системы независимой оценки качества, оказываемых образовательных услуг и пр.

При этом подтверждение соответствия СМК вуза заявленной модели системы качества могло производиться как в российских органах по сертификации, так и в международных организациях.

Однако развитие СМК вузов в стране подвержено в настоящее время влиянию ряда факторов, вызывающих необходимость их учета при разработке, внедрении и совершенствовании системы качества, в частности:

- выход Российской Федерации из сообщества стран-участников Болонского процесса, лишаящий отечественные вузы возможности участвовать в международных рейтингах высших учебных заведений, аккредитации основных профессиональных образовательных программ (дополнительных профессиональных образовательных программ) в зарубежных агентствах и пр.;
- введение в действие Евросоюзом, США и отдельными государствами в отношении отечественных вузов односторонних санкций, повлекших за собой разрыв взаимовыгодного образовательного, научного, культурного и т. д. сотрудничества между российскими и зарубежными вузами;
- приостановление членства российских органов по сертификации систем качества вузов в международных организациях по качеству с блокировкой доступа к базе данных сертифицированных образовательных организаций на соответствие международным моделям систем качества, что временно ограничивает признание за рубежом сертификатов вузов, находящихся на территории РФ.

В сложившихся условиях практический интерес представляют национальные механизмы гарантии качества образовательных услуг, оказываемых высшим учебным заведением. К таким механизмам могут быть отнесены разработанная национальная модель системы качества вуза и наличие в стране органов по сертификации, обладающих полномочиями подтверждения соответствия частной системы качества заявленной модели.

В качестве национальной модели СМК, адаптированной к специфике российского менеджмента и успешно реализуемой в высших учебных заведениях страны, как представляется, может быть использована типовая модель системы качества образования для вузов и ссузов (ISO 9000 & ENQA), разработанная в 2006 г. представителями образовательного сообщества РФ (15 вузов и ссузов). В период с 2006 по 2010 гг. активное участие в разработке, апробации и популяризации рассматриваемой модели системы менеджмента качества принимал, в том числе ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» [7, 8].

Типовая модель СМК образовательного учреждения для вузов и ссузов базируется на двух гармонизированных стандартах, в частности [2,7,8]:

- стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском регионе (Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG)), разработанные Европейской ассоциацией гарантий качества в высшем образовании (ENQA – European Network for Quality Assurance in Higher Education);
- стандарты по менеджменту качества ISO 9000 (аутентичные национальные стандарты ГОСТ Р ИСО серии 9000).

Следует отметить, что авторы модели ISO 9000 & ENQA не только предложили ее концепцию и конфигурацию, но и разработали методическую документацию, позволяющую вузу достаточно просто и самостоятельно создать, внедрить, оценивать и совершенствовать систему менеджмента качества в контексте заявленных стандартов. Подтверждением популярности и эффективности модели ISO 9000 & ENQA может рассматриваться тот факт, что она в настоящее время успешно внедрена и реализована в более чем 500 высших учебных заведениях и средних специальных учебных заведениях Российской Федерации, а также в странах ближнего зарубежья (Республика Беларусь, Республика Таджикистан и пр.).

Образовательная организация, внедряющая и реализующая модель СМК ISO 9000 & ENQA, имеет возможность ее сертификации в уполномоченных национальных органах. В

настоящее время в стране успешно функционируют органы сертификации, оказывающие услуги по сертификации систем менеджмента качества на соответствие модели ISO 9000 & ENQA (например, Ассоциация по сертификации «Русский Регистр»).

Следует отметить, что в системе международной, в том числе и российской сертификации на соответствие некоторым стандартам (например, ISO) существует и широко применяется процедура трансфера, позволяющая совершить переход сертифицированного вуза из одного сертифицирующего органа в другой, находящийся в дружественном РФ государстве (например, Сербия, Индия, Китай и пр.). Данный механизм расширяет возможности реализации национальной модели системы менеджмента качества образовательной организации. При этом развитие национальных органов и схем сертификации, можно рассматривать как осознанную необходимость и долгосрочную перспективу.

Современные тенденции развития Российской Федерации, в том числе в образовательной сфере вызывают необходимость применения вузами национальных инструментов в реализации стратегии гарантии качества образовательных услуг, в том числе использование национальных моделей систем менеджмента качества.

1. Можаяева, Т.П. Формирование компетентных специалистов в техническом вузе / Т.П. Можаяева // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 12. – С. 15-19.
2. Круглов, В.И. Качество высшего образования / В.И. Круглов, В.В. Силаева, О.А. Горленко [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2018. – 133 с.
3. Силаева, В.В. Создание системы менеджмента образовательной организации на основе принципов и требований нового международного стандарта ISO 21001:2018 / В.В. Силаева, В.П. Семенова, А.Б. Звездова // Качество. Инновации. Образование. – 2018. – № 5. – С. 5-11.
4. Горленко, О.А. Совершенствование менеджмента организации / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, Т.П. Можаяева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2016. – № 3. – С. 99-104.
5. Можаяева, Т.П. Управление человеческими ресурсами в системе менеджмента качества организации / Т.П. Можаяева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 3. – С. 108-117.
6. Горленко, О.А. Повышение эффективности деятельности вуза на основе внедрения основных положений стандарта ISO 9001: 2015 / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, В.В. Мирошников, Т.П. Можаяева // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015. – № 2(46). – С. 147.
7. Горленко, О.А. Типовая система качества вуза: реализация процессного подхода: учебное пособие / О.А. Горленко, В.В. Мирошников, Т.П. Можаяева. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2008. – 56 с.
8. Горленко, О.А. Система качества Брянского государственного технического университета / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, Т.П. Можаяева. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2015. – 74 с.

Пронина С.А.

Методические подходы к технико-экономической оценке внедрения инноваций в высокотехнологичную продукцию различного назначения

*ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-227

Аннотация

Предложены методические подходы, позволяющие оценить технико-экономическую эффективность внедрения инноваций при создании высокотехнологичной продукции. Приведенные автором подходы носят универсальный характер и могут быть использованы на этапе обоснования приоритетности мероприятий по созданию научно-технического задела для высокотехнологичной продукции различного назначения в условиях финансовых ограничений.

Ключевые слова: Инновация, технико-экономическая оценка, технология, высокотехнологичная продукция, ограничения.

Abstract

Methodological approaches have been proposed that allow assessing the technical and economic efficiency of introducing innovations in the creation of high-tech products. The approaches presented by the author are of a universal nature and can be used at the stage of substantiating the priority of measures to create a scientific and technical reserve for high-tech products for various purposes under financial constraints.

Keywords: Innovation, feasibility study, technology, high-tech products, limitations.

Сегодня рост национальной экономики многих развитых стран напрямую связан с научными исследованиями и инновационными технологическими разработками. Инновации являются одним из драйверов долгосрочного роста экономики. Поэтому научные исследования и инновационные технологии будут приобретать все большее значение в стратегии развития ведущих мировых стран и их конкурентоспособности на мировой арене [1-3].

В сложившихся условиях целесообразность проведения комплексных исследований в области внедрения инноваций обусловлена тем, что в настоящее время в высокотехнологичных секторах экономики России сосредоточено значительное количество инноваций и технологических разработок. При этом подавляющая часть инноваций и технологических разработок, имеющих огромные перспективы реализации даже не представлена в форме инновационного продукта.

Процесс внедрения инновационных разработок в высокотехнологичную продукцию (ВТП) предлагается условно разбить на следующие этапы:

поиск – сбор, обработка и анализ информации о возможных инновационных (технологических) альтернативах;

селекция – выбор приемлемых инновационных и технологических решений для внедрения в ВТП;

доработка – проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по развитию инновации (технологии), изготовлению макетов (опытных образцов) продукции различного назначения;

адаптация – включает в себя комплекс мероприятий по устранению технологических препятствий при подготовке к внедрению в ВТП;

внедрение – внесение окончательных изменений и переход к серийному производству ВТП с внедренной инновацией.

В современных условиях проблема управления инновационными научными исследованиями и технологическими разработками является одной из основных в процессе управления научной деятельностью, различные подходы к ее решению рассматриваются в многочисленных работах отечественных и зарубежных ученых [1–9]. Главной целью исследований в этой предметной области служит повышение уровня обоснованности управленческих решений в научно-технической сфере.

В настоящей статье автором предложены методические подходы, позволяющие:

проводить сравнительный анализ существующей и перспективной ВТП различного назначения;

оценить эффективность внедрения инноваций в ВТП.

Сравнительный анализ существующей и перспективной ВТП различного назначения предлагается осуществлять по формуле:

$$Q_i = \sum m_i \cdot q_i$$

где m_i – коэффициент весомости i -ой технической характеристики ВТП. Коэффициент весомости определяется экспертным методом с учетом выполнения условия – $\sum m_i = 1$;

q_i – относительное значение i -ой технической характеристики ВТП.

Относительное значение i -ой технической характеристики (q_i) ВТП рассчитывается по формуле:

$$q_i = \frac{P_{ip}}{P_{is}}$$

где P_{ip} – абсолютное значение i -ой технической характеристики перспективного изделия ВТП. Под перспективным изделием ВТП в рамках данной статьи понимается изделие с внедренной инновацией.

P_{is} – абсолютное значение i -ой технической характеристики существующего изделия ВТП.

В результате анализа полученных данных технический уровень ВТП считается: превосходящим при условиях:

$$(Q - Q_s) > 0,05; q_i \geq 1,0$$

соответствующим при условиях:

$$|Q - Q_s| \leq 0,05; q_i > 0,95$$

где Q_s – обобщенный показатель технического уровня, существующего изделия ВТП;
 Q – обобщенный показатель технического уровня перспективного изделия ВТП.

Если сравнительный анализ показал, что перспективное изделие ВТП по техническому уровню превосходит существующее, то далее осуществляется оценка экономической эффективности внедрения инноваций в ВТП на основе расчетов суммарных совокупных затрат за весь ее жизненный цикл.

Примем в качестве критерия оценки экономической эффективности внедрения инновации в изделие ВТП разность годовых совокупных затрат [10] перспективного и существующего изделия:

$$\Delta \mathcal{E} = C_{\text{пер}} - C_{\text{сущ}}$$

$$C_{\text{пер}} = C_c + C_b + (C_{\text{то}} + C_3) * T_{\text{сл}} + C_{\text{з.м}} + C_{\text{ут}}$$

и

$$C_{\text{сущ}} = C_c + (C_{\text{то}} + C_3) * T_{\text{сл}} + C_{\text{ут}}$$

где C_c – стоимость на производство изделия ВТП;

C_b – стоимость на внедрения инновации в изделие ВТП;

$C_{\text{то}}$ – годовая стоимость технического обслуживания изделия ВТП;

C_3 – годовая стоимость эксплуатации изделия ВТП;

$C_{\text{ут}}$ – стоимость утилизации изделия ВТП;

$C_{\text{з.м.}}$ – стоимость затрат на создание макета изделия ВТП;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы изделия ВТП.

При создании макета изделия ВТП, представляется целесообразным включить его стоимость в стоимость годовых совокупных затрат при расчете на производство внедряемого изделия.

Если выполняется условие, в котором показатель годовых затрат на эксплуатацию существующего изделия ВТП больше суммарных совокупных затрат на внедрение перспективного изделия ВТП, то внедрение перспективного изделия экономически эффективно:

$$(C_{\text{то}} + C_3)_{\text{пер}} * T_{\text{сл}} \leq (C_{\text{то}} + C_3)_{\text{сущ}} * T_{\text{сл}}$$

где $(C_{\text{то}} + C_3) * T_{\text{сл}}$ – сумма годовых затрат на эксплуатацию существующего и перспективного изделия ВТП.

Таким образом, оценка инноваций для ВТП по показателям технико-экономической эффективности их внедрения позволяет научно обосновать приоритетность научно-исследовательских работ по созданию научно-технического задела для ВТП различного назначения, определить первоочередные мероприятия по созданию и внедрению технологических инноваций (разработок) в перспективные изделия ВТП, реализуемые в условиях финансовых ограничений государства на национальную экономику. Вследствие этого обеспечивается концентрация финансовых ресурсов на реализацию действительно потенциально значимых технологических инноваций для ВТП. В результате повышается

технико-экономическая эффективность мероприятий по созданию и модернизации ВТП на долгосрочный период.

В заключение следует отметить, что в последние годы проблема внедрения инновационных разработок в различных секторах экономики России стоит более остро. Сложность решения этой проблемы связана с необходимостью учитывать приоритеты национального развития, в том числе и поддержание на должном уровне оборонного потенциала страны.

Решение данной проблемы видится в комплексном анализе и развитии нормативной правовой базы интеграции инновационных разработок в условиях диверсификации и цифровой трансформации экономики России. Без наличия соответствующего нормативно-правового, научно-методического, технико-экономического обеспечения процесс интеграции инноваций может вызвать серьезные сложности, что может сказаться на научно-технологическом и социально-экономическом развитии России.

1. Ларин С.Н., Соколов Н.А., Кураева О.А. Анализ особенностей формирования и реализации современных программ научно-технологического развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 21 (258). – С. 47-55.
2. Рудцкая Е.Р., Хрусталёв Е.Ю., Цыганов С.А. Методы накопления научного знания для инновационного развития российской экономики (опыт РФФИ) // Проблемы прогнозирования. – 2009. – № 3.
3. Батьковский А.М., Леонов А.В. и др. Оптимизация использования финансовых средств, выделяемых на создание высокотехнологичной продукции // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2022. Т.15. – № 3 (361). – С.314-331.
4. Богданова Е.Л., Челянов Э.Р. и др. Методический подход к оценке военно-технической эффективности внедрения технологических разработок в образцы военной автомобильной техники // Вооружение и экономика. – 2017. – № 3 (40). – С. 42-52.
5. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент, 1996. – 241 с.
6. Батьковский А.М., Леонов А.В. и др. Развитие методов проектирования высокотехнологичной продукции с целью ускорения инновационного развития // Вектор экономики. – 2019. – № 7 (37). – С.49-56.
7. Леонов А.В., Семериков Н.В. и др. Критерии оценки целесообразности совместного использования традиционных и новых изделий высокотехнологичной продукции // Двойные технологии. – 2018. – № 4. – С.70-75.
8. Пронин А.Ю. Коммерциализация инноваций в условиях диверсификации и цифровой трансформации экономики // Актуальные вопросы современной экономики. – 2023. – № 1. – С.51-56.
9. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инновационных проектов. Теория и практика. — М.: Дело, 2004. 888 с.
10. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ: Учебник – М.: Военный университет. –2015. – 340 с.

Тимофеев В.Н., Надеждина О.А.

Обоснование выбора теплоносителя для систем жидкостного охлаждения судовых дизелей

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-228

Аннотация

Проанализировано влияние выбора теплоносителя системы охлаждения на рабочий процесс, на тепловое состояние судовых дизелей, отражены наиболее опасные и важные из них.

Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт выбора теплоносителя, режимов работы и влияющих на них факторов.

Ключевые слова: дизель, система смазки и охлаждения, коррозия, вязкость, топливо, масло, подогрев, оптимизация, теплоноситель, температура.

Abstract

The influence of the choice of the coolant of the cooling system on the workflow, on the thermal state of marine diesel engines is analyzed, the most dangerous and important of them are reflected.

The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants (SEU) due to the choice of coolant, operating modes and factors affecting them are considered.

Keywords: diesel, lubrication and cooling system, corrosion, viscosity, fuel, oil, heating, optimization, coolant, temperature.

Выбор охлаждающего тела в системах отвода теплоты дизелей транспортных средств определяется весьма многочисленными и зачастую противоречивыми факторами.

Для системы охлаждения судового дизеля обычно применяется вода, так как по ряду эксплуатационных свойств (распространенность, стоимость, пожаробезопасность, удобство хранения, длительность эксплуатации без изменения свойств и т.п.) она имеет преимущества по сравнению с другими жидкостями [1, 2].

Отрицательным свойством воды является коррозионная активность ко многим металлам, из которых изготовлены детали дизеля и системы охлаждения. Продукты коррозии, откладываясь на поверхностях деталей, ухудшают теплообмен; отложения продуктов коррозии в трубках холодильника уменьшают расход воды, увеличивают затраты на привод водяного насоса [3, 4].

В воде имеются растворимые соли кальция и магния, которые при повышении температуры воды так же, как и продукты коррозии, откладываются на поверхностях деталей. Вода имеет высокую температуру замерзания. При переходе воды в твердое состояние ее объем увеличивается на 8-10 %. Возникающее при этом давление, равное 2.5 МПа, может вызвать разрушение деталей и нарушить герметизацию системы охлаждения. Поэтому в системе охлаждения двигателей наземных транспортных средств используют теплоносители с низкой температурой замерзания (антифризы) (ГОСТ 159-59). Такими жидкостями являются водные растворы спиртов, солей и других веществ, а также чистые жидкости и их смеси (таблица 1,2) [5, 6].

Таблица 1

Основные характеристики веществ, которые можно использовать в качестве охлаждающих жидкостей в дизелях.

| Вещество | Химическая формула | Молекулярная масса | Нормальная температура кипения, °С | Температура затвердевания, °С | Теплофизические характеристики при $t = 100^\circ \text{C}$ | | | | | |
|-----------------|---|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|---|--|---|--|-------|
| | | | | | ρ , $\frac{\text{кгс}\cdot\text{с}}{\text{м}^4}$ | ρ , $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ | c_p , $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ | $\nu\cdot 10^4$, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$ | λ , $\frac{\text{ккал}}{\text{ч}\cdot\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$ | Pr |
| Вода | H ₂ O | 18 | 100 | 0 | 96,5 | 1,03 | 1,008 | 0,295 | $58,7\cdot 10^{-2}$ | 1,75 |
| Воздух | Смесь газов | 28,9 | -193 | -213 | 0,097 | — | 0,241 | 23,13 | $2,76\cdot 10^{-2}$ | 0,688 |
| Метиловый спирт | CH ₄ O | 32,04 | 64,7 | -98 | 72,9 | 3,2 | 0,412 | 11,7 | $18,8\cdot 10^{-3}$ | 0,962 |
| Этиловый спирт | C ₂ H ₆ O | 46,07 | 78,4 | -114,5 | 73,0 | 2,55 | 0,403 | 7,21 | $19,8\cdot 10^{-3}$ | 0,796 |
| Антифриз | C ₂ H ₆ O ₂ | — | 197,2 | -65 ÷ -40 | 91,9 | — | 0,5 | 0,8 | $23\cdot 10^{-2}$ | -0,8 |
| Фреон-113 | C ₂ F ₃ Cl ₃ | 187,37 | 47,6 | -35 | 139,8 | 4,514 | 0,23 | 0,214 | $59\cdot 10^{-3}$ | 4,12 |
| Фреон-12 | CF ₂ Cl ₂ | 120,92 | 229,8 | -155,0 | 91,3 | 33,6 | 0,29 | 0,236 | $50\cdot 10^{-3}$ | 4,52 |

Таблица 2

Сопоставление различных жидкостей с водой как теплоотводящим веществом в системах жидкостного охлаждения дизеля.

| Вещество | Относительная интенсивность теплообмена $\alpha_{ж}/\alpha_{в}$ | Относительная теплоемкость системы $\frac{\rho_{ж} c_{ж}}{\rho_{в} c_{в}}$ | Относительная скорость при равной теплоотдаче $u_{ж}/u_{в}$ | Относительная мощность насоса при равной теплоотдаче $N_{ж}/N_{в}$ |
|-----------------|---|--|---|--|
| Вода | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Воздух | 0,0008 | — | 5700 | $174 \cdot 10^6$ |
| Метиловый спирт | 0,00848 | 0,31 | 3920 | $43,2 \cdot 10^9$ |
| Этиловый спирт | 0,0121 | 0,305 | 2500 | $11,2 \cdot 10^9$ |
| Антифриз | 0,154 | 0,476 | 127 | $1,85 \cdot 10^6$ |
| Фреон-113 | 0,183 | 0,333 | 7,24 | 57,0 |
| Фреон-12 | 0,149 | 0,280 | 9,55 | 792,0 |

Спирты - горючи и их применение ограничивается пожароопасностью. Этиленгликоль и его водный раствор – ядовиты. Фреоны при соприкосновении с существенно нагретыми деталями способны образовывать ядовитый газ – фосген.

Наибольшее распространение в качестве антифриза получил водный раствор этиленгликоля с антикоррозийными присадками.

Этиленгликоль является двухатомным спиртом следующего состава: $\text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ или $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$. Чистый этиленгликоль – бесцветная (технический продукт иногда бывает окрашен в слегка желтоватый цвет), вязкая жидкость сладковатого вкуса; с водой смешивается в любых отношениях. Этиленгликоль очень гигроскопичен, температура вспышки в открытом тигле составляет 116 оС, а в закрытом - 122 оС; температура самовоспламенения на воздухе 416 оС [7, 8].

В зависимости от содержания в водно-этиленгликолевом растворе воды изменяется его температура кипения и замерзания (Тпл). Температура замерзания смеси Тпл в зависимости от массовой доли С содержания воды приведена ниже:

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| Тпл, оС | -11,5 | -15,5 | -18,7 | -22,7 | -26,5 | -29,6 | -49,0 | -67,0 | 75,0 | -55,0 | -24,5 | -9,0 |
| С, % | 0 | 1,1 | 3,0 | 5,1 | 7,8 | 10,1 | 20,6 | 30,2 | 33,3 | 40 | 60,0 | 80 |

Кроме растворов этиленгликоля в качестве низкотемпературных жидкостей применяют водно-спиртовые и водно-глицериновые растворы. Последние при низких температурах обладают повышенной вязкостью, что затрудняет их циркуляцию в системе охлаждения. Промышленностью выпускаются два типа охлаждающей низкотемпературной жидкости: антифриз (ГОСТ 159-52*) и ТОСОЛ-А, основу которых составляет водно-этиленгликолевый раствор. Для получения необходимой температуры замерзания ТОСОЛ-А смешивают с дистиллированной водой.

Важным критерием теплофизических качеств теплоносителя служит также первая критическая плотность теплового потока, которая определяет область эксплуатационных режимов деталей дизеля [9, 10].

На выбор теплоносителя наряду с теплофизическими влияют его химические и эксплуатационные свойства.

В дизеле склонность жидкости к вспениванию может послужить препятствием к ее применению в качестве теплоносителя, так как при вспенивании возможны утечки жидкости из системы охлаждения. Другим ограничением является склонность жидкости различного рода к отложениям на поверхности элементов системы охлаждения [11, 12].

Установлено, что в полостях водяного охлаждения головок цилиндров автомобильного двигателя в процессе длительной эксплуатации образуется слой отложений, толщина которого

составляет несколько миллиметров, что вызывает повышение температуры тепловоспринимающей поверхности днища головок на 50 оС. Накипь, являясь теплоизолятором, плохо проводит теплоту, что ведет к перегреву деталей цилиндропоршневой группы.

Поэтому вода, используемая в системах охлаждения дизелей, должна быть предварительно обработана. Чтобы предупредить накипеобразование, следует использовать противонакипные присадки или воду, обработанную магнитным способом.

В качестве противонакипной присадки научно-исследовательский институт автомобильного транспорта рекомендует применять гексаметфосфат натрия, снижающий образование накипи и коррозии в системах охлаждения дизеля на 40-50 %.

Для охлаждения форсированных дизелей широко применяют водо-масляные эмульсии. Под воздействием эмульсии поверхности зарубашечного пространства покрываются тончайшей масляной пленкой, надежно защищающей охлаждающие детали от коррозии. Применение эмульсии обеспечивает снижение плотности тока, а, следовательно, уменьшается коррозия втулок и блоков цилиндров по сравнению с условиями работы на воде без эмульсии. Для создания эмульсий используются различные водорастворимые минеральные и синтетические масла (масла АМ, ВНИИ НП-117, эмульсолы А и Б и др.) [13, 14].

Таким образом, вода повсеместно распространена, дешева, не агрессивна и обладает как охлаждающее вещество оптимальными теплотехническими и энергетическими характеристиками, поэтому в настоящее время в судовых дизелях в качестве теплоносителя используется вода. Однако, когда речь идет о некруглосуточной эксплуатации судового дизеля только в неблагоприятных температурных условиях с существенно низкими температурами, видимо, можно поступиться некоторыми характеристиками, согласиться с ухудшенным отводом теплоты от охлаждаемых деталей и перейти на антифризы или спирто-глицериновые смеси, так называемые всепогодные охлаждающие жидкости.

1. Башуров Б.П. Техническая эксплуатация судовых энергетических установок: Учебное пособие - Новороссийск: МГА имени адмирала Ф.Ф.Ушакова, 2007. – 196 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Учеб. / Под ред. В.Н. Луканина. М.: Высш. Шк., 1995. -1 кн. - 268 с.
3. Тихонов, Н. Ф. Анализ дизель-электрической гребной установки / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-9. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-475. – EDN KGNFXD.
4. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт.техн. наук / В. Н. Тимофеев. - СПб, 2015, 2015, - 385 с.
5. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных судовых дизелей / Е. В. Белоусов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-45166-1.
6. Тихонов, Н. Ф. Топливная система / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 89-1. – С. 101-104. – DOI 10.18411/trnio-09-2022-30. – EDN ZIWWUE.
7. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ и НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ и ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
8. Тихонов, Н. Ф. Эффективность системы наддува и утилизации тепловых потерь в тронковых дизелях / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Наукосфера. – 2023. – № 1-2. – С. 276-279. – EDN JWCUIZ.
9. Бурков, А. Ф. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры: монография / А. Ф. Бурков, В. Ф. Веревкин, П. М. Радченко; под общей редакцией А. Ф. Буркова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-3852-5.
10. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 71-74. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-250. – EDN FMRFKR.
11. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. – EDN CNEYR.

12. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-2. – С. 113-115. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. – EDN KZTGCM.
13. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 января 2023 года. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 204-206. – EDN MWYFQT.
14. Дейнего Ю.Г. Эксплуатация судовых энергетических установок, механизмов и систем. Практические советы и рекомендации / Ю.Г. Дейнего. -М.: Моркнига, 2012. - 240 с.

Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф.

Влияние различных факторов на условия эксплуатации судовых ДВС (двигателей внутреннего сгорания)

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-229

Аннотация

Проанализированы условия эксплуатации, влияние их на тепловое состояние дизелей, отражены наиболее перспективные и экономически выгодные из них.

Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт характера изменения режимов работы и влияющих на них факторов: нагрузки, частоты вращения вала, параметров теплового состояния дизеля, конструкция камеры сгорания и др.

Ключевые слова: дизель, режим, условия эксплуатации, вязкость, топливо, масло, подогрев, оптимизация, аппаратура, температура.

Abstract

The operating conditions and their influence on the thermal condition of diesel engines are analyzed, the most promising and economically profitable of them are reflected.

The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants due to the nature of changes in operating modes and factors affecting them: load, shaft speed, parameters of the thermal state of the diesel engine, the design of the combustion chamber, etc. are considered.

Keywords: diesel, mode, operating conditions, viscosity, fuel, oil, heating, optimization, equipment, temperature.

Во время эксплуатации дизелей с частыми сменами режимов при незавершенных переходных процессах наблюдается колебание температуры деталей относительно среднего значения. При резких сменах режимов дизеля средние эксплуатационные температуры деталей могут быть выше температур, характерных для номинального режима дизелей [1, 2, 3].

Неустановившееся температурное состояние (подогрев и охлаждение) сопровождается заметным ростом разности температур в теле деталей и в большинстве случаев – увеличением температурных напряжений.

Пуск, как и маневрирование, сопряженное с остановками, реверсированием и сменой нагрузок, относится к неустановившимся и напряженным режимам, на которые приходится наибольшее число аварийных повреждений дизелей.

На пусковые качества дизелей влияет ряд конструктивных и эксплуатационных факторов. Важнейшими из них являются тепловое состояние стенок цилиндра, температура смазочного масла и охлаждающей воды, размеры цилиндра, конструкция камеры сгорания, способ смесеобразования, конструктивные особенности топливоподающей аппаратуры, угол опережения впрыска топлива.

Снижение температуры охлаждающей воды затрудняет пуск и приводит к возрастанию среднего давления потерь при пуске и минимальной частоты вращения.

При температурах ниже 15-10 оС резко возрастает вязкость топлива и масла. Понижение температуры смазочного масла вызывает возрастание вязкости, что в свою очередь приводит к увеличению работы трения и момента сопротивления. Например, при увеличении вязкости масла от 5 до 40 сСт момент сопротивления возрастает в два раза [4, 5, 6].

Снижение температурного состояния дизеля обычно сочетается со снижением температуры топлива, что затрудняет распыливание и смесеобразование, ухудшает условия самовоспламенения, и сгорания рабочей смеси.

Низкие начальные температуры охлаждающей воды и стенок цилиндра приводят к потерям теплоты, это также отрицательно сказывается на пусковых качествах дизеля.

В зависимости от конструктивных особенностей, места установки и условий использования можно применить один из следующих способов облегчения пуска холодного дизеля: 1) подогрев холодного дизеля от вспомогательного двигателя; 2) подогрев холодного дизеля при помощи пара или заполнения зарубашечного пространства горячей водой; 3) подогрев периодической работой вхолостую; 4) подогрев воздуха на впуске; 5) подогрев периодическим проворачиванием дизеля электромотором; 6) подогрев смазочного масла; 7) подогрев топлива.

Кроме того, для обеспечения пуска дизелей используются различные средства. К ним относятся повышение степени сжатия, соответствующий выбор камеры сгорания, установка свечей накаливания. Предусматривают увеличенную пусковую подачу топлива, превышающую до 1,5-2 раз цикловую подачу на номинальном режиме и т.д. [7, 8, 9].

Непосредственным результатом воздействия тепловых потоков к стенкам цилиндра в начальный период работы дизеля является изменение температуры деталей, разности температур и температурных напряжений.

Трущаяся пара поршень-втулка работает весьма в неблагоприятных условиях вследствие наличия высоких неравномерно распределенных температур и трудности обеспечения смазки.

Поршень и втулка неравномерно нагреты по высоте; кроме того, во время прогрева интенсивность нарастания температуры в различных поясах по высоте различна.

Способность дизеля развивать в кратчайшее время полную мощность при обеспечении надежности его работы зависит от возможности в период прогрева обеспечить нормальные условия смазки и охлаждения, в особенности поршня. Условия смазки становятся особенно тяжелыми во время прогрева после пуска холодного дизеля. При низких температурах возрастает вязкость смазочного масла, затрудняется его транспортировка по масляной системе и подача к смазываемым поверхностям.

Возможность надежной работы дизеля на полной мощности обеспечивается такой минимальной температурой масла, которая гарантирует поступление смазочного масла к наиболее удаленным и труднодоступным деталям в достаточном количестве.

Чем меньше меняется вязкость с изменением температуры, тем меньше вязкость масла при низких температурах и тем выше эксплуатационные качества масла, так как его свойства остаются более стабильными с изменением температуры и, следовательно, обеспечивается возможность сокращения времени прогрева. Повышение температуры смазочного масла до 25-30 оС оказывается достаточным, чтобы обеспечить нормальные условия смазки.

Вязкость масла зависит не только от температуры, но и от давления. Так как давление в подшипниках дизеля достигает 24,5-49 МПа и более, то рабочая вязкость смазочного масла при данной температуре значительно выше, чем при атмосферном давлении.

С повышением нагрузки и частоты вращения возрастают рабочие давления, что, во-первых, повышает рабочую вязкость масла, во-вторых, затрудняет перетекание между трущимися поверхностями, увеличивает вероятность появления полусухого и сухого трения со всеми вытекающими отсюда последствиями. Потому при одной и той же температуре масла безопасно работать на малой нагрузке, и появляется опасность задиров поршней и расплавления подшипников на полной нагрузке. Очевидно, что вязкость масла и его

температура являются основными показателями, определяющими продолжительность прогрева дизеля и возможность нагружения его на полную мощность.

Таким образом, для улучшения эксплуатационных свойств дизеля очень важно выбрать правильный период его работы с момента завершения пуска до принятия полной нагрузки. Поэтому продолжительность прогрева является важнейшим критерием маневренности судовых дизелей и энергетической установки, характеризующим способность их в кратчайшее время после пуска развить полную мощность, а, следовательно, и полную скорость судна при обеспечении безопасной и надежной работы деталей, узлов и систем дизеля. Напряжения в деталях ЦПГ и КШМ растут с увеличением скорости смены режима и становятся наибольшим и при пуске холодного дизеля, резком выведении его на полную нагрузку. В этих условиях элементы конструкции подвергаются деформации и интенсивному изнашиванию, меняются зазоры и натяги в сопрягаемых деталях. В деталях, испытывающих действие высоких температур, развиваются термоусталостные явления, приводящие к образованию трещин.

Наряду с режимом прогрева не менее опасен и переходной режим резкого снижения нагрузки и, особенно при аварийной остановке дизеля, до этого работавшего в режиме полного хода с температурой охлаждающей воды 95-98 оС, в нем, как и при прогреве, появляются высокие тепловые напряжения вследствие неравномерного остывания деталей ЦПГ. Наибольшие напряжения наблюдаются в первый период остановки дизеля, так как именно для этого периода характерна наибольшая скорость падения температуры нагретых поверхностей [10, 11, 12].

Если при этой температуре пускать дизель вторично, то возможны образования отложений на поверхности, омываемой маслом, и появления трещин в связи с возникновением усадочных напряжений. Приведенный пример показывает, что для отдельных конструкций охлаждаемых поршней при резком сбросе нагрузки и последующей остановке дизеля (например, при реверсировании) возможно заметное увеличение температуры в отдельных точках поршня и температурных градиентов. При повторном пуске дизеля это могло бы привести к выходу из строя поршня. Для обеспечения нормальной работы поршневой группы следует придерживаться в таких случаях определенных режимов остановки и охлаждения [13].

1. Равин, А. А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования / А. А. Равин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-507-45797-7.
2. Тихонов, Н. Ф. Анализ дизель-электрической гребной установки / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-9. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-475. – EDN KGNFXD.
3. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт.техн. наук / В. Н. Тимофеев. - СПб, 2015, 2015, - 385 с.
4. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных судовых дизелей / Е. В. Белоусов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-45166-1.
5. Васильев, С. А. Судовые энергетические установки (СЭУ) / С. А. Васильев, Н. Ф. Тихонов, А. А. Петров // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 72-7. – С. 80-83. – DOI 10.18411/lj-04-2021-285. – EDN BUNQEP.
6. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ и ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
7. Тихонов, Н. Ф. Эффективность системы наддува и утилизации тепловых потерь в тронковых дизелях / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Наукосфера. – 2023. – № 1-2. – С. 276-279. – EDN JWCZZ.
8. Осипов, О. В. Судовые дизельные двигатели / О. В. Осипов, Б. Н. Воробьев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 356 с.
9. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 71-74. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-250. – EDN FMRFKR.

10. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. – EDN CNEYR.
11. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-2. – С. 113-115. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. – EDN KZTGCM.
12. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 января 2023 года. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 204-206. – EDN MWYFQT.
1. 13. Тимофеев, В. Н. Повышение технико-экономических показателей судовых дизелей совершенствованием систем наддувочного воздуха / В. Н. Тимофеев, Ю. Н. Степанов // Судостроение. – 2009. – № 6. – С. 53-56.

Тихонов Н.Ф.

Система смазки современных судовых дизелей

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-230

Аннотация

Проанализирована система смазки современных судовых дизелей. Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт характера изменения режимов работы и влияющих на них факторов, применения высокотемпературных систем охлаждения.

Ключевые слова: дизель, система смазки и охлаждения, процессы, режим, топливо, масло, подогрев, оптимизация, теплота, температура.

Abstract

The lubrication system of modern marine diesel engines is analyzed. The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants (SEU) due to the nature of changes in operating modes and factors affecting them, the use of high-temperature cooling systems are considered.

Keywords: diesel, lubrication and cooling system, processes, mode, fuel, oil, heating, optimization, heat, temperature.

Для каждой марки дизеля и конкретных сортов масел рекомендуемая температура масла устанавливается более точно в результате специальных исследований [1], обычно проводимых научно-исследовательскими организациями отраслей, эксплуатирующих дизели.

При использовании высококачественных масел (быстроходные дизели) система регулирования смазки должна поддерживать температуру масла на уровне 353-363К. В дизелях тихоходных и средней быстроходности, где обычно применяются масла менее высокого качества, температура масла составляет 323 – 333К.

Увеличение температуры воды от 343 до 353К приводит к понижению вязкости масла на 30 %, что существенно уменьшает коэффициент трения [2]. А увеличение от 323 до 353К обуславливает уменьшение мощности на преодоление трения для двухтактного дизеля 10Д100 на 270 кВт, для четырехтактного дизеля 16ЧН25/27 – на 220 кВт, т.е. на 40% номинального значения частоты вращения ω . При небольшом значении ω влияние температуры масла еще более существенно [3].

Система смазки современных судовых дизелей обычно состоит из нескольких независимых систем, обеспечивающих подачу масла (различных сортов) к отдельным группам механизмов или деталей [3, 4]. Например, система смазки главного дизеля теплохода «Тикси» дизель фирмы «Бурмейстер и Вайн» типа 8DKPH включает следующие системы смазки:

цилиндров, циркуляционной, системы охлаждения поршней, системы смазки турбокомпрессоров, сальниковых коробок штоков поршней и т.д. (около 110 точек).

В дизелях средней мощности и в некоторых дизелях большой мощности циркуляционная масляная система используется также и для охлаждения поршней. Однако в настоящее время главные дизели большой и средней мощности, как было упомянуто выше, оборудуются преимущественно системой водяного охлаждения поршней или, во всяком случае, имеют отдельную от циркуляционной системы СО маслом.

Температурный режим в системе циркуляционной смазки должен обеспечивать безусловную надежность смазки при минимальных потерях энергии на трение. Эти два основных и до некоторой степени противоречивых требования можно удовлетворить соответствующим подбором параметров подшипников, в первую очередь зазоров между шейкой вала и вкладышем, и вязкости смазочного масла. Именно эти два фактора определяют тепловую работу подшипника.

В системе циркуляционной смазки возможно изменение температурного режима из-за изменения температуры забортной воды, прокачиваемой через масляный холодильник. Анализ проведенных исследований показывает [5, 6], что при повышении температуры забортной воды на определенное значение, на такое же значение повышается температура масла на входе в дизель.

Изменение температуры масла на входе в дизель при переходе судна из одних широт в другие достаточно существенно и, безусловно, требует регулирования, которое можно производить либо пропуском масла мимо холодильника при понижении температуры забортной воды, либо регулированием температуры забортной воды на входе в холодильник. При эксплуатации удобней иметь дело с водяными регулирующими клапанами, чем масляными.

Анализ исследований показывает, что связь между ростом температур рабочей поверхности цилиндров и их износом неоднозначна. При снижении вязкости масла уменьшаются потери на трение, но менее вязкое масло хуже удерживается на поверхности трения. Установлено, что вязкость масла на поверхности зеркала цилиндра должна быть не менее 4 мм²/с.

С повышением усиливаются термоокислительные процессы, масло быстро теряет свои смазывающие свойства, образуются и откладываются на рабочих поверхностях лаки, смолы и прочие продукты окислительной полимеризации. Поршневые кольца теряют подвижность, растет изнашивание деталей ЦПГ. Практикой установлено, что для обеспечения надежной работы этого узла температура зеркала цилиндровой втулки, и температура поршня в зоне канавок поршневых колец при существующих минеральных маслах не должна превышать 160-180 оС. Положительный эффект от повышения температур воды в дизеле может получен лишь при соблюдении отмеченного условия.

Другая проблема связана с поддержанием нормальной температуры выпускного клапана. Прочность стали, при высокой температуре, падает. При использовании специальных сталей в качестве материала выпускного клапана его максимальная температура может быть доведена до 900 оС. Теплота от клапана отводится через его седло к охлаждающей головке цилиндра и отчасти через направляющую, которую также необходимо охлаждать.

Поверхность камеры сгорания включает в себя не только принудительно охлаждаемые детали, но и днище поршня, тарелки клапанов. Теплоотдача в стенки камеры сгорания тормозится слоем нагара, а в стенки цилиндра - масляной пленкой. Головки клапанов должны быть плоскими, чтобы под воздействием горячих газов находилась минимальная площадь. При открывании впускной клапан охлаждается потоком входящего заряда, тогда как выпускной клапан в процессе работы сильно нагревается ОГ. Стержень этого клапана защищен от воздействия горячих газов длинной направляющей, доходящей почти до его тарелки.

Статические данные показывают [7, 8, 9], что средняя температура воды в СО дизелей непрерывно повышается. Так, например, если в 60-е гг. температура воды на выходе из дизеля рекомендовалась 50-55 оС, то позднее этот уровень поднялся до 60-65 оС, а когда стали

применять тяжелые сернистые топлива, появились рекомендации повысить температуру воды до 70-75 оС. Как уже было отмечено выше, в современных дизелях с высоким наддувом рекомендуются еще более высокие температуры 75-85 оС и даже 100 оС и более. Подобная тенденция объясняется стремлением уменьшить потери теплоты с охлаждающей водой.

Возникает вопрос, является ли температура 100 оС предельной в СО поршневых ДВС или нет. Ответ на этот вопрос можно дать только при наличии достаточных данных, накопленных в результате всесторонних испытаний или длительной эксплуатации большого числа различных типов дизелей, имеющих высокотемпературные системы охлаждения (ВТО).

Достигнутая температура в СО дизелей снова поставила вопрос о рациональном использовании теплоты, и о необходимости создания на новой основе единой системы для использования теплоты охлаждающей воды и ОГ.

Поддержание столь высоких температур стало возможным благодаря эффективным мерам по интенсификации охлаждения деталей ЦПГ, приближению воды к тепловоспринимающим поверхностям и пр.

В настоящее время такие системы приобретают широкое распространение, а различные конструктивные особенности и условия их эксплуатации уже теперь привели к созданию нескольких видов ВТО [10, 11, 12, 13].

Системы ВТО могут быть разделены на две группы. Первая - с парообразованием внутри охлаждающих полостей. При кипящем охлаждении коэффициент теплоотдачи существенно возрастает. В связи с этим оптимальной температурой ВТО следует считать такую, при которой наступает развитое поверхностное кипение. Вторая группа - без парообразования внутри охлаждающих пространств, т.е. СО с последующим парообразованием.

СО с последующим парообразованием предусматривает охлаждение дизеля водой температурой выше 100 оС за счет повышенного давления, создаваемого циркуляционным насосом вследствие наличия дросселя на выходе воды из дизеля.

ВТО повышает КПД дизеля, уменьшает возможность охлаждения стенок цилиндра ниже температуры точки росы для рабочего газа и появления в связи с этим электрохимической коррозии, резко уменьшает (в 3-5 раз) размеры водяных охладителей, повышает износоустойчивость цилиндрических втулок. ВТО кипящего типа выгоднее любых других СО.

Переход на ВТО естественно сопровождается некоторым ростом температуры деталей ЦПГ, что может нарушить качественную смазку цилиндров дизеля. Несколько ухудшается воздухообеспечение дизеля при работе с номинальной нагрузкой из-за уменьшения коэффициента наполнения цилиндров свежим зарядом воздуха.

1. Равин, А. А. Автоматизация судовых энергетических установок: учебное пособие для вузов / А. А. Равин, М. А. Максимова, О. И. Иванчик. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
2. Тихонов, Н. Ф. Анализ дизель-электрической гребной установки / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-9. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-475. – EDN KGNFXD.
3. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт.техн. наук / В. Н. Тимофеев. - СПб, 2015, 2015, - 385 с.
4. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных судовых дизелей / Е. В. Белоусов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-45166-1.
5. Тихонов, Н. Ф. Комплексная автоматизация управления судовыми энергетическими установками / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 88-4. – С. 99-103. – DOI 10.18411/trnio-08-2022-166. – EDN HOCGSF.
6. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ и ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
7. Тихонов, Н. Ф. Эффективность системы наддува и утилизации тепловых потерь в тронковых дизелях / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Наукосфера. – 2023. – № 1-2. – С. 276-279. – EDN JWCZZ.

8. Бурков, А. Ф. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры: монография / А. Ф. Бурков, В. Ф. Веревкин, П. М. Радченко; под общей редакцией А. Ф. Буркова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-3852-5.
9. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. — 2023. — № 94-5. — С. 71-74. — DOI 10.18411/trnio-02-2023-250. — EDN FMRFKR.
10. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. — 2023. — № 94-5. — С. 145-148. — DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. — EDN CNEYR.
11. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. — 2022. — № 81-2. — С. 113-115. — DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. — EDN KZTGCM.
12. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30.01.2023 года: "Издательство "Манускрипт", 2023. — С. 204-206. — EDN MWYFQT.
13. Тимофеев, В. Н. Повышение эффективности систем охлаждения судовых двигателей внутреннего сгорания с автоматическим регулированием теплового состояния / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов // Сборник научных статей, Санкт-Петербург, 11–15 апреля 2016 года. — Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2016. — С. 339-347. — EDN WNMMBJ.

Яровой Р.В., Рябов Г.А., Кривоногова Е.В.
Методы обнаружения вредоносного программного обеспечения: преимущества и недостатков

*Военная академия связи
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-231

Аннотация

В данной статье рассматриваются методы обнаружения и удаления компьютерных вирусов, которые представляют собой вредоносное программное обеспечение, способное нанести значительный ущерб информационной безопасности. Анализируются различные подходы и техники с целью эффективного выявления и удаления вредоносного программного обеспечения.

Ключевые слова: вредоносное программное обеспечение, компьютерный вирус, сигнатура, информационная безопасность, эвристический анализ, искусственный интеллект, анализ аномалий, машинное обучение.

Abstract

This article discusses methods for detecting and removing computer viruses, which are malicious software that can cause significant damage to information security. Various approaches and techniques are analyzed to effectively detect and remove malicious software.

Keywords: malicious software, computer virus, signature, information security, heuristic analysis, artificial intelligence, anomaly analysis, machine learning.

В современном цифровом мире, где компьютеры и интернет стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, вредоносное программное обеспечение (ВПО) стало серьезной угрозой для информационной безопасности. ВПО, также известное как компьютерные вирусы, представляет собой программы, разработанные с целью нанесения вреда компьютерным системам и их пользователям.

Обнаружение вредоносного программного обеспечения является одной из важнейших задач в области информационной безопасности. Существует множество методов и подходов к обнаружению ВПО, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

К традиционным методам обнаружения вредоносного программного обеспечения относят анализ поведения, сигнатурный и эвристический анализы.

Сигнатурный анализ является одним из наиболее распространенных методов обнаружения ВПО. Он основан на использовании сигнатур - уникальных характеристик или шаблонов кода, которые идентифицируют конкретные вирусы или вредоносные программы. При использовании сигнатурного анализа антивирусное программное обеспечение сравнивает код программы или файл с базой данных известных сигнатур вирусов. Если обнаруживается совпадение, программа считается вредоносной и принимаются соответствующие действия по предотвращению вредоносного воздействия [1].

К преимуществам сигнатурного анализа относят:

- высокая точность обнаружения известных вирусов;
- низкий уровень ложных срабатываний;
- быстрая обработка и сканирование файлов.

К недостаткам сигнатурного анализа относят:

- неэффективность против новых и неизвестных вирусов, для которых еще не созданы сигнатуры;
- необходимость постоянного обновления базы данных сигнатур.

Анализ поведения является методом обнаружения ВПО, который не полагается на сигнатуры, а вместо этого анализирует поведение программы или файла, чтобы определить, является ли оно вредоносным. При использовании анализа поведения антивирусное программное обеспечение наблюдает и анализирует активность программы в реальном времени. Если обнаруживается подозрительное или вредоносное поведение, программа считается вредоносной и принимаются соответствующие меры [2].

К преимуществам данного метода:

- способность обнаруживать новые и неизвестные угрозы, основываясь на их поведении и действиях;
- автоматическое обнаружение ВПО без необходимости обновления сигнатур;
- способность обнаруживать ВПО, использующее методы обхода сигнатурного анализа.

К недостаткам анализа поведения относят:

- высокая нагрузка на систему при анализе поведения программ;
- возможность ложных срабатываний при обнаружении новых угроз.

Эвристический анализ - это метод обнаружения ВПО, который основан на эвристических правилах и алгоритмах. Он позволяет обнаружить вредоносное ПО, основываясь на определенных признаках или поведении, которые могут указывать на наличие ВПО. Это может быть необычное поведение программы, подозрительные операции с файлами или сетевым трафиком, использование известных уязвимостей и другие аномалии, которые могут свидетельствовать о наличии ВПО [3].

К преимуществам эвристического анализа относят:

- способность обнаруживать новые и неизвестные угрозы, для которых еще не созданы сигнатуры или неизвестно их поведение;
- более гибкий и адаптивный подход к обнаружению ВПО;
- возможность обнаружения нулевых дней и других сложных угроз.

К недостаткам эвристического анализа:

- высокий уровень ложных срабатываний, требующий выполнения дополнительных проверок и анализа.

К современным методам обнаружения вредоносного программного обеспечения основаны на машинном обучении и облачных технологиях.

Метод обнаружения ВПО, основанный на машинном обучении стал одним из ключевых инструментов в борьбе с ВПО. Этот метод основан на использовании алгоритмов и моделей, которые обучаются на больших объемах данных, чтобы распознавать и классифицировать вредоносное ПО. Машинное обучение позволяет создавать модели, которые могут

обнаруживать новые и ранее неизвестные угрозы, основываясь на общих характеристиках и признаках вредоносного ПО [4].

Преимущества машинного обучения включают:

- высокую точность обнаружения;
- способность адаптироваться к новым угрозам;
- возможность автоматического обновления моделей на основе новых данных.

К недостаткам машинного обучения относят:

- большой объем данных для обучения;
- вероятность ложных срабатываний.

Облачные технологии предоставляют новые возможности для обнаружения и борьбы с ВПО. Облачные антивирусные решения позволяют выполнять обнаружение и анализ ВПО на удаленных серверах, что позволяет обеспечить более высокую производительность и эффективность. Облачные технологии также позволяют обмениваться информацией о новых угрозах и обновлениях между различными устройствами и пользователями [5].

Преимуществом облачных технологий защиты от ВПО: высокая масштабируемость, гибкость и возможность обновления базы данных угроз в режиме реального времени. Однако, использование облачных технологий защиты может вызывать опасения в отношении конфиденциальности данных и требует надежного интернет-соединения.

С появлением все более сложных и трудно обнаруживаемых вредоносных программ, традиционные и современные методы обнаружения вирусов сталкиваются с ограничениями в эффективности и точности. Для повышения эффективности используют комбинированные методы.

Одним из распространенных комбинированных методов является сочетание сигнатурного анализа и анализа поведения. При использовании этого подхода, антивирусное программное обеспечение сначала проверяет файлы на наличие известных сигнатур вирусов. Если обнаруживается совпадение, файл считается вредоносным. В случае, если файл не соответствует известным сигнатурам, происходит анализ его поведения. Если обнаруживается подозрительное или вредоносное поведение, файл также считается вредоносным. Комбинирование этих двух методов позволяет обнаруживать как известные, так и новые вредоносные программы.

Другой эффективный комбинированный подход - это сочетание машинного обучения и анализа поведения. Машинное обучение позволяет создавать модели, которые могут обнаруживать вредоносное ПО на основе обучения на больших объемах данных. Анализ поведения, в свою очередь, позволяет наблюдать за активностью программы и определять подозрительное поведение, которое может указывать на наличие ВПО. Комбинирование этих двух методов позволяет создать более точные и адаптивные системы обнаружения ВПО.

Преимущества комбинированных методов:

Увеличение точности обнаружения ВПО за счет использования нескольких подходов и технологий.

Способность обнаруживать как известные, так и новые вредоносные программы.

Адаптивность к изменяющимся угрозам и возможность обновления моделей и алгоритмов обнаружения.

Комбинированные методы обнаружения ВПО представляют собой наиболее эффективный подход к борьбе с постоянно меняющимся угрозам. Использование комбинации различных подходов и технологий позволяет создать более точные, адаптивные и эффективные системы обнаружения и защиты от ВПО.

1. Харченко С.С., Давыдова Е.М., Тимченко С.В., Сигнатурный анализ программного кода // Ползуновский вестник №3/2, 2012. С. 60-64.
2. Завгородний В. И. Комплексная защита информации в компьютерных системах. — Москва «Логос», 2001. — 264с.

3. Лысенко, А. В. Анализ методов обнаружения вредоносных программ / А. В. Лысенко, И. С. Кожевникова, Е. В. Ананьин, А. В. Никишова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 21 (125). — С. 758-761.
4. Гудков М.А. Применение методов искусственного интеллекта в задачах обеспечения информационной безопасности / М.А. Гудков, О.С. Лауга, Д.А. Иванов, Д.В. Соловьев, С.Х. Киреев - Санкт-Петербург, Военная академия связи им. С.М. Будённого, 2017. - С.162-166.
5. URL:<https://www.osp.ru/winitpro/2013/06/13036028> (Дата обращения: 26.07.2023)

РАЗДЕЛ XXII. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Антипова В.Д.

Робототехника и беспилотные летательные аппараты в Органах внутренних дел (ОВД)

Московский университет МВД имени В.Я.Кикотя
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-232

Научный руководитель: Смирнов В.М.

Аннотация

В данной статье рассматривается использование робототехники и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в Службе внутренних дел (СВД). Робототехника и БПЛА предоставляют новые возможности и преимущества для оперативной и охранной деятельности в ОВД. В статье рассматриваются различные области применения, такие как разминирование, автономное патрулирование, специальные операции и поисково-спасательные операции. Однако внедрение этих технологий связано и с проблемами, включая правовые и этические аспекты, защиту частной жизни и обучение персонала. В заключении подчеркивается перспективность развития данной области и необходимость дальнейших исследований и технических усовершенствований для максимального использования потенциала робототехники и БПЛА в сфере АТМ.

Ключевые слова: робототехника, беспилотники, ОВД, безопасность, быстрое реагирование, разведка, поиск, спасение, преступность, вызовы, перспективы.

Abstract

This article examines the use of robotics and unmanned aerial vehicles (UAVs) in the internal affairs bodies (ATS). Robotics and UAVs provide new opportunities and advantages for operational activities and security in the ATS. The article discusses various applications, such as mine clearance, autonomous patrols, special operations and search and rescue missions. However, the introduction of these technologies is also fraught with challenges, including legal and ethical aspects, personal data protection and staff training. In conclusion, the prospects for the development of this field and the need to continue research and improvement of technical aspects in order to maximize the potential of robotics and UAVs in the field of ATS are emphasized.

Keywords: robotics, unmanned aerial vehicles, ATS, security, efficiency, intelligence, search, rescue, crime, challenges, prospects.

Современные технологии робототехники и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) имеют огромный потенциал во многих сферах жизни, в том числе и в сфере внутренних дел (МВД). Робототехника и БПЛА являются инновационными инструментами, которые могут значительно повысить оперативную эффективность и безопасность в МВД. В этой статье мы сосредоточимся на изучении использования робототехники и БПЛА в ОВД и рассмотрим их потенциал и преимущества. Органы внутренних дел выполняют ряд задач, включая охрану правопорядка, предотвращение и расследование преступлений, обеспечение общественной безопасности и т.д. В быстро меняющейся и сложной среде необходим инновационный подход для оптимизации и повышения эффективности работы сотрудников МВД. Робототехника предлагает широкий спектр возможностей для Министерства внутренних дел. Роботы для разминирования могут использоваться для обезвреживания взрывчатых веществ, минимизируя риски для специалистов по разминированию. Автономные патрульные роботы могут выполнять функции наблюдения, патрулирования и сбора информации в опасных или труднодоступных районах. Это позволяет сотрудникам ОВД сосредоточиться на более стратегических задачах и быстро реагировать на возникающие ситуации. Беспилотные

летательные аппараты также дают значительные преимущества в сфере внутренних дел. БПЛА и автономные вертолеты могут использоваться для наблюдения, разведки и поиска преступников. Они могут охватывать большие территории, быстро передавать информацию и оперативно реагировать на события. Беспилотные летательные аппараты также могут использоваться в поисково-спасательных операциях, позволяя более эффективно проводить поиск и спасение в труднодоступных районах. Однако, несмотря на все преимущества, использование робототехники и БПЛА в АТМ также сталкивается с проблемами и ограничениями. Правовые и этические аспекты, вопросы безопасности и конфиденциальности данных, а также необходимость квалификации персонала - все это требует серьезного внимания и адаптации. В свете вышесказанного целью данной статьи является анализ возможностей и преимуществ использования робототехники и БПЛА в САР. Мы рассмотрим существующие примеры применения и обсудим проблемы и перспективы этой технологии в сфере внутренних дел. Понимание этого потенциала и его интеграция в деятельность ОВД может привести к более эффективной и безопасной оперативной деятельности.

Робототехника играет все более важную роль в сфере внутренних дел (ВД), предоставляя новые возможности и преимущества в оперативной деятельности и обеспечении безопасности. Применение робототехники в ОВД имеет широкий спектр применения, способствуя более эффективному и быстрому выполнению задач. Одним из направлений применения робототехники в ОВД является использование роботов для разминирования. Эти специализированные роботы способны обезвреживать взрывоопасные предметы, тем самым снижая риски для саперов и повышая безопасность операций. Роботы для разминирования обладают высокой точностью и скоростью, что значительно повышает эффективность операций и позволяет быстрее обезвреживать потенциально опасные объекты. Другим примером применения робототехники в ОВД являются автономные патрульные роботы. Эти роботы выполняют функции наблюдения, патрулирования и обнаружения нарушений. Они могут патрулировать определенные территории, обнаруживать подозрительные действия и собирать информацию для дальнейшего анализа. Автономные патрульные роботы способны быстро реагировать на события и повышать уровень общественной безопасности. Робототехника также используется в оперативных специальностях Министерства внутренних дел. Специализированные роботы используются в специальных операциях и поисках, выполняя сложные и опасные задачи. Они могут проникать в ранее опасные районы, собирать информацию, обеспечивать связь и помогать сотрудникам ОВД выполнять свои задачи без излишнего риска. Робототехника находит применение и в других областях деятельности Министерства внутренних дел. Специализированные роботы могут использоваться для обнаружения наркотиков, взрывчатых веществ и других запрещенных предметов, помогая лучше контролировать и бороться с незаконной деятельностью. Использование робототехники в ОВД повышает безопасность, скорость и эффективность операций. Роботы выполняют сложные и опасные задачи, снижая риск для сотрудников ОВД. Они также помогают собирать информацию, улучшают наблюдение и выявляют нарушения. Все это в совокупности делает работу полиции более эффективной и безопасной.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) - еще одно инновационное применение технологий в сфере внутренних дел (ВД). Они предлагают широкий спектр возможностей и преимуществ, способствующих повышению эффективности операций и безопасности. В сфере МВД БПЛА играют важную роль в наблюдении, разведке и поиске преступников. БПЛА и автономные вертолеты обладают возможностями воздушного наблюдения, которые могут охватывать большие территории и предоставлять обширную информацию о событиях. Беспилотные летательные аппараты также способны передавать видео- и аудиоданные в режиме реального времени, что позволяет быстро реагировать на происшествия и сокращать время реагирования на ситуации. БПЛА также могут использоваться в поисково-спасательных операциях. Они могут быстро охватывать большие территории, особенно в труднодоступных местах, облегчая поиск и спасение. Благодаря своей маневренности и способности проникать в опасные зоны, БПЛА могут быть эффективным инструментом в чрезвычайных ситуациях,

стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях. Использование БПЛА в АТМ, также сталкивается с проблемами и ограничениями. Одним из них является необходимость разработки и применения соответствующих правовых и этических стандартов. Важно обеспечить конфиденциальность и защиту данных при использовании БПЛА. Также необходимо разработать и внедрить соответствующие процедуры и правила использования, чтобы избежать злоупотреблений и нецелевого использования БПЛА. Обучение персонала военкоматов использованию и управлению БЛА является важным аспектом успешного внедрения этой технологии. Персонал должен быть обучен навыкам обращения с БПЛА, включая управление, анализ полученных данных и принятие оперативных решений на основе полученной информации.

Использование робототехники и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сфере внутренних дел (ВД) представляет собой как вызов, так и перспективу развития в этой области. Одним из вызовов является разработка и внедрение соответствующих правовых и этических стандартов. Внедрение робототехники и БПЛА требует установления четких правил и регулирования их использования. Сюда входят вопросы конфиденциальности, защиты данных и безопасности при использовании робототехники. Также необходимо рассмотреть потенциальные этические аспекты, связанные с использованием автономных систем и принятием решений, которые могут возникнуть в оперативной деятельности. Еще одной проблемой является необходимость развития и совершенствования технических аспектов робототехники и БПЛА. Необходимы дальнейшие исследования и разработки в области датчиков, искусственного интеллекта, машинного обучения и автономных систем для улучшения функциональности, надежности и безопасности роботов.

Вывод заключается в том, что использование робототехники и беспилотников в полиции является перспективным направлением развития, которое может значительно улучшить операции и безопасность. Робототехника и беспилотники предлагают широкий спектр возможностей - от разминирования и автономного патрулирования до специализированных операций и поисково-спасательных миссий. Они позволяют более эффективно и быстро выполнять задачи, повышают безопасность персонала и общественный порядок, а также облегчают поиск и спасение в чрезвычайных ситуациях. Внедрение робототехники и беспилотников также сопряжено с проблемами, которые необходимо преодолеть. К ним относятся разработка правовых и этических норм, обеспечение конфиденциальности и защиты данных, а также обучение сотрудников использованию и управлению технологиями.

1. Логинов, М. Н. (2017). Робототехника в задачах ОВД. Полиция и право, 1(39), 75-80.
2. Морозов, В. А. (2019). Применение беспилотных летательных аппаратов в оперативно-розыскной деятельности. Вестник ЮУрГУ. Серия «Юриспруденция», 19(2), 156-161.
3. Мамедов, Р. Х., & Мамедова, Л. А. (2018). Роботизация в деятельности органов внутренних дел Российской Федерации. Юридический мир, 3(61), 97-103.

Береснева Д.Т., Бужинская Н.В.

Обеспечение электронного документооборота в функционале информационной системы

*Российский государственный профессионально-педагогический университет
(Россия, Нижний Тагил)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-233

Аннотация

Статья посвящена проектированию и разработке модуля электронного документооборота в информационной системе дополнительного образования. В работе использовались структурно-функциональное моделирование для описания процессов работы

модуля ЭДО, описание этапов разработки электронного документооборота, а также проведено модульное тестирование.

Ключевые слова: электронный документооборот, автоматизация, UML, Node.js, Pdfmake, Postman.

Abstract

The article is devoted to the design and development of an electronic document management module in the information system of additional education. The work used structural-functional modeling, description of the stages of development of electronic document management, and also carried out unit testing.

Keywords: electronic document management, automation, UML, Node.js, Pdfmake, Postman.

В настоящее время важно обеспечить образовательные учреждения компьютерными программами, которые обрабатывают, формируют, отправляют документы в другие организации посредством современных информационных технологий. Рассмотрим решение данной проблемы на примере филиала РГППУ в г. Нижнем Тагиле.

Центр дополнительного образования входит в список структурных подразделений в НТГСПИ и осуществляет свою деятельность с 2001 года. За это время выдано более 11 236 удостоверений о повышении квалификации и 1 196 дипломов о профессиональной переподготовке [1]. В системе дополнительного образования в филиале РГППУ в г. Нижнем Тагиле необходимо было решить задачу автозаполнения документов для заключения договора об обучении и формирования платёжного документа в электронном формате.

Описание сценарий действий пользователя, администратора (специалиста) выглядит следующим образом:

- 1) пользователь выбирает курс;
- 2) возвращение сообщения «курс выбран»;
- 3) пользователь запрашивает доступ к курсу;
- 4) возвращение сообщения «курс доступен»;
- 5) подтверждение доступа администратором;
- 6) отклонение доступа;
- 7) после подтверждения доступа, следующий этап заполнение документов;
- 8) документы успешно отправлены;
- 9) администратор подтверждает документы;
- 10) отклоняет документы;
- 11) пользователем заполняется платёжный документ;
- 12) вызов сообщения «курс оплачен»;
- 13) подтверждение оплаты администратором;
- 14) пользователь просматривает историю документов;
- 15) администратор имеет право на изменение истории документов.

Опишем процесс создания PDF-документа договора оферты по оказанию платных образовательных услуг дополнительного образования для несовершеннолетних при помощи библиотеки Pdfmake, которая позволяет формировать разные документы в формате PDF (см. листинг 1).

Листинг 1

Создание преамбулы договора оферты

```
async function DOPWithLess18(data) { // создание функции
return {
content: [ // создание контента документа
{
text: `Договор №${data.docNumber}\n`,
style: 'header'
},{
```

```

    text: `об оказании платных образовательных услуг по дополнительным
образовательным программам`,
    bold: true,
    fontSize: 13 // размер шрифта
  },{
    style: 'tableExample',// создание таблицы
    table: {
      widths: [250, 255],
      body: [
        [{
          text: 'г. Нижний Тагил',
          alignment: 'left' // расположение по левому краю
        }],{
          text: data.date,// текущая дата формирования документа
          alignment: 'right'
        }
      ]
    },
    layout: 'noBorders'
  }

```

Создание части пункта «Предмет договора», в которой указываются наименование программы, объем курса в часах, срок освоения из базы данных таблицы «Курсы» (см. листинг 2).

Листинг 2

Создание контента первого пункта договора

```

{
  text: '1. Предмет договора',
  alignment: 'center',// выравнивание по центру
  bold: true
},
{
  text: `1.1. Исполнитель обязуется предоставить образовательную услугу, а Заказчик
обязуется оплатить образовательную услугу по предоставлению дополнительной
общеразвивающей программы ${data.courseName} в соответствии с учебными планами, в том
числе и индивидуальными, и образовательными программами Исполнителя. Форма обучения
очная. В объеме ${data.courseHours} часов.` // подстановка из БД таблицы «Курсы»
},
{
  text: `1.2. Срок освоения образовательной программы на момент подписания Договора
составляет с ${data.startCourse}г. по ${data.endCourse}г.` // указывается дата старта и
окончания курса с БД
},
{
  text: `1.3. После освоения Обучающимся образовательной программы ему выдается
сертификат.`
},
{

```

Для формирования PDF-документа договора оферты необходимы передать метаданные документы при помощи функции обратного вызова. Создаем переменную и прописываем код для создания данного документа (см. листинг 2).

Листинг 3

Создание функции обратного вызова API для проверки создания документа

```

const job = require('../handlers/documents/handler')
const { checkTokenAndSetRequest } = require( ".././dependes" );

```

```
module.exports = function (fastify, opts, next) {// экспортируемые модули  
  fastify.route(//объявление маршрута документа  
    method: "POST",// указание метода  
    url: '/less18', // URL документа  
    schema: {  
      body: {  
        type: 'object',  
        properties: { // схема json-запроса  
          userId: {  
            type: 'number'  
          },  
          courseId: {  
            type: 'number'  
          },  
          required: ['userId', 'courseId']  
        }  
      },  
      async handler(request, reply) { // проверка функции  
        const data = await job.DOPWithLess18(request.body)  
        if (data.statusCode !== 200) {  
          reply.status(400)  
        }  
        reply.header('Content-Type', 'application/pdf')  
        reply.send(data.message)  
      }  
    })  
  })  
}
```

Для тестирования модуля электронного документооборота была выбрана среда Postman, которая позволяет тестировать API модулей информационной системы. Postman позволяет тестировать запросы, как в веб-версии, так и в виде локальной версии приложения. В Postman можно создавать коллекцию, а потом в этой коллекции создавать запросы для тестирования. Чтобы протестировать API необходимо выбрать метод: GET или POST как часто встречаемые, но также имеются и другие. GET — метод, позволяющий считывать все данные с сайта. POST — метод, которые позволяет передать данные на сервер. Результат тестирования договора оферты для курса «Подготовка к ЕГЭ по математике» - положительный.

Таким образом, в ходе проведения работы была изучена предметная область центра дополнительного образования и был сделан вывод, что разработка ЭДО в системе дополнительного образования необходима, с целью автоматизации документооборота в организации.

1. История вуза : сайт. — URL: https://www.ntspi.ru/about_academy/history_of_academy/history/system/ (дата обращения: 22.04.2023). — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
2. Основы проектирования систем электронного документооборота : учебное пособие / М. Н. Краснянский, С. В. Карпушкин, А. Д. Обухов [и др.]. — Тамбов : ТГТУ, 2018. — 84 с. — ISBN 978-5-8265-1935-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319649> (дата обращения: 08.04.2023). — Режим доступа: для авториз. Пользователей
3. Стариковская, Н. А. Проектирование информационных систем : учебное пособие / Н. А. Стариковская, М. В. Куц. — Москва : РГУ МИРЭА, 2022. — 35 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310919> (дата обращения: 22.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Центр дополнительного образования: сайт. — URL: https://ntspi.ru/about_academy/the_structure_of_the_academy/centers/cdpo/ (дата обращения: 13.03.2023). — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
5. PDFMAKE : сайт. — URL: <https://pdfmake.github.io/docs/0.3/> (дата обращения: 15.05.2023). — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
6. Working with PDF in Node.JS (pdfmake) : сайт. — URL: <https://tech.bloggernepal.com/2021/12/working-with-pdf-in-nodejs-pdfmake.html> (дата обращения: 16.05.2023). — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.

Васильева Т.Г., Виткевич Н.Л., Абрамова Н.И.

Цифровые технологии в современном мире

Военная академия связи им. С.М.Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-234

Аннотация

Цифровые технологии представляют собой очень широкий спектр, включающий в себя практически все, что, так или иначе, зависит от смартфонов и компьютеров. В нашем современном мире, мы сталкиваемся с непрерывным развитием технологий, которые меняют нашу жизнь во всех аспектах. Эта цифровая революция имеет огромное влияние на наше общество и повседневную жизнь.

Ключевые слова: цифровые технологии, гаджеты, электронные устройства, искусственный интеллект, цифровые инновации, интернет, бизнес-процессы.

Abstract

Digital technologies represent a very wide range, including almost everything that, one way or another, depends on smartphones and computers. In our modern world, we are faced with the continuous development of technologies that change our lives in every aspect. This digital revolution has a huge impact on our society and daily life.

Keywords: digital technologies, gadgets, electronic devices, artificial intelligence, digital innovations, internet, business processes.

Еще 30 лет назад, чтобы найти новую информацию, мы пользовались книгами, СМИ или общались с людьми. Общение с человеком лично перешло на другую ступень в развитии. Расширились границы, возможности, не зависимо от времени и расстояния. Сейчас достаточно секунды и смартфона и можно общаться со всем миром. Современные цифровые технологии дают возможность управлять миром легко и быстро - одним касанием руки.

Цифровые технологии (англ. Digital technology) являются широким спектром электронных вычислений и обработки данных. Они включают в себя различные гаджеты, электронные устройства, программы и технологии. В отличие от аналоговых, цифровые технологии обеспечивают лучшую точность передачи информации без искажений и обеспечивают высокую скорость вычислений. Однако они также имеют высокую энергоемкость, как основной недостаток [1].

Цифровые технологии и информационные технологии (ИТ) часто смешиваются, но действительно, одно представляет собой часть другого. ИТ включают все методы обмена информацией, в том числе и через аналоговые устройства. Например, светофор, который сообщает нам, когда можно ехать-это информационное аналоговое устройство, а сервис для отслеживания пробок на дорогах, который также информативен, это уже цифровая технология.

За последние десятилетия цифровые технологии произвели в нашей жизни революционные изменения. Они сделали ее проще, быстрее, совершеннее и разнообразнее. Например, многие умные устройства, такие как умные часы и планшеты, имеют функции голосового помощника, позволяющие совершать покупки, переводить деньги и наслаждаться мультимедийным контентом.

В современном мире цифровые технологии широко используются в повседневной жизни людей. Мы можем проводить видеоконференции, видеочаты, участвовать в вебинарах, получать необходимую информацию через ноутбуки и смартфоны, использовать приложения, такие как FaceTime, WhatsApp, Skype, а также осуществлять поиск по изображению и многое другое. Технологии способствуют прогрессу в области домашней безопасности и медицины, а также обеспечивают мобильность и подключение. Мы можем оставаться на связи с близкими с помощью цифровых медицинских устройств и оповещений, которые предупредят опекунов в

случае чрезвычайных ситуаций. Учет здоровья стал проще, появилась возможность взаимодействовать с врачом онлайн.

Для любителей новых технологий ежегодно в Санкт-Петербурге проходит фестиваль виртуальной реальности и технологий "KOD-2023", на котором представлены новейшие достижения и последние новинки VR-индустрии и технологий. Более 50 моделей очков позволяют посетителям виртуально путешествовать по разным странам и континентам, исследовать глубины океана, покорять горные вершины, побывать в космосе, даже встретиться с динозаврами и управлять машинами будущего. Такие мероприятия способствуют развитию любознательности у детей, а также обучению, ведь им предстоит освоение новых технологий и прогрессирование. Большие возможности открываются и благодаря развитию интернета [2].

По данным отчета Cisco (американская транснациональная компания, разрабатывающая и продающая сетевое оборудование, также разрабатывает программное обеспечение в сфере информационной безопасности) к 2023 году количество пользователей интернета составит 66% населения Земли, что переведется в 5,3 миллиарда человек (Рис.1.). Скорость широкополосного интернета увеличится на два раза (110,4 Мбит/с), а мобильного интернета – на три раза (43,9 Мбит/с), а 5G-технология ускорится в 13 раз (575 Мбит/с).

Прогнозируя развитие интернета, компания уже давно учитывает не только «живых» пользователей, но и многочисленные устройства, выходящие в сеть. К 2023 году, как прогнозирует Cisco, на одного пользователя в мире будет приходиться 3,6 подключенного устройства. Для сравнения, в 2018 году на одного человека приходилось 2,4 устройства. Число подключенных устройств будет в среднем расти более чем на 11% каждый год, и к 2023 году их будет уже более 29,3 млрд.

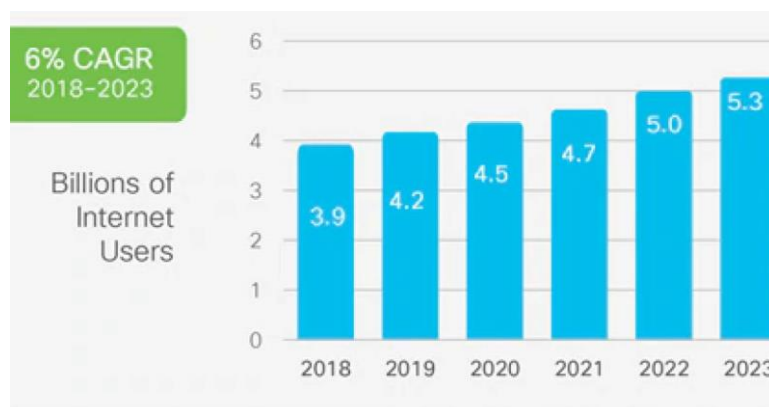


Рисунок 1. Глобальный рост числа пользователей Интернета.

Отдельно для России число подключенных устройств на человека еще выше — согласно прогнозу Cisco, показатель составит более шести устройств на человека (то есть 895,5 млн подключенных устройств). При этом средняя скорость передачи данных в мире вырастет в 2,5 раза и более, а в России вдвое данных [3].

В массовой коммуникации digital (цифровые) медиа - это любые средства коммуникации, которые работают в сочетании с различными закодированными форматами машиночитаемых данных. Множество потребителей digital медиа, развлечений и информации заметили положительный эффект на свою жизнь. От социальных сетей до рабочих процессов, цифровые медиа сегодня тесно интегрированы в нашу жизнь, повышая продуктивность и облегчая взаимодействие и коммуникацию. С помощью интернета мы можем легко общаться с людьми со всего мира через социальные сети, электронную почту и мессенджеры, поддерживать связь с семьей и друзьями, делиться фотографиями и видео, а также получать последние новости и информацию.

Почти все аспекты нашей жизни ощутимо затронуты цифровыми технологиями. Одним из важных преимуществ цифровой жизни является возможность работать из дома - люди могут гибко организовывать свою работу и поддерживать связь с клиентами со всего мира. Это

позволяет сэкономить время и деньги на поездках, а также повысить производительность труда. Развлечения и образование существенно изменились, они стали более доступными благодаря новым технологиям [4].

Все эти примеры исчерпывающе демонстрируют, как цифровые технологии проникли во все сферы нашей жизни и сделали ее более удобной и доступной. Мы больше не можем представить себе мир без них, и постоянное развитие этих технологий позволяет нам идти в ногу со временем и прогрессировать.

1. <https://ru.m.wikipedia.org>
2. <https://kod.timepad.ru/event/2493843/> - Фестиваль виртуальной реальности «KOD-2023»
3. <https://www.connect-wit.ru/globalnye-setevye-prioritety-cisco-predstavila-prognoz-do-2023-g.html?ysclid=lk7f9ptgf3889674896>
4. Кунцевич, Н. В. Вызовы цифрового общества / Н. В. Кунцевич. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 30 (372). — С. 59-63. — URL: <https://moluch.ru/archive/372/83345/> (дата обращения: 14.07.2023).

Данилюк А.И., Чеботарь И.Т., Басыня В.А., Вахненко И.В.

Автоматизированная обработка неструктурированной информации в современных автоматизированных системах военного назначения

*Военная академия связи им. С.М. Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-235

Аннотация

В данной статье исследуется проблематика автоматизированной обработки неструктурированной информации в современных автоматизированных системах военного назначения. Процесс обработки неструктурированной информации имеет ключевое значение для разработки эффективных решений в военной сфере. В статье рассматриваются вопросы безопасности и конфиденциальности при обработке неструктурированной информации, а также возможности применения систем поддержки принятия решений и искусственного интеллекта для автоматизации этого процесса.

Ключевые слова: автоматизированная обработка, неструктурированная информация, обработка данных, компьютерное зрение, машинный анализ данных, анализ текста, обработка аудио, классификация данных, безопасность данных, шифрование данных, извлечение и анализ неструктурированной информации.

Abstract

This article examines the problems of automated processing of unstructured information in modern automated systems for military purposes. The process of processing unstructured information is of key importance for the development of effective solutions in the military sphere. The article discusses the issues of security and confidentiality in the processing of unstructured information, as well as the possibility of using decision support systems and artificial intelligence to automate this process.

Keywords: automated processing, unstructured information, data processing, computer vision, machine data analysis, text analysis, audio processing, data classification, data security, data encryption, extraction and analysis of unstructured information.

Информированность должностных лиц органов военного управления имеет решающее значение для управления войсками в ходе подготовки и проведении боевых операций. Для информационного обеспечения их деятельности применяются различные автоматизированные системы военного назначения. Военные операции требуют обработки различных источников

информации, включая данные с разведывательных источников, социальных медиа, открытых источников и других.

Полученная из различных источников информация в своем первоначальном виде не может быть структурированной. Корректное и эффективное извлечение и анализ неструктурированной информации становится критическим фактором для принятия оперативных и стратегических решений в военной сфере. Неструктурированная информация военного назначения представляет собой данные, которые не имеют явно определенной организации или формата. Она может быть представлена в виде текста, речи, изображений, видео и других типов данных. Объемы неоднородной и интенсивно поступающей цифровой информации обработать традиционными инструментами невозможно. Только машинный анализ данных позволяет выявить закономерности, которые не может увидеть человек. Сегодня можно сказать, что вычислительных возможностей современных средств обработки и передачи данных достаточно для решения данной задачи. Обработка неструктурированной информации заключается не только в распознавании образов, но и в установлении смысла информации и обеспечении возможности ее использования в качестве исходных данных для решения информационных задач и проведении различного рода расчетов, в том числе моделирования боевых действий. Таким образом, результатом обработки неструктурированной информации могут стать структурированные данные, понятные программе, входящей в состав специального программного обеспечения автоматизированной системы военного назначения.

Рассмотрим различные методы и алгоритмы для автоматизированной обработки неструктурированной информации.

Одним из ключевых методов является анализ природного языка, который позволяет автоматически обрабатывать и понимать содержание текста и речи. Природно-языковые модели, такие как Word2Vec (алгоритм машинного обучения, используется для языкового моделирования, семантического поиска, кластеризации слов, классификация текстовых данных) и BERT (алгоритм глубокого обучения, для решения различных задач, таких как вопрос-ответная система, классификация текста, разметка и другие), демонстрируют высокую точность и эффективность при анализе текстовых данных.

Кроме того, существуют методы и алгоритмы для обработки изображений и видео данных, такие как алгоритмы компьютерного зрения и глубоких нейронных сетей, которые позволяют автоматически распознавать объекты, лица, действия и другие сущности на изображениях и видео.

Алгоритмы компьютерного зрения позволяют компьютерам анализировать и понимать изображения и видео визуальным образом, аналогично, как делают это люди. Они используются для распознавания объектов, классификации изображений, сегментации изображений, отслеживания движения и других задач, связанных с обработкой и анализом изображений.

Глубокие нейронные сети используются для решения широкого спектра задач, включая компьютерное зрение. Для анализа изображений они могут обучаться на больших наборах размеченных данных, чтобы распознавать определенные объекты или классифицировать изображения.

В современных автоматизированных системах военного назначения обработка неструктурированной информации требует интеграции различных источников информации данных. Интеграция и анализ данных позволяет создать единую платформу для обработки, хранения и анализа неструктурированной информации, что позволяет извлекать ценные знания и уменьшать время принятия решений.

Для интеграции различных источников данных в системах военного назначения используются следующие этапы и методы:

1. Сбор данных. К системе для сбора информации подключены различные источники неструктурированных данных, такие как камеры наблюдения, документы, базы данных, датчики и другие.

2. Обработка данных после сбора неструктурированных данных. Этот этап включает в себя различные методы обработки, в том числе машинное обучение, компьютерное зрение и обработку естественного языка.
3. Хранение данных. Для обеспечения эффективного доступа и сохранения неструктурированных данных, системы военного назначения используются базы данных, облачные хранилища или распределенные файловые системы.
4. Анализ данных. После предварительной обработки и хранения данных, системы военного назначения используют различные алгоритмы анализа и обработки данных, включая машинное обучение, глубокое обучение, алгоритмы компьютерного зрения и обработки естественного языка.
5. Визуализация данных. Результаты анализа и обработки неструктурированной информации визуализируются для более понятного представления и легкого восприятия.

Интеграция различных источников данных обработки неструктурированной информации в автоматизированных системах военного назначения позволяет повысить эффективность, точность и оперативность анализа данных, что существенно способствует принятию решений и операционной деятельности военных подразделений.

Важным аспектом в обработке неструктурированной информации является обеспечение безопасности и конфиденциальности данных. В контексте автоматизированных систем военного назначения, где обработка неструктурированной информации играет важную роль, обеспечение безопасности данных становится особенно критичным.

Вот некоторые аспекты, которые необходимо учитывать при обеспечении безопасности и конфиденциальности данных:

1. Шифрование данных. Шифрование обеспечивает конфиденциальность данных, только авторизованные пользователи могут получить доступ к ним.
2. Управление доступом. Включает идентификацию и аутентификацию пользователей, установление различных уровней доступа на основе ролей и прав, а также мониторинг активности пользователей.
3. Физическая безопасность. Контроль доступа к помещениям с серверами и устройствами должен быть строго организован, а оборудование должно быть защищено от возможных физических угроз.
4. Отслеживание и аудит. Позволяет обнаружить любые не авторизованные попытки доступа или вторжения, а также проводить аудит и анализ данных для выявления потенциальных нарушений.
5. Защита от вредоносного программного обеспечения. Установка и поддержка средств защиты от вредоносного программного обеспечения, таких как антивирусное программное обеспечение и брандмауэры.
6. Пользователям системы следует предоставлять обучение по вопросам безопасности данных и осведомлять их о возможных угрозах и методах защиты данных.

Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных в обработке неструктурированной информации является сложной задачей, требующей системного подхода и комбинирования различных технологий и методов. Важно продолжать следить за последними тенденциями в области информационной безопасности и обновлять меры защиты в соответствии с развивающимися угрозами и регуляторными требованиями.

Подводя итог вышесказанного, можно сказать, что процесс автоматизированной обработки неструктурированной информации в современных автоматизированных системах военного назначения имеет огромное значение для принятия оперативных и стратегических решений. Концептуальные основы этого процесса включают в себя методы, алгоритмы и модели, а также вопросы интеграции, безопасности и конфиденциальности. Будущее развитие данной области исследования должно быть направлено на повышение точности и эффективности методов обработки неструктурированной информации, а также на улучшение

интеграции и взаимодействия между различными автоматизированными системами военного назначения.

1. Быстров И.И., Козичев В.Н., Ширманов А.В. Автоматизированная обработка неструктурированной информации в перспективных автоматизированных системах военного назначения: концептуальные основы // военная мысль. 2018. №8.
2. Комарова А.В., Менщиков А.А., Полев А.В., Гатчин Ю.А. Метод автоматизированного извлечения адресов из неструктурированных текстов // International Journal of Open Information Technologies. 2017. №11.
3. Умаров Т.С., Баженова И.Ю. Современные подходы к механизмам извлечения причинно-следственных связей из неструктурированных текстов на естественном языке // International Journal of Open Information Technologies. 2019. №7
4. Рыбанов А.А., Гнатюк Е.С. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ И СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ // Форум молодых ученых. 2017. №3 (7)

Лукашик И.А.

Система «Честный ЗНАК» – гарантия качества продукта

*Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева
(Россия, Ульяновск)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-236

Аннотация

Статья рассматривает систему цифровую национальную систему Честный ЗНАК, как способ контроля качества продукции. Система Честный ЗНАК напрямую влияет на оборот нелегальной продукции и дает возможность отслеживать продукцию на различных этапах ее жизнедеятельности.

Ключевые слова: честный ЗНАК, маркировка, цифровая система, товар, уникальный код, информационная система, качество.

Abstract

The article considers the system of digital national system Chestny ZNAK as a way to control the quality of products. The Chestny ZNAK system directly affects the circulation of illegal products and makes it possible to track products at various stages of their life.

Keywords: honest SIGN, marking, digital system, product, unique code, information system, quality.

Маркировка – это контрольно-идентификационный знак (КиЗ), который размещают на упаковке, ярлыке, этикетке или таре. Его может создать только единый оператор маркировки – Центр развития перспективных технологий.

С помощью КиЗ можно идентифицировать товар и отследить его путь от производства до продажи или списания: бизнес обязан передавать данные о товаре единой государственной системе «Честный ЗНАК» [1].

В 2019 году в России началось поэтапное введение системы обязательной маркировки товаров народного потребления. До конца 2024 года в стране будет создана единая национальная система маркировки товаров «Честный ЗНАК».

«Честный ЗНАК» – это единая национальная система цифровой маркировки и прослеживания товаров. Название цифровой системы отражает ее основополагающий принцип: честность, открытость и прозрачность перед потребителем за счет возможности отслеживания продукции от производства до ее продаж [2].

Работать в рамках системы маркировки «Честный ЗНАК» обязаны все участники рынка: производители, оптовое звено и розница – все они являются участниками оборота маркированной продукции

Маркировку на упаковку товаров, которые производятся в России, наносит производитель.

Ответственность за маркировку зарубежных товаров ложится на импортера. Он должен либо договориться с зарубежным производителем, об оклеивании каждой единицы товара этикеткой с уникальным штрих-кодом DataMatrix в процессе производства, либо организовать процесс оклейки товара на складе консолидации, но обязательно до отправки его в Россию. Если товары ввозятся через территорию ЕАЭС, то они должны быть промаркированы до подачи таможенной декларации.

В обязанность розничной торговли входит принимать и продавать продукцию, подлежащую обязательной маркировке, только через информационную систему «Честный ЗНАК». Для этого обязательны онлайн касса и 2D сканер штрих-кода.

Цифровая национальная система «Честный ЗНАК» осуществляет свою деятельность согласно рисунку 1.

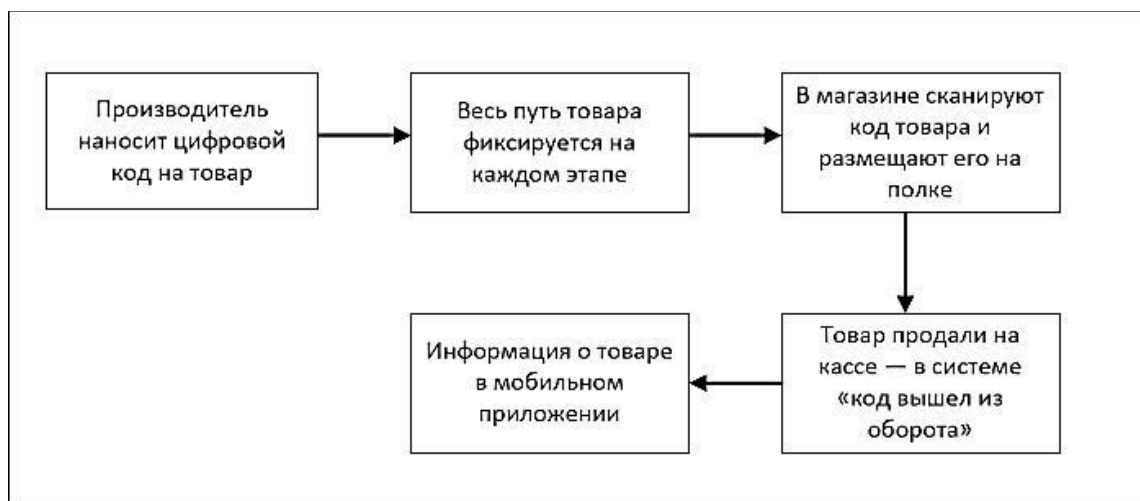


Рисунок 1. Этапы функционирования системы «Честный ЗНАК».

Товару, участвующему в маркировке, присваивается уникальный код, выдаваемый системой «Честный ЗНАК» сразу после его изготовления. Этот код состоит из черно-белых квадратов, которые печатаются на упаковке готового продукта. Данный код матричной системы данных (data matrix) является паспортом товара и зашифровывает в себе основную информацию о товаре: наименование и юридические данные о производителе или поставщике, срок годности, состав, номер нормативных технических документов товара и другие данные. Информационная система выступает носителем всех вышеперечисленных данных.

Маркировке в системе «Честный ЗНАК» подлежат такие товары, как алкогольные напитки, молочная продукция, упакованная вода, духи и другие товары. Список продукции, подлежащий обязательной маркировке в системе, постоянно пополняется. Для этого запускаются пилотные проекты по внедрению товаров в систему. В настоящее время запускается пилотный проект по маркировке БАДов, антисептиков, велосипедов, медицинских изделий, икры осетровых и лососевых рыб [3].

Список товаров, подлежащих обязательной маркировке, пополняется поэтапно. Каждая категория продукции проходит 3 стадии:

1. Эксперимент
2. Участвовать в нём необязательно, но это в интересах бизнеса: есть время наладить оборудование и попрактиковаться на бесплатных КиЗ.
3. Обязательная регистрация в системе «Честный ЗНАК»

4. Зарегистрироваться не получится без электронной подписи и электронного документооборота. На этом этапе пора настроить товароучётную систему, промаркировать остатки и начать маркировать новые партии товара.
5. Запрет немаркированной продукции

Тут начинаются штрафы – продавать товары без КиЗ больше нельзя.

Преимущества системы Честный ЗНАК:

1. Честность перед потребителями, прозрачность всех процессов (от производства и логистики до отслеживания продаж);
2. Объединение двух компонентов – цифрового решения маркировки и инструмента общественного контроля;
3. Работа со всеми товарами, а не только с отдельными группами. В перечень товаров подлежащих маркировке уже входят: табачная продукция, меховые изделия, лекарственные препараты, одежда и обувь, постельное бельё, фотокамеры, духи и шины. В дальнейшем система распространится на большее количество товаров;
4. Наличие онлайн-касс, которые синхронизируют данные системы маркировки, не допуская к продаже нелегальный товар;
5. Содействие потребителя. Любой человек, у которого на смартфоне установлено приложение Честный ЗНАК, сможет проверить легальность товара;
6. Простота использования. Достаточно отсканировать цифровой код Data Matrix в приложении, и результаты будут доступны моментально;
7. Надёжность. Благодаря криптографическим технологиям код Data Matrix крайне сложно подделать, а информация о контрафакте будет храниться в системе.

Товар, участвующий в данной системе, является контрабандой или контрафактом, если на нем отсутствует маркировка – QR-код.

За отсутствие обязательной маркировки для товаров в системе существует ответственность:

1. Продали товар без обязательной маркировки или хранили, перевозили, приобретали в целях сбыта - штраф от 5 000 до 10 000 рублей для должностных лиц и от 50 000 до 300 000 рублей для юридических лиц;
2. Не зарегистрировались в Честном ЗНАКе, не представили сведения, сделали это не вовремя или в неполном объеме - предупреждение или взыскание от 1 000 до 10 000 рублей для должностных лиц, предупреждение или взыскание от 50 000 до 100 000 рублей для юридических лиц [4].

Таким образом, специальный цифровой код гарантирует подлинность и качество товара. Система маркировки «Честный ЗНАК» введена для повышения безопасности россиян, подтверждения продавцом продажи качественной продукции и ограничения продажи контрабандной и контрафактной продукции.

1. Что такое маркировка товаров // СБЕР бизнес URL: <http://www.sberbank.ru> (дата обращения: 26.07.2023).
2. Честный ЗНАК URL: <https://честныйзнак.рф> (дата обращения: 20.07.2023).
3. Всюду знаки: как работает система «Честный ЗНАК» // Объясняем.РФ URL: <https://xn--90aivcdt6dxbc.xn--p1ai> (дата обращения: 20.07.2023).
4. Система цифровой маркировки Честный ЗНАК // Единый налоговый счет (ЕНС) для предпринимателей URL: <https://msppk.ru> (дата обращения: 26.07.2023).

Лукашик И.А.

Защита авторских прав посредством нанесения водяного знака

Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева
(Россия, Ульяновск)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-237

Аннотация

В статье описан метод защиты авторских прав посредством нанесения на объект водяного знака. Водяной знак наносят правообладатели для защиты своих работ от внесения в них корректировок без соответствующего разрешения, а также для узнаваемости своих работ. Кроме этого, водяной знак предотвращает оборот поддельных денежных средств и документов.

Ключевые слова: водяной знак, авторские права, цифровые технологии, цифровые знаки, правообладатель, бренд.

Abstract

The article describes a method of copyright protection by applying a watermark to an object. A watermark is applied by copyright holders to protect their work from making adjustments to them without appropriate permission, as well as to recognize their work. In addition, the watermark prevents the circulation of counterfeit money and documents.

Keywords: watermark, copyright, digital technology, digital signs, copyright holder, brand.

Водяной знак (рис. 1) – это логотип или фрагмент текста, нанесенный на бумагу или фотографию в сети интернет с целью защиты авторских прав правообладателя данного объекта.



Рисунок 1. Водяной знак на изображении в сети интернет.

В настоящее время для добавления водяных знаков в основном используются цифровые технологии (специализированные сайты для нанесения водяных знаков на изображение), сам термин «водяной знак» насчитывает несколько столетий [1]. Раньше водяные знаки наносили на влажную бумагу, посредством вдавливания в нее валика. Именно поэтому данный термин и называют «водяным». Для того, чтобы увидеть такой знак, необходимо было поднести бумагу к свету.

Водяным знаком может быть что угодно: текст, символы, эмблема или комбинация вышеперечисленного [2].

Вы можете заметить водяные знаки на стоковых изображениях или профессиональных фотографиях. При поиске изображения в Google Images представлено множество стоковых

фотографий с водяными знаками; при этом можно получить доступ к исходному, необработанному изображению, только если купить его у правообладателя.

То же самое касается многих текстовых файлов, просматриваемых в сети Интернет (например, это может быть превью электронной книги или научной статьи).

На цифровых контрактах или других юридических онлайн-документах также присутствуют водяные знаки. Водяные знаки могут использоваться для защиты конфиденциальной информации и обозначения подлинности юридического документа.

Если говорить о фирменном оформлении, то видимые водяные знаки встречаются на многих профессиональных фотографиях, эскизах, в изобразительном искусстве или даже на интернет-мемах, особенно в соцсетях. Лидеры мнений и авторы контента ставят водяные знаки для того, чтобы повысить узнаваемость своего бренда на случай, если их контент станет вирусным.

Некоторые веб-сайты и медиакомпании автоматически добавляют водяные знаки, если пользователи сохраняют размещенные этими субъектами изображения. Reddit, например, ставит собственный водяной знак на изображения, скачиваемые из приложения Reddit.

Правил по размещению водяных знаков нет, но есть рекомендации, которые помогут снизить риск копирования:

1. Водяной знак может быть полупрозрачным или ярким – зависит от вас. Главное, чтобы он был заметным, не сливался с фоном, по возможности – эстетически сочетался с тем, что находится на основном изображении.
2. Лучше не размещать водяной знак в углу или по краю фото, так его легко обрезать в фоторедакторе. Хороший вариант – разместить крупную метку по диагонали или много мелких по всему изображению.
3. Если водяной знак размещен на однородном фоне, его несложно убрать в фоторедакторе, поэтому лучше делать его на той части снимка, где много деталей и цветов.

Главное – водяной знак не должен мешать просмотру фото или видео. Размещение метки на лице или значимой детали кадра, конечно, защитит от копирования, но оттолкнет пользователей.

Есть несколько основных причин, по которым правообладатели используют водяной знак на документе или изображении. С одной стороны, водяные знаки помогают защитить авторские права на работы, предотвращая их повторное использование или внесение изменений в них без соответствующего разрешения. Таким образом, например, потенциальные покупатели могут просматривать работы автора перед покупкой, а сам автор будет, в свою очередь, защищен от кражи интеллектуальной собственности.

С другой стороны, водяные знаки могут быть использованы как фирменное оформление. Подобно тому, как художник ставит подпись на своих картинах. Цифровые знаки в таком случае служат способом автору заявить о себе и повысить узнаваемость бренда [3].

Кроме того, водяные знаки можно увидеть на купюрах различных банкнот. Они служат для защиты бумажных денежных средств от подделок. Банкнота имеет локальные водяные знаки, размещенные слева и справа на купонных полях.

Кроме водяных знаков защитить изображения можно другими способами.

Например, встраивать упоминание бренда прямо в кадр – делать фотографии на фоне логотипа, подкладывать в кадр визитку и так далее. Это сложнее, чем поставить водяной знак, но немного надежнее.

К сожалению, как и присутствие водяного знака на самом фото, этот способ не гарантирует, что суд признает ваше авторство.

В суде важно, чтобы вы могли предоставить исходник изображения и доказать, что владели им раньше других. Например, если это фотография, можно сохранить RAW-файл с заполненными EXIF-данными, где указано, на какое оборудование сделано фото и когда. Ваш оппонент его предоставить не сможет, а значит, авторство будет признано за вами.

Таким образом, водяной знак является важным элементом изображений и документов в современном мире. Он не только помогает защитить информацию, накладывая авторские права на работу, но и способствует развитию бренда и повышению его узнаваемости и популярности.

1. Что такое водяной знак? // Dropbox URL: <https://experience.dropbox.com> (дата обращения: 28.07.2023).
2. Водяной знак // Бизнес-секреты URL: <https://secrets.tinkoff.ru> (дата обращения: 28.07.2023).
3. Водяной знак // Unisender URL: <https://www.unisender.com> (дата обращения: 28.07.2023).

Минин А. С.

Применение методов корреляционного и регрессионного анализа к выявлению факторов, влияющих на средний бал результатов ЕГЭ, поступающих в вузы, на основе данных «Мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования»

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-238

Аннотация

В данной статье рассматривается применение методов корреляционного и регрессионного анализа для выявления факторов, влияющих на средний бал результатов ЕГЭ студентов вузов. Анализ проводится на основе данных «Мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования». Результаты исследования могут быть полезны для определения наиболее значимых факторов, влияющих на привлекательность вузов для студентов, и для разработки мер по улучшению качества образования в вузах.

Ключевые слова: коэффициент корреляции, t-статистика, коэффициент детерминации, линейная регрессия, Python.

Abstract

This article considers the application of methods of correlation and regression analysis to identify the factors influencing the average score of the USE results of university students. The analysis is carried out on the basis of the data of the "Monitoring of the effectiveness of educational organizations of higher education". The results of the study can be useful for identifying the most significant factors affecting the performance of students and for the development of measures to improve the quality of education in higher education institutions.

Keywords: correlation coefficient, t-statistics, coefficient of determination, linear regression, Python.

Сбор и обработка исходных данных

Источником данных является электронный ресурс <https://monitoring.miccedu.ru/>, на котором содержится информация, полученная в результате мониторинга деятельности 1200 образовательных организаций высшего образования Российской Федерации за период с 2018 по 2022 годы [1].

Для сбора данных использовались библиотеки «Beautiful Soup» и «Requests» языка программирования Python [2,3].

В качестве исследуемых признаков использовались регионы расположения вузов, показатели контингента студентов по программам обучения, характеристики инфраструктуры учебного заведения и сведения о профессорско-преподавательском составе.

На этапе предварительной обработки данных с помощью библиотек NumPy, Pandas [4,5] пропущенные значения были заменены среднеарифметическим, а признаки, у которых

количество ненулевых величин не превышало 100 позиций были отсеяны. В результате был получен датасет размерностью 64 столбца и 4252 строки.

Корреляционный и регрессионный анализ

Для оценки влияния различных признаков на целевую переменную - средний балл ЕГЭ, поступающих в вуз, было использовано значение p-value коэффициента корреляции по Пирсону [6]. Признаки, у которых значение p-value не превышает 0.05, отдельно за каждый год с 2018 по 2022 считались значимыми и использовались в дальнейшем анализе.

Для оценки влияния региона вуза на целевую переменную использовался способ создания фиктивных признаков методом dummy-кодирования.

С помощью метода «OLS» библиотеки «statsmodels» языка Python была построена модель линейной регрессии [7]. Целью анализа было определение взаимосвязи между зависимой переменной «средний балл ЕГЭ студентов» и независимыми переменными. Коэффициент детерминации базовой модели составил 0,515.

Для обеспечения сопоставимости признаков в модели, была выполнена нормализация данных с использованием метода «StandardScaler» из библиотеки sklearn.preprocessing в Python [8].

Было проведено дополнительное исследование признаков, отсеянных на этапе корреляционного анализа, которое вывело заметное улучшение объясняющей способности модели при добавлении признака "Е.5. Заработная плата ППС к средней по региону" за счёт увеличения коэффициента детерминации (R2) до 0,526.

Также на основе t-критерия Стьюдента при пороге значимости 0,1 из базовой модели были удалены статистически незначимые признаки. При этом, после удаления скорректированный коэффициент детерминации (R2) не изменился и составил 0,512.

В результате анализа были получены значимые коэффициенты регрессии, которые позволили описать зависимость между переменными и сделать выводы о статистической значимости влияния признаков на целевую переменную.

Интерпретация результатов

По результатам корреляционного и регрессионного анализов был составлен список признаков, оказывающих наибольшее положительное и отрицательное влияние на зависимую переменную в нормализованной модели линейной регрессии.

Три признака с наибольшим значением коэффициентов в нормализованной модели:

- «число ППС почетные звания, государственные премии, лауреаты конкурсов», коэффициент 0,370;
- «направление: социология и социальная работа», коэффициент 0,126;
- «направление: политические науки и регионоведение», коэффициент 0,120.

Три признака с наименьшим значением коэффициентов в нормализованной модели:

- «средства массовой информации и информационно-библиотечное дело», коэффициент -0,143;
- «число ППС к.т.н. д.т.н. по сельскохозяйственной области науки», коэффициент -0,141;
- «направление: техника и технологии наземного», коэффициент -0,141.

Отметим также, что признаки "Оборудование не старше 5 лет, % от общего" и "Кол-во ПК на 1 студента" не проявили статистически значимую связь с целевой переменной, а признак "Общая площадь на 1 студента, м²" имеет слабо отрицательное влияние на целевую переменную.

В базовой модели получены компоненты регионов, приведем примеры компонент с наиболее положительными и отрицательными значениями:

- г. Санкт-Петербург, 7,621;
- Ленинградская область, 7,409;
- г. Москва, 7,241;
- республика Тыва, -4,797;

- республика Мордовия, -4,694;
- Сахалинская область, -3,839.

Данные компоненты могут использоваться для сравнения вузов из разных регионов, так как показывают количество баллов, которое добавляет нахождение вуза в данном регионе.

На основе значения коэффициента регрессии признака «Е.5. Заработная плата ППС к средней по региону», равного 0,0166, можно сделать вывод: увеличение зарплаты преподавателей вуза на 10% относительно средней по региону приведет к приросту среднего результата вуза на 0,16 балла.

Выводы и заключение

В результате проведенной работы были выявлены факторы, влияющие на средний бал результатов ЕГЭ, поступающих в вузы.

В заключение, можно отметить, что применение методов корреляционного и регрессионного анализа позволяет выявить факторы, влияющие на средний бал результатов ЕГЭ, поступающих в вузы. Полученные результаты могут быть полезны для оптимизации деятельности образовательных организаций высшего образования, а также для повышения качества образования.

1. Электронный ресурс «Мониторинг деятельности организаций высшего образования» URL: <https://monitoring.miccedu.ru/> (дата обращения 04.07.2023).
2. Электронный ресурс «Библиотека HTTP запросов «Requests» для Python «URL: <https://pypi.org/project/requests/#description> (дата обращения 04.07.2023).
3. Электронный ресурс «Библиотека для извлечения данных из HTML и XML файлов «Beautiful Soup» для Python «URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc/> (дата обращения 04.07.2023).
4. Электронный ресурс «Фундаментальный пакет для научных вычислений на языке Python «NumPy» URL: <https://numpy.org/> (дата обращения 04.07.2023).
5. Электронный ресурс «Библиотека для анализа данных «Pandas» для «Python» URL: <https://matplotlib.org/> (дата обращения 04.07.2023).
6. Электронный ресурс Библиотека статистических функций «scipy.stats» для «Python» URL: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/index.html/> (дата обращения 04.07.2023).
7. Электронный ресурс Библиотека статистических моделей «statsmodels» для «Python» URL: <https://www.statsmodels.org/stable/index.html> (дата обращения 04.07.2023).
8. Электронный ресурс Библиотека машинного обучения «Scikit-learn» для «Python» URL: <https://scikit-learn.org/stable/index.html> (дата обращения 04.07.2023).

Румянцев В.Э.

Решение задач моделирования и тензорных вычислений средствами Python

*Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
(Россия, Владимир)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-239

Аннотация

В статье проводится анализ средств программы Python 3 необходимых для решения нестандартных задач моделирования: средства JIT компиляции, средства пакета Taichi. Автор обосновывает, что Python обладает обширным инструментарием для решения задач аналитической и вычислительной математики.

Ключевые слова: программное моделирование, тензорные вычисления.

Abstract

The article analyzes the Python 3 program tools necessary for solving non-standard modeling tasks: JIT compilation tools, Taichi package tools. The author proves that Python has extensive tools for solving problems of analytical and computational mathematics.

Keywords: software modeling, tensor calculations.

В исследовательских задачах различных научных областей часто возникает необходимость моделирования среды средствами современных вычислительных систем. Такие задачи требуют высоких вычислительных мощностей, но при этом они дискретны, то есть позволяют разбить задачу на множество малых независимых подзадач. Такие подзадачи могут выполняться массово и параллельно, что положительно сказывается на скорости обработки данных таких задач на многоядерных системах и видеоускорителях. Так решения Low-End сегмента предлагают производительность порядка 6 TFlops ($6 \cdot 10^{12}$ операций над числами с плавающей точкой f32 в секунду) [1]. Таких мощностей вполне хватает для приблизительных симуляций сред.

В среде физиков и математиков всё чаще встречаются идеи моделировать нетривиальные задачи с использованием полноценных языков программирования с набором математических библиотек (пакетов), что, по нашему мнению, является в определённой степени продуктивным. В этом плане главной альтернативой готовым пакетам стимуляции считается Python3. Набор пакетов для математического анализа, матричной и тензорной алгебры, построения различных диаграмм и графиков очень широк. Библиотеки `numpy`, `scipy` предлагают пользователю широкий набор математических средств для решения задач численной и аналитической алгебры, а также статистики. `Matplotlib`, `seaborn` и, в некоторых случаях, `pygraph` позволяют визуализировать полученную информацию в виде графиков, гистограмм, диаграмм и т.д. Инструменты используют низкоуровневые библиотеки отрисовки, что позволяет визуализировать большие объёмы данных. Пакет `teano` и `sympy` предлагают набор подпрограмм оперирующих над матрицами (тензорами) собранных для исполнения на графических ускорителях. Но для целей моделирования сред со сложной геометрией нужны более сложные вертексные абстракции, и функционал этих пакетов становится недостаточным для эффективных вычислений.

JIT компиляция

Python является интерпретируемым языком, где пользовательские функции транслируются в «байткод» - внутреннее представление интерпретатора. Ключевым отличием Python от других языков программирования является возможность получить доступ к байткоду функции из контекста выполнения программы [2]. Это открывает путь к JIT (just-in-time) компиляции. Суть заключается в том, что функция может быть «обёрнута» в декоратор, а её байткод извлечён и скомпилирован как специфичная подпрограмма. При этом в пределах функции без изменений остаётся синтаксис языка. Это позволяет писать всю программу симуляции, или каких-либо других вычислений на Python, подменяя пользовательские функции на вызовы скомпилированных подпрограмм, которые могут выполняться быстрее, чем интерпретируемый язык, и быть рассчитаны на другую архитектуру. Например, после трансляции исходной функции в представление SPIR-V, её можно скомпилировать и выполнить на графическом ускорителе.

Средства JIT компиляции

Основными пакетами JIT компиляции для Python являются Numba и Taichi. Первый пакет более гибок в плане некоторых аспектов, но имеет ряд ограничений на используемые типы данных внутри компилируемых подпрограмм и, поэтому, не является оптимальным для исследовательской деятельности, хотя и позволяет крайне эффективно работать со многими типами вычислителей. Второй пакет, Taichi, наряду с меньшей эффективностью в вычислениях, лишён почти всех минусов Numba. Кроме этого, Taichi поддерживает разреженные вычисления, что позволяет сократить время моделирования в задачах, где в момент времени часть пространства остаётся без изменений. Пакет поддерживает бэкенды вычислений на графическом процессоре: NVidia CUDA и Vulkan, имеет возможность исполнения подпрограмм на ЦП с использованием OpenCL.

Средства пакета Taichi

Подпрограммы, которые будут скомпилированы с использованием Taichi должны быть обёрнуты в декораторы `@taichi.kernel` – для «ядер» и `@taichi.func` – для «функций» [3]. Ядрами в Taichi называются самодостаточные подпрограммы, функции же являются

подпрограммами для ядер. Большинство стандартных средств и типов Python поддерживается внутри таких подпрограмм. Все циклы внутри ядер и функций Taichi исполняет, разбивая на параллельные задачи, если циклы не содержат мест, где возможны ситуации «состояния гонки», когда во время записи одним потоком данных в область памяти, другой поток осуществляет чтение или запись в ту же область. Основным способом организации циклов, кроме стандартного для Python генератора range, является прямая интеграция цикла по объекту Taichi (например, полю). Переменными цикла в таком случае являются индексы по соответствующим размерностям.

Выделенные нами особенности, позволяют сделать вывод, что Python 3, совместно с вышеперечисленным набором средств, является хорошим конкурентом готовым математическим пакетам и незаменимым инструментом при решении нетривиальных и нестандартных задач моделирования, так как обладает обширным инструментарием для решения задач аналитической и вычислительной математики, проведения вычислений любой сложности и относительно низким порогом вхождения.

1. Зверев М.М. Технологии высокопроизводительных вычислений с использованием графического ускорителя. // Образование и наука в России и за рубежом. М., 2019. №9. С.76-79.
2. Постнов С.С. Обзор технологий ИТ – компиляции // International Journal of Open Information Technologies. М., 2020. №9. С.8-17.
3. Taichi Docs [Электронный ресурс]: документация модуля Taichi: [сайт]. – Режим доступа: <https://docs.taichi-lang.org/docs/>

Чарушин Ф.Д., Бужинская Н.В.

Разработка 2D-игры платформера на языке программирования C++

*Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт, (филиал) ФГБОУ
ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»
(Россия, Нижний Тагил)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-240

Аннотация

В настоящее время языки программирования находят самое широкое применение. С помощью языков программирования можно обрабатывать числовую информацию, делать прогнозы, разрабатывать различные приложения. В статье уделено внимание разработке игры платформера на языке программирования C++, рассмотрены основные этапы работы.

Ключевые слова: программирование, игра, разработка, платформер, C++.

Abstract

Currently, programming languages are widely used. With the help of programming languages, you can process numerical information, make predictions, and develop various applications. The article focuses on the development of a platformer game in the C++ programming language, and considers the main stages of work.

Keywords: programming, game, development, platformer, C++.

В настоящее время компьютерные игры пользуются популярностью среди пользователей. С помощью компьютерных игр развиваются мышление, воображение и внимание. Кроме того, во время игры, человек действует в другом, виртуальном мире, отвлекаясь от «насуточных проблем».

Разработка различных игр с помощью языков программирования является достаточно интересным и увлекательным занятием. Оно предполагает наличие у программиста не только компетенций в области программирования, но и в области проектирования:

- определение требований к игре;

- выбор средств для создания игры;
- продумывание идеи игры;
- определение рисков, которые могут возникнуть на этапах разработки игры.

В данной статье рассматривается процесс разработки игры – 2D платформера на языке программирования C++. Данный язык программирования представляет высокоуровневый компилируемый язык программирования общего назначения со статической типизацией, который подходит для создания самых различных приложений: игр и движков для них, системного программного обеспечения, программ для моделирования физических процессов и явлений и т.д. На сегодняшний день C++ является одним из самых популярных и распространенных языков. Также язык C++ является достаточно экономным языком с точки зрения выделяемого объема памяти [2].

Игра выполнена в форме лабиринта, по которому перемещается персонаж. На пути он встречает врагов, которых ему необходимо победить. Игра включает несколько раундов с разным оформлением (рис. 1).

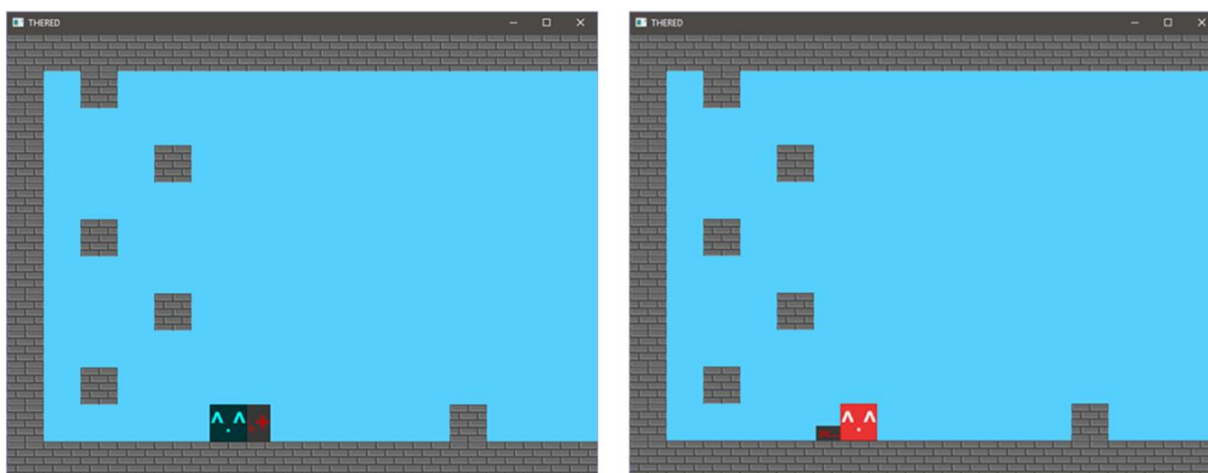


Рисунок 1. Интерфейс игры.

Рассмотрим основные этапы разработки игры.

Для начала создадим окно, в котором далее будет отображать элементы игры

Листинг 1

Отображение окна

```
#include <SFML/Graphics.hpp>
using namespace sf;
int main()
{
    RenderWindow window(VideoMode(600, 800), "THERED");
    while (window.isOpen())
    {
        Event event;
        while (window.pollEvent(event))
        {
            if (event.type == Event::Closed) window.close();
        }
        window.clear(Color::Black);
        window.display();
    }
    return 0;
}
```

Далее добавим отображение персонажа (листинг 2).

Листинг 2

Задание текстуры, спрайта и позиции на экране

```
Texture TextureRed;
TextureRed.loadFromFile("images/thered.png");
Sprite SpriteRed;
SpriteRed.setTexture(TextureRed);
SpriteRed.setPosition(500, 500);
```

Далее добавим возможность управления персонажем. На разных компьютерах с разной конфигурацией, персонаж будет двигаться с разной скоростью, так как код выполняется с разной скоростью. Необходимо сделать скорость игры фиксированной, то есть добавить ограничение (листинг 3-4).

Листинг 3

Код для движения персонажем

```
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Right))
{
    SpriteRed.move(0.2, 0)
}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Left))
{
    SpriteRed.move(-0.2, 0)
}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Up))
{
    SpriteRed.move(0, -0.2)
}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Down))
{
    SpriteRed.move(0, 0.2)
}
```

Листинг 4

Добавление ограничения по скорости

```
Clock clock;
...
...
while (window.isOpen())
{ float speed = clock.getElapsedTime().asMicroseconds(); // Получаем значение в
микросекундах с прошедшего выполнения цикла
    clock.restart();
    speed /= 300; // Тут можно редактировать скорость игры. Чем выше число,
тем медленнее игра.
}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Right))
{
    SpriteRed.move(0.2 * speed, 0)
}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Left))
{
    SpriteRed.move(-0.2 * speed, 0)
}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Up))
{
    SpriteRed.move(0, -0.2 * speed)
```

```

}
if (Keyboard::isKeyPressed(Keyboard::Down))
{
SpriteRed.move(0, 0.2 * speed)
}

```

Далее можно приступить к созданию карты. Карта реализована в виде массива с различными символами. Каждый символ будет каким-либо объектом на карте (листинг 5).

Листинг 5

Создаем карту с помощью строкового массива

```

String Map[Нmap] =
{
"#####",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#           #",
"#####",
};

```

Для каждого элемента карты добавим текстуру. После создания карты необходимо учесть, что персонаж никак не взаимодействует с ней. Для решения данной задачи, необходимо прописать персонажу алгоритм взаимодействия – персонаж касается элемента карты «#» (стена) и его движение прекращается. Для этого необходимо создать функции, которые будут обновлять состояние соприкосновения с объектом, и соответственно останавливать движение персонажа (листинг 6).

Листинг 6

Метод Interaction

```

void Interaction(bool xORy)
{
for (int i = rect.top / 50; i < (rect.top + rect.height) / 50; i++)
{
for (int j = rect.left / 50; j < (rect.left + rect.width) / 50; j++)
{
if (Map[i][j] == '#')
{
if ((dx > 0) && (xORy == 0)) rect.left = j * 50 - rect.width;
if ((dx < 0) && (xORy == 0)) rect.left = j * 50 + 50;
if ((dy > 0) && (xORy == 1))
{
rect.top = i * 50 - rect.height;
dy = 0;
onGround = true;
}
}
if ((dy < 0) && (xORy == 1))
{
rect.top = i * 50 + 50;
}
}
}
}

```

$dy = 0;}}}}}}};$

Итоговый вид карты и персонажа представлен на рисунке 2.

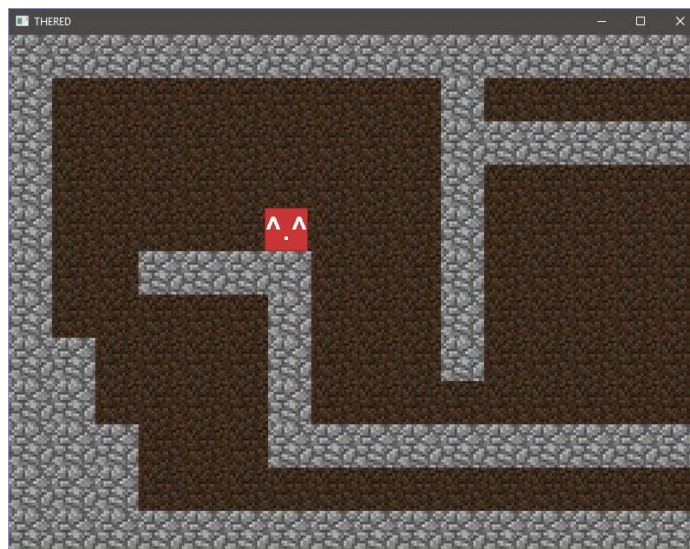


Рисунок 2. Персонаж взаимодействует с элементом карты '#'

В дальнейшем планируется доработать игру посредством реализации камеры, создания врагов, воспроизведения звуков.

1. Мерсов, А. А. Языки программирования: методические рекомендации / А. А. Мерсов, А. М. Русаков, В. В. Филатов. М.: РТУ МИРЭА, 2022. 83 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/256697> (дата обращения: 07.07.2023).
2. Руководство по языку программирования C++. URL: <https://metanit.com/cpp/tutorial/> (дата обращения: 07.07.2023).

Чеботарь И.Т., Вахненко И.В., Басыня В.А.

Использование технологий обратного поиска (retrieval) для извлечения и анализа неструктурированной информации военного значения

*Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-241

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы о применении в ВС технологий обратного поиска (retrieval) для поиска, анализа и извлечения неструктурированной информации. Неструктурированная информация может содержаться в различных типах документов, таких как распоряжения, приказы, отчеты о боевых действиях, разведывательные сообщения, тактико-технические характеристики вооружения и боевой техники противника и другое. Существующие технологии обратного поиска предоставляют эффективные инструменты для поиска, анализа и извлечения информации из таких неструктурированных данных.

Ключевые слова: технологии обратного поиска, извлечение информации, анализ информации, неструктурированная информация, военное значение

Abstract

This article discusses the use of reverse retrieval technologies in the Armed Forces for the search, analysis and extraction of unstructured information. Unstructured information can be contained in various types of documents, such as orders, orders, reports on combat operations, intelligence reports, tactical and technical characteristics of enemy weapons and military equipment, and more.

Existing reverse lookup technologies provide effective tools for searching, analyzing, and extracting information from such unstructured data.

Keywords: reverse search technologies, information retrieval, information analysis, unstructured information, military significance

Необходимость анализа неструктурированной информации военного назначения возникает в связи с постоянно меняющейся обстановкой на поле боя и постоянным поступлением больших объемов данных. Извлечение необходимой информации является критически важной задачей военной разведки для эффективного планирования ведения боевых действий, поскольку позволяет прогнозировать и оперативно реагировать на действия противника.

Однако, сбор и анализ информации вручную не эффективен, из-за множества источников, большого объема и разнообразия информации. Процесс поиска и обработки ее является трудоемким и затратным, в том числе и во времени.

Военные организации активно используют технологии обратного поиска для обработки и анализа неструктурированной информации. Технологии обратного поиска позволяют оценивать угрозы, принимать решения и планировать операции на основе достоверных и актуальных данных. Некоторые военные организации также используют обратный поиск для поиска информации о прошлых конфликтах и опыте военных действий.

Основная цель технологии обратного поиска для военных организаций заключается в том, чтобы извлечь информацию, которая может быть важной для разведки, стратегического планирования и принятия решений. Неструктурированная информация военного назначения содержит ключевые данные о противнике, такие как его намерения, действия, доступное вооружение и тактики, а также анализ сообщений и коммуникации. Однако, из-за ее разнообразия и неорганизованности, эта информация часто труднодоступна и не может быть эффективно анализирована вручную.

Технология обратного поиска позволяет автоматизировать процесс поиска и анализа неструктурированной информации. Это достигается путем создания и использования индексов, токенизации документов и применения алгоритмов для поиска, классификации и извлечения данных из набора документов. Технологии обратного поиска также могут использовать методы машинного обучения и искусственного интеллекта для улучшения точности и эффективности анализа данных.

Технологии обратного поиска (retrieval) представляют собой методы поиска, извлечения и анализа информации из больших объемов неструктурированных данных. Они основаны на использовании различных алгоритмов и включают:

1. Индексирование (токенизация или разделение текста на отдельные слова или токены; удаление стоп-слов, часто встречающихся слов без смысловой нагрузки; создание индекса для каждого документа и его содержимого).
2. Поиск и ранжирование (при поиске используется индекс для быстрого нахождения документов, содержащих соответствующую информацию. Каждый документ ранжируется на основе релевантности. Релевантность определяется с помощью различных алгоритмов, например TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency, где учитывается частота появления и важность терминов в документе).
3. Извлечение информации (после фильтрации и ранжировки производится извлечение нужной в данный момент информации).
4. Анализ и интерпретация (после извлечения информации, применяются методы анализа и интерпретации, такие как машинное обучение, естественные язычные алгоритмы обработки, семантический анализ и графовые базы данных. Они позволяют обнаружить скрытые связи, паттерны и тенденции в неструктурированной информации).

5. Визуализация и представление данных (полученные данные и результаты анализа наглядно представляются в виде графиков, диаграмм, графов, карт и т.д., которые помогают лучше понять и использовать информацию).

В настоящее время существует множество программных продуктов и инструментов, которые помогают реализовывать технологии обратного поиска:

- поисковые системы, предоставляющие возможность поиска информации по ключевым фразам, словам или вопросам;
- базы данных, предоставляющие возможность хранения и извлечения информации из структурированных данных;
- файловые системы для поиска папок, файлов и других данных;
- информационно-поисковые системы для поиска и индексации больших объемов текстовых данных.

Выбор программ и инструментов зависит от конкретных потребностей и типа данных, с которыми предстоит работать.

Применение технологий обратного поиска в ВС имеет несколько преимуществ. Во-первых, они позволяют быстро находить и извлекать информацию из больших объемов данных, а также анализировать информацию, что помогает в принятии оперативных решений и реагировании на быстро меняющуюся обстановку.

Во-вторых, технологии обратного поиска позволяют автоматизировать рутинные задачи по поиску и обработке нужной информации, что сокращает время и ресурсы, затрачиваемые на эти процессы.

Наконец, использование обратного поиска для анализа информации может помочь выявить скрытые связи и паттерны, которые могут быть незаметны при ручном анализе.

Использование технологий обратного поиска имеет и ограничения. Во-первых, требуется качественный исходный набор данных для эффективной работы алгоритмов. Если исходные данные неполные, неточные или некачественные, то результаты поиска и анализа могут быть неправильными или неполными. Во-вторых, большая «затратность» внедрения, сложность настройки и обучения моделей, требуемые для работы системы, а также ограничения в точности и качестве анализа, особенно при работе с неструктурированными данными низкого качества.

Таким образом, применение технологий обратного поиска для поиска, анализа и извлечения неструктурированной информации военного назначения имеет значительный потенциал для улучшения оперативности и эффективности военных организаций. Эти технологии позволяют более быстро и точно находить и обрабатывать информацию, что является критическим в контексте военного принятия решений. Однако, дальнейшее развитие и исследования в этой области необходимы для устранения ограничений и оптимизации применения технологий обратного поиска в военном контексте. В целом, технология обратного поиска является мощным инструментом для обработки и анализа неструктурированной информации военного назначения.

1. Быстров И. И., Козичев В. Н., Ширманов А.В. Автоматизированная обработка неструктурированной информации в перспективных автоматизированных системах военного назначения: концептуальные основы // Военная мысль. 2018. №8.
2. Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press.
3. Высочкин А.В., Квач А.И., Портнов Е.М. Разработка алгоритма поиска и ранжирования неструктурированной информации // ИВД. 2019. №1 (52).

РАЗДЕЛ XXIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Аносов М.С., Рябов Д.А., Казаков А.Г., Михайлов А.М., Подувальцев А.А.
Оценка механизмов деформации и разрушения сплава 08ХМФА, полученного на основе аддитивной электродуговой наплавки с использованием параметров неразрушающего контроля

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-242

Аннотация

В работе проведено исследование механизмов деформации и разрушения при пластическом деформировании сплава 08ХМФА, полученного на основе технологии WAAM, с использованием комбинации неразрушающих методов контроля (физическая акустика, магнитный контроль, оптические исследования). Установленные зависимости параметров контроля позволяют определить стадию разрушения материала и оценить его остаточный ресурс.

Ключевые слова: 08ХМФА, WAAM, неразрушающий контроль, микроструктура.

Abstract

The paper investigates the mechanisms of deformation and destruction during plastic deformation of the 08HMFA alloy obtained on the basis of WAAM technology using a combination of non-destructive testing methods (physical acoustics, magnetic inspection, optical studies). The established dependences of the control parameters allow us to determine the stage of destruction of the material and assess its residual resource.

Keywords: 08XMFA, WAAM, non-destructive testing, microstructure.

Введение

Последнее время активно развиваются аддитивные технологии производства, которые позволяют на основе 3D-модели изготовить любое изделие изготавливая его послойно. Несмотря на это, некоторые технологии, например, лазерное спекание металлических порошков, имеют ряд недостатков по механическим свойствам и структуре. Технологией 3D-печати, решающей большую часть указанных недостатков является технология печати электродуговой наплавкой WAAM [1-3], исследуемая в данной работе.

Повышение надежности технических систем, в особенности имеющих в своем составе детали и узлы, полученные аддитивными технологиям, которые работают в тяжелых условиях, достигается путем правильного выбора материала, метода его получения, режимов печати и его диагностики в процессе эксплуатации. Важными характеристиками материалов, работающих в тяжелых условиях, являются усталостные свойства, которые определяют остаточный ресурс. Их необходимо учитывать при проектировании деталей, особенно в ответственных узлах механизмов и конструкций.

Оценка механизмов деформации и разрушения металлов является важным этапом в процессе проектирования металлических деталей. Комбинированные методы неразрушающего контроля, в частности акустический и магнитный контроль являются наиболее перспективными для оценки остаточного ресурса.

Цель исследования заключается в разработке методов и средств для качественной диагностики материалов в процессе эксплуатации, позволяющих предсказать возможные нарушения и принять меры по их предотвращению.

Материал и методы исследования

В качестве материала для исследования выступает сплав 08ХМФА, используемый для изготовления заготовок методом электродуговой наплавки. Химический состав сплава Нп-08ХМФА (%): С – 0,08; Si – 0,25; Mn – 0,5;

Cr – 1,1; Mo – 0,6; V – 0,2.

Образцы для исследования и испытаний на растяжение были получены на специальном стенде для 3D-печати электродуговой наплавкой на базе портального станка с ЧПУ и вырезались в соответствии с требованиями ГОСТ 11150 с рабочим сечением 5×10 мм в продольном, так и поперечном направлении относительно наплавки. Растяжение образцов проводили на разрывной машине Tinius Olsen H100KU при скорости нагружения 10 мм/с.

Оптические исследования сплава 08ХМФА в рабочей зоне проводились на микроскопе KYENCE-VNH 1000.

Применялся измерительно-вычислительный акустический комплекс АИС НРК-3 [4] для акустических измерений с номинальной частотой датчиков 5 МГц.

Для определения магнитных характеристик, таких как остаточная намагниченность B_r , коэрцитивная сила H_c , отношение H_c/B_r использовался коэрцитиметр МА-412ММ.

Микротвердость материала оценивалась с использованием микротвердомера ИТВ-1-АМ при нагрузке 1 кгс.

Экспериментальные исследования и анализ экспериментальных данных

В ходе исследования были проведены испытания на поэтапное одноосное растяжение. Механические характеристики полученных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения прочностных и пластических характеристик стали 08ХМФА.

| Направление вырезки /состояние | δ , % | $\sigma_{0,2}$ | σ_b |
|--------------------------------|--------------|----------------|------------|
| | | МПа | |
| Вдоль исходное | 16 | 426 | 558 |
| Поперек исходное | 11 | 356 | 487 |

В результате эксперимента было установлено, что образцы, полученные путем 3D-печати, имеют более высокую прочность и относительное удлинение в продольном направлении относительно наплавки. Однако это различие незначительно.

Эволюция микроструктуры образцов, полученных методом WAAM из стали 08ХМФА и вырезанных вдоль и поперек направления наплавки представлена на рисунке 1.

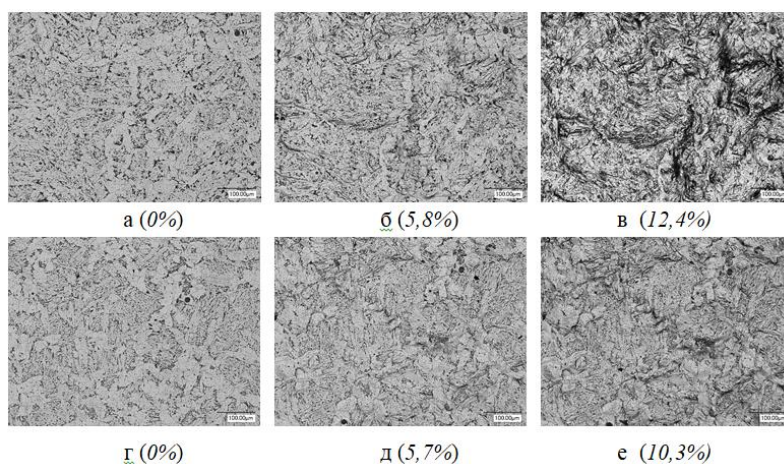


Рисунок 1. Структурные изменения продольно-вырезанного (а,б,в) и поперечно-вырезанного образца (г,д,е) из стали 08ХМФА (x500) от относительного удлинения (%)

После поэтапного растяжения в микроструктуре появляется большое количество полос скольжения. Они возникают в виде тонких линий в отдельных зернах феррита. При

деформации энергия затрачивается не только на образование микродефектов, но также и на формирование текстурной деформации. В результате этого происходит стесненный поворот зерен и их фрагментация. На поверхности образца, вырезанного вдоль направления наплавки образуются макротрещины, источником которых являются микротрещины - интрузии.

Результаты анализа микротвердости образцов приведены на рисунке 2.

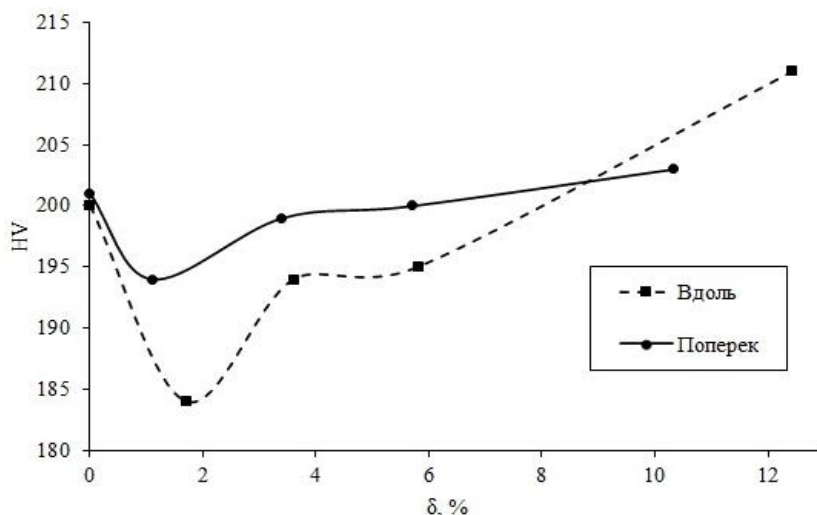


Рисунок 2. Зависимость микротвердости образцов из стали 08ХМФА от степени деформации

Микротвердость образцов, вырезанных как вдоль, так и поперек наплавки по методу WAAM, изменяется схожим образом. Снижение твердости на начальном этапе связано с компенсации напряжений, возникших при наплавке. Дальнейшее упрочнение связано с деформационными процессами. Образец, вырезанный вдоль наплавки, упрочняется интенсивнее, чем поперек.

В ходе исследований была выявлена связь между параметрами ультразвуковых волн и степени деформации образцов из стали 08ХМФА. Зависимость акустического параметра D_c от степени деформации и направления наплавки образцов, представлена на рисунке 3.

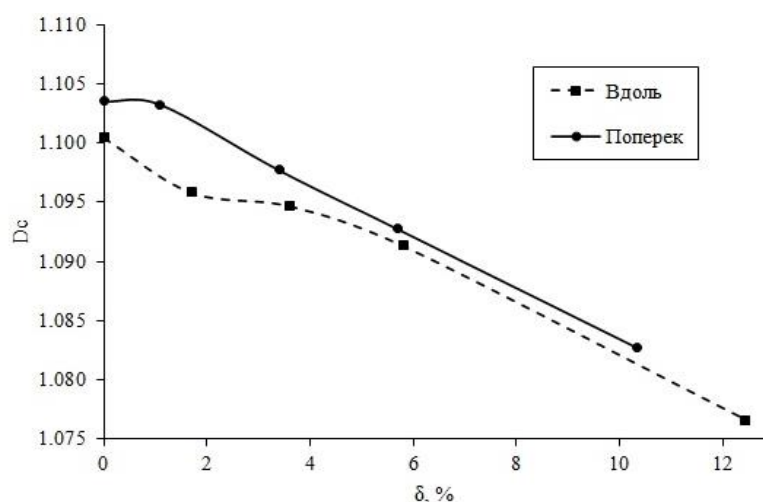


Рисунок 3. Зависимость акустического параметра D_c от степени деформации образцов, изготовленных по методу WAAM

При статической нагрузке образцы стали 08ХМФА подвергаются монотонному снижению значений D_c . Это происходит из-за появления и слияния структурных дефектов в образце, что свидетельствует о развитии систем микротрещин, что приводит к снижению скоростей упругих волн и параметр D_c начинает уменьшаться.

Рассмотрим влияние пластической деформации на коэрцитивную силу H_c образцов из стали 08ХМФА, вырезанных вдоль и поперек направления наплавки.

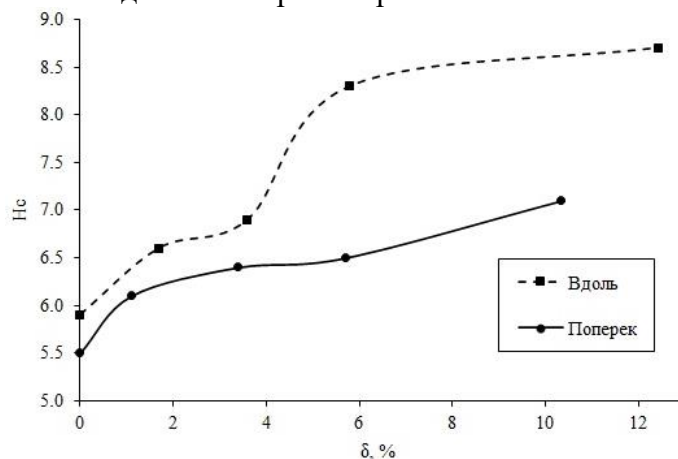


Рисунок 4. Зависимость коэрцитивной силы от степени деформации образцов, изготовленных по методу WAAM

Как видно на рисунке 4, коэрцитивная сила H_c возрастает с увеличением деформации. Изменение H_c у продольно-вырезанных образцов происходит интенсивнее. Возрастание H_c сопровождается затруднением процесса намагничивания и перемангничивания. Причины возрастания H_c - повышение степени искажения кристаллической решетки и явления наклепа с увеличением плотности дефектов.

Зависимость времени распространения рэлеевских (поверхностных) волн от степени деформации образцов из стали 08ХМФА, представлена на рисунке 5. Данная зависимость описывает чувствительность распространяющейся поверхностной волны к увеличению степени деформации. Повышение уровня структурных несовершенств приводит к увеличению времени распространения акустического импульса в исследуемых поверхностных слоях стали 08ХМФА, что может быть использовано для оценки ресурса деталей, изготовленных по технологии WAAM.

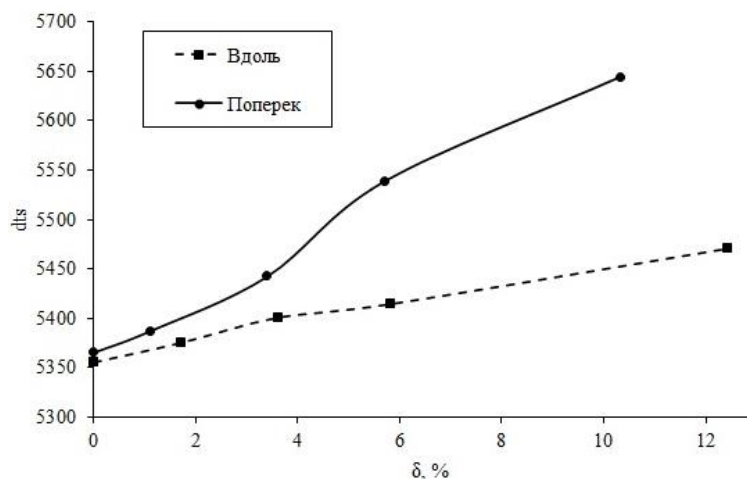


Рисунок 5. Зависимость времени распространения рэлеевских волн от степени деформации образцов, изготовленных по методу WAAM

Заключение

Основываясь на результатах, полученных во время исследования можно констатировать следующее:

1. Механические свойства материала, полученного путем 3D-печати в объеме одной заготовки отличаются и зависят от направления вырезки образцов. Также установлено, что все механические свойства (включая усталостные)

- напечатанной стали 08ХМФА в продольном направлении относительно наплавки выше, чем у таких же образцов в поперечном исполнении.
2. Процесс разрушения стали 09Г2С, полученной методом аддитивной электродуговой наплавки WAAM, связана со структурной деградацией и появлением деформационных полос скольжения, которые могут привести к образованию магистральной трещины при дальнейшем нагружении и могут быть оценены с использованием параметров неразрушающего контроля.
 3. Полученные в рамках работы результаты позволяют определить стадию разрушения и оценить оставшийся ресурс реальных конструкций, изготовленных по технологии WAAM из стали 08ХМФА.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-00095 «Разработка научно-технологических основ структурообразования конструкционных материалов полученных путем аддитивного электродугового выращивания для формирования механических свойств при усталости с использованием подходов искусственного интеллекта»

1. Energy consumption model for additive-subtractive manufacturing processes with case study / Jackson M.A., Van Asten A., Morrow J.D. et al. // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. 2018. Vol. 5(4). pp.459-466. Doi:10.1007/s40684-018-0049-y
2. Pinto-Lopera J.E., S.T. Motta J.M., Absi Alfaro S.C. Real-Time Measurement of Width and Height of Weld Beads in GMAW Processes // Sensors (Basel, Switzerland). 2016. Vol. 16(9) 1500. Doi:10.3390/s16091500
3. Review of Wire Arc Additive Manufacturing for 3D Metal Printing / Li J., Alkahari M.R., Rosli N.A. et al. // International Journal of Automation Technology. 2019. Vol. 13 No. 3 pp. 346-353. Doi: 10.20965/ijat.2019.p0346
4. Разработка автоматизированной измерительной системы неразрушающего контроля для измерения параметров упругих волн в металлических материалах / А.А. Хлыбов, Ю.Г. Кабалдин, М.В. Желонкин и др. // Интеллектуальная электротехника. 2021. № 4 (16). С. 101-114.
5. Количественный анализ процесса деформации и разрушения сплава 04Х24Н13, полученного по технологии WAAM при испытании на усталость / Аносов М.С., Аносова Е.С., Трофимова М.С., Подувальцев А.А. // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 2. С. 32-34.

Аттокуров А.К., Игамбердиева Ж.А., Сатыбалдыева А.Б.
Оценка энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей в машиностроении

*Ошский технологический университет
(Кыргызская Республика, Ош)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-243

Аннотация

В статье представлено собой обзор энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей, широко используемых в машиностроении. Исследуются дизельные, бензиновые, электрические и гибридные двигатели, исходя из их энергопотребления, энергоэффективности и влияния на окружающую среду. В результате проведенного исследования было выявлено, что электрические двигатели являются наиболее энергоэффективными среди всех рассмотренных типов. Они обладают высоким КПД и малыми выбросами вредных веществ. Дизельные двигатели также обладают хорошей энергоэффективностью, но имеют более высокие выбросы вредных веществ. Бензиновые двигатели оказались наименее энергоэффективными и имеют большие выбросы.

Ключевые слова: энергопотребление, энергоэффективность, двигатели, машиностроение, дизельные двигатели, бензиновые двигатели, электрические двигатели, гибридные двигатели.

Abstract

This paper provides an overview of the energy consumption and energy efficiency of various types of engines widely used in mechanical engineering. Diesel, gasoline, electric, and hybrid engines are studied based on their energy consumption, energy efficiency, and environmental impact. The research revealed that electric engines are the most energy efficient of all types considered. They have high efficiency and low harmful emissions. Diesel engines also have good energy efficiency, but they have higher harmful emissions. Gasoline engines turned out to be the least energy-efficient and have high emissions.

Keywords: energy consumption, energy efficiency, engines, mechanical engineering, diesel engines, gasoline engines, electric engines, hybrid engines.

Введение: Современное машиностроение стало неотъемлемой частью нашей жизни, обеспечивая нам широкий спектр продуктов и услуг. Однако, вместе с ростом производства и использования машин, возникают проблемы, связанные с энергопотреблением и энергоэффективностью. В данной научной статье будет проведена оценка энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей в машиностроении с целью выявления наиболее эффективных решений [1-6].

Цель исследования: Целью исследования является оценка энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей в машиностроении. Для этого будут рассмотрены следующие типы двигателей:

- Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)
- Электродвигатели
- Гибридные двигатели

Для каждого типа двигателя будут проанализированы следующие параметры:

- КПД
- Расход топлива или электроэнергии
- Уровень выбросов вредных веществ

На основе анализа этих параметров будет сделан вывод о том, какой тип двигателя является наиболее энергоэффективным для машиностроения.

Методология: Для проведения оценки был проведен анализ различных типов двигателей, используемых в машиностроении. Были учтены такие факторы, как энергопотребление, мощность, КПД и выбросы вредных веществ. Для сравнительного анализа были выбраны следующие типы двигателей: дизельные, бензиновые, электрические и гибридные.

Основные типы двигателей в машиностроении

Существуют различные типы двигателей, используемых в машиностроении, включая тепловые, электрические, гибридные и другие. Все они имеют свои уникальные характеристики, включая различия в энергоэффективности [2-7].

Тепловые двигатели (ДВС)

Тепловые двигатели используются в автомобильной и тяжелой промышленности. Они обладают высоким коэффициентом полезного действия и возможностью работать на различных видах топлива. Однако, они также имеют высокие показатели загрязнения окружающей среды и потребляют значительное количество энергии.

Электрические двигатели

Электрические двигатели пользуются популярностью в машиностроении из-за своих высоких показателей энергоэффективности и меньшего воздействия на окружающую среду. Они обеспечивают низкое энергопотребление и меньше загрязнения, но они требуют электроэнергии, что может быть проблематично в регионах с ограниченным доступом к энергии.

Гибридные двигатели

Гибридные двигатели сочетают в себе преимущества электрических и тепловых двигателей, предоставляя высокую энергоэффективность и гибкость в использовании

различных видов топлива. Они способны обеспечить более низкое энергопотребление и меньше загрязнения, чем традиционные двигатели.

Ниже приведены сравнительные таблицы энергопотребления, мощности, КПД (коэффициента полезного действия) и выбросов вредных веществ для различных типов двигателей [1-11]:

Таблица 1

Бензиновые двигатели.

| Тип двигателя | Энергопотребление (л/100 км) | Мощность (л.с.) | Эффективность (%) | Выбросы вредных веществ (г/км) |
|--|------------------------------|-----------------|-------------------|---|
| Двигатель с искровым зажиганием | 7-10 | 100-200 | 20-25 | CO: 0,1–0,2, УВ: 0,05–0,1, NOx: 0,05–0,1 |
| Бензиновый двигатель с прямым впрыском | 5-7 | 150-250 | 30-35 | CO: 0,05–0,1, УВ: 0,03–0,05, NOx: 0,03–0,05 |
| Бензиновый двигатель с турбонаддувом | 5-7 | 200-300 | 35-40 | CO: 0,05–0,1, УВ: 0,03–0,05, NOx: 0,03–0,05 |

Таблица 2

Дизельные двигатели.

| Тип двигателя | Энергопотребление (л/100 км) | Мощность (л.с.) | Эффективность (%) | Выбросы вредных веществ (г/км) |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|---|
| Двигатель с воспламенением от сжатия | 5-7 | 100-200 | 35-40 | CO: 0,05–0,1, УВ: 0,03–0,05, NOx: 0,05–0,1 |
| Дизельный двигатель с турбонаддувом | 4-6 | 200-300 | 40-45 | CO: 0,05–0,1, УВ: 0,03–0,05, NOx: 0,03–0,05 |
| Дизельный сажевый фильтр (DPF) | 5-7 | 150-250 | 40-45 | CO: 0,05–0,1, HC: 0,03–0,05, NOx: 0,03–0,05, PM: 0,01–0,02 |

Таблица 3

Гибридные двигатели.

| Тип двигателя | Энергопотребление (л/100 км) | Мощность (л.с.) | Эффективность (%) | Выбросы вредных веществ (г/км) |
|---|------------------------------|-----------------|-------------------|---|
| Гибридный электромобиль (HEV) | 4-6 | 100-200 | 35-40 | CO: 0,05–0,1, УВ: 0,03–0,05, NOx: 0,03–0,05 |
| Подключаемый гибридный электромобиль (PHEV) | 2-3 | 150-250 | 40-45 | CO: 0,05–0,1, УВ: 0,03–0,05, NOx: 0,03–0,05 |
| Аккумуляторный электромобиль (BEV) | 1-2 | 150-250 | 60-65 | CO: 0, УВ: 0, NOx: 0 |

Таблица 4

Электрические двигатели.

| Тип двигателя | Энергопотребление (кВтч/100 км) | Мощность (кВтч/л.с.) | Эффективность (%) | Выбросы вредных веществ (г/км) |
|--|---------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|
| Малый электродвигатель (например, для гибридных автомобилей) | 10-20 | 60/80 | 85-90 | CO: 0, УВ: 0, NOx: 0 |
| Средней электродвигатель (например, для легковых) | 15-30 | 100/134 | 90-95 | |

| | | | | |
|---|--------|---------|-------|--|
| автомоблей) | | | | |
| Большой электродвигатель (например, для грузовых автомоблей) | 50-100 | 200/268 | 90-95 | |

Как видно из таблицы, гибридные и электрические двигатели, как правило, более эффективны и имеют более низкий уровень выбросов, чем бензиновые или дизельные двигатели.

Энергопотребление и энергоэффективность двигателя также зависят от условий эксплуатации. Например, потребление энергии двигателем будет увеличиваться по мере увеличения нагрузки на двигатель.

Конструкция двигателя также влияет на его энергопотребление и энергоэффективность. Например, двигатель с более эффективной системой сгорания будет иметь меньшее потребление энергии и более высокую энергоэффективность.

Будущие тенденции в области энергоэффективности двигателей

Существует ряд тенденций, которые, как ожидается, улучшат энергоэффективность двигателей в будущем. Эти тенденции включают в себя:

- Разработка более эффективных систем сгорания
- Использование более легких материалов в конструкции двигателя
- Применение более совершенных систем управления двигателем

Ожидается, что эти тенденции приведут к значительному повышению энергоэффективности двигателей в будущем.

Результаты: В результате проведенного исследования было выявлено, что электрические двигатели являются наиболее энергоэффективными среди всех рассмотренных типов. Они обладают высоким КПД и малыми выбросами вредных веществ. Дизельные двигатели также обладают хорошей энергоэффективностью, но имеют более высокие выбросы вредных веществ. Бензиновые двигатели оказались наименее энергоэффективными и имеют большие выбросы.

Заключение: Оценка энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей в машиностроении позволяет определить наиболее эффективные решения для снижения энергозатрат и вредного воздействия на окружающую среду. Электрические двигатели оказались наиболее энергоэффективными, но требуют развития соответствующей инфраструктуры. Дизельные двигатели также являются хорошим вариантом с высокой энергоэффективностью, но с большими выбросами вредных веществ. Бензиновые двигатели оказались наименее энергоэффективными.

1. D. Dorrell, "A Review of the Methods for Improving the Efficiency of Drive Motors to Meet IE4 Efficiency Standards", in Journal of Power Electronics, Vol. 14, No. 5, pp. 842-851, September 2014.
2. Смирнов А. В. «Оценка энергопотребления и энергоэффективности различных типов двигателей в машиностроении». Издательство: Москва, 2018.
3. Виноградов В. И. «Энергоэффективность двигателей внутреннего сгорания». Издательство: Москва, 2016.
4. Капустин А.А. Гибридные автомобили: учебное пособие / А.А. Капустин, В.А. Раков; М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2016. – 116 с.

Проскурин А.С., Можаяева Т.П., Антошина В.В.

Моделирование процесса метрологической экспертизы технической документации

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
(Россия, Брянск)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-244

Аннотация

В статье рассматриваются основы моделирования процесса метрологической экспертизы технической документации. Обосновывается применение способов описания процесса метрологической экспертизы технической документации с позиций процессного

подхода. Приводится пример текстового и графического описания процесса метрологической экспертизы чертежа детали.

Ключевые слова: метрологическая экспертиза, процессный подход, моделирование процесса, спецификация процесса, IDEF0, информационная модель, функциональная модель.

Abstract

The article discusses the basics of modeling the process of metrological examination of technical documentation. The application of methods for describing the process of metrological examination of technical documentation from the standpoint of the process approach is substantiated. An example of a textual and graphical description of the process of metrological examination of a part drawing is given.

Keywords: metrological examination, process approach, process modeling, process specification, IDEF0, information model, functional model.

Метрологическая экспертиза – это анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе [1].

Метрологическая экспертиза технической документации (МЭ ТД) проводится, как правило, в добровольном порядке в отношении объектов, для которых законодательством РФ не предусмотрена обязательная МЭ ТД. Предпосылками для проведения добровольной МЭ ТД могут быть: требования государственных стандартов, результаты федерального государственного метрологического контроля (надзора) или требования заказчика.

Моделирование процесса МЭ ТД необходимо для создания точного, удобного для восприятия и анализа описания с учетом совокупности взаимодействующих компонентов и взаимосвязей между ними. Техническая документация является обобщённым понятием, к ней относится совокупность документации, необходимой при проектировании, изготовлении и использовании различных объектов. К технической документации относятся проектная, конструкторская и технологическая документация, а также другие объекты [2].

Моделирование процесса предусматривает, в том числе его корректное описание. Описание любого процесса в организации строят по принципу декомпозиции: сначала описывают процесс укрупнено, а затем его детализируют. Существуют различные способы описания процесса [3,4], например, текстовый, графический, блок-схематический. Рассматривается применение текстового и графического способов описания при моделировании процесса метрологической экспертизы на примере чертежа детали.

Описание процесса текстовым способом может быть представлено, например, в виде регламента процесса, спецификации процесса, информационной карты процесса и т.д. Текстовое описание процесса можно оформлять в соответствии с бланком «Спецификации процесса» (иногда его называют «паспортом процесса»). Спецификация процесса «Метрологическая экспертиза чертежа детали» представлена в таблице 1.

Таблица 1

Спецификация процесса «Метрологическая экспертиза чертежа детали».

| | | | |
|--------------------------------|--|----------|----------|
| 1. Процесс | Метрологическая экспертиза чертежа детали | | |
| 2. Владелец | Отдел главного метролога | | |
| 3. Процесс вышестоящего уровня | Метрологическое обеспечение производства | | |
| 4. Краткое описание процесса: | Подтверждение правильности установления требований точности ко всем параметрам, которые обеспечиваются технологическим процессом | | |
| 5. Входы и выходы процесса | | | |
| Входы | 1. Исходный чертёж детали | | |
| Выходы | 1. Чертёж детали после метрологической экспертизы 2. Экспертное заключение | | |
| 6. Подпроцессы | | | |
| № | Наименование | Описание | Владелец |

| | | | |
|---|---|--|------------------------------|
| 1 | Проверка корректности выражения технических требований | Установление выражения требований к контролируемым параметрам, исключая возможность различного толкования. Технические требования должны описываться с помощью стандартизированных терминов. Специфические термины, допускающие возможность различного толкования, необходимо пояснять или определять. | Специалист, проводящий МЭ ТД |
| 2 | Установление необходимости и возможности контроля размеров, ограниченных допусками | Выявляются размеры, ограниченные допусками. Допуски и посадки должны соответствовать ГОСТ 25346 и ГОСТ 25347. Устанавливается необходимость и возможность их контроля всех размеров с учетом выбора измерительных баз и контролепригодности детали. | Специалист, проводящий МЭ ТД |
| 3 | Проверка взаимной увязки допусков размера, формы, расположения и требований к шероховатости поверхности | Должна быть исключена ситуация, когда изменение одного параметра в пределах допуска влечёт за собой выход погрешности измерения другого параметра за допускаемые пределы. | Специалист, проводящий МЭ ТД |
| 4 | Проверка возможности контроля указанных на чертеже размеров | Устанавливаются не только неконтролепригодные размеры, но и размеры, измерение которых требует трудоёмких методов контроля. В некоторых случаях необходимая точность параметров обеспечивается технологически. | Специалист, проводящий МЭ ТД |

Для описания процессов разработаны специальные языки, среди которых наиболее всего применяется IDEF0 (Integration Definition For Function Modeling), применяемый для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также протекающие в ней потоки информации и материальные объекты [3].

Язык и методология IDEF0 были разработаны в США на основе методологии структурного анализа и проектирования SADT (Structural Analysis and Design Technique).

Построение диаграмм IDEF0 подчиняется определенным правилам. Каждая описываемая с помощью диаграмм IDEF0 система должна иметь контекстную диаграмму верхнего уровня, обозначаемую как А-0 (А минус 0). Она содержит один блок, имя которого общее для всей системы. Стрелки на этой диаграмме отображают связь рассматриваемого объекта с окружающей средой. Единственная функция, представленная на контекстной диаграмме верхнего уровня, может быть декомпозирована на основные подфункции созданием дочерней диаграммы, содержащей дочерние блоки (обычно их число 3–6) и стрелки, обеспечивающие детализацию родительского блока.

Информационная и функциональная модели процесса «Метрологическая экспертиза чертежа детали» представлены на рисунках 1 и 2 [5].



Рисунок 1. Информационная модели процесса «Метрологическая экспертиза чертежа детали».

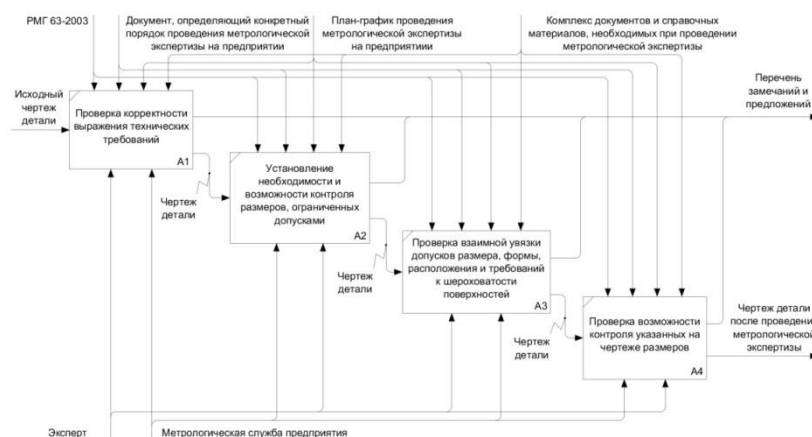


Рисунок 2. Функциональная модель процесса «Метрологическая экспертиза чертежа детали».

Рассматриваемые способы описания деятельности по МЭ ТД позволяют корректно идентифицировать ее параметры (вход, выход, ресурсы, управляющее воздействие и пр.) [6,7], что снижает уровень неопределенности в реализации процессов метрологической экспертизы на предприятии.

1. Кудеяров, Ю.А. Метрологическая экспертиза технической документации: учебное пособие / Ю.А. Кудеяров, Н.Я. Медовикова. – М.: АСМС, 2017. – 140 с.
2. Кайнова, В.Н. Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации / В.Н. Кайнова, Е.В. Зиминова, В.Г. Кутяйкин; под ред. В.Н. Кайновой. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 500 с.
3. Горленко, О.А. Процессный подход к менеджменту качества: монография / О.А. Горленко, И.Г. Манкевич; под ред. О.А. Горленко. – Брянск: БГТУ, 2008. – 168 с.
4. Можаяева, Т.П. Мотивационные процессы системы менеджмента качества / Т.П. Можаяева, А.З. Симкин, А.С. Проскурин. – Брянск: БГТУ, 2023. – 183 с.
5. Simkin, A.Z. Management of metrological examination processes based on a risk-oriented approach / A.Z. Simkin, T.P. Mozhaeva, A.S. Proskurin // Journal of Physics: Conference Series – Vol. 1889. – P. 32025.
6. Симкин, А.З. Применение риск-ориентированного подхода к управлению процессами метрологической экспертизы / А.З. Симкин, Т.П. Можаяева, А.С. Проскурин // Эргодизайн. – 2022. – № 4(18). – С. 275-282.
7. Simkin A.Z. Statistical substantiation of the quality of training metrologists in the system of additional professional education / A.Z. Simkin, T.P. Mozhaeva, A.S. Proskurin, G.V. Tsareva // Journal of Physics: Conference Series. – Vol. 2373. – 022022.

Трусова Е.В., Шмелёва В.С.

Применение неразъёмных соединений в машиностроительной отрасли

Курский государственный университет
(Россия, Курск)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-245

Аннотация

В статье описываются основные особенности применения неразъёмных соединений в машиностроительной отрасли. Особенности и недостатки на примере неразъёмных соединений, таких как сварка, клепка, заклепка, а также использование специальных крепежных элементов, таких как болты и гайки. Создание прочных и надёжных соединений, которые не требуют последующего разъединения.

Ключевые слова: неразъёмные соединения, машиностроение, контактная сварка.

Abstract

The article describes the main features of the use of permanent connections in the engineering industry. Features and disadvantages on the example of permanent connections, such as welding,

riveting, riveting, as well as the use of special fasteners, such as bolts and nuts. Creation of strong and reliable connections which do not demand the subsequent separation.

Keywords: permanent connections, mechanical engineering, contact welding.

В машиностроении применение неразъемных соединений является одной из ключевых технологий, обеспечивающих надежность и долговечность конструкций. Неразъемные соединения представляют собой способ крепления элементов оборудования, при котором возможность их разъединения и повторного соединения отсутствует или ограничена.

Роль неразъемных соединений в обеспечении структурной целостности конструкций невозможно переоценить. Эти соединения необходимы для поддержания устойчивости и прочности различных конструкций, таких как здания, мосты и транспортные средства. Сварные соединения, например, известны своей высокой прочностью и несущей способностью. Они способны выдерживать большие нагрузки и вибрации, что делает их идеальными для применений, где важна структурная целостность. Точно так же паяные и заклепочные соединения обеспечивают надежное и прочное соединение, устойчивость и функциональность механических систем.

Основной принцип применения неразъемных соединений заключается в том, что они обеспечивают прочное и надежное крепление элементов оборудования без возможности их разборки. Это особенно важно в случае соединений, подвергающихся высоким механическим нагрузкам или вибрациям. Неразъемные соединения позволяют создавать конструкции, способные противостоять экстремальным условиям эксплуатации и обеспечивающие безопасность в работе.

Преимущества применения неразъемных соединений в машиностроении очевидны. Во-первых, их использование позволяет сократить количество деталей и сборочных операций, что в свою очередь приводит к снижению затрат на производство и сборку. Во-вторых, неразъемные соединения обладают высокой прочностью и стабильностью соединения, что способствует повышению надежности и долговечности оборудования.

Наиболее распространенные виды неразъемных соединений в машиностроении – сварные и клепанные соединения. Сварные соединения обеспечиваются путем спекания металлических деталей, что создает прочное и неразрывное соединение. Клепанные соединения представляют собой использование металлических заклепок, которые закрепляют элементы оборудования, не допуская их разъединения.

Однако существуют и другие типы неразъемных соединений, такие как склеивание и заклепки-винты. Склеивание представляет собой применение специальных клеев или эпоксидных смол, которые обеспечивают прочное и неразрывное соединение между элементами оборудования. Заклепки-винты являются более современным видом неразъемных соединений, позволяющих осуществлять разъединение и повторное соединение в нужный момент.

Заклепки используются для крепежа деталей друг к другу или к корпусу при изготовлении различного оборудования и механизмов. Они могут быть использованы как временные (например, во время сборки) или постоянные (в случаях, когда требуется высокая прочность). В машинной отрасли заклепки широко используются для крепления деталей. Кроме того, они также могут использоваться для установки резиновых элементов и других защитных конструкций.

Необходимо отметить, что выбор типа неразъемного соединения зависит от требований конкретного оборудования и условий его эксплуатации. Кроме того, разработка и применение новых технологий в области неразъемных соединений позволяет создавать более эффективные и инновационные конструкции.

Наибольший интерес из контактных соединений применяемых в машиностроении представляет контактная сварка. Контактная сварка является одним из наиболее распространенных методов соединения металлических деталей в машиностроении. Ее

применение обусловлено рядом особенностей, которые делают этот вид сварки эффективным и удобным для использования в различных процессах производства [1].

Первоначально контактная сварка была разработана как быстрый и надежный способ соединения мелких деталей, таких как провода и контакты. Однако со временем этот метод был адаптирован для использования и в более сложных и технологически требовательных операциях.

Одной из основных особенностей контактной сварки является ее высокая скорость выполнения. Это связано с принципом работы процесса – сварка осуществляется путем пропускания большого тока через соединяемые детали. В результате происходит быстрое нагревание и плавление металла, а затем его охлаждение и затвердевание. Благодаря этой особенности контактная сварка позволяет значительно сократить время выполнения сварочных работ, что является важным фактором для оптимизации производственных процессов в машиностроении.

Еще одной важной особенностью контактной сварки является возможность соединения металлических деталей различной толщины. При выполнении сварочной операции происходит нагрев и плавление металла в месте контакта, а затем детали сжимаются вместе. Благодаря этому процессу контактная сварка обеспечивает прочное и надежное соединение, даже при работе с разнообразными металлическими материалами [2].

Еще один важный аспект применения контактной сварки в машиностроении – это возможность автоматизации данного процесса. С помощью специальных сварочных автоматов и программного обеспечения можно контролировать и регулировать все параметры сварочной операции, что дает возможность повысить качество соединений и улучшить производительность на предприятии.

Контактная сварка также имеет ряд преимуществ с точки зрения экономической эффективности. Поскольку данный метод позволяет сократить время выполнения сварочной операции, это ведет к уменьшению затрат на оплату рабочего времени. Кроме того, прочные и надежные сварные соединения, получаемые с помощью контактной сварки, требуют меньше дополнительных работ и монтажа, что также позволяет сократить производственные затраты.

Таким образом, контактная сварка представляет собой эффективный метод соединения металлических деталей в машиностроении. Ее применение обусловлено рядом особенностей, таких как высокая скорость выполнения, способность соединять детали разной толщины, возможность автоматизации процесса и экономическая эффективность. Благодаря этим факторам контактная сварка является незаменимым инструментом для производства качественных и прочных металлических конструкций в машиностроении [3].

И в заключении можно отметить, что применение неразъемных соединений в машиностроении является неотъемлемой частью процесса создания надежного и долговечного оборудования. Это технология, которая позволяет снижать затраты на производство, обеспечивает высокую прочность соединений и повышает надежность конструкций. Все это в совокупности способствует развитию и совершенствованию машиностроительной отрасли.

1. Покровский Б. С. Механосборочные работы повышенной сложности : учеб, пособие / Б. С.Покровский. — М. : Издательский центр «Академия», – 80 с. – (Слесарь). С. 23-28.
2. Технологическое обеспечение; и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений/ [А. Г., Суслов, В. П. Федоров, О. А. Горленко и др.]; под общ. ред. А. Г. Суслова. – М. : Машиностроение, 2006. – 448 с. – (Библиотека технолога). С. 45-67.
3. Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования / [П.П.Алексеев, Л.А.Григорьев, В.И.Голованов и др.]; под общ. ред. П.П.Алексеева, Л.А.Григорьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2002. – 672 с. – (Серия справочников для рабочих). С. 54-62.

РАЗДЕЛ XXIV. МЕХАНИКА

Коновалов П.О., Иванченко А.А., Ларионов Г.Л.

Опыт развития и применения в эксплуатации систем мониторинга технического состояния судовых ДВС

*ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-246

Аннотация

Статья представляет опыт развития и применения систем мониторинга технического состояния судовых дизелей. Рассмотрены предпосылки для внедрения таких систем на морском и речном флотах, где техническое состояние дизельных установок является ключевым аспектом безопасности и надежности. Уделено внимание резолюциям МАКО и документам отечественных организаций, которые ориентируют на использование информационных технологий для контроля и оценки состояния двигателей. Приведены примеры систем мониторинга, способствующих повышению безопасности, надежности, экономичности и эффективности дизельных установок судов. Также указано на расширение функций дистанционной технической поддержки и обмена информацией между персоналом судна, владельцем и производителем двигателя с целью оптимизации обслуживания и предотвращения поломок. Внедрение таких систем требует создания информационных систем, соответствующих правилам классификационных освидетельствований судов и резолюциям МАКО.

Ключевые слова: Судовые ДВС, техническое состояние, контроль, диагностика, мониторинг, нормативная база.

Abstract

The article presents the experience of development and application of systems for monitoring the technical condition of marine diesel engines. The prerequisites for the introduction of such systems in the marine and river fleets, where the technical condition of diesel plants is a key aspect of safety and reliability, are considered. Attention is paid to IACS resolutions and documents of domestic organizations that focus on the use of information technologies for monitoring and assessing the condition of engines. Examples of monitoring systems that improve the safety, reliability, economy and efficiency of ship diesel installations are given. Also indicated is the expansion of the functions of remote technical support and the exchange of information between the ship's personnel, the owner and the engine manufacturer in order to optimize maintenance and prevent breakdowns. The introduction of such systems requires the creation of information systems that comply with the rules for class surveys of ships and IACS resolutions.

Keywords: Marine internal combustion engines, technical condition, control, diagnostics, monitoring, regulatory framework.

Введение

Ученые во всем мире не одно десятилетие работают над обеспечением безопасности и надежности дизельных установок судов. Принципы, реализуемые на практике, основываются на уровне развития техники, технологий и финансовых возможностей судовладельцев. Судовладельцы при этом стремятся сделать судно конкурентоспособным на фрахтовом рынке и сэкономить на содержании судна, что приводит к усложнению дизельных установок и уменьшению численности экипажа.

В зарубежных компаниях применяются более гибкие и эффективные системы обеспечения безопасности, основанные на использовании автоматических систем управления СДУ и автоматизированных систем технической эксплуатации.

Важным аспектом технической эксплуатации судовых дизельных установок стало создание объективных методов контроля и оценки их технического состояния с использованием информационных технологий.

В докладе рассматривается значимость мониторинга технического состояния СДУ. Особое внимание уделено резолюциям МАКО Z-20 и Z-27, а также документам Российского Морского Регистра Судоходства и Российского классификационного общества. Также приведены примеры систем мониторинга технического состояния СДУ, используемых на практике, которые способствуют повышению безопасности, надежности, экономичности и эффективности дизельных установок судов. Результаты и опыт реализации таких систем, а также их влияние на различные аспекты работы судов и плавания обобщены и проанализированы. [1-9]

Тенденция развития технической эксплуатации СДУ

До недавнего времени сбор и анализ информации о работе СДУ и принятие решений были основаны на интеллектуальной деятельности и интуиции судовых специалистов. Существует общая черта в технологических процессах, связанных с эксплуатацией СДУ в разные периоды развития. Судовые механики стремятся не допускать отказ главного двигателя, выбирая оптимальный режим работы с учетом множества факторов, таких как загрузка судна, погодные условия, состояние корпуса и двигателя. Стремятся также обеспечивать своевременный ремонт и обслуживание, учитывая текущее техническое состояние СДУ. [9]

С развитием информационных технологий и автоматизации процессов, в судовом механическом оборудовании стали использоваться системы мониторинга и диагностики их технического состояния. Эти системы позволяют оперативно получать информацию о работе и состоянии различных механизмов на судне, а также предупреждать о зарождающихся неисправностях и возможных аварийных ситуациях. [16]

Основными задачами рассматриваемых процессов в технической эксплуатации судовых механизмов являются:

1. Мониторинг технического состояния: позволяет непрерывно отслеживать параметры работы механизмов, такие как температура, давление, вибрация и другие, позволяет выявлять возможные неисправности по их отклонениям от нормы и принимать меры по их устранению;
2. Диагностика: на основе данных контроля параметров, выявляются причины изменения технического состояния механизмов. Дополнительные диагностические приборы и алгоритмы открывают более глубокие возможности по устранению неисправностей;
3. Прогнозирование: на основе анализа данных о работе механизмов во времени, системы предсказывают возможные аварийные ситуации, позволяют принимать меры по их предотвращению на ранней стадии зарождения неисправности;
4. Управление обслуживанием: формируемые тренды позволяют оптимизировать планы технического обслуживания и ремонта судовых механизмов, помогают определить оптимальные сроки их проведения, распределить ресурсы и сократить время простоя судна.

Информационные технологии, заложенные в основу указанных процессов, играют важную роль в технической эксплуатации судовых механизмов. Они повышают эффективность работы механизмов, снижают риски аварийных отказов, улучшают планирование обслуживания и ремонта. На их основе в современной морской практике произошел пересмотр концепции обеспечения безопасности и надежности судовых технических средств, что привело к развитию средств измерения и систем контроля рабочих процессов в СДУ. Начали широко использовать средства автоматизации и компьютерная техника, что позволило создавать

микропроцессорные системы автоматического управления СДУ, включающие в себя системы контроля, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты.

Развитие систем мониторинга и диагностического диагностирования в судостроительной промышленности становится все более значимым в связи с поступлением на флот высокофорсированных судовых дизелей, требующих более сложных систем управления и обслуживания. В связи с указанным были разработаны автоматизированные системы управления, позволяющие осуществлять обслуживание по текущему состоянию судовых технических средств. В случае достижения предельно допустимого уровня контролируемого параметра, отдельные компоненты технических средств могут выводиться из эксплуатации (см. рисунки 1а и 1б). [12]

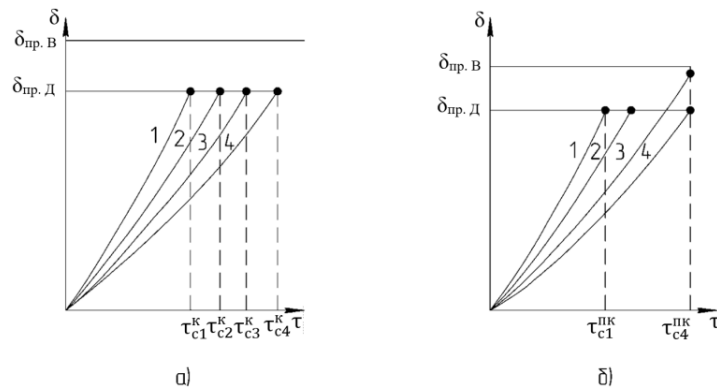


Рисунок 1. Техническое состояние СТС при обслуживании по состоянию
 а) - с непрерывным контролем параметров;
 б) - с периодическим контролем;

δ – монотонная случайная функция времени τ , соответствующая контролируемому параметру СТС;
 $\delta_{пр.В}$ - предельно-возможный уровень параметра, соответствующего отказу.

При переходе к обслуживанию по состоянию, ресурс однотипных объектов определяется, как средний ресурс R , который является математическим ожиданием ресурса. На рисунке 2 показано, что этот средний ресурс R превышает значение $R\gamma$ на некоторую величину ΔR (см. рис. 2). Это увеличение ресурса становится все более заметным, когда величина γ , установленная при определении значения $R\gamma$, увеличивается.

При $\gamma=99,9\%$ выигрыш в ресурсе может увеличиться до пяти раз. Важное значение при этом начинает приобретать периодичность контроля и квалификация специалистов.

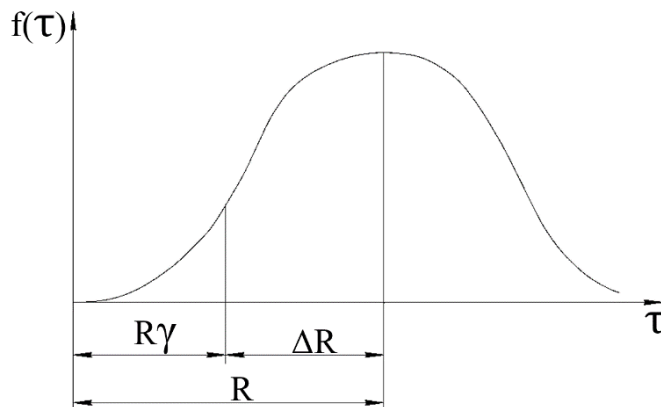


Рисунок 2. Распределение частоты отказов $f(\tau)$ СТС.

Важным шагом в развитии обслуживания по состоянию стало применение переносных диагностических комплексов (ПДК), позволяющих диагностировать состояние основных элементов и деталей дизеля на основе анализ индикаторных диаграмм, газоплотности цилиндров и смазочного масла, визуальный осмотр клапанов и камеры сгорания. Они также

позволяют контролировать электрическую часть генератора и управляющих систем, анализировать степень загрязнения вентиляционных каналов и полостей охлаждения. Будущее автоматизации машин – оснащение их компьютерными системами мониторинга и диагностики без участия человека. Caterpillar, Wartsila и MAN B&W имеют опыт в применении микропроцессорных систем управления (МПСУ) для контроля и мониторинга технического состояния современных ДУ на судах при их сервисном обслуживании. Пример оформления их интерфейса представлено на рис. 3. [16-25]



Рисунок 3. Варианты интерфейсов таких комплексов.

Ведущие дизелестроительные фирмы, такие как Wartsila, MAN B&W, Caterpillar и другие оборудуют свои двигатели измерительными приборами и микропроцессорами, которые контролируют важные параметры двигателя. Современные МПСУ передают данные через Интернет, что позволяет быстро выявлять неисправности и улучшать проектирование двигателей. Они также оптимизируют работу двигателя на различных режимах и контролируют рабочие процессы. Микропроцессорные системы управления обеспечивают непрерывный доступ к информации о двигателе и его системах, обеспечивая безопасность и эффективность работы судна. [24]

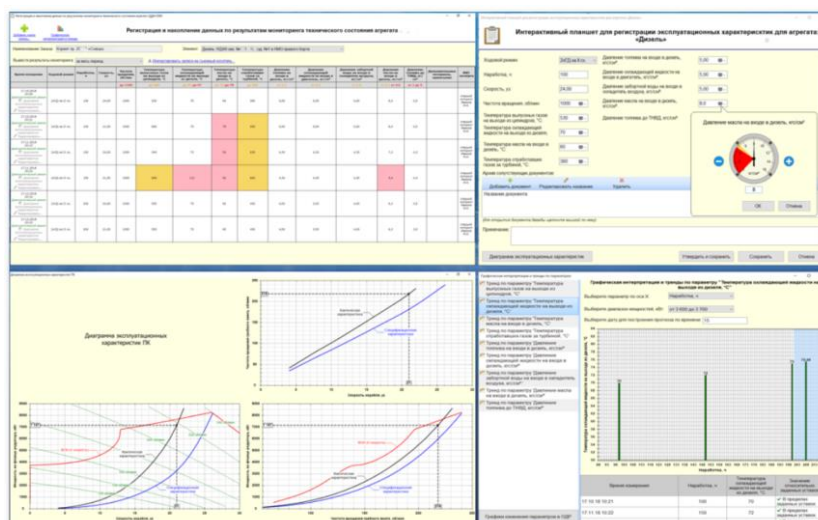


Рисунок 4. Выводимая информация с датчиков на экран.

Правила всех КО для надзора над объектами включают требования к системам мониторинга состояния компонентов механических установок. Эти требования определяют методы и средства контроля для различных видов механизмов. В Унифицированном требовании МАКО YTZ 20 (ранее M55) "Схема планово-предупредительного техобслуживания механизмов" (СППТ / PMS) установлены основные принципы проведения освидетельствований с использованием систем мониторинга состояния. [8, 20, 26]

А именно:

п.1.2.2. о возможности продления периода между освидетельствованиями при применении мониторинга состояния;

п.2.2.1. (vii) о необходимости представления базовых данных контролируемых параметров;

п.2.2.2. (iii) о необходимости наличия на борту судна данных контроля состояния механизмов, в том числе, полученных при их разборке;

п.3.2.7. о возможности и целесообразности проведения проверочных испытаний.

Международная Организация по Стандартизации (ISO) разработала огромный комплекс стандартов, связанный с мониторингом состояния и диагностикой машин. В России введены межгосударственные стандарты ГОСТ Р по методам контроля и диагностирования машин, которые на практике представляют собой точные переводы международных стандартов ISO. [26, 27]

Исследование отечественных и международных стандартов, регулирующих требования к системам мониторинга, позволяет выделить наиболее значимые из них:

ГОСТ 27518-87 Диагностирование изделий. Общие требования.

ГОСТ 26656-85 Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования.

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.

ГОСТ Р 30848-2003 Диагностирование машин по рабочим характеристикам.

ISO/CD 13372 Condition monitoring and diagnostic of machines - Vocabulary.

ISO/CD 14830 Condition monitoring and diagnostic of machines - Tribology based monitoring and diagnostic.

ISO/CD 13381 Condition monitoring and diagnostic of machines - Prognostics.

ISO/DIS 17359 Mechanical vibration - Condition monitoring and diagnostics of machines - General guidelines.

ISO/DIS 13380 Condition monitoring and diagnostics of machines - Use of performance parameters.

ISO/DIS 13373 Condition monitoring and diagnostics of machines - Vibration condition monitoring of machines.

Кроме перечисленных, имеются стандарты ISO и ГОСТ Р, которые определяют методы и виды неразрушающего контроля и диагностики [39-41].

Важно отметить, что обучение и аттестация специалистов в области технической диагностики и неразрушающего контроля принимает все большее значение. Это связано с введением УТЗ17 МАКО «Процедурные требования к поставщикам услуг», которые уделяют большое внимание вопросам обучения и сертификации специалистов.

В ходе исследования стандартов ИСО и ГОСТ Р были проанализированы вопросы, касающиеся условий и процедур контроля состояния, диагностики и оценки технического состояния машин на основе измерений параметров, связанных с эксплуатационными характеристиками, техническим состоянием и безопасностью механизмов судовой механики.

Всё вышеуказанное свидетельствует об актуальности введения в практику надзора за судами, поднадзорными РС и РКО использования достоверных показаний переносных и встроенных диагностических систем и приборов. Важным фактором является то, что еще в 1988 году Российский Морской Регистр Судоходства ввел согласованный отраслевой стандарт РД 31.20.50-87 "Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Основное руководство", которым предписывал использование результатов контроля технического состояния судовых механизмов при освидетельствовании судов. Это имеет большое значение для обеспечения качества и безопасности услуг, предоставляемых в этой отрасли. [16]

Внедрение раздела 7 "Схема планово-предупредительного техобслуживания механизмов (СППТ)" в Правила классификационных освидетельствований судов и требований к системам мониторинга открывает возможности для эффективного надзора за техническим состоянием судов. Резолюция МАКО Z-27 Condition Monitoring and Condition Based Maintenance дополнительно развивает Схему планово-предупредительного техобслуживания механизмов (СППТ/PMS) и вступила в силу с 2020 года. [16]

Важным документом ИМО является Руководство по применению формализованной оценки безопасности (ФОБ). Оно подчеркивает необходимость создания систем классификационных освидетельствований, основанных на анализе и оценке риска. Такие системы могут быть разработаны только при наличии плано-предупредительного техобслуживания, включающего контроль рабочих характеристик и определение диагностических параметров. Мониторинг технического состояния объектов надзора играет важную роль в предупреждении возникновения отказов на ранней стадии и позволяет вносить коррективы в схему технического обслуживания для снижения риска. [8, 27]

Заключение

Современные системы мониторинга технического состояния судовых дизелей тесно связаны с развитием систем автоматизации СДУ. Рассматриваемые тенденции в организации их эксплуатации и технического обслуживания указывают на увеличение коммуникации и обмена информацией между персоналом судна, владельцем и производителем двигателя. Также наблюдается расширение функций дистанционной технической поддержки в режиме реального времени. Все эти меры направлены на оптимизацию периодов технического обслуживания и снижение затрат путем предотвращения преждевременных сбоев двигателя и своевременного обслуживания для предотвращения серьезных поломок.

В отрасли имеются все правовые предпосылки для их внедрения в рамках Схем плано-предупредительного техобслуживания механизмов (СППТ/PMS) на основе Резолюции МАКО Z-20 и системы Condition Monitoring and Condition Based Maintenance на основе Резолюции МАКО Z-27.

Для практической реализации рассматриваемой концепции требуется создание информационных систем, отвечающих соответствующим требованиям Правил классификационных освидетельствований судов и указанных резолюций.

1. Правила классификации и постройки морских судов. Часть I. Классификация. РС, Санкт-Петербург, 2023 г.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Часть VII. Механические установки. РС, Санкт-Петербург, 2023 г.
3. Правила классификации и постройки морских судов. Часть XV. Автоматизация. РС, Санкт-Петербург, 2023 г.
4. Правила классификации и постройки судов. РКО, Москва, 2023 г.
5. Шишкин В.А. Роль современных информационных технологий в развитии технической эксплуатации судовых энергетических установок. Труды международной научно-практической конференции Безопасность водного транспорта, том 4/// СПб. ИПЦ СПГУВК, 2003, - с. 221-225.
6. А.А. Иванченко, Д.Е. Бурков. Предпосылки и перспективы использования достоверных показаний встроенных диагностических систем и переносных средств при эксплуатации механического оборудования судов. Труды научно – методической конференции молодых научных сотрудников СПГУВК 1-7 июня 2005г. Том I. Водные пути, гидротехнические сооружения, портовая техника, электромеханика, судовождение и судостроение// СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2005 - с. 264-274
7. Ю.Н. Мясников. Надежность и техническая диагностика судовых машин и механизмов. Труды научно-методической конференции, посвященной 195-летию образования в области водных коммуникаций России, том 3/// СПб. ИПЦ СПГУВК, 2005,-с. 105-112/
8. Бюллетень изменений и дополнений №3. Раздел 7 “Схема плано-предупредительного техобслуживания механизмов (СППТ)”. Российский Морской Регистр Судоходства. СПб. 2002 г.
9. Иванченко А.А., Щенников И.А., Иванченко А.А. Проблемы эксплуатации судов с дизельными установками нового поколения и задачи по их совершенствованию. Вестник ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова. 2014. №5(27). с. 26-34.
10. Ю.Н. Мясников, А.А. Иванченко, Е.Н. Степыкин. Современные подходы и пути повышения безопасности транспортных судов и применением средств и методов диагностирования. Материалы международной научно-практической конференции.” Водный транспорт России: инновационный путь развития“ СПГУВК, 6-7 октября 2010 г. Книга II. СПб.: СПГУВК, 2011
11. Мясников Ю.Н., "Судостроение" № 5, 1974 г.
12. Блинов Э.К., Розенберг Г.Ш. Техническое обслуживание и ремонт по состоянию Справочник - СПб: Судостроение, 1992. -192 с.
13. Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и Диагностика роторных машин по вибрации – СПб: Изд. Центр СПбГМТУ, 2000, 159 с.

14. А.А. Иванченко, Д.Е. Бурков, В.Г. Митягин. Резервы повышения эффективности технической эксплуатации дизельных установок транспортных судов. Труды 11 - го международного научно-технического семинара "Исследование, проектирование и эксплуатация судовых ДВС" СПГУВК, 27 сентября 2007 г./ СПб.2008: ИПЦ СПГУВК, с. 136-142
15. Приложения к Руководству по техническому надзору за судами в эксплуатации. Приложение 3. Инструкция по использованию достоверных показаний встроенных систем и переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля при освидетельствовании объектов надзора судна. Российский Морской Регистр Судоходства, СПб. 2002 г.
16. РД 31.20.50-87 "Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Основное руководство". Москва, 1988 г.
17. А.А. Иванченко, Н. Б. Силаев. Основные тенденции развития и использования диагностических систем и приборов в процессе технической эксплуатации судов. Труды научно – методической конференции молодых научных сотрудников СПГУВК 1-7 июня 2005г. Том I. Водные пути, гидротехнические сооружения, портовая техника, электромеханика, судовождение и судостроение// СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2005 - с. 242-252
18. Ю.Н. Мясников, А.А. Иванченко, Никитин А.М. Информационные технологии в пропульсивном комплексе судна: - Монография. СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2013. - 403 с.
19. А.А. Иванченко, Д.Е. Бурков, В.Г. Митягин. Обеспеченность системы планово-предупредительного обслуживания судов с контролем состояния (СППТ/КС) диагностическими системами и средствами мониторинга технического состояния механизмов. Труды научно-технической конференции Молодых научных сотрудников СПГУВК июнь 2006 г.//СПб.: ИПЦ СПГУВК, 206 с.
20. П.А. Васин, А.А. Иванченко. Характеристики и опыт использования диагностического комплекса «Магистраль» для оценки технического состояния дизелей. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Санкт-Петербурга "Безопасность водного транспорта", СПб, СПГУВК, 2003
21. А.А. Иванченко, П.А. Васин, Д.Е. Бурков. Аппаратное и методическое обеспечение мониторинга и диагностирования технического состояния дизельных установок судов в рамках планово – предупредительной системы обслуживания с контролем состояния. СПб. 2008: ИПЦ СПГУВК, с. 130 -135
22. Колесов А.Г., Силаев Н.Б. Опыт эксплуатации и задачи по дальнейшему совершенствованию прибора ИРП-1 для безразборного диагностирования судовых дизелей. Труды научно-методической конференции, посвященной 195-летию образования в области водных коммуникаций России, том 3/// СПб. ИПЦ СПГУВК, 2005, - с. 72-78.
23. Никитин А.М. Диагностика электронных дизелей: - СПб: ГМА им. Адм. С.О. Макарова, 2004. - 60с.
24. Интернет ресурс: neotech-marine.ru
25. Интернет ресурс: npfmeridian.ru
26. ГОСТ 27518-87 Диагностирование изделий. Общие требования. Москва, 1987 г.
27. Z-27 "Condition Monitoring and Condition Based Maintenance". МАКО, 2018 г.

РАЗДЕЛ XXV. НАНОТЕХНОЛОГИИ

Помыткина Л.Ю., Швалев И.Р.

Цифровизация и ее влияние на экологию в 21 веке

Уральский государственный лесотехнический университет

(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-247

Аннотация

Влияние технологий в современном мире достаточно высоко. Практически в любой среде человеческой деятельности присутствуют научно-технические решения, которые невозможно было и представить, всего каких-то 30 лет назад. В данной статье рассматриваются тенденции развития информационных преобразований в цифровую форму; проанализированы достоинства и недостатки влияния цифровизации на окружающую среду и экологическое пространство в целом.

Ключевые слова: цифровизация, экологические технологии, окружающая среда, экосистема.

Abstract

The influence of technology in the modern world is quite high. In almost any environment of human activity, there are scientific and technical solutions that could not have been imagined, just some 30 years ago. This article examines the trends in the development of information transformations into digital form; the advantages and disadvantages of the impact of digitalization on the environment and the ecological space as a whole are analyzed.

Keywords: digitalization, ecological technologies, environment, ecosystem.

Начало 21 века было ознаменовано временем научно-технического прогресса, который развивается стремительными темпами. Не прошло и половины века как «прорывные технологии» [1], вошли во все сферы человеческой деятельности и стали его неотъемлемой частью. В своем труде профессор и доктор технических наук Стахов Алексей Петрович относит к таким: компактные устройства коммуникации, голосовые помощники, основанные на искусственном интеллекте, интегрированные в каждый смартфон на земле, также массовую веб-персонализацию, направленную для получения информации, которая подходит к вашим предпочтениям; получило широкое развитие, так называемое, «кибер-пространство» – фриланс, обучение, инвестиции, бизнес-процессы и т.п.; появление интеллектуального программного обеспечения высокого уровня; компьютеризованная и персонифицированная медицина; управляемая с помощью компьютера сельское хозяйство; альтернативные источники энергии, «чистые технологии», гибридный транспорт; генномодифицированные организмы и продукты. Профессор выделил, «что 7 первых из 10 названных технологий имеют прямое отношение к информационной технологии» [1]. Неопровержим тот факт, что информатизация сыграла значимую роль в развитии современного общества, тем самым дав людям совершенно новые технологии, которые в свою очередь приведут к совершенно новому, общественному строю. Но будущее будет принадлежать обществу под главенством цифровизации.

Цифровизация представляет собой «современный общемировой тренд развития общества» [2], который основан на цифровых технологиях, внедряемых в разные сферы жизни и производства. И эта концепция широко внедряется во всех без исключения странах. Цифровизацию можно разделить на два направления – бытовая и производственная. Производственная цифровизация занимается сокращением монотонного физического труда для человека, организует и контролирует трудовые и производственные процессы и обеспечивает безопасность сотрудников компании. Допустим, простой рабочий идет на свое

место к станку, но почему-то включается сирена, а самому сотруднику сообщают о нарушении техники безопасности. Это «умная» система видеоаналитики заметила, что работник вошел в цех без каски, подала сигнал и спасла человеку жизнь. Бытовая цифровизация для многих людей стала понятной и привычной. К примеру, не так давно, ставшая популярной система «умный» дом или банальная сигнализация, которая сообщает о взломе. Также цифровизация касается инфраструктуры. В качестве примера, можно выделить компанию «Яндекс» и их приложение «Яндекс.Карты», в котором можно не только посмотреть есть ли на дорогах пробки, но и почитать комментарии других водителей. Благодаря цифровизации, многие аспекты современной жизни становятся намного проще и понятнее как для простых обывателей, так и для людей занятых профессиональной деятельностью.

Если рассматривать цифровизацию со стороны ее влияния на окружающий мир, то нельзя с полной уверенностью сказать, что она благоприятна или отрицательна. Цифровые технологии оказывают прямое и косвенное влияние на природу. «Хорошая сторона заключается в том, что цифровые технологии, такие как искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей и блокчейн, революционизируют подход к сохранению биоразнообразия, развитию чистой энергии и управлению стихийными бедствиями» [3].

В качестве примера можно сказать что искусственный интеллект во множество раз ускоряет разработку новых продуктов, которые не используют в себе опасных химикатов или материалов, которые могут навредить окружающей среде, также ИИ помогает оптимизировать производство, чтобы обеспечить круговой оборот выпускаемого продукта. В общих чертах, вышеперечисленное стимулирует экономику и повышают эффективность использования материалов при одновременном увеличении утилизации отходов производства.

Также благодаря развитию больших данных, с помощью своих алгоритмов могут применяться в широком спектре задач. К примеру, раннего предупреждения о стихийных бедствиях или же мониторинга и сохранения исчезающих видов растений и животных как на суше, так и в морях и океанах. Достигается это благодаря специальным инструментам сбора данных со спутников.

Можно выделить развитие блокчейн технологий. Из-за своей архитектуры он может обеспечить децентрализованное и в то же время постоянное управления природными ресурсами, например, потребление воды или электроэнергии.

Благодаря развитию альтернативных источников энергии происходит снижение потребления природных ресурсов, что положительно влияет на стабильность природных экосистем. Использование силы неисчерпаемых природных явлений или возобновляемых ресурсов поможет избежать истощения энергетических ресурсов, использование которых увеличивается с каждым годом. Примером может послужить использование ветра для работы ветрогенераторов, солнечный свет для солнечных панелей и т.д.

Изясняясь об отрицательном воздействии цифровых технологий на обстановку в окружающей среде, необходимо сказать, что оно весьма непростое. Все чаще и чаще множество ученых ведут дискуссии о коротких и длительных отрицательных последствиях цифровых технологий для окружающей среды. Согласно определенным сведениям «На долю одного только Google приходится примерно 40% выбросов CO₂ в Интернете, что объясняет, почему он считается крупнейшим источником загрязнения Интернета» [4]. По другим источникам на другие цифровые источники «приходится 4% мировых выбросов, что больше, чем выбросы от гораздо более обсуждаемых отраслей, таких как авиация» [5].

Из-за популяризации цифровизации, которое неминуемо привело к росту электронных гаджетов по всему миру, остро стоит вопрос об электронных отходах. По некоторым данным, отходы по типу: компьютеров, смартфонов, ноутбуков, электронных книг и т.д., считаются «самым быстрорастущим потоком отходов в мире», в следствии чего создает достаточно большую опасность для окружающей среды. Самым очевидным методом решения данной проблемы является переработка электронных отходов, но здесь не все так просто как на первый взгляд. Во-первых, для переработки требуется непосредственный контакт с отходами, в которых содержатся токсичные вещества, которые могут нанести непоправимый вред

здоровью. К примеру свинец может передаваться респираторным путем, что может вызвать рак легких. Также проблему для экологии приносит само создание электронных устройств, а именно их компонентов. К примеру, при создании смартфона требуется 16 из 17 редкоземельных металлов. В свою очередь добыча этих самых металлов сопровождается большими экологическими последствиями, такие как загрязнение почвы и воды химическими отходами во время производства, а также требует значительных затрат для обработки.

Для решения экологических проблем, связанных с цифровизацией, крупнейшие мировые компании разрабатывают и реализуют множество своих проектов. К примеру компания Microsoft учредила фонд климатических инноваций, для создания технологий по борьбе с парниковыми газами, а программа, названная «AI forEarth» предоставляет участникам доступ, к технологиям искусственного интеллекта и их облачному сервису. Другая крупная компания Apple, тоже преуспела в решении проблемы связанной с экологией. «С 2014 года его центры обработки данных работают с использованием 100% возобновляемых источников энергии, что, в свою очередь, позволило сократить выбросы парниковых газов на предприятиях компании на 54% во всем мире» [6].

В России вопрос экологического состояния окружающей среды тоже развивается. Многие ведущие российские компании представляют свои проекты по защите окружающей среды, многие из которых уже реализуются. К примеру, компания МТС и Российское экологическое общество запустили федеральную программу цифровизации вывоза и утилизации отходов. МТС разработала решение, которое позволяет регионам контролировать вывоз и утилизацию твердых коммунальных отходов с помощью цифровых сервисов. Комплекс позволяет не допустить появления несанкционированных свалок – любое отклонение отражается в системе. В перспективе система позволит прогнозировать загруженность полигонов и мусороперерабатывающих предприятий. Система автоматизирует формирование счетов, заключение договоров и расчёты с подрядчиками [7]. Но не только большие и влиятельные компании занимаются экологическими проблемами, так Екатеринбургская компания Агротехфарм, при сотрудничестве с Фондом содействия инновациям, производят умные вертикальные фермы круглогодичного выращивания овощей и фруктов без земли и пестицидов. Благодаря собственному программному обеспечению, внедрению искусственного интеллекта и особому методу выращивания через подачу питательных веществ к корням растений с помощью аэрозолей, создаются идеальные условия. Но это только часть проектов и разработок, которые реализуются прямо сейчас. Так фонд Сколково – организовал акселератор для технологических стартапов в области экологии, где лучшие проекты получают поддержку в реализации своих задумок [8]. Так что в ближайшем будущем на российском рынке можно будет увидеть множество новых компаний со своими стартапами по решению экологических проблем.

В век, когда современные технологии пробрались практически в каждую сферу человеческой деятельности, в том числе на экологию и окружающую среду в целом. Но нужно принимать к сведению тот факт, что данное влияние является двусторонним. При изучении данной статьи можно увидеть, положительные черты цифровизации, такие как упрощение многих сфер деятельности, к примеру, в быту, производстве и т.д. Но, к сожалению, есть и негативные последствия, которые требуют особого внимания к их решению. Множество стран и компаний проявляют инициативу в этом направлении, благодаря этому, со временем, множество проблем цифровизации будут нивелированы. Рассмотренные положительные и отрицательные стороны цифровизации, свидетельствуют о неминуемом прогрессе, который при должном наблюдении и своевременном решении проблем связанным с сохранением целостности окружающей среды и экологии, будет положительно влиять на все сферы человеческой жизни.

1. Стахов А.П. Десять прорывных технологий 21-го века и «золотая» информационная технология // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77- 6567, публ.15251, 24.04.2009

1. 2.Халин В.Г., Чернова Г.В., Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски// Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 2018
2. Секретарева К.Н. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ЭКОЛОГИЮ // Хроноэкономика. 2021. №1 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovizatsii-na-ekologiyu> (дата обращения: 20.06.2023)
3. Every Google search results in CO2 emissions. This real-time data viz shows how much (07.05.2018). Интернет-ресурс // URL: <https://qz.com/1267709/> (дата обращения 20.06.2023)
4. What's the carbon footprint of ... the internet? (12.08.2010). Интернет-ресурс // URL: <https://www.theguardian.com/environment/2010/> (дата обращения 20.06.2023)
5. Apple now globally powered by 100 percent renewable energy (09.04.2018). Интернет-ресурс // URL: <https://www.apple.com/newsroom/2018/> (дата обращения 20.06.2023)
6. МТС и Российское экологическое общество запускают федеральную программу цифровизации вывоза и утилизации отходов. – 2020.URL: <https://pg21.ru/news/68135/>(дата обращения: 24.06.2022)
7. 5 самых перспективных «зеленых» стартапов из России. – Текст: электронный // Экофера : [сайт]. – URL: <http://ecosphere-press.turbopages.org/turbo/ecosphere.press/s/2021/08/02/5-samyh-perspektivnyh-zelenyh-startapov-iz-rossii/> (дата обращения: 20.06.2023).

РАЗДЕЛ XXVI. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Чеботарь И.Т., Вахненко И.В., Басыня В.А.

Интеграция коммуникационных средств различных видов вооруженных сил для обеспечения совместных действий

*Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-248

Аннотация

Современные Вооруженные Силы могут вести военные действия во все более сложных геополитических и технологических условиях, в том числе в составе коалиционной группировки войск (сил) в любом театре военных действий. Для обеспечения взаимодействия между различными видами и родами, в том числе и армиями дружественных стран на первый план выходит проблема интеграции применяемых коммуникационных средств.

Ключевые слова: интеграция коммуникационных средств, Вооруженные силы, совместные операции, международная координация. Стандартизация коммуникации, коммуникационные платформы, совместимость, обмен информацией.

Abstract

Modern Armed Forces can conduct military operations in increasingly complex geopolitical and technological conditions, including as part of a coalition grouping of troops (forces) in any theater of military operations. In order to ensure interaction between different species and genera, including the armies of friendly countries, the problem of integration of the communication means used comes to the fore.

Keywords: integration of communication tools, Armed forces, joint operations, international coordination. Standardization of communication, communication platforms, compatibility, information exchange.

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются Вооруженные силы, является неэффективность взаимодействия между видами и родами Вооруженных сил при их совместных действиях при решении боевых задач за счет применения разнотипных средств коммуникации. Каждый вид и род Вооруженных сил имеет свои специфические коммуникационные средства, которые не всегда совместимы или не обеспечивают встречную работу между собой. Данная проблема остро встала при проведении контртеррористической операции в Чеченской республике. Различные виды и роды Вооруженных сил Министерства Обороны Российской Федерации, других силовых структур применяли свои средства связи. Это, в свою очередь, создало проблемы в планировании и проведении совместных операций.

Один из важных аспектов в этом контексте — это стандартизация коммуникационных средств. Различные виды и рода Вооруженных сил должны использовать одинаковые или совместимые стандарты средств связи и навигации, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие между ними. Для решения данной задачи требуется обеспечить совместную стандартизацию протоколов цифровых сетей, средств радио и спутниковой связи, навигации и др. Наличие унифицированных стандартов средств коммуникации позволит повысить качество при передаче информации между различными видами вооруженных сил.

Интеграция различных коммуникационных средств также требует развития совместных коммуникационных платформ. Это подразумевает разработку и внедрение программного обеспечения и оборудования, которые позволяют различным видам и родам Вооруженных сил взаимодействовать между собой. Такие платформы должны быть гибкими и легко

адаптируемыми к изменяющимся условиям боевой обстановки и изменяющимся требованиям системы управления.

Совместное применение вооруженных сил стран Организации договора коллективной безопасности для предотвращения попытки государственного переворота в Казахстане наглядно показало необходимость эффективно обмениваться информацией и координировать свои действия в рамках международных операций. Коммуникационные средства вооруженных сил дружественных стран также должны быть интегрированы между собой для обеспечения взаимодействия при решении совместных задач.

Радиосвязь: Интеграция радиосвязи различных видов и родов Вооруженных сил, включая международные, может быть реализована следующими способами:

- стандартизация (разработка и принятие единых стандартов связи для различных видов и родов Вооруженных сил и армий дружественных стран позволяет обеспечить совместимость и взаимодействие между различными радиосистемами);
- общие полосы частот (определение и использование общих полос частот для связи между вооруженными силами разных стран способствует более эффективному использованию радиоспектра и обеспечивает возможность встречной работы);
- совместимость радиостанций (использование радиостанций с поддержкой совместимых протоколов связи и шифрования облегчает коммуникацию между разными видами и родами Вооруженных сил и обеспечивает безопасность передаваемой информации);
- совместные учения и тренировки (проведение совместных учений и тренировок между разными видами и родами Вооруженных сил, а также с армиями дружественных стран позволяет получить опыт совместного взаимодействия в условиях реальных ситуаций);
- радиофункциональная совместимость с возможностью языкового перевода (разработка и применение переводчиков и мультязычных систем позволяет обеспечить коммуникацию на разных языках и облегчить взаимодействие между армиями дружественных стран.

Цифровые сети: Интеграция различных сетей связи, таких как локальные сети (LAN), глобальные сети (WAN) и сети данных, позволяет обмениваться информацией и данными между различными видами и родами Вооруженных сил.

Спутниковая связь: Интеграция спутниковых систем связи позволяет получать широкополосный доступ к интернету, видеоконференциям, геопозиционированию и другим коммуникационным услугам.

Интеграция спутниковой системы связи может быть осуществлена следующими способами:

- использование глобальных спутниковых сетей, таких как система Интернет-спутник (VSAT), позволяет вооруженным силам разных стран иметь доступ к широкополосному интернету, видеоконференциям и другим коммуникационным услугам;
- установление и подписание международных соглашений о спутниковой связи между странами позволяет обеспечить совместное использование спутниковых ресурсов и спектра частот, что способствует более эффективному использованию и распределению ресурсов спутниковой связи между вооруженными силами различных стран;
- создание и использование совместных спутниковых систем связи, которые обслуживают вооруженные силы разных стран, позволяет обеспечить лучшую совместимость и взаимодействие между спутниковыми сетями разных стран;

- разработка, использование и развитие специализированных спутниковых систем связи для определенных операций или группировок войск (сил) могут обеспечить более эффективную и надежную связь в рамках этих групп;
- организация и проведение совместных учений и тренировок с использованием спутниковой связи позволяет проверить и оптимизировать процессы коммуникации между различными видами и международными вооруженными силами;
- ретрансляция спутниковых сигналов между различными видами и родами Вооруженных сил может быть использована для обеспечения коммуникации и взаимодействия в регионах, где прямая связь ограничена или невозможна.

Автоматизированные системы: Интеграция автоматизированных систем, таких как интеллектуальные системы управления, позволяет улучшить совместную работу между различными командами и координировать их действия.

Интеграция автоматизированных систем различных видов и родов Вооруженных сил, включая международные, может быть осуществлена следующими способами:

1. Совместимость и стандартизация: Разработка и использование общих стандартов и протоколов для автоматизированных систем позволяет обеспечить их взаимодействие и совместимость.
2. Обмен информацией и данными: Установление механизмов обмена информацией и данными между автоматизированными системами различных видов вооруженных сил и странами позволяет координировать операции, обмениваться разведывательной информацией, планами действий и другими важными данными. Это может включать использование общих платформ или протоколов обмена данными.
3. Интеграция с другими системами: Обеспечение интеграции автоматизированных систем с другими системами вооруженных сил, такими как системы связи, разведки, контроля воздушного пространства и другие, позволяет улучшить синхронизацию и обмен информацией между ними.

Геопозиционирование и навигационные системы: Интеграция геопозиционирования и навигационных систем позволяет отслеживать положение и передвижение военных объектов и улучшить координацию действий.

Таким образом, интеграция коммуникационных средств различных видов вооруженных сил является критически важной для обеспечения совместных операций и международной координации. Это требует стандартизации коммуникационных средств и развития совместных коммуникационных платформ. Такие меры позволят повысить эффективность взаимодействия между различными видами и родами Вооруженных сил, в том числе и армиями дружественных стран и улучшить их способность к совместным действиям и международному сотрудничеству.

1. Каменщиков А.А., Олейников А.Я., Чусов И.И., Широкова Т.Д. Проблема интероперабельности в информационных системах военного назначения // Журнал радиоэлектроники. 2016. № 11. С. 16.
2. Кириленко Д.И. Выработка комплексных предложений по внедрению информационных и информационно-коммуникационных технологий в систему подготовки авиационных кадров // Санкт-Петербургский образовательный вестник. 2016. №2 (2).
3. Степанов Валентин Николаевич, Рыбаков Максим Александрович Информационные барьеры в коммуникациях и их преодоление в военных организациях // Верхневолжский филологический вестник. 2020. №3.

РАЗДЕЛ XXVII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Ильченко Я. А.

Моделирование демпфированного силового фильтра в среде моделирования QUCS

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-249

Аннотация

В программном комплексе моделирования аналоговых и цифровых схем QUCS смоделирован силовой демпфированный сетевой фильтр второго порядка. Получены временные диаграммы напряжений сети при работающей нагрузке без подключения фильтра и с подключением силового фильтра.

Ключевые слова: моделирование аналоговых и цифровых схем, QUCS, демпфированный силовой сетевой фильтр.

Abstract

In the QUCS software package for modeling analog and digital circuits, a second-order damped power filter was simulated. The timing diagrams of the mains voltages were obtained with a working load without filter connection and with a power filter connected.

Keywords: simulation of analog and digital circuits, QUCS, damped power line filter.

В трёхфазной электрической сети с нейтралью токи фаз гармоник кратных трём, т.е. с частотами 150 Гц, 300 Гц, 450 Гц и т.д., являются токами нулевой последовательности. Поскольку токи 6-й, 12-й и т.д. гармоник возникают только в случае наличия постоянной составляющей в токе сети, а её величина в сетях переменного тока общего назначения обычно очень мала, то данными чётными гармониками можно пренебречь. Можно также пренебречь 9-й гармоникой и более - высокими, поскольку их амплитуды, как показывает практика, более чем в три раза меньше амплитуды третьей гармоники. В свою очередь ток третьей гармоники может оказывать существенное влияние как на потери напряжения, так и – энергии, особенно в нейтральном проводнике. Это может привести к нарушениям работы оборудования. Кроме того возникновение токов третьей гармоники связано с наличием в распределительных сетях нелинейных и нестационарных нагрузок с относительно заметной величиной мощности искажений. К таким относятся разнообразные полупроводниковые преобразователи выпрямительного и инверторного типов, питающие современные электротехнологические установки, импульсные блоки питания компьютерных и оргтехнических систем, энергосберегающие осветительные приборы, являющиеся с учётом их массового использования относительно мощными источниками гармоник тока, если учитывать синхронность по начальной фазе импульсного тока при их работе. Поэтому, в сети 0,4 кВ с нейтралью становится актуальной задача уравнивания сети не только по отношению к токам основной гармоники, т.е. – частотой 50 Гц, но и по отношению к токам третьей гармоники. А, в этом случае, параметрическая адаптация сети строится не на основе идеи компенсации, т.е. – формирования тока, векторно компенсирующего ток нейтрали нагрузки с помощью «схемы Штейнмеца», а на основе идеи запираания тока третьей гармоники как в трёх контурах минимальных размеров, образуемых тремя частотными фильтрами нулевого сопротивления на частоте третьей гармоники, каждой фазой сети, нейтралью и нагрузкой, генерирующей третью гармонику, так и, – непосредственно, в цепи нейтрали с помощью частотного фильтра. Целью является - минимизации потерь и энергии, и напряжения на

токонесущих элементах сети. Т.е. в данном случае задача уравнивания сети с нейтралью фактически превращается в задачу режекции тока третьей гармоники. Если первая реализация идеи запирающего тока третьей гармоники на базе трёх контуров с тремя фильтрами нулевого сопротивления одновременно решает задачу компенсации реактивной мощности нагрузки, что имеет практическую значимость, то вторая реализация на базе частотного фильтра имеет два серьезных недостатка: на выводах фильтра, ввиду значительного сопротивления формируется напряжение третьей гармоники, величина которого равна величине напряжения генерируемой нагрузкой и которая может значительно превышать допустимые уровни относительно номинального напряжения. Ко второму недостатку можно отнести следующее: сопротивление катушки индуктивности фильтра должно быть незначительно, чтобы на основной частоте не создавать дополнительного напряжения смещения нейтрали. Это приводит к необходимости обеспечения требуемой емкости в десятки тысяч мкФ, что практически неосуществимо. Поэтому единственным реальным способом остается способ реализующий режекцию третьей гармоники.

Параметрически частотная режекция в контуре электрической цепи путём деления его на два контура осуществляется с помощью последовательно соединённых конденсатора и катушки индуктивности, настроенных в резонанс и, следовательно, создающих нулевое сопротивление для тока резонансной частоты, замыкающегося в контуре с источником тока резонансной частоты. Такое решение проблемы гармонических искажений в электрической сети на практике используется очень широко, особенно в сетях с напряжениями 10 кВ и более, где в виду высокой добротности элементов сети возможны опасные резонансные явления. Устройства частотной режекции на базе конденсаторов и катушек индуктивности, настроенных на резонанс напряжения на конкретных частотах, обычно – второй, третьей, пятой, седьмой, одиннадцатой гармоник, называют сетевыми силовыми фильтрами. Сетевые силовые фильтры, как пассивные электротехнические устройства двойного назначения, – и компенсации реактивной мощности нагрузок, и подавления гармонических колебаний напряжения сети неосновной частоты, нашли широкое применение в высоковольтных электрических сетях. В низковольтных распределительных сетях, уровня 0,4 кВ, сетевые силовые фильтры также могут быть успешно применены, для компенсации реактивной мощности нагрузки и подавления тока третьей гармоники в нейтрали.

Опыт работы сетевых силовых фильтров в электрических сетях, показал, что недемпфированный сетевой силовой фильтр может служить сам источником гармоники тока, в результате возбуждения его, как высокодобротной резонансной системы. Демпфирование сетевого силового фильтра вызвано двумя причинами: в области частот выше резонансной необходимо формирование нагрузки сети в виде активного сопротивления, чтобы обеспечивать энергетическое подавление и рассеивание высокочастотных помех тонального диапазона, возникающих в сети от действия разнообразных нелинейных импульсных нагрузок; в области частот близкой к резонансной необходимо предотвращение свободных колебаний собственной частоты сетевого силового фильтра, возникновение которых характерно для любых резонансных систем при воздействии нестационарных возмущений, в данном случае, – при наличии в сети нестационарных нагрузок. Также демпфирование необходимо для активных сетевых силовых фильтров.

Существует несколько принципиальных электрических схем силовых фильтров (рисунок 1). Для моделирования нам потребуется полное комплексное сопротивление $Z(i\omega)$, как функции текущей частоты ω , каждого сетевого силового фильтра, выделив при этом действительную – $R(\omega)$ и мнимую – $X(\omega)$ части полного сопротивления, получив для каждого

сетевому силовому фильтру эквивалентную схему в виде двух последовательно соединённых сопротивлений – активного R_Σ и реактивного X_Σ .

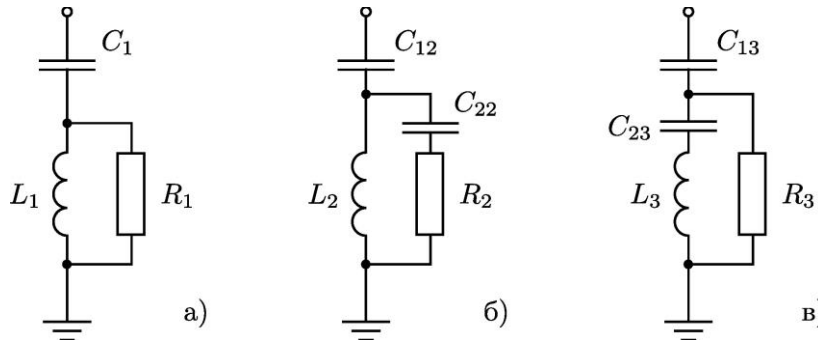


Рисунок 1. Принципиальные электрические схемы демпфированных сетевых силовых фильтров второго (а) и третьего (б, в) порядков.

Математическая модель демпфированного сетевого силового фильтра построена с помощью программы общего назначения для моделирования аналоговых и цифровых схем QUCS. Данная программа позволяет анализировать переходные процессы, вычислять напряжения и токи как функции времени, выполнять анализ Фурье и формировать частотные спектры. Принципиальная электрическая схема математической модели для исследования динамических характеристик фильтра приведена на рисунке 2, а один из вариантов для моделирования представлен на рисунке 3.

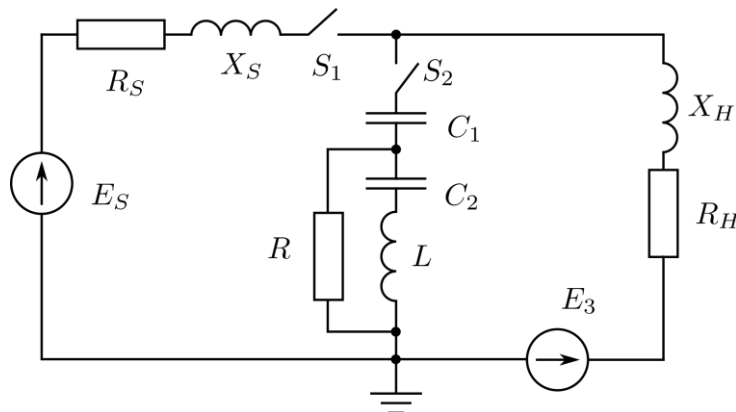


Рисунок 2. Принципиальная электрическая схема моделируемой системы «сеть – нагрузка – силовой фильтр».

Параметры модели следующие: ЭДС сети $E = 220$ В; ЭДС высшей гармоники E_v – переменная величина; активное и реактивное сопротивления сети $R_s = 0,2$ Ом; $X_s = 0,3$ Ом; активное и реактивное сопротивления нагрузки $R_H = 0,2$ Ом; $X_H = 3,0$ Ом; реактивное сопротивление конденсатора $C_1 = 4,8$ Ом (ёмкость 664 мкФ), что позволяет получить выдаваемую реактивную мощность величиной 10 квар.

Реактивное сопротивление X_{C_2} конденсатора C_2 и реактивное сопротивление X_L катушки индуктивности L равны по условию создания резонанса напряжения. X_L можно определить из выражения:

$$X_L = X_{C_1} \cdot \frac{3^2 q^2 + (3^2 - 1)^2}{3^2 q^2 (3^2 - 1)} = \frac{4,8 \cdot 9q^2 + 64}{72q^2} = \frac{0,6 \cdot q^2 + 7,11}{q^2}$$

где q – добротность контура, определяемая соотношением R/X_L .

В процессе моделирования получены следующие диаграммы (рисунки 4 - 5). Результаты моделирования показывают, что значения величин переходных процессов не превышают установившиеся значения более чем на 30% и не создают опасных перенапряжений. Диаграммы показывают, что амплитуда напряжения сети не увеличивается

более, чем на 10%. С этой позиции применение данного сетевого силового фильтра не опасно для сети.

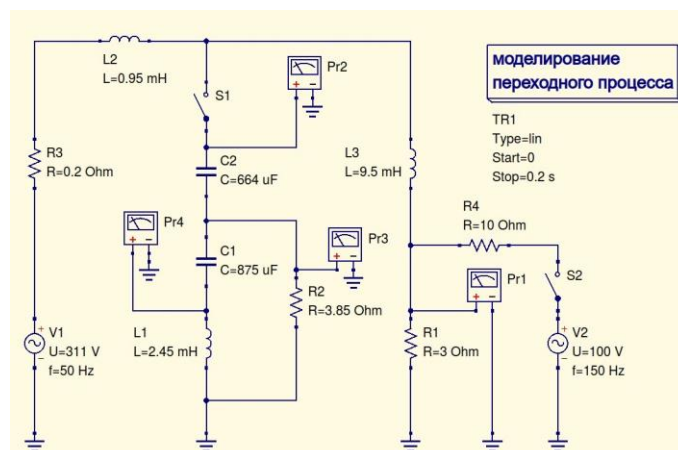


Рисунок 3. Вариант принципиальной схемы для непосредственного моделирования в программе QUCS.

В свою очередь из диаграмм напряжения на демпфирующем резисторе при работающей нагрузке видно, что амплитуда первого, самого опасного, импульса напряжения на демпфирующем резисторе не превышает 90 В. Поскольку его величина при этом достигает порядка 3,5 - 4,0 Ом, то импульс тока, проходящий через него не будет превышать 25 А, что необходимо знать для выбора резисторов и соответствующей коммутационной аппаратуры.

Важными результатами, полученным на модели являются зависимость величины напряжения на конденсаторе C_2 от величины добротности, что позволяет выбрать конденсатор C_2 с необходимым напряжением. Также расчёт рабочей мощности, рассеиваемой на демпфирующем резисторе, что позволяет выбрать данный резистор с установленной мощностью 150 Вт.



Рисунок 4. Временные диаграммы напряжения сети при работающей нагрузке после подключения сетевого силового фильтра (точки Pr1, Pr2).

Влияние демпфирующего резистора на сглаживание высших гармоник хорошо и наглядно подчёркивается осциллограммами, представленными на рисунках. Чем выше добротность, тем более чётче выражены высокочастотные составляющие в токе.

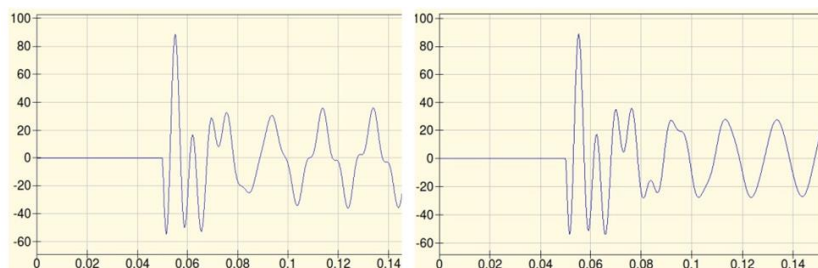


Рисунок 5. Временные диаграммы напряжения на демпфирующем резисторе при работающей нагрузке (сетевой силовой фильтр не подключен и после подключения, точка Pr4).

Приведенная модель позволяет реализовать устройство и использовать демпфированный сетевой силовой фильтр на производстве.

1. Надтока, И. И. Определение эффективности подавления высших гармоник тока нагрузки в электрической сети демпфированным силовым фильтром / И. И. Надтока, П. В. Осадчий, В. В. Тропин // Промышленная энергетика. – 2020. – № 8. – С. 10-16. – DOI 10.34831/EP.2020.48.57.002. – EDN YZSDDX.
2. Патент № 2351129 С1 Российская Федерация, МПК А01М 1/04. Мо-бильная электрооптическая установка для уничтожения летающих насекомых : № 2007149126/12 : заявл. 25.12.2007 : опубл. 10.04.2009 / Н. И. Богатырев, В. С. Газалов, А. Г. Григоренко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет". – EDN GIETFS.
3. Патент № 2316880 С1 Российская Федерация, МПК H02K 17/14, H02K 3/28. Статорная обмотка асинхронного генератора : № 2006113472/09 : за-явл. 20.04.2006 : опубл. 10.02.2008 / Н. И. Богатырев, В. Н. Ванурин, В. В. Лепе-тухин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – EDN KKNJXP.
4. Патент № 2417501 С1 Российская Федерация, МПК H02J 3/42, H02P 9/46, F25B 11/00. Способ управления асинхронным генератором при параллельной работе с сетью и устройство для его осуществления : № 2010119200/07 : за-явл. 12.05.2010 : опубл. 27.04.2011 / Н. И. Богатырев, Ю. П. Степура, А. С. Оськина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет". – EDN RLDWCL.
5. Методика расчета и результаты лабораторных испытаний асинхронного генератора с модулированной обмоткой статора / Н. И. Богатырев, О. В. Вронский, Я. А. Ильченко, Н. С. Баракин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 24. – С. 164-169. – EDN MWCMCJ.
6. Анализ и синтез параметров обмоток асинхронного генератора / Н. И. Богатырев, П. П. Екименко, А. В. Сеницын [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С. 33-35. – EDN IAYEMB.
7. Патент № 2336151 С1 Российская Федерация, МПК В23К 9/10. Ав-тономный источник питания сварочной дуги : № 2006146460/02 : заявл. 25.12.2006 : опубл. 20.10.2008 / Н. И. Богатырев, В. Н. Ванурин, Я. А. Ильченко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – EDN IXOZES.
8. Новые перспективы применения асинхронных генераторов для вет-роэнергетических установок и малых ГЭС / Н. И. Богатырев, А. С. Креймер, В. М. Семенов, Я. А. Ильченко // Промышленная энергетика. – 2006. – № 5. – С. 48-52. – EDN HTAYHR.

Панкин В.В., Соловьева Е.Б., Портной М.С.
Первый профессор электротехники в России

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
 (Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-250

Аннотация

Рассматриваются вопросы развития электротехнического образования в России на рубеже XIX-XX веков, которые связаны с некоторыми фактами биографии выдающегося

электротехника и педагога, второго выборного Директора электротехнического института России П. Д. Войнаровского. Научная и педагогическая деятельности первого профессора электротехники П. Д. Войнаровского составляют исторический этап развития электротехнического образования в России.

Ключевые слова: электротехника, профессор электротехники, электротехническое образование, электротехнический университет.

Abstract

The development of electrotechnical education in Russia at the turn of the XIX-XX centuries, which is connected with some facts biography of the outstanding electrical engineer, professor and the second elected Director of the Electrotechnical Institute of Russia P. D. Voinarovsky is considered. Scientific and pedagogical activities of the first professor of electrical engineering P. D. Voinarovsky make up the historical development stage of electrotechnical education in Russia.

Keywords: electrical engineering, professor of electrical engineering, electrical engineering education, Electrotechnical University.

На топонимической карте Санкт-Петербурга широко поименно представлены профессиональные группы народонаселения: военные, писатели, художники, архитекторы и т. д. От самого своего основания город является научным центром страны. Поэтому естественно широко представлены улицы ученых разных специальностей. Одна из лидирующих групп включает улицы с фамилиями ученых-электротехников (Шателена, Гаккеля, Лодыгина, Яблочкова, Графтио, Попова, Кржижановского). И если военные представлены в чинах от рядового до генералиссимуса, то электротехники – в довольно узком чиновном диапазоне: от коллежского асессора (полковник) до статского или действительного статского советника (генерал-майор). Такие гражданские чины присваивали ученым в звании профессора в XIX – начале XX века. Естественно, наиболее весомый вклад здесь от первого электротехнического института (ЭТИ) России, ныне СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (первые четверо в списке связаны с кафедрой электротехники, ныне кафедрой Теоретических основ электротехники). И странно отсутствие в этом списке первого российского профессора электротехники Войнаровского Павла Дмитриевича (рисунок 1), хотя несомненны его научные и педагогические заслуги, а также вклад в развитие электротехнического образования в России.



Рисунок 1 Фото П. Д. Войнаровского

В 2023 году исполняется 130-я годовщина присвоения первого в России профессорского звания по специальности электротехника Войнаровскому Павлу Дмитриевичу и 110 лет со дня его смерти. Раньше электротехническим образованием занимались профессора физики: И. И. Боргман, Ф. Ф. Петрушевский, Г. К. Мерчинг (первый преподаватель электротехники ЭТИ), академик Б. С. Якоби, а одним из организаторов электротехнических исследований был адмирал Иван Федорович Крузенштерн, руководитель первой российской кругосветной экспедиции. Под руководством адмирала создавали первые в мире электрические морские

мины, ставшие основой военно-морского щита Санкт-Петербурга во время Крымской (Восточной) войны 1853-56гг. [1, 2]. Отсюда, из Минных классов в Кронштадте пришёл в ЭТИ Попов Александр Степанович – изобретатель беспроволочного телеграфа (так называли радио при его жизни), будущий Директор ЭТИ Императора Александра III.

Первым профессором электротехники в России в феврале 1893 года (в должности «экстраординарный профессор») стал 27-летний Павел Дмитриевич Войнаровский, к этому времени получивший уже два высших образования (во Франции и в России) [2]. Впоследствии он окончил еще два высших учебных заведения (в Льеже, Бельгия и в Санкт-Петербурге). Образование дополнилось ознакомлением с электротехническими заводами, установками и учреждениями в Вене, Париже, Цюрихе, Кельне, Брюсселе, Льеже и Берлине, куда он был командирован Главным Управлением Почт и Телеграфов для совершенствования в электротехнике. Столь широкая образованность обеспечила молодому профессору широкий научный кругозор. В тоже время он получает опыт проведения инженерных работ, исполняет обязанности станционного механика в Управлении Городских Телеграфов в Москве и председателя экспертизы по отделу динамо-машин, аккумуляторов и измерительных приборов в Московском отделении Императорского Русского Технического Общества (ИРТО). Одновременно с этим ему было поручено составление проекта электрического освещения зданий Московского почтамта, Управления городских Телеграфов и Управления Почтово-Телеграфного округа, наблюдения за городскими электрическими установками [3]. В 1893-94 годах на старших курсах ЭТИ П. Д. Войнаровский читал лекции по передаче электрической энергии на расстояние, по телеграфии и железнодорожной сигнализации. К должности «ординарный профессор» П. Д. Войнаровский представлен в декабре 1903 года (120 лет тому назад). Ходатайство подавал Н. Н. Качалов – предшественник великого русского учёного А. С. Попова на посту Директора ЭТИ. Следующим Директором станет Павел Дмитриевич Войнаровский [4].

В период 1890-94гг., кроме служебной деятельности, П. Д. Войнаровский ведет активную научно-литературную работу, сотрудничая в новообразованных журналах «Электричество», «Почтово-Телеграфный журнал», «Технический сборник и Вестник Промышленности», «Электротехнический вестник». В редакционной статье «Электротехнического вестника» на правах редактора, кроме чисто технических вопросов, он дает представление о тяжелых условиях развития электротехники в России: «Заводов для приготовления машин, главнейших материалов у нас нет, инженеров-конструкторов мы пока не имеем». И тут же ставит программные задачи: «Прежде всего, озаботимся о том, чтобы у нас был достаточный контингент хорошо подготовленных как высших технических сил, так и техников-исполнителей и монтеров. Вот, по нашему мнению, с чего необходимо начать, чтобы не быть в зависимости от иностранных предпринимателей и вот те первые меры, которые должны быть приняты для развития русской электротехнической промышленности» [5]. Еще при его жизни трудами П. Д. Войнаровского, его коллег и последователей пробелы в высшем, среднем и начальном электротехническом образовании, в том числе и качественные, были устранены. А проблемы остались, они же обсуждаются и в наше время. После участия в работе Международного конгресса в Брюсселе по высшему Техническому образованию 1910 года П. Д. Войнаровский, будучи уже Директором ЭТИ, подаёт докладную записку своему непосредственному начальнику, Министру Внутренних дел. И здесь проблема сегодняшнего дня в изложении П. Д. Войнаровского звучит так: «... вырастает как бы сам собою вопрос: следует ли раздробить преподавание на ряд специальностей, подготавливая специалистов по той или иной даже узкой специальности, или рациональнее дать будущему инженеру более общее, так сказать, основное техническое образование, при посредстве которого он мог бы уже сам специализироваться в той или иной области техники. На этот вопрос конгресс не мог дать категорического ответа...» [3]. Эта проблема технического образования дискутируется до настоящего времени [6].

Крупнейшим вкладом П. Д. Войнаровского в учебный процесс на этом этапе следует считать «Теоретический и практический курс электротехники» в 3-х томах [7]. «Читая эти

создания, вы проникаетесь одухотворяющей прелестью веяний свежести, лаконичности, сухой строгости и чистоты, и остаётесь под сильным впечатлением личного обаяния незримого автора» [8].

Венцом его научных разработок стал знаменитый, необычно объёмный (995 страниц) и массовый по содержанию труд «Воздушные линии», напечатанный в 1905 году [9]. К этому времени за его плечами был осуществленный в 1898 году проект самой протяженной в Европе телефонной линии между Москвой и Санкт-Петербургом, проектирование и пуск первых трамваев в Смоленске, Ярославле, Курске, Харькове, Киеве, Кременчуге и в родном Севастополе. К проекту петербургского трамвая П. Д. Войнаровский привлекает своих учеников: А. А. Смуров участвует в запуске самой протяженной трамвайной линии до Ораниенбаума, а воспитанники и впоследствии преподаватели ЭТИ Г. О. Графтио с Я. М. Гаккелем сидят в кабине водителя при пуске первого петербургского трамвая.

В 1909 и 1910 годах, как дополнение к самому объёмному и массовому труду «Воздушные линии» П. Д. Войнаровским издаются «Подземные и подводные электрические линии», «Канализация электрической энергии и расчёт сложных цепей» [10]. Из Губернского управления г. Казани к П. Д. Войнаровскому обращаются за консультацией при обрыве подводного кабеля через Волгу. И он даёт самые тщательнее консультации. Наконец в 1912 году выходит один из важнейших и последний его труд «Теория электрического кабеля» [11].

В январе 1906 года, когда П. Д. Войнаровский стал Директором ЭТИ, аудитория № 1 недавно построенного Главного корпуса (сейчас аудитория 11-58) становится не только главной учебной аудиторией, но и центром проведения электротехнических съездов, научных конференций и семинаров, съездов выпускников института. Сейчас это подтверждается материалами и фотографиями того времени. На фотографиях непременно присутствует профессор П. Д. Войнаровский (рисунок 2).



Рисунок 2 Фото членов бюро Всероссийского съезда инженеров-электриков с коллегами, 26 февраля 1902 года (во втором ряду в центре – председатель бюро съезда, директор ЭТИ П. Д. Войнаровский)

П. Д. Войнаровский положил начало традиции съездов выпускников электротехнического института. Съезды открывались в Главной учебной аудитории №1, а завершались традиционно в ресторане «Медведь» (сейчас Театр эстрады имени Аркадия Райкина) на Большой Конюшенной улице. Здесь обычно отмечали премьеры центральных театров («... потом «Медведь», оркестра звуки, в бокале пенится вино...» [12]).

Последние дни первого и второго выборов Директоров ЭТИ имели много общего: А. С. Попов умер в январе 1906 (на 47-м году жизни) на следующий день после резкого разговора с градоначальником по поводу студенческих волнений, арестов и перерыва в занятиях. Общее мнение о ранней болезни и смерти П. Д. Войнаровского указывает в числе основных причин: нервные потрясения Директора института после ночных обысков в общежитии и аудиториях, хлопоты о продолжении занятий, работе студенческой столовой и не закрытии общежития, а также решение финансовых вопросов по текущим расходам и оборудованию учебных

помещений ЭТИ (бюджетных денег всегда не хватало). С архитектором и строителем Главного корпуса А. Н. Векшинским так и не удалось расплатиться до его смерти на 49-м году жизни в 1908 году. Всё эти невзгоды пагубно сказались на здоровье П. Д. Войнаровского. Операция в Германии по поводу рака гортани летом 1912 года результата не дала, и потерявший возможность говорить преподаватель и администратор подал в отставку. Скончался П. Д. Войнаровский 26 июня 1913 года, на 48-м году жизни.

Широко известны ученики Павла Дмитриевича, ставшие впоследствии директорами заводов и строителями электростанций: А. А. Смуров, В. М. Дмитриев, Р. А. Лютер, В. К. Горелейченко, Л. И. Шпергазе, С. А. Ринкевич, И. В. Егиазаров, а также коллега Учителя по профессорскому цеху М. А. Шателен. Все они под руководством будущего академика Г. О. Графтио стали основными участниками разработки и осуществления Плана ГОЭЛРО. Я. М. Гаккель – бывший студент П. Д. Войнаровского принимал участие в строительстве и эксплуатации первой гидроэлектростанции на вечной мерзлоте, занимался проектированием и строительством первых российских самолётов и тепловозов. Создатель первой лампы накаливания и завода по электрохимическому производству вольфрама, хрома и титана, А. Н. Лодыгин был привлечен к преподаванию в ЭТИ курса электрохимии и к заведыванию кафедрой химии именно Павлом Дмитриевичем.

По воспоминаниям современников, в памяти коллег и учеников всегда оставался личный образ П. Д. Войнаровского: внешне красивый, очень элегантный, аккуратный, точный и предельно скромный.

В истории электротехники навсегда останутся памятные слова профессора П. Д. Войнаровского, которыми он завершал свое приветственное сообщение «О развитии электротехники», неоднократно прерываемое аплодисментами, на II съезде выпускников ЭТИ в 1910 году: «Преклонимся же перед той наукой, которая дала нам возможность раскрыть эту силу и направить её на верный путь. Преклонимся перед той практикой, которая сумела, пользуясь указаниями науки, вырастить из хрупкого ребёнка могучую богиню силы и культурного прогресса» [13].

1. Панкин В. В., Соловьева Е. Б. Первая в России кафедра электротехники: от технического училища до электротехнического университета // IN MEMORIAM: ВАСИЛИЙ АНДРЕЕВИЧ АНДРЕЕВ: сборник памяти В.А. Андреева. – Ульяновск: УлГТУ, 2018. – С.138–153.
2. Панкин В. В., Соловьева Е. Б. К 125-летию первой в России кафедры электротехники // Синтез, анализ и диагностика электронных цепей: Международный сборник научных трудов / Под ред. В.В. Филаретова. – Ульяновск: УлГТУ, 2016. Вып. 13. С.247–259.
3. Подлинное «личное дело» П. Д. ВОЙНАРОВСКОГО. ГИАЛО / Государственный Исторический Архив Ленинградской области/. Архив Электротехнического института Императора Александра II. Фонд №990. Связка 214. Дело №2728/7. Год 1895. 203 по описи документа на 363 л.
4. Сборник: «25 лет Электротехнического института Императора Александра III. 1886-1911 г.г.» С.-Петербург. 1914. С. 549-551.
5. Журнал: Электротехнический вестник. 1898. № 49. С. 6.
6. Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б., Чернышев Э. П. Введение в теоретическую электротехнику. Курс подготовки бакалавров. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 288 с.
7. Войнаровский П. Д. Теоретический и практический курс электротехники, ч. I. Основные сведения из высшей математики, необходимые электротехнику. С.-Петербург: Изд. К. Л. Риккера. 1897. 192 с.
8. Белоцерковский Я. Т., научный рук. Манойлов В. Е. Профессор Павел Дмитриевич Войнаровский (1866-1913) и его роль в развитии электротехники в России // Доклад-монография на III НТК студентов Ленинградского Электротехнического института им. В. И. Ульянова (Ленина) 28 октября 1949.
9. Войнаровский П. Д. Воздушные электрические линии. Теоретическое и практическое руководство для студентов, техников и инженеров. С.-Петербург: Лит. Издание Электротехнического института Имп. Ал. III. 1905. 995 с.
10. Войнаровский П. Д. Устройства подземных и подводных электрических линий. С.-Петербург: Изд. Издат. комиссии студентов Электротехн. института. Лит. 1909. 239 с.

11. Войнаровский П. Д. Теория электрического кабеля. С.-Петербург: Изд. Издат. комиссии студентов Электротехн. инст. Лит. 1912. 200 с.
12. Тэсс Т. Н. Друзья моей души. Мемуары и биографии. Москва: Изд. «Известия». 1982. 332 с.
13. Нива, Иллюстрированный журнал литературы и современной жизни. С.-Петербург: Изд. Товарищества А. Ф. Маркс. 1912. № 1. С. 18.

Andrushchuk S.P.¹, Gubanov Yu.A.²
Unified Power Systems Engineering of Mobile Technical Objects

¹ *Marine Control Systems LLC*

² *Saint Petersburg State Marine Technical University*
(Russia, St. Petersburg)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-251

Abstract

Currently, the focus on the integration of technical objects is one of the recognized trends in the development of most areas of technical sciences. The ideas of horizontal and vertical integration tested in shipbuilding are considered. In particular, the ideas laid down in the concept of electric propulsion, a unified power systems engineering and an electric ship, which have a high scientific potential and should become a theoretical and practical basis for improving the power systems engineering of various mobile technical objects.

Taking into account political realities and market conditions, first of all, it is suggested to use the expressed proposals for creation and improvement of on-board power systems engineering for a line of unmanned uninhabited objects (in the future covering the needs of aircraft, marine underwater and surface vehicles).

Keywords: electric mobile technical object, electric propulsion, unified power systems engineering.

Аннотация

В настоящее время направление на интеграцию технических объектов является одной из признанных тенденций развития большинства областей технических наук. Рассмотрены апробированные в кораблестроении идеи горизонтальной и вертикальной интеграции. В частности идеи, заложенные в концепции электродвижения, единой электроэнергетики и электрического корабля, которые имеют высокий научный потенциал и должны стать теоретической и практической основой для совершенствования электроэнергетики разнообразных подвижных технических объектов.

Учитывая политические реалии и конъюнктуру, в первую очередь предлагается использование высказанных предложений для создания и совершенствования бортовой электроэнергетики для линейки беспилотных необитаемых объектов (в перспективе охватывающей потребности летательных, морских подводных и надводных аппаратов).

Ключевые слова: электрический подвижной технический объект, электродвижение, единая электроэнергетика

Introduction

Currently, the focus on the integration of technical objects is one of the recognized trends in the development of most areas of technical sciences. At the same time, there are a large number of interpretations of the term “integration” itself. In this case, it is proposed to interpret it as “restoration of the whole”, which corresponds to the classical basic definitions of this term in fundamental sources [1-5].

Indeed, at the current stage, the development of science is associated with the fragmentation of the global task of research, which consists in its decomposition. Moreover, decomposition is used as a measure of reducing the dimensionality of the problem, that is, when the complexity of the technical object has increased.

Electric power system of the ship (vessel) and control system

As an example, studies in the field of ship power systems engineering are proposed

In a remote period of time, before the organization of electric power systems (EPS) on ships, the management of the electric power industry was carried out at the level of creating local automation systems, functional control devices and regulators. The creation of EPS led to the emergence of autonomous control systems (CS), the development of these systems has become a separate direction. The complexity of the EPS, primarily associated with the appearance of nuclear power facilities on ships (vessels), led to the comprehensive automation of ship technical means (TM) including functional complexes of the TMs:

- main power plant;
- electric power system;
- general ship systems;
- vessel movement and maneuvering systems, etc.

When organizing integrated control systems (ICS), their subsystems (i.e., the actual CS of TM) appeared to be closely interconnected at the level of exchange of common information, as well as at the energy level within the ICS, which led to the need to organize centralized power supply systems (CPS) based on a common energy resource as part of the ICS (Fig. 1).

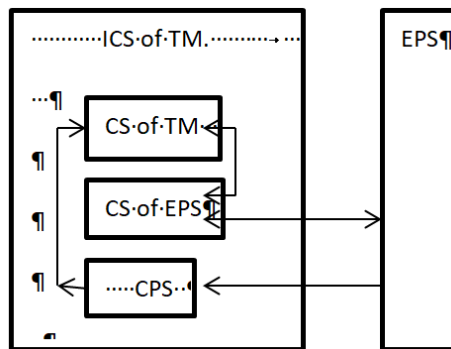


Figure 1. Information and energy communications of ICS of TM and EPS

The development of the CS of EPS as part of the ICS of TM of the vehicle with bringing to the stage of testing and delivery of ready-made ICS led to the fact that the CS of EPS for the first time meets the control object (CO) only on the ship (vessel), which creates additional difficulties.

The experience of creating the ICS showed that the CS of EPS turned out to be informationally and energetically connected with other CS of TM, CPS and EPS (as with the control object). At the same time, the fact that the CS of EPS (and in fact the instrument part of this system without the CO) was created as part of the ICS led to its disintegration at the level of CS – CO.

The process of integration of the CS of EPS is carried out at the level of creating a common information and energy space (Fig. 2). It was started with the creation of CPS and data exchange systems (DES) as part of the ICS. The CPS unified the power supply environment and ensured the management of its resources. Based on the digital presentation of information, the DES provided data exchange using high-speed digital interfaces. This led to the horizontal integration of systems from the ICS.

The digital presentation of data from the CO (EPS) is based on the digital processing of instantaneous values of electrical parameters taken from measuring transformers and shunts of EPS equipment. The exchange of information through digital channels between the instrument part of the CS and the EPS became the basis for the vertical integration of the CS of the EPS.

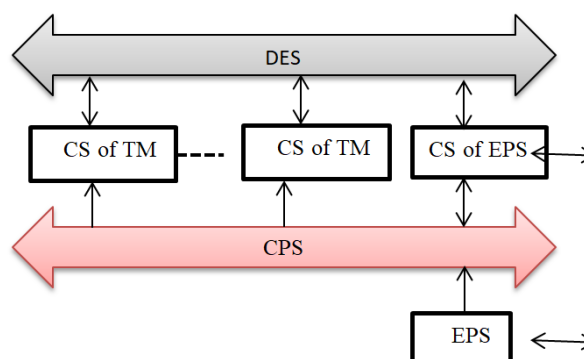


Figure 2. Horizontal and vertical integration of EPS with CS.

Unified power systems engineering on ships. Electric ship

Another specific example of significant importance within the framework of the topic under consideration is the approach to the organization of EPS in shipbuilding. Since the ship (vessel) in its main operating condition is not connected in any way with the coastal power systems engineering or with the EPS of other ships (vessels), it can be defined as an autonomous object. Hence, its EPS is defined as autonomous. The development of electric propulsion means led to the formation of two electric power facilities on the ship (vessel) at the same time: an autonomous EPS for the power supply of the ship's (vessel's) own needs and an electrical propulsion installation (EPI). The idea of creating an EPS, combined with the power industry of EPI, immediately arose, we note that this idea turned out to be very difficult to fully implement.

The EPS combined with the EPI is called the unified electric power system (UEPS) of the ship (vessel). Until recently, the idea of a unified power industry was illustrated by the example of a port vessel – a floating crane, where no crane equipment is used when moving the vessel along the port water area, which makes it possible to use the resources of the UEPS for the needs of the EPI, and vice versa – when the crane equipment is in operation, there is no need to use the EPI, which makes it possible to use the resources of the UEPS to meet the needs of the crane. This use of the UEPS is based on the distribution of electricity resources over time rather than on the implementation of integration ideas. Rather, we can talk about the UEPS of a diesel-electric submarine, where the battery fully provides both the electric propulsion systems and the ship's own needs when it is in an underwater position.

Nevertheless, the ideas of integration in practice were embodied in the UEPS and surface ships and vessels. To date, a significant number of facilities have been created and put into operation: hydrographs, rescuers, transport and search vessels, icebreakers, where the common resource of the UEPS is involved in all modes of operation of the vessel. But the full embodiment of the ideas of integration is achieved in the concept of an electric ship, developed, first of all, in military shipbuilding, where the appearance of energy-intensive systems of naval weapons that require power supply from the UEPS is expected.

Electrical mobile technical objects

The technical approach to the organization of electric propulsion of ships, to the creation of unified electric power systems for marine mobile autonomous objects and to the development of the concept of an electric ship is promising, and, in the near future, can be adopted as a basis for improving the energy of other heterogeneous mobile technical objects. Taking into account political realities and market conditions, first of all, we can primarily talk about creation and improvement of on-board power systems engineering for a line of unmanned uninhabited objects (in the future covering the needs of aircraft, marine underwater and surface vehicles).

The fundamental idea of the organization of energy “Electric remotely piloted vehicle” is illustrated by Fig. 3.

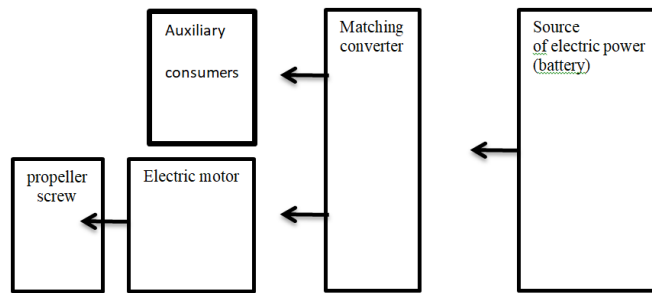


Figure 3. Power systems engineering of mobile technical objects on the example of the option with the conventional name “Electric remotely piloted vehicle”

In Fig. 3:

Source of electric power (battery). Versions:

The traditional option is to install rechargeable batteries (RB). It is a simplified version of the unified power systems engineering of a diesel-electric submarine.

An innovative option is the organization of an electrochemical generator (ECG), providing for the installation of fuel cells provided with a hydrogen fuel storage system when obtaining an oxygen oxidizer from atmospheric air or (if necessary) providing for the additional creation of an oxygen storage system.

Simplification lies in the absence of the need to place maintenance and charging systems for RB or ECG at the unified power systems engineering facility, which are also created in each new project, but they are not presented in Fig. 3 as they are not supplied to the object.

1. Matching converter: generates voltage with the parameters necessary to power the electric motor and auxiliary consumers placed at the facility based on technological needs.
2. The electric motor is designed to rotate the screw within a predetermined speed range. A mechatronic device, electric drive system, etc. can be encoded under the word “electric motor”.
3. Auxiliary consumers include electronics and mechanisms of the object.

At first glance, the task of implementing the scheme shown in Fig. 3 looks easily solvable, but in practice, given the existing weight and size restrictions, there are objectively great difficulties due to which such a scheme has not yet found wide application. It should be noted that the implementation of the scheme shown in Fig. 3 requires the work of specialists in the field of circuitry, as well as qualified system integrators. It is necessary to determine the type of current, in other words, to choose the “environment” in which the circuit components will operate. Thus, the matching converter, receiving DC voltage at the input, may turn out to be too complex and unsatisfactory in terms of weight and size, if it turns out that it needs to provide power to the AC motor. Conversely, the AC motor can be so compact and light that the shortcomings of the matching converter will be successfully compensated. Other combinations are possible to obtain a satisfactory layout of the circuit.

Conclusion

The tested integration ideas laid down in the concept of electric propulsion, a single electric power industry and an electric ship have a high scientific potential and should become a theoretical and practical basis for improving the electric power industry of various mobile technical objects.

Taking into account political realities and market conditions, first of all, it is suggested to use the expressed proposals for creation and improvement of on-board power systems engineering for a line of unmanned uninhabited objects (in the future covering the needs of aircraft, marine underwater and surface vehicles).

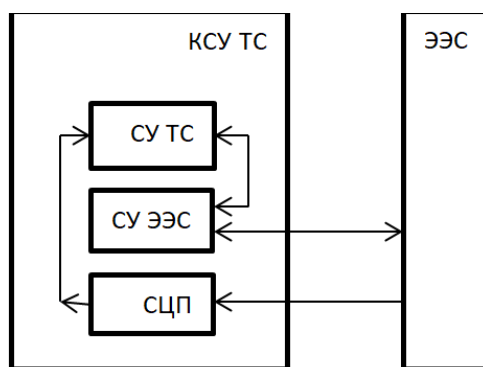


Figure 4

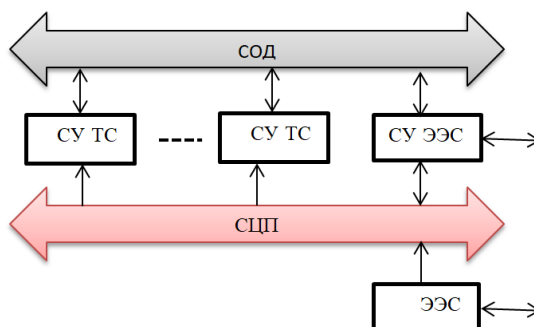


Figure 5



Figure 6.

1. Gubanov Yu.A. Principles of synthesis of ship intelligent integrated electrical systems // Third International Conference and Exhibition on Marine Intelligent Technologies: Conference Proceedings. Theses of papers. St. Petersburg: Morintech, 1999. P. 98.3-98.4.
2. Gubanov Yu.A. Digital Technologies in Ship Electrical Equipment // Information Management and Processing Systems: Scientific and technical bulletin. / Federal Research and Production Center "Avrora Scientific and Production Association". SPb, 2008. Issue 15. P. 3-12.
3. Gubanov Yu.A. Management of the electric power industry of ships // Information management and processing systems: Scientific and technical bulletin. / Federal Research and Production Center "Avrora Scientific and Production Association". SPb., 2005. Issue 9. P. 22-43
4. Gubanov Yu.A. On the path of integration – an electric ship // Power supply. Scientific and Technical Journal. Moscow, 2013, No. 2. P. 14-19
5. Gubanov Yu.A. Electrotechnical systems of ships and vessels: stages of development, automation. The concept of an electric ship // CONTROL ENGINEERING Russia. St. Petersburg, 2014. No. 3 (51). P. 24-27.

РАЗДЕЛ XXVIII. ЭНЕРГЕТИКА

Филиппов В.В.

Совершенствование конструкции теплообменных установок на основе методов интенсификации теплообмена

*Всероссийский институт научно-технической информации Российской академии наук
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-252

Аннотация

Рассмотрены направления по совершенствованию методов интенсификации теплообмена с целью разработки новых энергоэффективных теплообменных установок

Ключевые слова: интенсификация теплообмена, структурированные теплообменные поверхности, интенсификаторы теплообмена, микро-наноразмерные покрытия, теплообменные установки.

Abstract

Directions to improve heat transfer methods based on development of new energy-efficient constructions of heat exchanger units are considered.

Keywords: enhancement heat transfer, structured heat-exchanging surfaces, heat exchange intensifiers, micro- nanoscale coatings.

Снижение потребления энергоресурсов неразрывно связано с энергосбережением и ресурсосбережением. Одним из способов решения этой задачи является совершенствование конструкций теплообменных установок и аппаратов на основе проведения исследований с последующей разработкой эффективных методов интенсификации тепломассообменных процессов.

Рассмотрим некоторые способы интенсификации тепловых процессов, проанализируем преимущества и недостатки, а также дадим оценку наиболее перспективным из них. Известно, что технологии формирования термоконтантной (дискретно-шероховатой) поверхности на металлической поверхности интенсифицируют тепломассообменные процессы. Для формообразования такой поверхности необходимо, чтобы скорость подачи металлического листа достигала 1000 – 2000 мм/мин. (1).

Развитие технологий, способствующих интенсификации теплообмена в энергетических установках в различных областях промышленности, является одним из приоритетных направлений. Важное место среди них занимают пассивные методы управления теплообменом: лунки, ребра, уступы и т.д. Исследование теплообмена в плоских каналах с сотовой поверхностью показали, что интенсификация теплообмена происходит за счет отрывного турбулентного потока, а сотовая поверхность является вихрегеноератором-интенсификатором, что существенно увеличивает теплообмен при умеренном росте гидравлического сопротивления. Подробное численное исследование усиления теплообмена при размещении сотовой поверхности в плоском канале проведено при варьировании глубины сот и чисел Рейнольдса (Re) в диапазоне от 5000 до 15000. Установлено влияние отношения глубины к диаметру и числа Re на повышение теплоотдачи (2). Использование закрутки потока для интенсификации теплообмена с теплоотдающих поверхностей различных теплопередающих устройств позволяет увеличить критические тепловые потоки. Анализ результатов исследований по интенсификации теплообмена с помощью закрученных взаимодействующих потоков выявил зависимость, которая может быть использована для определения интенсивности теплообмена и кризиса теплоотдачи на выпуклых и вогнутых теплоотдающих поверхностях (3). Интерес вызывают исследования вихревой интенсификации теплообмена на

структурированных наклонными канавками поверхностях, которые показали экстраординарный рост относительной теплоотдачи (в десятки раз) в трубах с периодической накаткой упорядоченных выступов. Однако, при этом гидравлические потери значительно возрастают, что обуславливает низкую гидравлическую эффективность. Разработка луночной технологии, основанной на создании рельефов сферических лунок, которые являются поверхностями вихрегенераторами, позволило определить рост тепловой эффективности (до 2 – 3 раз) при турбулентном течении теплоносителя (4). Дальнейшие исследования позволили разработать профилированные овално-траншейные лунки (ОТЛ), с помощью которых можно перестроить и интенсифицировать вихревые структуры. Проведенные экспериментальные и расчетные исследования подтвердили явление аномальной интенсификации отрывного турбулентного течения воздуха и теплообмена при $Re = 10000$ на стенке узкого канала и пластины с нанесенными одно- и многорядными наклонными ОТЛ (5). Показано, что аномальная интенсификация отрывного турбулентного течения и теплообмена обусловлена растущим с уплотнением лунок перепадом статического давления между близкими зонами высокого и низкого давления. Кроме того, определена область повышения скорости потока над входом в лунки на уровне 10-15% высоты канала.

Проводятся многочисленные исследования по интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах с использованием интенсификаторов. Результаты численного моделирования с различными интенсифицированными поверхностями и геометрическими формами в условиях ламинарного течения вязких теплоносителей в трубчатом теплообменнике позволили определить оптимальные геометрические параметры поверхности трубы с интенсификаторами при минимуме гидравлических потерь. Доказано повышение коэффициента теплоотдачи в 1,8 – 2 раза по сравнению с гладкой поверхностью.

Анализ научно-технической литературы показывает, что одним из перспективных способов интенсификации процессов кипения и конденсации является применение гидрофильных и гидрофобных поверхностей. Лазерное текстурирование медных пластин до супергидрофильного состояния позволяет интенсифицировать теплообменные процессы в испарителе и конденсаторе теплообменных устройств с использованием низкокипящих жидкостей, таких как: тепловые насосы, турбины, холодильные машины. Так, например, повышение КПД в системах органического цикла Ренкина с регенеративным теплообменником может достигать 9,9%. Дальнейшее развитие получили разработки гидрофобных покрытий на основе микро- и наночастиц для интенсификации теплообмена в процессе конденсации водяного пара на трубных поверхностях. Новое наноразмерное покрытие представляет собой комбинированную структуру, состоящую из слоя наночастиц углерода, микрошероховатости и силиконового масла. Проведенные эксперименты показали, что при таком покрытии наблюдается рост средней теплоотдачи при конденсации на горизонтальной трубе в 2 раза. (7).

Исследования интенсификации теплообмена при пленочной конденсации насыщенного водяного пара на наклонной трубе проведено с использованием метода градиентной теплотрии. Показано, что максимальный средний коэффициент теплоотдачи получается при наклоне труб на 200, что превышает значение на вертикальной трубе на 14,9%. (8). Экспериментально доказано усиление теплообмена при кипении жидкости в емкости большого объема с помощью перфорированных ленточных ребер. Установка пяти перфорированных витых ленточных ребер на поверхности емкости показывает максимальное увеличение теплообмена на 28,7% по сравнению с плоской поверхностью (9).

В последнее время проводятся многочисленные исследования, связанные с эффективностью применения наножидкостей в энергетических установках, в циклах ГТУ, в том числе с промежуточным теплоносителем. Показано, что наножидкость на основе графитовых нанотрубок увеличивает эффективность работы прямоточного теплообменника до 2% в диапазоне температур до 500 С (10). Возможность применения наножидкостей с целью улучшения тепловых характеристик теплообменных устройств проверена и подтверждена в экспериментальных исследованиях. Так, например, наличие наножидкости с объемной долей 0,

04 в радиаторе с микроканалами позволяет улучшить тепловые характеристики на 5,8% и снизить общее тепловое сопротивление на 2,9% (11).

Переход с воздушного и водяного теплоносителя на углекислый газ для энергетических установок может обеспечить повышение энергоэффективности и снижение эмиссии вредных веществ при производстве электроэнергии, а также уменьшить массогабаритные характеристики тербомашин. Перспективным решением является переход к полузакнутым циклам Брайтона на диоксиде углерода со сверхкритическими параметрами, обеспечивающего высокую энергетическую эффективность и полное отсутствие эмиссии веществ и парниковых газов. Актуальной задачей является разработка компактного теплообменного оборудования для использования в этом углекислотном цикле. Теплообменники пластинчатого типа рассматриваются в качестве основного вида из-за высокой плотности рабочей среды и значительным перепадом температур. В связи с этим проводятся исследования по улучшению теплоэнергетических характеристик пластинчатых теплообменников. На основе анализа влияния формы каналов определено оптимальное полуэллиптическое вертикальное сечение, при котором достигается максимальное число Нуссельта (Nu) (12).

1. Коленчуков О.А. и др. Исследование технологии формирования термоконтактных поверхностей интенсификаторов тепломассообменных процессов. // Вестн. БГТУ (электронный ресурс), 2023, № 2, с. 94 - 101.
2. Барсуков Ф.В. и др. Влияние числа Рейнольдса и глубины сот на турбулентный теплообмен в плоском канале с сотовой поверхностью. // 7 Всероссийская научная конференция с элементами школы молодых ученых «Теплофизика и физическая гидродинамика», Сочи, 5 - 14 сент. 2022. Научная молодежная школа «Теплофизика и физическая гидродинамика: современные вызовы», Сочи, 5 - 14 сент. 2022. Тезисы докладов. Новосибирск, 2022, с. 13.
3. Болтенко Э.А. Интенсификация теплообмена в теплопередающих устройствах с помощью закрученных потоков. // 16 Минский межвузовский форум по тепло и массообмену. Минск. 16 - 19 мая 2022. Тезисы докладов и сообщений. Минск, 2022, с. 1008 - 1009.
4. Попов И.А. и др. Интенсификация теплообмена. Физические основы и промышленное применение интенсификации теплообмена. Казань. Центр и инновационных технологий. 2009, с. 559.
5. Исаев С.А. и др. Аномальная интенсификация отрывного течения и теплообмена в глубоких одно- и многорядных наклонных овално-траншейных лунках на стенке узкого канала и на пластине. // Теплообмен и гидродинамика в закрученных потоках: Материалы 8 Международной конференции. Москва, 18 - 21 окт. , 2021. М., 2021, с. 222 - 223.
6. Камалов Р.Ф. Моделирование теплообменных аппаратов с интенсифицированными поверхностями теплообмена при ламинарном течении вязких теплоносителей. Материалы 8 Международной конференции. Москва, 18 - 21 окт. , М., 2021, с. 225 - 227.
7. Кузма-Китча Ю.А. и др. Исследование локальной и средней теплоотдачи при конденсации на горизонтальной трубе с микро- и наноразмерным покрытием. // Тепл. процессы в техн. 2022, 14, № 11, с. 507 - 514.
8. Mityakov V. Et al. Gradient heat flux measurement in study of heat transfer for condensation of water vapour on pipes. // J. of Physics: Conference Series, 2020, 1565 (1), p. 012015.
9. Joshi Parimesh et al. Pool boiling heat transfer enhancement using perforated twisted tape fins. // Trans. ASME. J. Therm. Sci. and Eng. Appl. 2022, 14, № 6, p. 064501/1 - 064501/6.
10. Almuttaji S. et al. Effect of Multi-Walled Carbon nanotubes based Nanofluids on Marine Gas Turbine. // Intercooler Performance. Nanomaterials. 2021, 11, p. 2300.
11. Ye Mingzheng et al. Investigation on thermal performance of nanofluids in microchannel with fan-shaped cavities and oval pin fins. // Energy. 2022, 260, p.125000.
12. Ковалев Д.С. и др. Теплогидравлическая оптимизация формы каналов углекислотных пластинчатых теплообменников. // Материалы 8 Международной конференции. Москва, 18-21 окт. , 2021, М., 2021, с. 114 - 117.

РАЗДЕЛ XXIX. СТРОИТЕЛЬСТВО

Мяконьков В.Б., Шелякова Ю.В., Кочетова Н.В.

Разработка требований к зонированию и оснащению площадок для баскетбола 3×3 для привлечения к занятиям массовым спортом различных групп населения*Федеральный научный центр физической культуры и спорта
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-253

Аннотация

Публикация освещает необходимость разработки требований к проектированию площадок для баскетбола «3×3» с учетом природно-климатических и культурно-исторических особенностей регионов, а также возрастающей потребности в доступной инфраструктуре для занятий массовым спортом различных групп населения.

Организация спортивных площадок для баскетбола «3×3» в жилой застройке и парковых зонах способствует созданию полноценных условий для занятий физической культурой и двигательной активностью жителей всех возрастов и уровней подготовленности. Является действенной формой профилактики безнадзорности, вредных привычек в молодежной среде.

Ключевые слова: баскетбол 3×3; стритбол; функциональная зона; спортивно-технологическое оборудование

Abstract

The publication highlights the need to develop requirements for the design of 3 × 3 basketball courts, taking into account the natural and climatic, cultural and historical characteristics of the regions, as well as the growing need for accessible infrastructure for mass sports for various groups of the population.

The organization of sports grounds for basketball "3×3" in residential areas and park areas contributes to the creation of full-fledged conditions for physical education and physical activity of residents of all ages and fitness levels.

It is an effective form of prevention of neglect, bad habits among young people.

Keywords: basketball 3×3; streetball; functional area; sports and technological equipment

Актуальность исследования вызвана значительным ростом популярности такой двигательной активности, как баскетбол «3×3» у всех возрастных групп населения. Наряду с возрастающим интересом среди занимающихся, отмечается нехватка нормативных документов, регламентирующих проектирование и оснащение спортивно-технологическим оборудованием, обеспечивающим безопасные самостоятельные занятия физической культурой всех желающих.

Цель работы – выявить особенности проектирования плоскостных сооружений для баскетбола «3×3» на основе изучения существующих практик размещения площадок и установленного на них оборудования.

В процессе исследования были применены следующие методы:

- метод реферирования;
- метод аналогии;
- теоретический анализ;
- метод системного анализа;
- контент-анализ.

В процессе исследования была проанализирована практика реализации площадок для баскетбола 3×3 в различных субъектах Российской Федерации, выявлены основные производители спортивно-технологического оборудования, а также особенности эксплуатации данных площадок в различных регионах.

Предметом исследования в настоящем исследовании является открытая площадка, которая может быть использована как для массовой физической культуры, так и для проведения спортивных мероприятий различного уровня. Взлет популярности стритбола, как самостоятельного вида двигательной активности среди молодежи, студенчества, а также взрослого населения, привел к ярко выраженной потребности в развитии физкультурно-спортивной инфраструктуры в различных регионах Российской Федерации.

Общий объем рекомендаций по проектированию площадок для баскетбола 3×3 может быть условно разделен на два основных блока:

- подготовка основания площадки и укладка покрытия;
- установка спортивно-технологического оборудования.

Основание требует тщательной подготовки, поскольку его качество будет впоследствии влиять как на безопасность эксплуатации площадки в целом, так и на качество игры.

Для проведения спортивных мероприятий к покрытию площадки баскетбола 3×3 предъявляются требования, в части соблюдения значений таких параметров как:

- амортизационные характеристики;
- вертикальная деформация;
- отскок мяча;
- сопротивление скольжению;
- устойчивость к износу;
- устойчивость к механическим повреждениям при монтаже (сборка/разборка мобильных покрытий);
- стабильность линейных размеров;
- водопроницаемость покрытия.

Ряд параметров присутствуют в требованиях национальных стандартов. Например, в ГОСТ Р 55529 зафиксированы требования к амортизации, деформации, отскоку мяча и сопротивлению скольжению. Одновременно с этим, параметры устойчивости покрытия к износу (т.н. «истираемость покрытия»), устойчивости к механическим повреждениям при монтаже (сборка/разборка мобильных покрытий), стабильности линейных размеров и водопроницаемости покрытия, в указанный документ не включены, но требуют на наш взгляд внимания к себе [1]. Нормативные значения данных параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1

Отдельные параметры спортивных покрытий уличных площадок для баскетбола 3×3 и их значения, влияющие на сроки эксплуатации и безопасность игры.

| <i>Параметры / Характеристики</i> | <i>Значения показателей покрытия уличной площадки баскетбола 3×3</i> |
|---|--|
| <i>Устойчивость к износу по EN 5470</i> | $\leq 1,000$ мг; ≤ 4000 мг (для полимерных поверхностей) |
| <i>Нагрузка при качении по EN 1569 (для стационарных систем покрытия)</i> | Равномерная вмятина $\leq 0,5$ мм |
| <i>Износ при сборке/разборке (для мобильных покрытий)</i> | Отсутствие визуального износа |
| <i>Стабильность размеров по EN 13746</i> | $\leq 1\%$ |
| <i>Водопроницаемость по EN 12616</i> | ≥ 150 мм/ч |

Кроме обеспечения основной функциональной зоны – игровой площадки с покрытием и оборудованием – любое пространство для игры в баскетбол 3×3 должно иметь соответствующее своему уровню зонирование. Так, например, спортивная площадка для соревнований должна быть обеспечена следующими зонами:

- зона для спортсменов должна быть площадью не менее 30 м², в т.ч. не менее двух раздевалных по 10 м² каждая;

- зона зрителей, в т.ч. не менее 20 мест категории «VIP»;
- зона для размещения организаторов, переодевания артистов (талисманы, маски, группы чирлидинга) с ограниченным доступом;
- зона санузлов должна включать минимум по 2 санузла для посетителей каждого пола;
- зона СМИ для размещения оборудования и специалистов;
- техническая зона для размещения технологического и вспомогательного оборудования (освещение, озвучка, уборка и пр.)[2].

Выводы

Для населения различных регионов Российской Федерации игра в баскетбол 3×3 является преимущественной при выборе двигательной активности.

Действующие нормативные документы в части технического регулирования и стандартизации содержат недостаточно информации для проектирования и строительства стритбольных площадок.

При проектировании площадок для баскетбола 3×3 следует учитывать популярность данного вида двигательной активности и включать в нормативные документы требования не только к спортивной зоне, но и к вспомогательным пространствам, наличие которых обеспечивает возможность использования площадки как тренировочной, так и соревновательной.

Своды правил по проектированию требуют обновления в части, касающейся уличных площадок для баскетбола 3×3.

1. [1] ГОСТ Р 55529—2013 «Объекты спорта. Требования безопасности при проведении спортивных и физкультурных мероприятий. Методы испытаний».
2. [2] Правила вида спорта «Баскетбол» (Утв. Приказом Министерства спорта Российской Федерации от 16.03.2017 № 182, с изменениями, внесенными приказом 26 августа 2020 г. № 643).

Соколов Н.С.

Использование электроразрядной технологии при усилении основания реконструируемого объекта

*ЧГУ имени И.Н. Ульянова
ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-254

Аннотация

Реконструкция зданий и сооружений в стесненных условиях представляет собой сложную технологическую задачу, связанную с обеспечением безопасной эксплуатацией зданий окружающей застройки в зонах геотехнического влияния и надежной эксплуатации оснований фундаментов с использованием заглубленных железобетонных конструкций, таких как буроинъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям. Статья рассматривает случай реконструкции объекта общественного назначения с использованием электроразрядной технологии при усилении тела оснований фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ.

Ключевые слова: реконструкция, нагрузки, зона влияния, электроразрядная технология, сваи ЭРТ, несущая способность.

Abstract

Reconstruction of buildings and structures in cramped conditions is a complex technological task associated with ensuring the safe operation of buildings of the surrounding development in areas of geotechnical influence and reliable operation of foundation bases using buried reinforced

concrete structures, such as drilling piles performed using electric discharge technologies. The article considers the case of reconstruction of a public facility using electric discharge technology when strengthening the body of the foundations with the help of drilling piles EDT.

Keywords: reconstruction, loads, zone of influence, electric discharge technology, EDT piles, bearing capacity.

Реконструируемое здание состоит из пяти блоков: **Блок №1** в осях «1-4+А-Г», размеры в осях 18,63x18,0м, трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент- железобетонная плита.

Блок №2 в осях «4-12÷А/1-В/1», размеры в осях 42,855x15,16м, четырехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита. Покрытие чердака и перекрытие четвертого этажа на данный момент полностью демонтированы.

Блок №3 (рис.2) в осях «12-15÷А-К», размеры в осях 18,965x48,46м. трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом (частично, в осях «А-Е») и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями в осях «А-Е» и стальными колоннами и балками в осях «Е-К» с шарнирными узлами опирания ригелей и балок, и наружные стены из каменной кладки Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита в осях «А-Г» и железобетонный ленточный в осях «Г-К». **Блок №4** (рис.2) в осях «13/1-15÷К-Л», размеры в осях 11,32x15,62 м, четырехэтажный, с цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки, со стальными балками перекрытий, узлы опирания балок шарнирные. Перекрытия - над цокольным этажом - цилиндрические своды из керамического полнотелого кирпича по металлическим балкам, над остальными этажами - сборные железобетонные плиты. Фундамент - ленточный из кладки из известняка.

Блок №5 (рис.2) в осях «15-16÷А-К», размеры в осях 9,88x48,46м; одноэтажный, с подвалом в осях А-Г, цокольным этажом в осях А-К, надземным этажом в осях А-Е. Конструктивная система - неполный каркас с каменными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытие над цокольным этажом - сборные железобетонные плиты, покрытие - из асбестоцементных полых плит с заполнением минеральной ватой по металлическим балкам Фундамент - железобетонный ленточный под стены и отдельностоящий столбчатый под колонны.

При реконструкции здания в соответствии архитектурными объемно-планировочными решениями предполагалось изменение планировочной и конструктивной схемы здания и существенное увеличение нагрузок на фундаменты.

В геоморфологическом отношении участок расположен в пределах древнеаллювиальной террасы Клязьмо-Яузского протока. Поверхность территории участка на период проведения изысканий (1947-1990 гг.) характеризовалась абсолютными отметками 149,80-151,35м. По материалам ГБУ «Мосгоргеотрест» на период поведения изысканий **геолого - литологическое строение** участка на глубину пройденных скважин представляется в следующем виде: с поверхности до глубины 1,3-4,5м участок покрыт техногенными грунтами (t-Q_{IV}), представленными песками, с включением строительного щебня, обломков кирпича, щепы древесины и шлака, слежавшимися, влажными. Под техногенными грунтами залегают **верхнечетвертичные аллювиальные отложения (a-Q_{III}^{IK-J})** представленные в основном песками, реже суглинками, местами встречены прослой торфа. Пески желтые и желтовато-серые, мелкие, средней плотности, влажные и водонасыщенные Суглинки серые, иловатые, мягкопластичные. Торф встреченный в СКВ. №14-3608 г/с непосредственно под насыпью, сильно разложившийся, водонасыщенный. Мощность аллювиальных отложений составляет 1.5-2.7м. В скважине №2 встречены

моренные суглинки (g-Q_{II}^d). Суглинки коричневые, песчанистые, с тонкими прослоями водонасыщенного песка, с включениями гравия и гальки, мягкопластичные, мощностью 1,0 м.

Местами моренные суглинки размыты и аллювиальные отложения подстилаются **флювиогляциальной толщей окско-днепровского горизонта (f-Q_{II}^{o-d}),** представленные супесями и песками: Супеси - темно-коричневые и черные, пылеватые, слюдистые, пластичные, местами текучие; Пески - желтые и коричневые, средней крупности, неоднородные, с гравием и щебнем кремнистых пород, средней плотности, водонасыщенные. Полная мощность флювиогляциальных отложений составляет 5.8-7.0м., вскрытая мощность 4.7-5.8м. Под толщей четвертичных отложений на глубине 10.3-10.5м (абс. отм. 140.85-139.98) встречены отложения **верхней юры представленные волжским (J_{3v}) и оксфордским (J_{3ox}) ярусами.** Отложения **волжского яруса** представлены супесями черными, пылеватыми, слюдистыми с прослоями глауконитового песка, полутвердыми, мощностью 3,2м. Отложения **оксфордского яруса** представлены глинами черными, пылеватыми, слюдистыми с крупными фосфоритами и включениями обломков фауны, мощностью 6,8-10,1 м. **Каменноугольные отложения** развиты на глубине 20.4-20.5м (абс. отм. 129.88-130,85м) и представлены подсвитами: - измайловской (C_{3izm}), мещеринской (C_{3mse}), перхуровской (C_{3pr}), неверовской (C_{3nvr}), ратмировской (C_{3rt}). **Каменноугольная толща** представлена известняками трещиноватыми, мергелями и мергелистыми глинами, доломитами. Вскрытая мощность каменноугольных отложений составляет 10,6-35,0 м. Последовательность залегания, мощность и характер распространения геологических слоев приведены на геолого-литологическом разрезе (рис 1).

Гидрогеологические условия территории характеризуются распространением надъюрского водоносного горизонта. По состоянию на момент приведенных инженерно-геологических изысканий в 1947-1990 гг. **подземные воды надъюрского водоносного горизонта** вскрыты на глубине 1,3-5,4 м, абс. отм. 144,88-148,50 м. Водовмещающими породами являются аллювиальные и флювиогляциальные песчаные отложения. Водоупором служат верхние глины. Вскрытые на глубине 10,3-10,5 м (абс. отм. 139,98-140,85). Подземные воды в каменноугольных отложениях дренированы постоянно действующими откачками Метрополитена. **На территории реконструкции объекта выявлены инженерно-геологические процессы и явления:** **1. Карстово-суффозионная опасность участка:** В соответствии с «Картой опасности древних карстовых форм и совместно-суффозионных процессов» масштаба 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», ИГЭ РАН, Москва. 2012 г., 2-я редакция), участок расположен на потенциально опасной территории в отношении возможности проявления современных карстово-суффозионных процессов. **2. Подтопление территории и оползневые процессы:** В соответствии с «Картой оползневых явлений и подтопления подземными водами г.Москвы» Масштаб 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», НПП «Георесурс», 2011г. 2-я редакция) участок расположен на границе подтопленной территории с глубиной залегания грунтовых вод 1-3 м и периодически подтопляемой территории, с глубиной залегания грунтовых вод 3-5 м. Оползневые процессы и их проявления не отмечены. **3. Морозное пучение и глубина сезонного промерзания.** В соответствии с п. 5.5.3. СП 22.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты и учетом СП 131.13330.2017 «Строительная климатология» нормативная нагрузка сезонного промерзания грунтов d_{fn} на открытых площадках составляет: - для песков пылеватых и мелких: $d_{fn}=1,3$ м; - для песков средних, крупных и гравелистых: $d_{fn}=1,4$ м; - для крупнообломочных песков: $d_{fn}=1,6$ м. Физико-механические характеристики грунтов приведены ниже в табл. 1.

Согласно проекта реконструкции была полностью изменена конструктивная схема объекта. Если до реконструкции здание было построено в каркасе, то после реконструкции все внешние нагрузки воспринимались свайно-плитным фундаментом (см. рис. 2, 3, 4). При этом в опорных частях под колоннами запроектированы и устроены дополнительные

ступени (рис. 3, 4) во избежание продавливания бетона фундамента. Кроме того запроектированы и устроены противокарстовые буроинъекционные сваи.

Анализируя опыт устройства буровых свай на рассматриваемом объекте использованы буроинъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям – сваи ЭРТ. Эти сваи обладают максимальными значениями несущей способности на 1 куб/метр сваи и наиболее востребованы для работы в стесненных условиях [1-10, 11, 12].

На рис. 2,3,4 приведены план свай ЭРТ и характерные сечения. В зависимости от нагрузок и инженерно-геологических разрезов в плане использованы сваи ЭРТ разной длины – от 13,0 м до 17,0 м. Армирование их приведено на рис. 5.

Вся технологическая цепь производства свай ЭРТ на конкретном объекте ниже расписана в виде технологического регламента – алгоритма устройства буроинъекционных свай ЭРТ [11, 12].

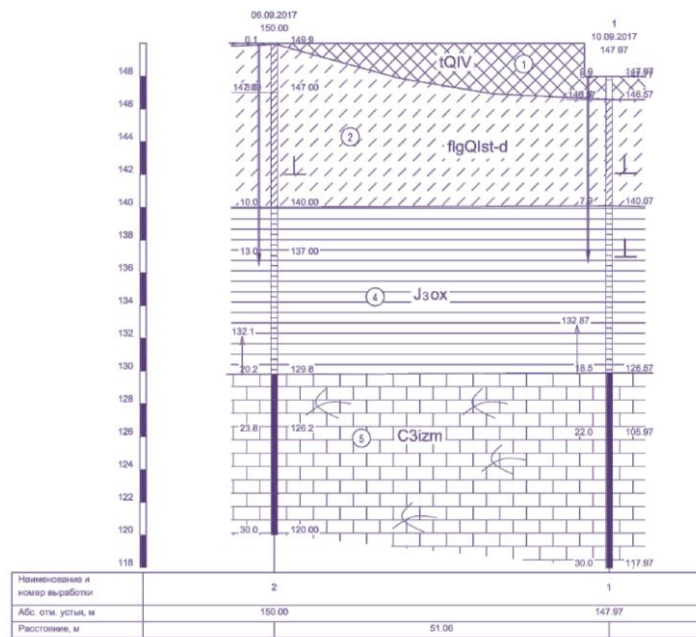


Рисунок 1. Характерный инженерно-геологический разрез

1 – песчано суглистые грунты со щебнем кирпича, бетона; 2 – супесь пластинчатая, пылеватая, с прослоями песка водонасыщенного; 3 – песок средней крупности, средней плотности, маловлажный; 4 – глины тяжелые, слюдистые, твердые; 5 – известняк средней прочности, сильнотрепещинчатый, водоносный.

Таблица 1

Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов

| Номер ШЭ | Краткая характеристика грунтов | Нормативные характеристики | | | | | | | | | Расчетные характеристики | | | Расчетные характеристики | | |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|----------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Плотность грунта, г/см ³ | Плотность частиц, г/см ³ | Влажность, д.е. | Коэффициент пористости, е | Показатель текучести, П | Угол внутреннего трения, град | Удельное сцепление, МПа | Модуль деформации, МПа | Rсж, МПа | При доверительной вероятности 0,85 | | | При доверительной вероятности 0,95 | | |
| | | | | | | | | | | | Плотность грунта, г/см ³ | Угол внутреннего трения, град | Удельное сцепление, МПа | Плотность грунта, г/см ³ | Угол внутреннего трения, град | Удельное сцепление, МПа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Техногенный грунт | Расчетное сопротивление Ro=150 кПа | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|-------|------|--------|----|-------|----|------|----|-------|------|----|-------|
| 2 | Супеси пылеватые, пластичные | 2,02 | 2,69 | 0,221 | 0,63 | 0,52 | 16 | 0,019 | 17 | 2,01 | 15 | 0,018 | 2,00 | 15 | 0,018 |
| 3 | Пески средней крупности, водонасыщенные, средней плотности | 2,00 | 2,65 | 0,147 | 0,65 | - | 19 | 0,001 | 28 | 1,98 | 33 | 0,001 | 1,96 | 32 | 0,001 |
| 4 | Глины твердые | 1,79 | 2,74 | 0,381 | 1,10 | -0,074 | 17 | 0,069 | 19 | 1,78 | 16 | 0,067 | 1,78 | 16 | 0,065 |
| 5 | Известняк средней прочности, прослоями прочный | 2,34 | - | 0,070 | - | - | - | - | 34 | 2,29 | - | - | 2,28 | - | - |

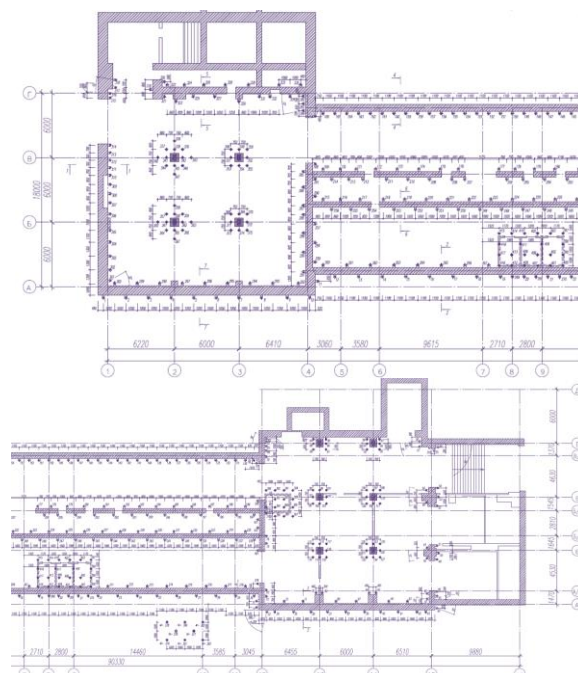


Рисунок 2 Схема расположения свай усиления в осях (1-16)/(А-Г).

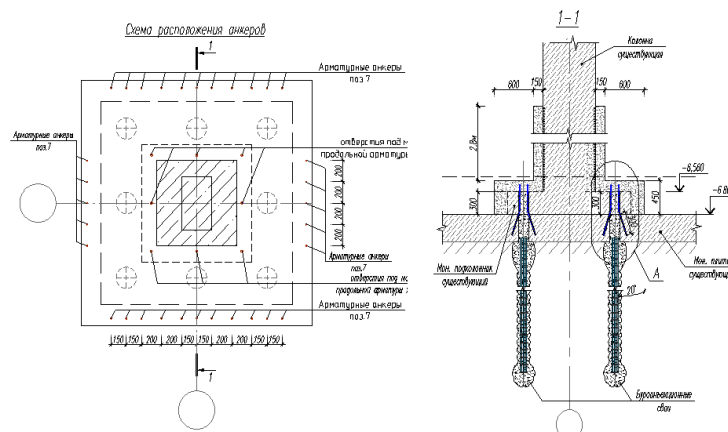


Рисунок 3 Схема усиления монолитного ростверка 1.

Выводы: Технология устройства буроинъекционных свай по электроразрядным технологиям является универсальной. Она широко используется как в новом строительстве, так и в капитальном ремонте, а также реконструкции объектов. Технологически все этапы производства свай ЭРТ достаточно серьезно разработаны. Весь комплекс работ объединен в единый технологический регламент, что позволяет на каждом цикле обеспечить высокое качество готовой сваи ЭРТ.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов С. 17–20.
2. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986. 301 с.
3. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
4. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
5. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
6. Hassiotis, S, Chamcau, J.L., Gunaratne, M. 1997. Design method for stabilisation of slopes with piles. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 123 (4). 314-323.
7. Lee, J.H., Salgado, R. 1999. Determination of pile base resistance in sands. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 125 (8). 673-683.
8. Mandolini, A., Russo, G., Veggiani, C. 2005. Pile foundations: experimental investigations, analysis and design. Ground Engineering 38 (9): 34-38.
9. Petrukhin, V. P. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction / V. P. Petrukhin, O. A. Shuljatjev, O. A. Mozgacheva // Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. - Prague, 2003.
10. Triantafyllidis, Th. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations. / Th. Triantafyllidis, R. Schafer // Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Madrid, Spain, 22-27 September 2007. Vol. - P. 683-688.
11. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им К.В. Иванова // Жилищное строительство. №4.2023. Стр. 70-75.
12. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буроинъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности // Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9. С. 66-70.

Соколов Н.С.

Подход решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай

*ЧГУ имени И.Н. Ульянова
ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-255

Аннотация

Известно, что несущая способность по грунту F_d любой сваи является основным показателем для целей восприятий повышенных нагрузок от надфундаментных конструкций. Для достижений повышенных значений F_d для большинства технологий устройства заглубленных конструкций основным направлением является или увеличение диаметра сваи или ее длины. Вторым подходом увеличения F_d является прогрессивная технология устройства буровых свай с помощью промежуточных уширений. В статье рассматривается третий подход устройства буровых свай повышенной несущей способности, основанной на совместной работе грунтоцементной сваи, сваи SFA (НПШ) и окружающего массива грунта.

Ключевые слова: буровая свая, несущая способность, грунтоцементная свая, электроразрядная технология, технология непрерывного проходного шнека SFA (НПШ), грунтобетонная свая (ГБС).

Abstract

It is known that the bearing capacity on the ground F_d of any pile is the main indicator for the purposes of perceiving increased loads from above-foundation structures. To achieve increased F_d values for most technologies of the device of buried structures, the main direction is either to increase the diameter of the pile or its length. The second approach to increasing F_d is the progressive technology of drilling piles using intermediate widenings. The article discusses the third approach of the device of drilling piles of increased load-bearing capacity, based on the joint work of a soil-cement pile, an SFA pile (NPSH) and the surrounding soil mass.

Keywords: drilling pile, bearing capacity, ground cement pile, electric discharge technology, SFA continuous through auger technology (NPSH), ground concrete pile (GBS).

Устройство буровых свай повышенной несущей способности F_d является важной геотехнической задачей при возведении зданий повышенной этажности. Для достижения этой цели важно максимальное использование совместной работы свай с грунтом, а также его фрикционных характеристик.

В настоящей статье рассматривается один из подходов устройства буровой сваи, являющийся синтезом 3-х геотехнических технологий: 1. **Get-технология** – устройство грунтоцементных свай согласно «СП 291.1325800.2017 Конструкции грунтоцементные армированные. Правила проектирования Москва. 2017»; 2. **Технология SFA** – устройство буроинъекционных свай с помощью непрерывных проходных шнеков (НПШ) в теле грунтоцементного массива вдоль его оси симметрии, как правило, диаметром не более 300 мм; 3. **Разрядно-импульсная технология устройства буроинъекционных свай.** Электрогидравлический эффект возникающий при обработке мелкозернистого бетона способствует внедрению его в грунтоцементный массив. Тем самым происходит более полное сцепление этих двух конструктивных элементов [1, 2, 3, 4, 5]. Это обстоятельство позволяет сконструировать принципиально новую заглубленную железобетонную конструкцию – **грунтобетонную сваю**.

Ниже на рис. 1 приведена принципиальная схема устройства этой сваи, в том числе на рис. 1 а – схема устройства буроинъекционной сваи SFA (НПШ) (поз. 2) внутри грунтоцементной сваи (поз. 1), а на рис. 1 б – схема устройства буроинъекционной сваи SFA (НПШ) (поз. 3) мелкозернистый бетон которой обработан с помощью электрогидравлической технологии и армирован пространственным каркасом (поз. 4), внутри грунтоцементного массива (поз. 1).

Заглубленная железобетонная конструкция – грунтобетонная свая приведенная на рис. 1 б в отличии от других типов имеет сложную конструкцию поперечного сечения. Несущим элементом служит электрогидравлически обработанная и армированная свая SFA (НПШ) (поз. 3). Ее несущая способность по наружной поверхности зависит от фрикционных характеристик грунтоцементной составляющей (поз.1) (см. рис.2).

Кроме того свая SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом работает как железобетонная свая трения по боковой поверхности с окружающим грунтом (см. рис. 3).

Таким образом, можно предложить следующий алгоритм определения несущей способности комплексной грунтобетонной сваи (ГБС):

1. Гипотеза о том, что произойдет срыв сваи SFA (НПШ) по контактной наружной поверхности под внешним воздействием сосредоточенной нагрузки N_I (см. рис. 2). При этом значения предельных сдвигающих сил по наиболее слабому бетону $N_{bxy,ult}$ (грунтоцементный массив) следует определить по формуле (8.114) СП 63.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

$$N_{bxy,ult}=0,3 \cdot R_{bt} \cdot A_b$$

где A_b – рабочая площадь поперечного сечения бетона сваи по контакту с грунтоцементным массивом (принимается площадь наружной поверхности сваи SFA

(НПШ)): $A_b = \pi d \cdot h$, здесь d – диаметр сваи, м; h – ее длина; R_b – расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение: принимается по табл. 6.8 СП 63.13330.2012.

Несущая способность F_{d1} будет равной

$$N_{bxy,ult}, \text{ т.е. } F_{d1} = N_{bxy,ult}$$

2. Гипотеза о том, что срез сваи SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом произойдет по ненарушенному грунту от внешней нагрузки, предполагает определение несущей способности F_{d2} по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». В том случае схема к расчету приведена на рис. 3.

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot u \sum f_i \cdot h_i)$$

3. Из двух значений F_{d1} и F_{d2} принимается в качестве нормативного значения F_d минимальное значение.

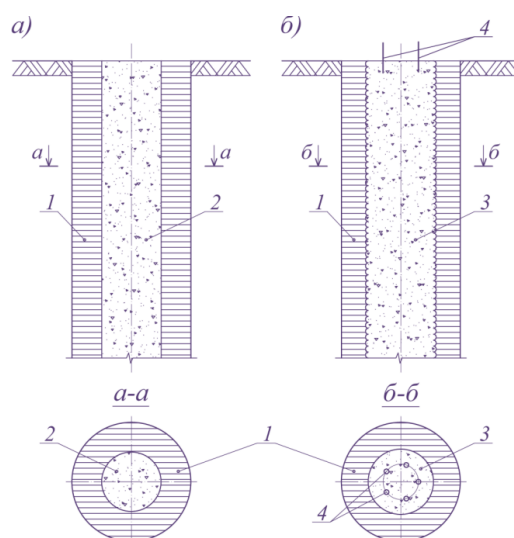


Рисунок 1 Схема устройства грунтобетонной сваи (ГБС).

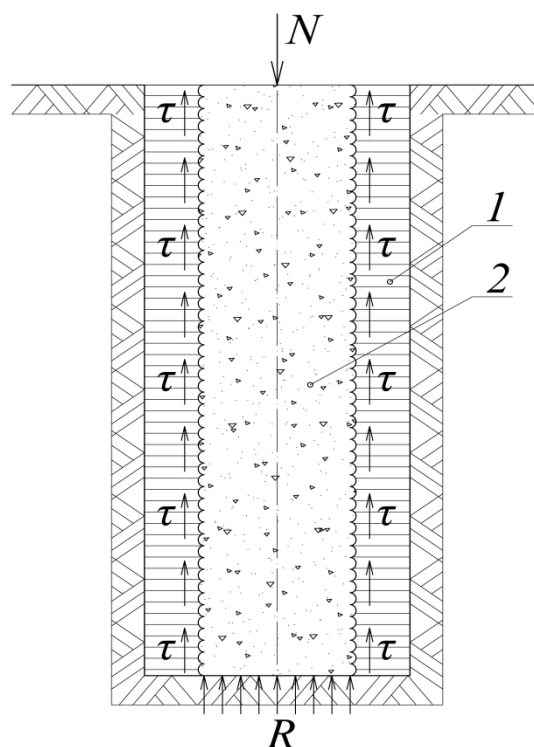


Рисунок 2 Схема к определению несущей способности сваи SFA (НПШ) по грунтоцементному основанию F_{d1} 1-грунтоцементный массив, 2 – свая SFA (НПШ).

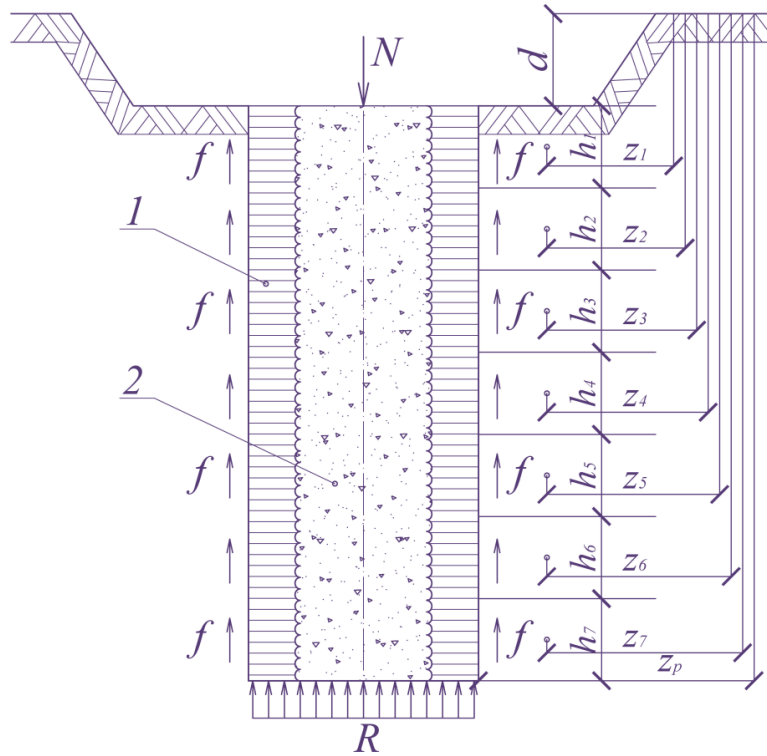


Рис. 3 Схема к определению несущей способности сваи SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом по грунту (грунтобетонные сваи (ГБС)
1-грунтоцементный массив, 2 – свая SFA (НПШ).

Ниже приведем пример определения несущей способности грунтобетонной сваи (ГБС).

Инженерно-геологический разрез (см.рис.4) **ИГЭ №1** площадки строительства от поверхности представлен насыпным грунтом с включениями обломков кирпича.

Ниже залегает **ИГЭ №2**. Это суглинки лёссовые непросадочные, (prQIII), от мягко- до туго- пластичной консистенции, редко полутвердый, с числом пластичности $I_p=0,14$. Далее подстилается **ИГЭ №3**. Суглинки песчанистые (pdQIII) тугопластичные с $I_p=0,14$, залегают в подошве четвертичных грунтов фрагментами в виде линз мощностью 0,5-1,2 м. **ИГЭ №4**. Представляют глины алевритистые (P_{2t}) и с прослойками алевритов, полутвердые, с числом пластичности $I_p = 0,30$.

Несущую способность сваи **SFA (НПШ)** относительно грунтоцементного массива на **гипотезе 1** определяем по формуле (1):

$$F_{d1}=0,3 \cdot R_{bt} \cdot A_b = 0,3 \cdot 480 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 11,2=1519 \text{ кН}$$

Здесь R_{bt} – расчетное сопротивление осевому растяжению при В7,5 равно 480 кПа,

A_b – площадь нагруженного периметра сваи SFA (НПШ) при \varnothing 300 равна $A_b = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 11,2=10,6 \text{ м}^2$

Для определения несущей способности по гипотезе 2 на рис. 4 приведена схема к расчету.

В формулу (3) подставляя при среднем диаметре $\varnothing = 600 \text{ мм}$: $A=0,28 \text{ м}^2$; $u=1,88 \text{ м}$ определяем несущую способность F_d

$$F_d=\gamma_c(\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot u \sum f_i \cdot h_i)=1(1 \cdot 1500 \cdot 0,28 + 1 \cdot 1,88 \cdot 367)=1109 \text{ кН.}$$

Таким образом, анализируя предыдущие расчеты в качестве расчетной несущей способности принимается минимальное значение $F_d= F_{d2}= 1106 \text{ кН}$

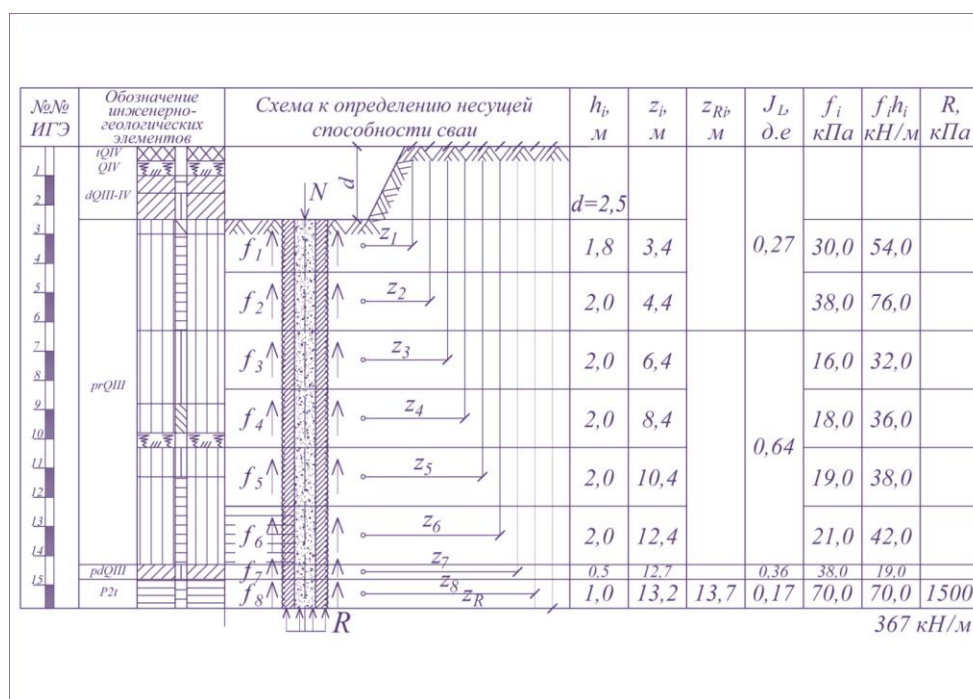


Рисунок 4 Схема к определению несущей способности грунтовой сваи по грунту.

Выводы: 1. Грунтовой свая (ГБС) являясь синтезом Get – сваи и сваи – ЭРТ изготовленной по разрядно-импульсной технологии является новым направлением в геотехническом строительстве.

Несущую способность ее по грунту рекомендуется определять как для буровой сваи.

2. За счет электрогидравлической обработки можно существенно повысить прочность грунтоцементного массива.

1. Сергеев С.В., Рыбалов М.А. Инженерно-геологические условия функционирования комплекса Белгородского государственного университета / Научные ведомости НИУ «БелГУ», Серия Естественные науки. 2010. №3 (74). Выпуск 10.
2. СП 24.13330.2011 актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. М.: Минрегион России, 2011. 85с.
3. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). М.: Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (ГОССТРОЙ). 2013.
4. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буронаблюдения-онных свай с многоступенчатыми уширениями //Жилищное строительство. 2016. 10. С. 54.
5. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буронаблюдения-онных свай ЭРТ повышенной несущей способности //Жилищное строительство. 2017. №11.С 20-25.

Соколов Н.С.

Фундамент повышенной несущей способности

ЧГУ имени И.Н. Ульянова
ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-256

Аннотация

Возведение фундаментов с повышенными значениями несущей способности является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Особенно оно востребовано при строительстве объектов в стесненных условиях и сооружений повышенной этажности. Часты случаи использования буронабивных свай по технико-экономическим соображениям не

целесообразно. Буриинъекционные сваи-ЭРТ с многоместными уширениями в этом случае оказываются максимально востребованы.

Ключевые слова: несущая способность, буронабивная свая, ростверк, сваи-ЭРТ, многоместные уширения, инъекции.

Abstract

The construction of foundations with increased load-bearing capacity is an urgent task of modern geotechnical construction. It is especially in demand during the construction of facilities in cramped conditions and high-rise structures. There are frequent cases of using bored piles for technical and economic reasons is impractical. Drilling-injection piles-EDT with multi-seat extensions in this case are in maximum demand.

Keywords: bearing capacity, bored pile, grillage, piles-EDT, multi-seat widenings, injections.

В современном геотехническом строительстве существуют технологии устройства фундаментов повышенной несущей способности. Одним из нормативных документов ТСН-306-2005 «Основания и фундаменты повышенной несущей способности» разработанным Министерством строительства, архитектуры и ЖКХ Ростовской области устанавливаются положения по улучшению строительных свойств грунтов оснований зданий и сооружений способами инъекции химических растворов, армирования основания через направленные гидроразрывы, армирования сваями-инъекторами и буронабивными элементами. Инъекции химическими растворами актуальны только для структурно-неустойчивых грунтов. Поэтому в современном геотехническом строительстве широко востребованы буронабивные сваи.

Возведение подземной части любого сооружения требует особого внимания [1÷4, 5, 6] со стороны геотехников. Любое внедрение в основание элементов в виде строительных конструкций, а также извлечение из него грунта изменяет сложившееся в течение длительного геологического периода напряженно-деформированное состояние основания (НДС). Также извлечение из него грунтов приводит к его разуплотнению. При этом, чем больше диаметр рабочего органа буровой установки, тем значительны негативные последствия на основание как следствие вынутаго грунта из него. Для сведения отрицательных влияний к минимуму с целью восстановления существовавшего НДС при производстве буровых свай необходимо использовать технологии способствующие восстановлению структуры грунтов основания.

Проектные организации, как правило, при нагрузках на сваи чаще всего проектируют буронабивные сваи диаметром = 600 мм и более.

Практически любой инженер-строитель знает, что чем больше диаметр сваи, тем больше ее несущая способность. Можно назначить буронабивную сваю любого диаметра. Но основным критерием окончательного назначения типа (величины диаметра и длины) буронабивной сваи является кроме технической целесообразности также экономическая эффективность.

Инвестор всегда вкладывает денежные средства в наиболее экономичный и в то же время надежный тип фундамента. Таким образом, для случая свайного фундамента экономическая эффективность рассматривается совместно со стоимостью свайного поля и ростверков [5, 6].

Для доказательства вышесказанного ниже приводятся выкладки доказывающие преимущества буриинъекционных свай, изготовленных по разрядно-импульсной технологии (сваи-ЭРТ) по сравнению с буронабивными сваями.

Определение несущей способности F_d производится по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \sum (\gamma_{ef} f_i h_i)),$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа (тс/м²), принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2011; A – площадь опирания сваи на грунт, м; u – наружный периметр

поперечного сечения сваи, м; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа ($\text{тс}/\text{м}^2$), принимаемое по СП 24.13330.2011; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на значения расчетного сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.6 СП 24.13330.2011; γ_{cR} – коэффициент условий работы под нижним концом сваи согласно п. 7.26 СП 24.13330.2011.

По формуле (1) произведены расчеты несущей способности F_d по грунту различных типов буровых свай прорезающих текучепластичный суглинок с $IL = 0.9$, мягкопластичный суглинок с $IL = 0.6$. Пята сваи заделана в полутвердую глину. В качестве типов буровых свай использованы: 1) буроинъекционные сваи-ЭРТ без уширений и с уширениями под пятой и вдоль ствола; 2) буронабивные сваи $\varnothing 600, 800, 1000$ мм, изготавливаемые в обсадных трубах, под защитой тиксотронной глины, а также укладываемые с помощью глубокой вибрации. Результаты расчетов F_d по приведённым схемам на рис. 1 сведены в табл. 1.

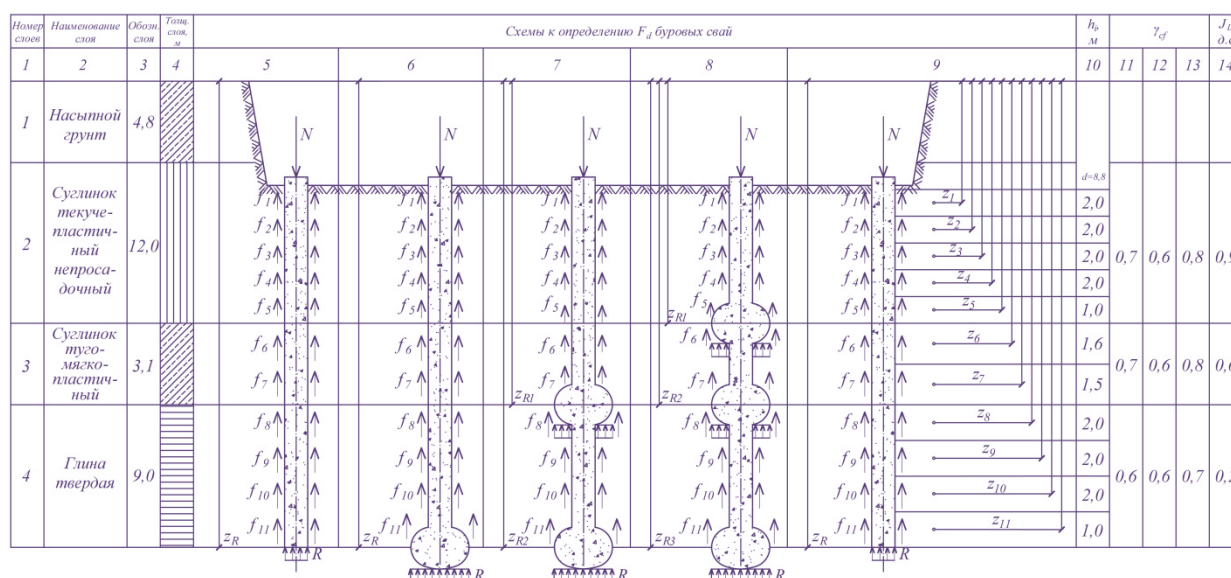


Рисунок 1 Схемы к определению несущей способности F_d буровых свай.

Примечания по столбцам: 5- буроинъекционная свая-ЭРТ без уширений; 6 - буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой; 7 - буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и стволу; 8 - буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи; 9 – буронабивные сваи диаметром 600, 800, 1000 мм; 11 – коэффициенты γ_{cf} для буровых свай поз. 3 а табл. 7.6 СП 13330.2011; 12 – коэффициенты γ_{cf} для буровых свай поз. 3 б табл. 7.6 СП 13330.2011; 13 – коэффициенты γ_{cf} для буровых свай поз. 3 в табл. 7.6 СП 13330.2011.

Таблица 1

| № п.п. | Тип сваи | Позиция | Несущая способность, кН | Расчетная нагрузка | Примечания | Объем сваи, м ³ | Удельная несущая способность, кН/м ³ | Удельная расчетная нагрузка, кН/м ³ |
|--------|---|---------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Буронабивная свая $\varnothing 600$ $A=0,2826 \text{ м}^2$ | 1 | 2330,0 | 1665,0 | Буронабивная свая в обсадных трубах | 5,6 | 416,0 | 297,3 |
| | | 2 | 2300,0 | 1640,0 | | 5,6 | 410,7 | 293,0 |
| | | 3 | 2465,0 | 1760,0 | | 5,6 | 440,2 | 314,3 |
| 2 | Буронабивная свая $\varnothing 800$ | 1 | 3760,0 | 2685,0 | | 10,0 | 376,0 | 268,5 |
| | | 2 | 3725,0 | 2660,0 | | 10,0 | 372,5 | 266,0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---------|---------|--|------|-------|-------|
| | $A=0,50 \text{ м}^2$ | 3 | 3935,0 | 2810,0 | | 10,0 | 393,5 | 281,0 |
| 3 | Буронабивная свая Ø1000 $A=0,785 \text{ м}^2$ | 1 | 5540,0 | 3960,0 | | 15,7 | 352,9 | 252,2 |
| | | 2 | 5500,0 | 3930,0 | | 15,7 | 350,3 | 250,3 |
| | | 3 | 5770,0 | 4120,0 | | 15,7 | 367,5 | 263,4 |
| 5 | Буронабивная свая Ø2000 $A=6,28 \text{ м}^2$ | 1 | 19400,0 | 13860,0 | | 62,8 | 308,9 | 220,7 |
| | | 2 | 19850,0 | 14180,0 | | 62,8 | 316,1 | 225,8 |
| | | 3 | 19860,0 | 14200,0 | | 62,8 | 316,2 | 226,1 |
| 6 | Буринъекционные сваи-ЭРТ Ø350 $A=0,10 \text{ м}^2$ | 4 | 1515,0 | 1080,0 | буринъекционная свая-ЭРТ без уширения | 2,0 | 757,5 | 540,0 |
| | | 5 | 1680,0 | 1200,0 | ционная свая-ЭРТ с уширением на под | 2,0 | 840,0 | 600,0 |
| | | 6 | 1880,0 | 1340,0 | буринъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль ствола | 2,0 | 940,0 | 670,0 |
| | | 7 | 1930,0 | 1380,0 | ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями | 2,0 | 965,0 | 690,0 |

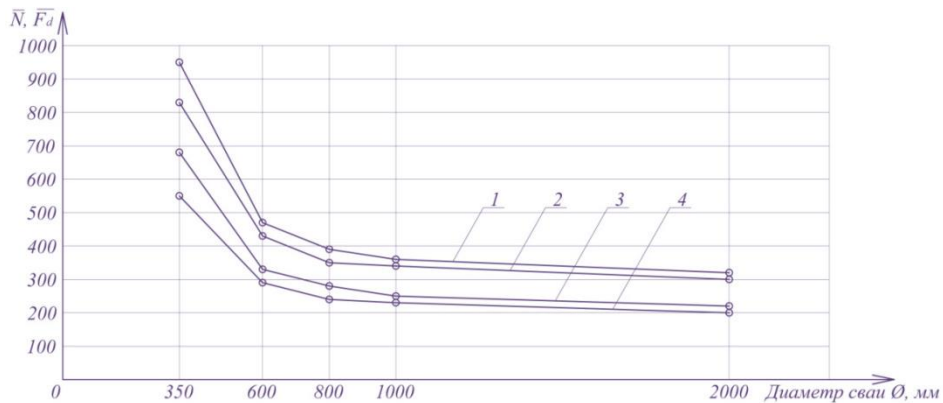


Рисунок 2. Графики зависимости $f(\varnothing, \overline{N})$ и $f(\varnothing, \overline{F}_d)$.

где \overline{F}_d – удельная несущая способность [кН/м³], \overline{N} – удельная расчетная нагрузка; 1 и 2 – графики $f(\varnothing, \overline{F}_d)$; 3 и 4 – графики $f(\varnothing, \overline{N})$.

Примечания: 350-диаметр сваи-ЭРТ: 600, 800, 1000, 2000 – диаметры буронабивных свай [мм].

Для оценки величин несущей способности свай и расчетных нагрузок на них в табл. 1 имеются величины удельных значений, это удельная несущая способность \overline{F}_d соответствующая $\overline{F}_d = \frac{F_d}{V_c}$ и удельная расчетная нагрузка \overline{N} соответствующая $\overline{N} = \frac{N}{V_c}$, где V_c – объем рассматриваемой сваи.

Наиболее характерны графики зависимости \overline{N} и \overline{F}_d от диаметра и типа свай приведенные на рис. 2. Ярко прослеживается преобладание \overline{N} и \overline{F}_d для свай-ЭРТ с

многоместными уширениями. Оно превышает в $2,5 \div 4,5$ раз значений \bar{N} и \bar{F}_d для буронабивных свай. При этом с увеличением диаметра свай функции $f(\bar{O}, \bar{F}_d)$ и $f(\bar{O}, \bar{N})$ выполаживаются, стремясь к асимптоте.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17-20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекострукция, 2010. 551 с.
3. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с. 5 Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
4. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополненное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.
5. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буроинъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности //Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9.С. 66-70.
6. Соколов Н.С, Соколов С.Н, Соколов АН. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары //Геотехника. 2016. №1.С. 60-65.

Соколов Н.С.

Геотехническая практика восстановления аварийной ситуации на водоводе высокого давления

*ЧГУ имени И.Н. Ульянова
ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-257

Аннотация

Проблема безаварийной эксплуатации линейных сооружений на сжимаемых основаниях является актуальной задачей обслуживающих организаций. Для напорных объектов водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, относящихся к категории КС-3 она приобретает особую актуальность. Соответствующие службы, ответственные за их техническое состояние обязаны регулярно мониторить их деформации. Из геотехнической практики эксплуатации таких сооружений зачастую наблюдаются сверхнормативные деформации оснований фундаментов воспринимающих расчетные нагрузки от них. При этом такие деформации усугубляются благодаря наличию в основаниях слабых инженерно-геологических элементов, а также деформаций специальных земляных сооружений типа грунтовых дамб, запруд или других гидротехнических объектов. В настоящей статье описан уникальный случай восстановления аварийной ситуации на участке деформированной грунтовой дамбы в результате обвала грунтовой массы, являвшейся основанием напорных трубопроводов водоснабжения. Использование буроинъекционных свай ЭРТ устраиваемых с использованием электроразрядной технологии позволило решить проблему с аварийным случаем, а именно предотвратить дальнейшее разрушение насыпи и обеспечить гарантированную безопасную эксплуатацию всей напорной водопроводной системы.

Ключевые слова: геотехническое строительство, монолитный железобетонный ростверк, буроинъекционные сваи ЭРТ, стесненные условия.

Abstract

The problem of trouble-free operation of linear structures on compressible bases is an urgent task of service organizations. For pressure water supply, sanitation, and heat supply facilities belonging to the category of CS-3, it becomes particularly relevant. The relevant services responsible for their technical condition are required to regularly monitor their deformations. From the geotechnical practice of operating such structures, excessive deformations of the foundations of foundations that perceive the

calculated loads from them are often observed. At the same time, such deformations are deepened due to the presence of weak engineering and geological elements in the foundations, as well as deformations of special earthworks such as underground dams, dams or other hydraulic engineering facilities. This article describes a unique case of emergency recovery on the site of a deformed soil dam as a result of the collapse of the soil mass, which was the base of the water supply pressure pipelines. The use of drilling-injection piles EDT arranged using electric discharge technology allowed to solve the problem with an emergency, namely, to prevent further destruction of the embankment and ensure guaranteed safe operation of the entire pressure water supply system.

Keywords: geotechnical construction, monolithic reinforced concrete grillage, EDT drilling piles, cramped conditions.

Качественное строительство объектов геотехнического строительства предполагает надежную эксплуатацию всего здания или сооружения, а также линейных объектов в конечном итоге на весь срок их службы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. При этом согласно действующим нормативным документам предполагается надлежащий мониторинг технического состояния как самих объектов, так и оснований и фундаментов воспринимающих нагрузки от них за весь период их службы.

В настоящей работе приводится пример из геотехнической практики восстановления возникшей аварийной ситуации на участке напорных водопроводов диаметрами 800,0-1200,0 мм, снабжающих питьевой водой от насосной станции потребителей г. Чебоксары. В качестве основания служила грунтовая дамба (см. рис. 1 и 2), заполненная песчаным грунтом овраг глубиной более 20,0 метров. В результате аварийного выброса напорной воды в одном из восьми трубопроводов произошло обрушение песчаной дамбы с последующим зависанием линейных сооружений. Решением противоаварийной комиссией было принято заключение об устройстве заглубленных железобетонных конструкций с использованием буроинъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков как фундаментов под напорные трубопроводы по всей длине дамбы (см. рис. 3 и 4). Фактическое исполнение глубоких опор - свай ЭРТ и монолитных ростверков приведены на фотографиях (см. рис. 3, 4, 5 и 6).

В качестве основания опор водопропускных труб (водоводов) принят фундамент - монолитный железобетонный ростверк (рис. 6), опирающийся на оголовки буроинъекционных железобетонных свай ЭРТ, изготавливаемые по электроразрядной свайной технологии (технология ЭРТ). Устройство свайных оснований с использованием буроинъекционных свай (рис. 3, 4, 5) выполняется с уровня планировки. Сущность электроразрядной свайной технологии заключается в том, что грунт стенок и забоя скважины, заполненной мелкозернистым бетоном, обрабатывается серией высоковольтных электрических разрядов. При этом возникает электрогидравлический эффект, в результате которого формируется буроинъекционная свая, одновременно цементирующего окружающий массив грунта. Первоначальный диаметр скважины принят $d_c=300,0$ мм. В результате обработки расчетной серией разрядов диаметр буроинъекционных свай должен быть увеличен в соответствии с рекомендациями по применению буроинъекционных свай TP50-180-06 до $D_{ку}$. Окружающие сваю грунты уплотняются, снижается их пористость в результате процесса проникновения цементного молока в грунт стенок и забоя буровых скважин в зоне воздействия ударного импульса. Армирование буроинъекционных свай ЭРТ производится пространственными сварными арматурными каркасами длиной $l=3,9$ м, $l=2,9$ м, состоящие из шести стержней рабочей арматуры $\varnothing 20$ класса А500, располагающихся равномерно по контуру сваи ЭРТ с расстоянием между отдельными стержнями не менее одного диаметра стержня. Поперечная арматура каркасов выполнена виде круглых сварных хомутов $\varnothing 10$ класса А240 (1,5 витка) шагом 150,0 мм в виде круга $\varnothing 200$ мм, хомутов из труб $\varnothing 219$ мм $t=7,0$ мм длиной $l=30,0$ мм с шагом 1,5 м, обеспечивающих жесткость каркасов при транспортировке и монтаже армокаркасов свай, а также выполняющих функцию поперечного армирования свай. После установки арматурного каркаса в скважину, его следует приподнять над забоем скважины, согласно листам армирования буроинъекционных свай. Для обеспечения защитного слоя из

бетона, а также отцентрированного расположения каркасов свай в скважине, на каркасы устанавливаются фиксаторы (см. лист армирования буронагнетательных свай) Ø8 А240 l=170,0 мм шагом 1,0-2,0 м.

Для приготовления бетонной смеси применяется портландцемент марки М500 со сроком схватывания не менее трех часов, а в качестве заполнителя - песок мелко- и среднезернистый с Мк (модулем крупности) не более 2,0. При изготовлении свай контролируется величина понижения уровня бетонной смеси. Коэффициент уширения сваи после обработки серией импульсов по всей высоте сваи принят в соответствии с "Рекомендации по применению буронагнетательных свай" и Технических рекомендаций ТР50-180-06 (п.п.14.10.5), где для данного типа грунтов $K=D_{ку}/d_c=1.8$. Объем мелкозернистой бетонной смеси определяется после устройства двух первых опытных буронагнетательных свай с контролем понижения уровня бетонной смеси после выполнения опрессовки скважин по технологии ЭРТ. Отношение Ц:П:В - 1:1:0,5 по весу компонентов. Водоотделение мелкозернистого бетона должно быть не более 2% по объему через 24 часа, с момента окончания перемешивания его компонентов.

Производственный технологический цикл изготовления буронагнетательных свай ЭРТ с применением разрядно-импульсной свайной технологии включает следующие основные операции: 1. Бурение грунта с применением проходных шнеков. 2. Заполнение буровых скважин мелкозернистым бетоном. 3. Формирование тела свай с помощью разрядно-импульсной технологии с использованием установки - генератора импульсных токов (ГИТ). 4. Установка пространственных арматурных каркасов. В зависимости от грунтовых условий и особенностей технологии очередность отдельных операций может меняться. Для данного типа грунтов допускается применить другую последовательность выполнения свай ЭРТ: 1. Бурение грунта с применением проходных шнеков с выполнением затирки стенок скважины при обратном вращении буровой колонны. 2. Установка пространственных арматурных каркасов. 3. Заполнение скважин мелкозернистым бетоном. 4. Формирование тела свай с помощью разрядно-импульсной установки ГИТ. Бурение скважин выполняется установкой УБГ-СГ "БЕРКУТ". Заполнение скважин осуществляется мелкозернистой бетонной смесью. Инъектируемый бетон должен быть однородным и не расслаиваться при инъекции. Приготовление инъектируемого бетона производится на строительной площадке непосредственно перед его нагнетанием в скважину. Для приготовления и подачи бетона применяется пневморасторопнитель ПРН-500 (ПРН-1000, ПРН-1500, ПРН-2000). Подача мелкозернистой бетонной смеси в скважину производится от забоя скважины при помощи инъекционной трубы снизу вверх до полного вытеснения бурового раствора и появления в устье скважины чистого инъектируемого раствора (технология ВПТ). Обработку грунта стенок и забоя скважин, заполненных мелкозернистым бетоном, производят высоковольтными электрическими разрядами с использованием генератора импульсных токов -установки ГИТ. После обработки скважины с бетоном - она армируется пространственными армокаркасами на всю глубину. Подробную геотехническую технологию производства работ по устройству буронагнетательных свай следует смотреть в разделе "Технологическая карта на устройство свайных оснований из буронагнетательных свай ЭРТ".

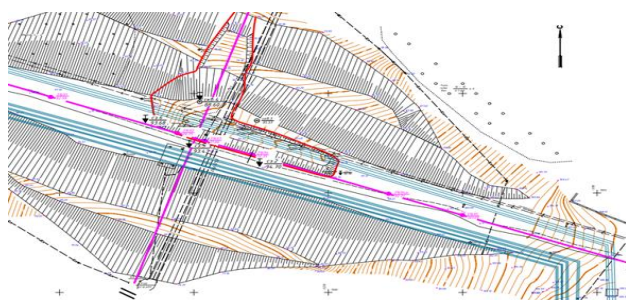


Рисунок 1. Выкопировка из генплана магистральных трубопроводов высокого давления над дамбой.

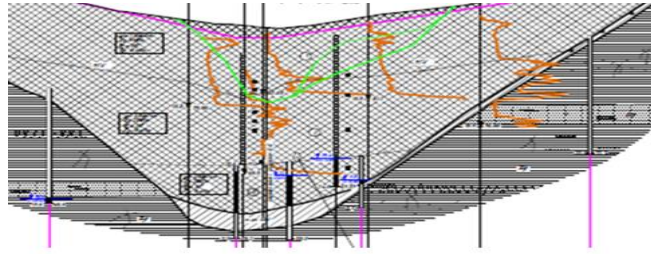


Рисунок 2. Поперечный инженерно-геологический разрез дамбы.

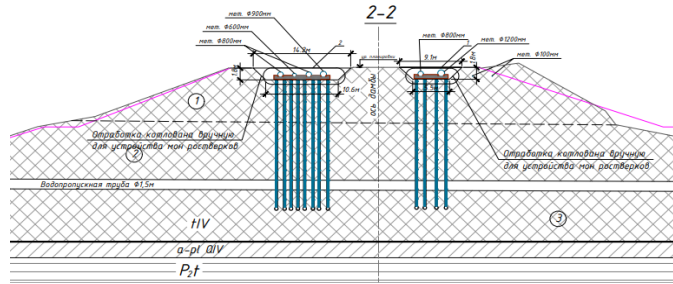


Рисунок 3. Поперечный разрез дамбы с указанием опор трубопроводов - буринъекционных свай ЭРТ.

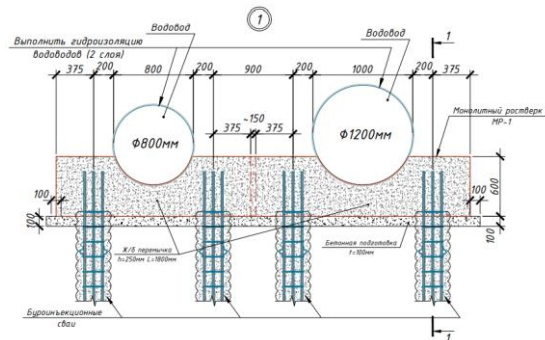


Рисунок 4. Фрагмент участка монолитного железобетонного раствержка как опоры под высоконапорные магистральные трубы.



Рисунок 5. Фрагмент выпусков буринъекционных свай ЭРТ устроенных в межтрубных пространствах магистральных напорных трубопроводов.



Рисунок 6. Фрагмент устройства монолитного железобетонного раствержка на стадии армирования.

Выводы:

1. Буроинъекционные сваи, обладая универсальностью, являются заглубленными железо-бетонными конструкциями для различных случаев геотехнического строительства, особенно при восстановлении аварийных ситуаций.
2. Использование буроинъекционных свай ЭРТ на рассматриваемом в статье аварийном объекте позволило предотвратить дальнейшее разрушение грунтовой дамбы и восстановить нормативную работу напорных водопроводов.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20. Russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Ильичев В.А., Никифорова Н.С., Коннов А.В. Прогноз изменения температурного состояния основания здания в условиях потепления климата // Жилищное строительство. 2021. № 6. С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-18-24>.
4. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. *tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK*.
5. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. *Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Prague, 2003.
6. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Анжело Г.О. Взаимодействие щебеночной сваи с окружающим грунтом и ростверком // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2019. № 3. С. 2–6.
7. Pivar J. Stone columns – determination of the soil improvement factor // *Slovak journal of civil engineering*. 2011. Vol. XIX. No. 3, pp. 17–21.
8. Sokolov N.S. Ground Anchor Produced by Electric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. *Key Engineering Materials*. 2018, pp. 76–81.
9. Соколов Н.С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены // Жилищное строительство. 2021. №12.

Соколов Н.С.**Геотехническая практика восстановления аварийной ситуации на водоводе высокого давления**

*ЧГУ имени И.Н. Ульянова
ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-258

Аннотация

Возведение и реконструкция зданий и сооружений на проблемных инженерно-геологических и пересеченных территориях с наличием оврагов, неустойчивых склонов является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Она еще усугубляется с наличием в основаниях проектируемых объектов перемежающихся инженерно-геологических элементов с пониженными значениями физико-механических характеристик. Зачастую встречаются линзы, выклинивания слоев слабых грунтов с неустойчивыми физико-механическими свойствами. В статье рассмотрен случай возведения фундаментов с использованием буроинъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков под смонтированный напорный трубопровод $d=1020,0$ мм.

Ключевые слова: Удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, железобетонный ростверк.

Abstract

The construction and reconstruction of buildings and structures on problematic engineering-geological and rugged territories with the presence of ravines, unstable slopes is an urgent task of modern geotechnical construction. It is further aggravated by the presence of mixing engineering-geological elements with reduced values of physical and mechanical characteristics in the bases of the projected objects. Often there are lenses, wedges of layers of weak soils with unstable physical and mechanical properties. The article considers the case of the construction of foundations using drilling-injection piles of EDT and monolithic reinforced concrete grillages for a mounted pressure pipeline $d = 1020.0$ mm.

Keywords: Retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology of EDT, drilling-injection pile of EDT, reinforced concrete grillage.

Строительство инженерных сооружений на неустойчивых сильно пересеченных склонах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] представляет собой сложную инженерную и геотехническую проблему. В связи с этим возникают сложности связанные с обеспечением прочности оснований [8], а также необходимости геотехнических расчетов устойчивости заглубленных строительных конструкций [9]. Необходимо отметить, что основополагающими нормативными документами в геотехническом строительстве являются своды правил СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» и СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП "Свайные фундаменты". Неукоснительное осуществление требований изложенных в них должно являться принципиальным для геотехников и строителей, осуществляющие подобные работы.

Ниже рассматривается один из случаев из геотехнической практики строительства напорных водоводов высокого давления на структурно неустойчивом склоне.

Проектируемый водовод начинается от юго-западного угла дома №22к1 по ул. Короленко г. Чебоксары и протягивается в северо-западном направлении через долину овражно-балочной сети р. Сугутка до угла дома №25А по ул. Набережная реки Сугутки.

В геоморфологическом отношении участок работ расположен в долине овражно-балочной сети р. Сугутка. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 76,80-81,0 м в пределах поймы и до 91,0 - 97,80 м на бровке бортов склонов овражно-балочной сети.

Долина овражно-балочной сети на участке работ имеет корытообразную форму, общей шириной 230,0 – 240,0 м, с четко выраженной поймой и его уступом по правому склону. Левый борт овражно-балочной сети высотой ~ 15,0 - 18,0 м, крутизной 24°.

Бровка правого борта овражно-балочной сети сложена техногенными неоднородными грунтами до глубины 8.50 м и в прибровочной части представлена уступом. Крутизна склона на данном участке 27°, высотой 18,0 – 20,0 м. В настоящее время склон залесен низкоствольными деревьями и кустарником.

Пойма на данном участке четко выраженная с шириной ~ 100,0 м, подтапливаемая в весенний период. Наблюдается водоток от искусственного пруда, расположенного на правой надпойменной террасе, в сторону р. Сугутка.

Инженерно- геологический разрез на исследуемой площадке до глубины бурения 20.0 м в ходе выполнения буровых работ и лабораторных исследований сложен (сверху-вниз): голоценовыми делювиальными (dQh), плейстоценовыми лессовыми отложениями (prQp) проблематичного генезиса, аллювиальными (aQp), пролювиально-делювиальными (dpQp) отложениями подстилаемые верхнепермскими отложениями (P3s+v). Сверху данные отложения перекрыты техногенными грунтами (tQh).

На участке строительства объекта с дневной поверхности в пределах бровки овражно-балочной сети и уступа залегают техногенные отложения, представленные суглинками коричневыми, темно- коричневыми, от полутвердой до тугопластичной консистенции, с включением мелкого строительного и бытового мусора (щебень, бетон, бой кирпича, арматура, полиэтиленовые пленки и т.д.) с погребенным почвенно-растительным слоем. Возраст насыпи

более 5 лет. Общая мощность техногенных грунтов составляет от 0.6 м в тальвеге овражно-балочной сети, до 8.5 м на бровке правого склона.

Плейстоценовые делювиальные (dQh) и лессовые отложения (prQp) проблематичного генезиса вскрыты в западной части участка работ, на бровке левого склона. Представлены суглинками легкими пылеватыми, коричневыми, светло-коричневыми, полутвердой консистенции, точно гумусированными, с остатками корней растительности, трещиноватыми, ожеженными, с белыми известковыми стяжениями, пористыми. Вскрыты отложения на глубине 1.10 м (абс. отм. 92.50 м), мощностью 12.40 м.

Плейстоценовые пролювиально-делювиальные (dpQp) отложения на участке работ представлены: 1. Суглинками коричневыми, темно-коричневыми, красновато-коричневыми, от тугопластичной до мягкопластичной консистенции, гумусированными, ожеженными, опесчаненными, с включением корней растительных остатков, с гнездами известковистости; 2. Песками коричневыми, табачно-коричневыми, мелкими, ожеженными, глинистыми, от влажных до водонасыщенных, с включением алевритов. Вскрыты на глубине 3.50 – 13.90 м (абс. отм. 79.70 – 89.30 м), мощностью 1.50 – 8.80 м.

Примечания:

1. Плейстоценовые аллювиальные отложения вскрыты в пойменной части долины реки Сугутка и представлены суглинками серыми, темно-серыми, от мягкопластичной до текучепластичной консистенции, гумусированными, с остатками корней растительности, ожеженными. Вскрыты с поверхности и до глубины 3.40 м, мощностью 3.10 – 8.20 м.

2. Верхнепермские отложения (P3s+v) представлены глинами коричневатокрасными, красными, с тонкими прослоями и гнездами алевритов и песков, с включением известковистости, ожеженные по трещинам. Вскрыты терригенные коренные отложения на глубине 5.00 – 17.30 м (абс. отм. 69.65 – 80.50 м), мощностью от 2.70 м до 6.30 м.

Условия залегания литологических разновидностей грунтов представлены на инженерно-геологическом разрезе, а послышное описание грунтов приведено в геолого-литологических колонках.

На основании проведенных полевых и лабораторных исследований в соответствии с существующими нормативными документами на площадке строительства выделены шесть инженерно-геологических элементов (см. рис. 1): ИГЭ № 1. Суглинки легкие пылеватые, полутвердые (tQIV); ИГЭ № 2. Суглинки легкие пылеватые, полутвердые, слабопросадочные (dQh+prQp); ИГЭ № 3. Суглинки легкие пылеватые, тугомягкопластичные (dpQp); ИГЭ № 4. Пески мелкие, влажные - водонасыщенные, средней плотности (dpQp); ИГЭ № 5. Суглинки легкие песчаные, текуче-мягкопластичные (aQp); ИГЭ № 6. Глины легкие пылеватые, полутвердые - твердые (P3s+v).

На период проведенных инженерно-геологических изысканий на рассматриваемом участке работ до глубины бурения 20.0 м были вскрыты безнапорные грунтовые воды. В пойменной части долины р. Сугутка (абс. отм. 76.80 м) уровень подземных вод установился на поверхности земли, и на глубине 12.0 – 14.0 м в прибровочной части (абс. отм. 81.6 – 83.8 м). Установившийся уровень подземных вод зафиксирован в аллювиальных (ИГЭ № 5) и пролювиально-делювиальных отложениях (ИГЭ 3, 4).

Питание горизонта подземных вод осуществляется, преимущественно, в весенне-летний и в осенний периоды путём инфильтрации талых вод и атмосферных осадков в тальвеге овражно-балочной сети, а также будет осуществляться за счет утечек из водонесущих коммуникаций. Подземный фильтрационный поток направлен в сторону овражно-балочной сети долины р. Сугутка, где и происходит разгрузка.

При возведении напорного водовода высокого давления рекомендовано выполнение мероприятий по регулированию поверхностного стока в сторону реки Сугутка для предотвращения образования промоин - эрозии неустойчивого склона. Эти мероприятия особенно необходимо в связи с выявленными обстоятельствами, что по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий геологические и инженерно-геологические процессы, влияющие на условия строительства, выражены в виде просадочности лессовых

суглинков ИГЭ №2, вскрытые в западной части участка работ, на бровке левого склона, коэффициент относительной просадочности ε_{sl} при замачивании под нагрузкой $P = 0,2$ МПа составляет $\varepsilon_{sl} = 0,113$, начальное просадочное давление $P_{sl} = 0,005$ МПа, тип грунтовых условий по просадочности – первый. Мощность просадочной толщи составляет $H_{sl} = 9,80$ м. Данные грунты при замачивании резко теряют свои прочностные и деформационные характеристики. При динамических нагрузках у данных грунтов также могут проявиться тиксотропные свойства.

Опасные геологические процессы на исследованном участке возможны в виде оползня грунтов и промоин в связи с неоднородностью сложения инженерно-геологического разреза с включениями просадочных грунтов правого склона, а также техногенными грунтами, и из-за неорганизованного сброса поверхностного стока по склону в сторону овражно-балочной сети. Также учтены разработанные геотехнические мероприятия, предотвращающие возможное замачивание лессовых грунтов при техногенном подтоплении вследствие нарушений условий стока поверхностных вод и утечек из водонесущих коммуникаций.

На рис. 2 приводится схема устройства фундаментов под напорный трубопровод диаметром $d = 1020,0$ мм. При этом труба смонтирована методом прокола. Устройство фундаментов производится уже под выложенную трубу в нижеприведенной последовательности (см. рис. 3 и 4) методом «сверху-вниз». В качестве заглубленных железобетонных конструкций гармонично подходят буронабивные сваи [8, 10, 11, 12] изготавливаемые по электроразрядной технологии – сваи ЭРТ и возводимые по обеим сторонам трубы. По оголовкам свай ЭРТ уже устраиваются монолитные железобетонные ростверки, одновременно вовлекая возведенный фундамент с инженерным сооружением.

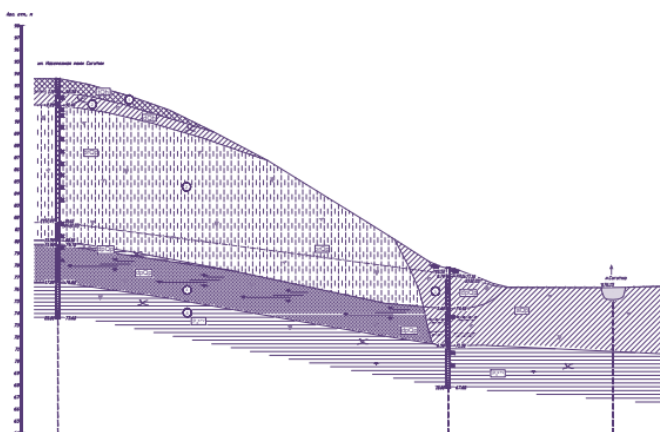


Рисунок 1. Инженерно-геологический разрез.

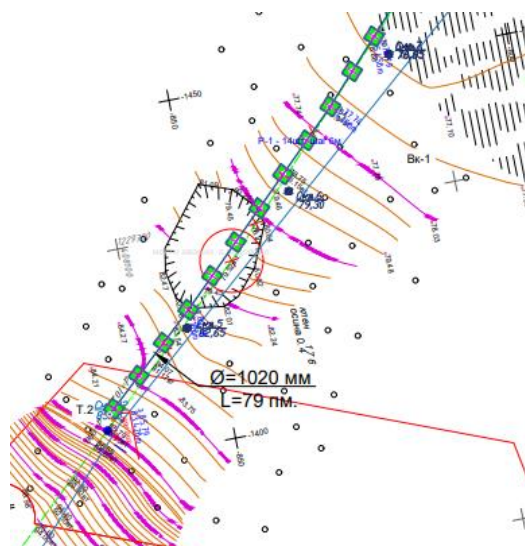


Рисунок 2. План монолитных железобетонных ростверков по напорный трубопровод $d = 1020,0$ мм.

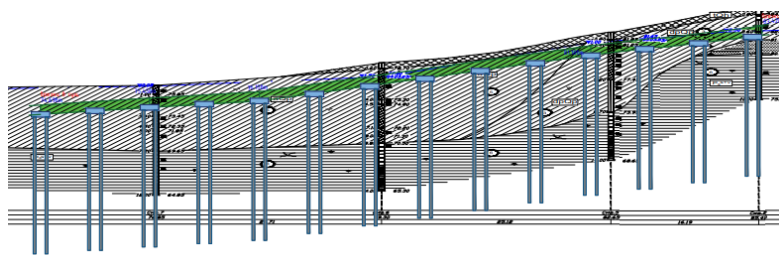


Рисунок 3. Вертикальная привязка буринъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков по напорный трубопровод $d=1020,0$ мм.

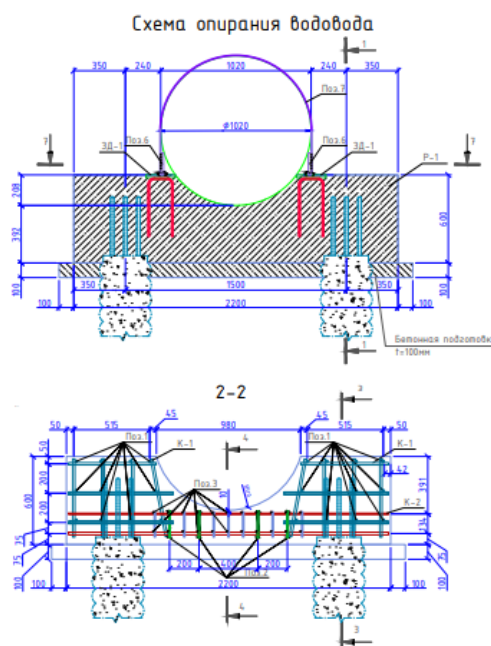


Рисунок 4. Узел передачи нагрузки от напорного трубопровода $d=1020,0$ мм\ на монолитный железобетонный ростверк.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Pichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Pichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation tranches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
7. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague. 2003.
8. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им К.В. Иванова //Жилищное строительство. №4.2023. Стр. 70-75.
9. Соколов Н.С, Соколов А.Н, Соколов С.Н, Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буринъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности //Жилищное строительство. 2017. №11.С 20-25.

Соколов Н.С.

Отрицательный опыт геотехнических расчетов и устройства удерживающих заглубленных конструкций

ЧГУ имени И.Н. Ульянова
ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-08-2023-259

Аннотация

Проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. Она приобретает особую важность при строительстве на оползневоопасных склонах. При этом как проектировщики, так и заказчики допускают непоправимые ошибки при разработке проектной документации удерживающих заглубленных конструкций при возведении объектов на таких участках. Все допускаемые огрехи в основном связаны с отсутствием должного контроля техническим заказчиком на производство предпроектных работ, в том числе инженерно-геологических изысканий. В настоящей статье описывается отрицательный случай из геотехнической практики проектирования и строительства жилого комплекса на оползневом склоне. Статья является обзорной.

Ключевые слова: Удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, неустойчивые склоны, грунтовые анкера ЭРТ.

Abstract

The problem of increasing the bearing capacity of foundations is always an urgent problem in modern geotechnical construction. It becomes especially important when building on landslide-prone slopes. At the same time, both designers and customers make irreparable mistakes when developing design documentation for retaining buried structures during the construction of objects on such sites. All the allowed flaws are mainly related to the lack of proper control by the technical customer for the production of pre-design works, including engineering and geological surveys. This article describes a negative case from the geotechnical practice of designing and building a residential complex on a landslide slope. The article is an overview.

Keywords: Retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology of EDT, drilling-injection pile of EDT, unstable slopes, ground anchors of EDT.

Строительство объектов на неустойчивых склонах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] представляет собой сложную инженерную и геотехническую задачу, связанную с обеспечением устойчивости всего склона, а также безаварийной эксплуатации объектов существующей застройки, а также зданий и сооружений нового строительства. Необходимо отметить, что основополагающим нормативным документом в геотехническом строительстве является свод правил СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений». Согласно этому документу должны быть удовлетворены все позиции, утверждающие необходимость обеспечения безопасной эксплуатации 1) объектов существующей застройки, 2) вновь возводимых зданий и сооружений. В случае капитального строительства на склонах свод правил СП 22.13330.2016 дополнительно требует обеспечить устойчивость склона со всеми существующими и дополнительно приложенными на нем внешними нагрузками.

В статье рассматривается случай из геотехнической практики проектирования и строительства заглубленных удерживающих конструкций при возведении жилого массива на оползневом склоне.

В разработанном рабочем проекте устройства заглубленных удерживающих строительных конструкций отсутствуют многие позиции, гарантирующие обеспечения

нормативной работы объектов вновь возводимых и существующей застройки, а также самого склона обязательных позиций, вследствие отсутствия:

1. Геотехнических расчетов устойчивости склонов по заранее разработанным ГИПом и утверждаемым техническим заказчиком инженерно-геологическим разрезам начиная от плато до поймы.

Примечания к поз.1.

- 1) Вследствие отсутствия в техническом задании на изыскания на проектных инженерно-геологических разрезах отсутствуют буровые скважины и нет сведений об инженерно-геологических напластованиях на всей территории застраиваемого склона;
 - 2) Инженерно-геологические разрезы имеются только вдоль дорог (верхний и нижний улицы);
2. Геотехнические расчеты, проведенные проектным институтом, относятся к локальным и не учитывают всего многообразия факторов, гарантирующих надежность эксплуатации как склона, так и объектов существующей застройки, а также нового строительства.

На основании вышесказанного напрашивается закономерный вывод о том, что следовало бы проектной организации подойти к такой геотехнической проблеме более ответственно. Поэтому необходимо тщательно переработать проектную документацию на удерживающие заглубленные строительные конструкции с учетом вышеприведенных замечаний.

Ниже вкратце приведены конструктивные решения разработанных конструкций подпорных стен.

В базовом рабочем проекте устройства удерживающих конструкций для обеспечения целостности земляного полотна и целостности проектируемой автомобильной дороги проектом предусмотрено устройство подпорных стен. Протяженность подпорных стен составляет: на верхней улице (ВУ) Уч1-29 - 914,2 м, на нижней улице (НУ) Уч1-17 - 749,4 м, в зоне отдыха (ЗО) Уч1-9 - 300,2 м. Все подпорные стены расположены в плане на кривых различных радиусов (см. рис.1). Максимальная высота подпорных стен от отметок автомобильной дороги составляет 11,0м. Железобетонные подпорные стенки Верхней улицы устраиваются из буронабивных свай из бетона В30 F200 W6, диаметром $\varnothing 800,0-1000,0$ мм, объединенных монолитным железобетонным ростверком размерами $0,5 \times 1,2 \times 6,6$ м из бетона В30 F300 W8. Подпорные стенки на участках 5-7, 9-11, 13-26 устраиваются в обсадных трубах диаметром $\varnothing 1020,0$ мм с толщиной стенки $t=14,0$ мм (обсадные трубы не извлекаются!), между всеми буронабивными сваями на данных участках устраиваются грунтовые анкера свай с тягой из трубчатых винтовых штанг «Титан» либо аналогов. Со стороны дороги между всеми буровыми столбами устраивается вертикальный дренаж. В буровых столбах бурятся отверстия и вклеиваются арматурные анкера. Монтируются плоские арматурные сетки, и устраиваются деформационные швы и дренажные устройства. Стенка облицовывается железобетонной панелью толщиной $t=200,0$ мм (В30).

Железобетонные подпорные стенки Нижней улицы и зоны отдыха устраиваются из буронабивных свай из бетона В30 F200 W6, диаметром $\varnothing 800,0-1000,0$ мм, объединенных монолитным ростверком размерами $0,5 \times 1,2 \times 6,6$ м из бетона В30 F300 W8 (см. рис. 2, 3). Обратная засыпка подпорных стен на всей протяженности выполняется грунтом с углом внутреннего трения ϕ не менее 35° с послойным уплотнением до $K_{упл}=0,98$. Со стороны дороги между всеми буровыми столбами устраивается вертикальный дренаж. В буровых столбах бурятся отверстия и вклеиваются арматурные анкера. Монтируются арматурные сетки, и устраиваются деформационные швы и дренажные устройства. Стенка облицовывается железобетонной панелью толщиной $t=200,0$ мм (В30). Отвод фильтрационной (дренажной) воды из-за конструкцию подпорных стен осуществляется через дренажные трубки диаметром 80,0 мм, находящиеся в щебеночной призме, обернутой геотекстильным материалом «КАНВАЛАН МФ 25» плотностью 500,0 г/м² (или аналог). Для защиты лицевой стороны

поверхности подпорной стены от подтеков ливневой воды, следует предусматривать устройство козырька со «слезником».

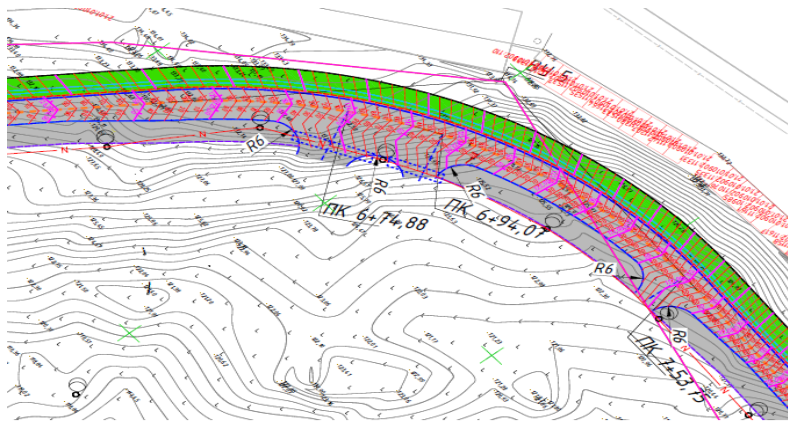


Рисунок 1. Фрагмент вертикальной планировки автомобильной дороги по верхней улице.

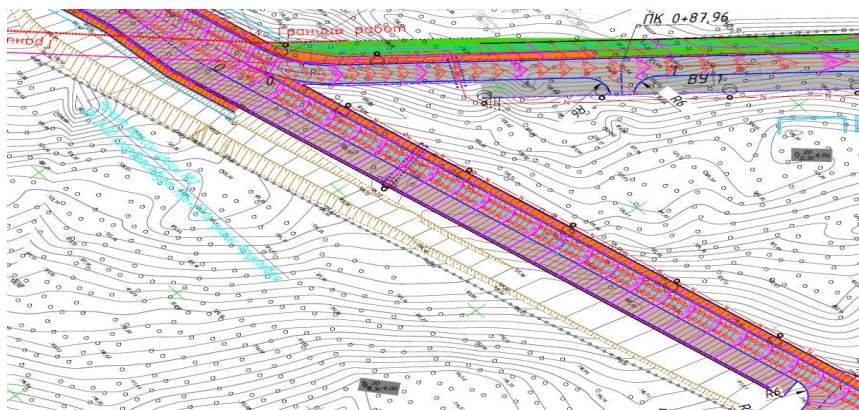


Рисунок 2. Фрагмент вертикальной планировки автомобильной дороги стыка верхней и нижней улиц в районе плато.

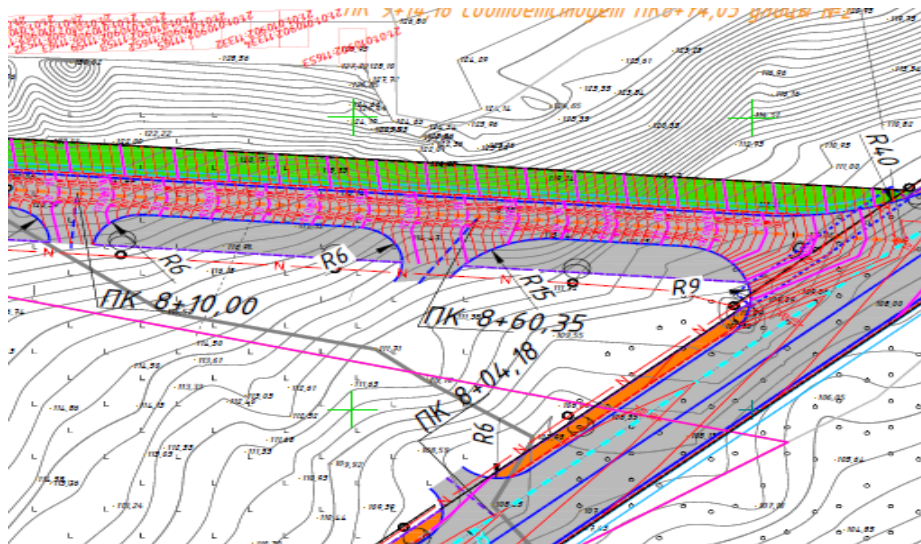


Рисунок 3 Фрагмент вертикальной планировки стыка автомобильной дороги верхней и нижней улиц в районе поймы.

Необходимо отметить, что разработанный проект заглубленных удерживающих конструкций оказался технически нецелесообразным и самое главное экономически неэффективным. В связи с этим заказчик вынужден был рассматривать альтернативный вариант. Предложение выдвинутое нами решение по проектированию и устройству по технико-экономическим показателям заказчиком было одобрено. При этом использование

буроинъекционных свай устраиваемых по электроразрядным технологиям (буроинъекционные сваи ЭРТ) в качестве альтернативы таким конструкциям дало возможность сэкономить в несколько раз.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Plichev V.A., Kononov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Plichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation tranches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geotechnical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
7. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
8. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them // Periodico Tche Quimica. 2018. T. 15. Special Issue 1. С.1-11.
9. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности // Жилищное строительство. 2017. №11. С 20-25.

РАЗДЕЛ XXX. ТРАНСПОРТ

Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф.

Влияние режимных параметров системы охлаждения на температурное состояние охлаждаемых деталей и рабочий процесс судового дизеля

*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-260

Аннотация

Проанализировано влияние параметров системы охлаждения на рабочий процесс, на тепловое состояние судовых дизелей, отражены наиболее опасные и важные из них.

Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт характера изменения режимов работы и влияющих на них факторов - параметров теплового состояния дизеля.

Ключевые слова: дизель, система смазки и охлаждения, условия эксплуатации, вязкость, топливо, масло, подогрев, оптимизация, теплота, температура.

Abstract

The influence of the parameters of the cooling system on the workflow, on the thermal state of marine diesel engines is analyzed, the most dangerous and important of them are reflected.

The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants due to the nature of changes in operating modes and factors affecting them - the parameters of the thermal state of diesel are considered.

Keywords: diesel, lubrication and cooling system, operating conditions, viscosity, fuel, oil, heating, optimization, heat, temperature.

Во время работы дизеля его основные детали подвергаются интенсивному нагреву. Для сохранения работоспособности дизеля нужно обеспечить отвод теплоты от крышки и втулки цилиндра, поршня, выпускного коллектора, турбокомпрессоров, коленчатого вала, подшипников и других деталей с тем, чтобы их температура на всех эксплуатационных режимах поддерживалась в допустимых пределах. Системой охлаждения осуществляется непосредственный отвод теплоты от крышки и втулки цилиндра, выпускного коллектора и турбокомпрессора, а также охлаждение воздуха после компрессора перед поступлением его в цилиндры.

При повышении температуры охлаждающей воды, наряду с ростом температуры деталей, уменьшения разности температур по толщине стенок, перепада температур воды на выходе из дизеля и на входе в него и температурного перепада между охлаждающей водой и омываемыми его стенками снижаются тепловые напряжения и улучшаются условия работы деталей.

Экспериментальные исследования, проведенные на дизелях различной тактности, конструкции, быстроходности и степени форсировки позволили установить, что с повышением температуры охлаждающей воды происходит рост температуры стенок цилиндра, крышки и поршня [1, 2, 3].

Обобщение опытных данных позволило рекомендовать следующие приближенные соотношения приращения температуры деталей в зависимости от температуры охлаждающей воды:

- для крышки цилиндров и неохлажденных поршней
- для охлаждаемых поршней

где T_w – температура охлаждающей воды на выходе из дизеля.

Система смазки, наряду с выполнением основной своей функции, обеспечивает отвод теплоты от поверхностей шеек коленчатого вала подшипников, втулки цилиндра и поршня.

Таким образом, охлаждение деталей и узлов дизеля производится системами охлаждения (СО) и смазки. Доля располагаемой теплоты, приходящаяся на потери с охлаждающей водой достигает до 30%. Чем больше теплоты отводится в СО, тем меньшая часть располагаемой теплоты может быть преобразована в индикаторную работу, и, следовательно, тем менее эффективен рабочий процесс дизеля [4, 5, 6, 7].

Отсюда следует, что потери теплоты с охлаждающей водой должны быть минимальными. Вместе с тем, для создания благоприятных условий работы деталей дизеля желательно интенсивно их охлаждать, что неизбежно вызывает увеличение тепловых потерь.

Режим охлаждения судового дизеля характеризуется температурами воды на входе в дизель и на выходе из него, а также разностью температур. При сохранении постоянства режима охлаждения количество теплоты, теряемой с охлаждающей водой, зависит от расхода воды через зарубашечное пространство $Q_w = G_w \Delta T c$ Вт, где G_w – расход воды, м³/с; ΔT – разность температур охлаждающей воды дизеля на выходе и входе, оС; c – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг•К).

Величина Q_w составляет, в зависимости от типа дизеля и режима работы, от 15 до 30 % всей располагаемой теплоты.

Одно и то же количество теплоты можно отводить, используя охлаждающую воду разной температуры. Чем меньше разность температур на выходе из дизеля и на входе в него, тем большее количество воды потребуется для отвода одного и того же количества теплоты.

Замкнутая система охлаждения создает благоприятные условия применения высокотемпературного охлаждения с минимальными перепадами температур. В случае, если расширительный бачок непосредственно связан с атмосферой, температура охлаждающей не должна превышать 85-90 оС. Верхний предел температуры охлаждающей воды в замкнутых системах ограничивается опасностью образования паровых пробок, нарушающих нормальные условия охлаждения и ведущие к местным перегревам дизеля [8, 9, 10].

В связи с этим повышение температурного уровня охлаждения до 90-120оС возможно при поддержании во всей системе повышенного давления. Зависимость температуры кипения воды от давления в СО может быть приближенно оценена формулой $T_w = 100$.

Режим охлаждения дизеля оказывает существенное влияние на протекание рабочего процесса и экономичность дизеля, температуру и тепловые напряжения дизеля, условия смазки и износ.

При этом важное место в решении этой проблемы отводится вопросам совершенствования СО, которая должна обеспечить рациональное охлаждение термически напряженных деталей и создать их оптимальный температурный режим. При этом необходимо руководствоваться следующими данными:

- 1) во – первых, разность температур выходящей из дизеля и входящей в него воды (перепад температур) должна быть минимальной, не более 20 оС. При большом перепаде температур детали охлаждаются неравномерно, в них появляются значительные тепловые напряжения, ухудшаются условия их работы;
- 2) во-вторых, следует стремиться к тому, чтобы средняя температура воды в дизеле была по возможности высокой. Ибо в этом случае уменьшается теплопередача и, следовательно, количество теплоты, уносимой водой. При повышении температуры воды снижаются тепловые напряжения, и уменьшается изнашивание втулок цилиндра. Последнее объясняется, прежде всего, уменьшением работы трения вследствие снижения вязкости масла. Кроме того, при высокой температуре воды повышается температура стенки цилиндра, что препятствует конденсации водяного пара в цилиндре и, значит, образованию во взаимодействии с сернистыми газами кислот, при работе дизеля на сернистом топливе. Наконец, с повышением температуры воды

уменьшается жесткость работы дизеля. При работе дизеля с частичной нагрузкой желательно поддерживать постоянный, достаточно высокий температурный уровень охлаждения [11, 12].

1. Равин, А. А. Автоматизация судовых энергетических установок: учебное пособие для вузов / А. А. Равин, М. А. Максимова, О. И. Иванчик. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
2. Тихонов, Н. Ф. Анализ дизель-электрической гребной установки / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-9. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-475. – EDN KGNFXD.
3. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт.техн. наук / В. Н. Тимофеев. - СПб, 2015, 2015, - 385 с.
4. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных судовых дизелей / Е. В. Белоусов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-45166-1.
5. Тихонов, Н. Ф. Комплексная автоматизация управления судовыми энергетическими установками / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 88-4. – С. 99-103. – DOI 10.18411/trnio-08-2022-166. – EDN HOCGSF.
6. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ и ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
7. Тихонов, Н. Ф. Эффективность системы наддува и утилизации тепловых потерь в тронковых дизелях / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Наукосфера. – 2023. – № 1-2. – С. 276-279. – EDN JWCZZ.
8. Бурков, А. Ф. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры: монография / А. Ф. Бурков, В. Ф. Веревкин, П. М. Радченко; под общей редакцией А. Ф. Буркова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-3852-5.
9. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 71-74. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-250. – EDN FMRFKR.
10. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. – EDN CNEYR.
11. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-2. – С. 113-115. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. – EDN KZTGCM.
12. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 января 2023 года. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 204-206. – EDN MWYFQT.

Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф.

Влияние условий эксплуатации на тепловое состояние судовых ДВС (двигателей внутреннего сгорания)

*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-261

Аннотация

Проанализированы условия эксплуатации, влияние их на тепловое состояние дизелей, отражены наиболее перспективные и экономически выгодные из них.

Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт характера изменения режимов работы и влияющих на них параметров: нагрузкой, частотой вращения вала, параметрами теплового состояния дизеля, комплексной автоматизации систем, повышению их коэффициента полезного действия.

Ключевые слова: дизель, режим, условия эксплуатации, регулятор, система, воздух, подогрев, оптимизация, машина, температура.

Abstract

The operating conditions and their influence on the thermal condition of diesel engines are analyzed, the most promising and economically profitable of them are reflected.

The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants (SEU) due to the nature of changes in operating modes and parameters affecting them: load, shaft speed, parameters of the thermal state of diesel, integrated automation of systems, increasing their efficiency are considered.

Keywords: diesel, mode, operating conditions, regulator, system, air, heating, optimization, machine, temperature.

Судовые дизели на внутренних водных путях работают в различных условиях, со значительными изменениями показателей: мощности, частоты вращения, тепловой и механической напряженности и др. Совокупность значений этих показателей характеризует режим работы дизеля. Режим работы главных дизелей, который является основным элементом комплекса гребной винт – корпус судна – дизель, зависит от типа и условий плавания судна, конструктивных особенностей его корпуса, типа главных дизелей и судовой дизельной установки, способа передачи мощности движителю.

Работа большей части судовых дизелей в условиях эксплуатации характеризуется частыми и резкими сменами режимов [1, 2] во время маневрирования, при входе судна в порт, движении в ледовых условиях, в период траления, при большой волне. Например, в ледовых условиях дизель практически все время работает при неустановившихся режимах, весьма часты реверсы. Работа его практически полностью связана с неустановившимся режимом, частыми остановками и пусками. Спектр по нагрузке весьма велик. Так, хронометраж работы главного дизеля морского буксира [2, 3, 4, 5, 6], осуществляющего буксировку судов большой парусности в стесненных условиях при сильном ветре, показал, что при общей 14-часовой работе дизеля за каждый час были произведены 29 пусков и 102 хода. Из них “самый малый” – 60; “Малый” – 27; “Средний” – 3, “Задний” – 12.

По частоте и показателю его работы в период маневрирования при входе судна в порт можно судить по рис. 1. Смена режимов работы дизеля происходит в среднем каждые 5 мин (с интервалами от 2 до 20 мин.) и в весьма больших пределах. Маневрирование сопровождается реверсами, связанными с остановками и пусками дизеля.

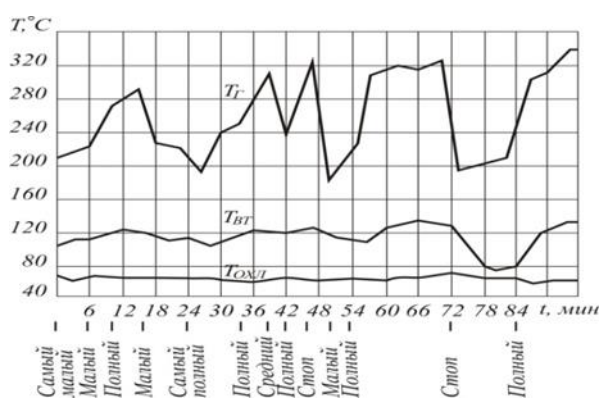


Рисунок 1. Изменение режимов работы дизеля при маневрировании судна:

T_g , $T_{вт}$, $T_{охл}$ – температуры выпускных газов; втулки цилиндра; охлаждающей цилиндра воды.

При прохождении транзитными судами затруднительных участков, гидроузлов, каналов, акваторий портов главные дизели постоянно работают на переменных нагрузках. Например, при переходе судна с глубокой воды на мелководье или при входе в канал, ширина которого невелика, в большом диапазоне скоростей изменяется сопротивление движению судна.

Следовательно, и нагрузка на главные дизели по моменту возрастает из-за повышения сопротивления трения и волнового сопротивления в 2 раза, а в отдельных случаях в 3 раза; поэтому при переходе судна на мелководье рекомендуется снижать частоту вращения главных дизелей. Если глубина под килем не превышает пятикратной осадки судна, следует двигаться только малым ходом (в этом случае сопротивление на мелководье примерно равно сопротивлению на глубокой воде) [7, 8, 9].

В штормовых условиях на некоторых курсах возрастает сопротивление воздуха корпусу движущегося судна, а наличие волн создает условия для работы винта, аналогичные его работе при циркуляции судна, т.е. условия косо́го потока воды. При качке увеличивается тормозящее действие пера руля, которое периодически выводится из диаметральной плоскости судна для удержания его на заданном курсе. Эти явления приводят к частым изменениям крутящего момента винта. При суммировании всех факторов в условиях штормовой погоды он может возрастать на 40 – 50 %, а это приводит к заметной перегрузке главных дизелей. Поэтому в штормовую погоду (особенно при встречном ветре и килевой качке) приходится снижать частоту вращения дизеля.

Таким образом, характер изменения режимов работы характеризуется нагрузкой, частотой вращения вала и параметрами теплового состояния дизеля.

Резкие, в больших пределах и частые изменения режимов работы дизелей оказывают весьма существенное, как правило, отрицательное влияние на характер протекания рабочего процесса в цилиндрах, функционирование вспомогательных агрегатов и механизмов [10, 11]. В результате ухудшаются технико-экономические и экологические показатели работы дизелей. Степень и характер этих отклонений определяются условиями, при которых совершаются переходные процессы, степенью приспособленности к ним дизеля, особенностями всей установки с двигателями внутреннего сгорания.

Режимы работы судовых дизелей могут изменяться столь часто, что переходные процессы не успевают завершиться. При этом дизель работает все время в условиях неустановившихся режимов [12].

Переход главного судового дизеля на долевые нагрузки, связан со значительным сокращением подачи топлива в цилиндры и увеличением избытка воздуха в конце сжатия. Особенно заметно изменение величин давления воздуха в конце сжатия и температуры в дизеле с газотурбинным наддувом, в связи, с чем необходимо следует отключать воздухоохладитель и включать подогреватель наддувочного воздуха [2].

Весьма важным показателем, характеризующим переходный процесс, является его длительность. Эта величина исчисляется с момента смены нагрузки на дизель или изменения цикловой подачи топлива до момента установления нового режима. Последний определяется моментом достижения стабильных показателей работы дизеля и его состояния (в основном температуры деталей), соответствующих новому установившемуся режиму.

Во время переходных процессов температура теплонапряженных деталей ЦПГ дизелей претерпевает значительные изменения, при этом изменения температуры всегда отстают во времени от изменения режима работы. Наблюдается так называемая тепловая инерция. Таким образом, рабочий процесс в цилиндре при неустановившихся режимах совершается при температурах стенок камеры сгорания в значительной степени, отличающихся от их значений для установившихся режимов. Это различие в ряде случаев может оказывать существенное влияние на характер рабочего процесса, особенно при относительно малых температурах деталей [2].

1. Тихонов, Н. Ф. Анализ дизель-электрической гребной установки / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-9. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-475. – EDN KGNFXD.
2. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт.техн. наук / В. Н. Тимофеев. - СПб, 2015, 2015, - 385 с.

3. Зубарев, Ю. Я. Автоматизация процессов управления в судостроении / Ю.Я. Зубарев. - М.: Судостроение, 2019. – 264 с.
4. Васильев, С. А. Судовые энергетические установки (СЭУ) / С. А. Васильев, Н. Ф. Тихонов, А. А. Петров // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 72-7. – С. 80-83. – DOI 10.18411/lj-04-2021-285. – EDN BUNQEP.
5. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
6. Тихонов, Н. Ф. Эффективность системы наддува и утилизации тепловых потерь в тронковых дизелях / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Наукосфера. – 2023. – № 1-2. – С. 276-279. – EDN JWCUIZ.
7. Осипов, О. В. Судовые дизельные двигатели / О. В. Осипов, Б. Н. Воробьев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 356 с.
8. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 71-74. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-250. – EDN FMRFKR.
9. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. – EDN CNEYR.
10. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-2. – С. 113-115. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. – EDN KZTGCM.
11. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 января 2023 года. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 204-206. – EDN MWYFQT.
1. 12. Тимофеев, В. Н. Повышение технико-экономических показателей судовых дизелей совершенствованием систем наддувочного воздуха / В. Н. Тимофеев, Ю. Н. Степанов // Судостроение. – 2009. – № 6. – С. 53-56.

Тимофеев В.Н., Шумихина Е.Г.

Режимные параметры системы охлаждения судового дизеля

*Чувацкий государственный университет им. И.Н. Ульянова
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-262

Аннотация

Проанализированы режимы охлаждения судовых дизелей в зависимости от их конструктивных особенностей, степени форсировки, свойств примененных материалов, сорта топлива и смазочного масла. Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт выбора температурного режима, режимов работы дизеля и влияющих на них факторов.

Ключевые слова: дизель, система смазки и охлаждения, коррозия, вязкость, топливо, экономичность, подогрев, мощность, теплоноситель, температура.

Abstract

The cooling modes of marine diesel engines are analyzed depending on their design features, the degree of forcing, the properties of the materials used, the type of fuel and lubricating oil. The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants due to the choice of temperature conditions, diesel operating modes and factors affecting them are considered.

Keywords: diesel, lubrication and cooling system, corrosion, viscosity, fuel, efficiency, heating, power, coolant, temperature.

О температурном режиме охлаждения судят по температуре, выходящей из дизеля воды. У существующих конструкций дизелей оптимальная температура воды 75-85 оС для среднеоборотных и 85-95 оС для высокооборотных дизелей. Встречаются дизели с системами высокотемпературного (свыше 95 оС) охлаждения. Замкнутый контур системы охлаждения таких дизелей следует оборудовать специальным паровоздушным клапаном, поддерживающим повышенное давление в системе с целью предотвращения образования паровых мешков и местного перегрева деталей.

На установившемся режиме работы дизеля в СО (системе охлаждения) устанавливается тепловое равновесие. С изменением нагрузки и частоты вращения вала изменяется количество теплоты, которое подлежит отводу от деталей дизеля.

Для каждого данного дизеля, в зависимости от его конструктивных особенностей, степени форсировки, свойств примененных материалов, сорта топлива и смазочного масла, оптимальный режим охлаждения может соответствовать различному уровню температур охлаждающей воды. Оптимальным будет такой режим охлаждения, который, при выполнении вышеуказанных двух основных требований, вместе с тем позволяет получить как можно большую эффективную мощность, меньший удельный расход топлива и минимальный износ [1, 2, 3].

Теплообмен в зарубашечном пространстве дизеля с водяным охлаждением оказывает существенное влияние как на протекание рабочего процесса в цилиндре, так и на теплонапряженность охлаждаемых деталей и имеет особенно важное значение для быстроходных форсированных дизелей. Факторами, определяющими режим теплоотдачи от стенок рабочего цилиндра в охлаждающую воду, являются температуры стенки и охлаждающей воды, давление в полости охлаждения, удельная тепловая нагрузка, форма и сечение проточной части полости охлаждения, режим течения воды, ее физико-химические характеристики, амплитуда и частота вибрации теплоизлучающей поверхности.

Опыт эксплуатации дизельных двигателей и специально поставленные исследования показали, что температура воды в СО дизеля существенно влияет как на основные эффективные показатели работы дизеля (мощность, экономичность) так и на интенсивность трущихся поверхностей [4, 5, 6].

Для СО судового дизеля как уже было отмечено выше обычно применяется вода, так как по ряду эксплуатационных свойств (распространенность, стоимость, пожаробезопасность, удобство хранения, длительность эксплуатации без изменения свойств и т.п.) она имеет преимущества по сравнению с другими жидкостями. Вода благодаря своим теплофизическим свойствам имеет наивысшие значения коэффициента теплоотдачи конвекцией.

Однако следует заметить, что естественная вода содержит в себе соли жесткости, которые при нагревании выпадают, образуя накипь и шлам. Накипь, являясь теплоизолятором, плохо проводит теплоту, что ведет к перегреву деталей ЦПГ. Чтобы предупредить накипеобразование, следует использовать противонакипные присадки или воду, обработанную электромагнитным способом.

Для СО регулирующим параметром является температура охлаждающей воды на выходе из дизеля. В зависимости от ее уровня при работе дизеля определяется и поддерживается степень нагрева охлаждаемых деталей. Экспериментальными исследованиями установлено (работы ЦНИДИ, А.М. Феенберга, О.С. Амелькина, В.Г. Волкова, В.Т. Кумельского, М.И. Левина, С.А. Антоновича, Н.М. Лукова, П.П. Федорко, А.М. Павлюченко, О.Н. Безюкова, В.А. Жукова и др.), что температура охлаждаемых деталей находится в прямой зависимости от температуры воды. Анализ этого влияния позволяет сделать вывод о существовании некоторого оптимального температурного режима, в поддержании которого и

состоит задача систем автоматического терморегулирования. При этом потери теплоты с охлаждающей водой должны быть минимальными. Вместе с тем, для создания благоприятных условий работы деталей дизеля желательно интенсивно их охлаждать, что неизбежно вызывает увеличение тепловых потерь [7, 8, 9]. Преодоление этого противоречия возможно при оптимальном сочетании двух основных требований к режиму охлаждения:

1. Температура охлаждаемых деталей должна стабильно поддерживаться в допустимых пределах.
2. Потери теплоты, при этом, должны быть как можно минимальными.

Для каждого дизеля, в зависимости от конструктивных особенностей, степени форсировки, примененных материалов, сорта топлива и смазочного масла, оптимальный режим охлаждения может соответствовать различному уровню температур охлаждающей воды.

Одним из главных условий, определяющих нормальную работу дизелей, является обеспечение его оптимального теплового состояния.

СО дает возможность обеспечить при любых эксплуатационных режимах стабильное наиболее выгодное тепловое состояние дизеля. Отвод теплоты в СО воспрепятствует пригоранию поршневых колец, обгоранию седел клапанов, задиру и заклиниванию поршня, растрескиванию головок цилиндров. Наибольшей опасности появления трещин подвергается крышка. Это объясняется сложностью ее сечений, неравномерностью распределения материала по различным сечениям, наличием зарубашечного пространства, где циркулирует охлаждающая вода, наличием значительных температур.

Несмотря на то, что с повышением температуры охлаждающей воды уменьшаются индикаторная мощность (P_i) и η , экспериментальные исследования различных авторов подтверждают заметное повышение эффективной мощности (P_e) и снижение удельного расхода топлива (g), а также увеличение механического КПД (η_m). Это объясняется тем, что снижение механических потерь в дизеле с повышением температуры охлаждающей воды опережает снижение индикаторных показателей, в результате при более высоком температурном уровне охлаждения достигается наиболее экономичная работа дизеля. Для примера можно привести результаты экспериментальных исследований, полученных для различных типов дизелей и различных режимов охлаждения (табл.1).

Таблица 1

Сравнительная оценка потерь теплоты от температуры охлаждающей воды.

| Автор | Тип дизеля | Изменение температуры хл. воды, °С | Уменьшение потерь с охл. водой, % | Среднее значение уменьшения потерь от повышения т-ры охл. воды, на 10°С, % |
|----------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Э.А. Мкртумян | 4-тактный | 60 – 120 | 36 – 40 | 6 – 7 |
| А.Н.Рахманович | Предкаменный | 25 – 90 | 28 | 4,3 |
| Б.Г. Волков | 4 тактный. Д – 35 | 75 – 115 | 8,2 | 2,05 |
| В.Т.Кумельский | 2-такт. 2Д10,8/12,7 | 70–150 | 13,3 | 1,66 |
| | 4-тактный 3Д6 | 70 - 150 | 15,3 | 1,9 |

Как известно [10, 11, 12], перегрев или переохлаждение детали приводит к появлению трещин и выходу ее из строя. С другой стороны, трущаяся пара поршень – втулка может надежно работать при условии нормальной смазки. Трущаяся пара поршень-втулка работает в весьма неблагоприятных условиях вследствие наличия высоких неравномерно распределенных температур и трудности обеспечения смазки. Так как прогрев поршня и втулки по поверхности и толщине металла происходит неравномерно, то это неизбежно приводит к неравномерному расширению и деформации поршня и втулки. В результате зазоры между ними изменяются

также неравномерно, хотя температуры поршня и втулки при прогреве дизеля стабилизируются почти одновременно.

При нагреве этих деталей свыше 200 °С условия для смазки резко ухудшаются, что приводит к загоранию поршневых колец, увеличению износа и сил трения, уменьшению мощности и появлению других неприятных последствий.

Температурные условия в системе смазки являются одним из существенных факторов, влияющих на интенсивность износов трущихся частей и экономичность работы дизеля.

1. Возницкий, И. В. Топливная аппаратура судовых дизелей. / И.В. Возницкий – М.: МОРКНИГА, 2007. – 128 с.
2. Тихонов, Н. Ф. Анализ дизель-электрической гребной установки / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 93-9. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-01-2023-475. – EDN KGNFXD.
3. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт. техн. наук / В. Н. Тимофеев. – СПб, 2015, 2015, - 385 с.
4. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных судовых дизелей / Е. В. Белоусов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-45166-1.
5. Тихонов, Н. Ф. Дизель-электрическая силовая установка / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина, Л. С. Секлетина // Заметки ученого. – 2021. – № 9-1. – С. 306-310. – EDN SCVJDX.
6. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ и ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
7. Васильев, С. А. Анализ судовых энергетических установок (СЭУ) / С. А. Васильев, Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 73-2. – С. 88-90. – DOI 10.18411/lj-05-2021-67. – EDN VXFКMB.
8. Возницкий, И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 1. / И.В. Возницкий, А.С. Пунда – М.: МОРКНИГА, 2010. – 260 с.
9. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 71-74. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-250. – EDN FMRFKR.
10. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. – EDN CNEYR.
11. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-2. – С. 113-115. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. – EDN KZTGCM.
12. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 января 2023 года. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 204-206. – EDN MWYFQT.

Тихонов Н.Ф.

Высокотемпературные системы охлаждения (ВТО)

*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-08-2023-263

Аннотация

Проанализирована система охлаждения современных судовых дизелей. Рассмотрены основные этапы по повышению эффективности и технико-экономических показателей судовых энергетических установок (СЭУ) за счёт конструктивных особенностей и условий их эксплуатации, применения высокотемпературных систем охлаждения.

Ключевые слова: дизель, система охлаждения, процессы, нагрузка, топливо, масло, подогрев, оптимизация, теплота, температура.

Abstract

The cooling system of modern marine diesel engines is analyzed. The main stages of improving the efficiency and technical and economic indicators of marine power plants (SEU) due to the design features and conditions of their operation, the use of high-temperature cooling systems are considered.

Keywords: diesel, cooling system, processes, load, fuel, oil, heating, optimization, heat, temperature.

В настоящее время такие системы приобретают широкое распространение, а различные конструктивные особенности и условия их эксплуатации уже теперь привели к созданию нескольких видов ВТО.

Системы ВТО могут быть разделены на две группы. Первая - с парообразованием внутри охлаждающих полостей. При кипящем охлаждении коэффициент теплоотдачи существенно возрастает. В связи с этим оптимальной температурой ВТО следует считать такую, при которой наступает развитое поверхностное кипение. Вторая группа - без парообразования внутри охлаждающих пространств, т.е. СО (система охлаждения) с последующим парообразованием.

СО с последующим парообразованием предусматривает охлаждение дизеля водой температурой выше 100 оС за счет повышенного давления, создаваемого циркуляционным насосом вследствие наличия дросселя на выходе воды из дизеля.

ВТО повышает КПД дизеля, уменьшает возможность охлаждения стенок цилиндра ниже температуры точки росы для рабочего газа и появления в связи с этим электрохимической коррозии, резко уменьшает (в 3-5 раз) размеры водяных охладителей, повышает износоустойчивость цилиндрических втулок. ВТО кипящего типа выгоднее любых других СО.

Переход на ВТО естественно сопровождается некоторым ростом температуры деталей ЦПГ (цилиндро - поршневой группы), что может нарушить качественную смазку цилиндров дизеля. Несколько ухудшается воздухообеспечение дизеля при работе с номинальной нагрузкой из-за уменьшения коэффициента наполнения цилиндров свежим зарядом воздуха. При переводе на ВТО происходит и перераспределение составляющих теплового баланса – увеличение потерь с выпускными газами и уменьшение доли потерь с охлаждающей водой. Например, увеличение температуры воды на выходе из дизеля Д-70 от 80 до 120 оС приводит к уменьшению доли потерь теплоты на охлаждение почти в два раза [1, 2, 3].

Однако в настоящее время ВТО обладают рядом недостатков, к которым можно отнести:

- a. сравнительно высокую температуру рабочих деталей и агрегатов двигателей, охлаждаемых при помощи систем ВТО, и связанные с этим неудобства для обслуживающего персонала при эксплуатации этих установок;
- b. необходимость применения более качественных смазочных масел и их присадок, способных обеспечивать надежную работу ДВС при повышенных значениях температуры внутренних поверхностей стенок рабочих цилиндров;
- c. более продолжительное время выхода силовой установки на заданный режим работы.

В связи с наличием указанных недостатков ряд дизелестроительных предприятий негативно относится к системам ВТО.

В работах других исследователей указывается на линейную зависимость нагрева стенок охлаждаемых деталей от температуры охлаждающей воды. Устанавливая определенный температурный уровень в СО, можно обеспечить поддержание охлаждаемых деталей с такой степенью нагрева, при которой достигается наиболее эффективная и надежная работа дизеля. Эффективность и надежность работы дизеля зависят от многих факторов, значение которых в большой степени определяется режимом охлаждения.

Для обеспечения надежности работы дизеля СО должна поддерживать такой температурный уровень, чтобы не допускать чрезмерного перегрева или переохлаждения деталей. В связи с тем, что невозможно обеспечить равномерное распределение температуры по поверхности и объему охлаждаемых деталей, возникает определенная теплонапряженность, которая может достигать очень высоких значений, и рост ее связан с перегревом или с переохлаждением деталей.

Как уже было отмечено выше, СО отводится около 30 % тепловой энергии, содержащейся в используемом топливе. Для снижения потерь важно выяснить, сколько теплоты необходимо отводить в СО дизеля и каким способом можно уменьшить это количество.

Температурный режим СО, характеризуемый температурой охлаждающей воды на выходе из рубашки дизеля и температурой масла в картере, является основным косвенным показателем теплового состояния дизеля.

Экспериментальными исследованиями установлено, что температура охлаждающей воды сильно влияет на тепловое состояние поршня, хотя последний непосредственно водой не охлаждается. Наиболее чувствителен к изменению температуры охлаждающей воды центр днища поршня [4, 5].

Тепловое состояние цилиндров в значительной степени зависит от режима охлаждения, места подвода охлаждающей воды к дизелю и наличия паровых мешков.

Увеличение разности температур между тепловоспринимающими и охлаждаемыми поверхностями вызывает рост термических напряжений. Характер распределения температур в деталях, образующих рабочий объем цилиндра, является одним из важных факторов, определяющих надежность и долговечность работы дизеля.

Распределение температур в детали зависит от тепловой нагрузки, термического сопротивления потоку теплоты в детали и на ее границах, а также от температуры охлаждающей среды. Поддержание температуры деталей на заданном оптимальном уровне возможно при соответствующем выборе для данного дизеля правильной организации рабочего процесса, оптимальной конструкции деталей и рациональной СО. Незначительным изменением конструкции детали или некоторой реорганизацией рабочего процесса можно изменить локальные значения коэффициентов теплоотдачи настолько, что это приводит к заметному снижению максимальных температур и общей перестройке температурного поля детали.

Теплота, передаваемая стенкам цилиндра радиацией в высокооборотных дизелях, не превышает 20-25 % от общей тепловой нагрузки. Поэтому конвективный теплообмен в ДВС имеет решающее значение.

Исследованиями установлено [6, 7, 8], что неравномерность теплоотдачи от газов в стенки цилиндра обуславливает неравномерность тепловой нагрузки. Неравномерность тепловой нагрузки характерна не только для различных деталей, но и в пределах одной детали. Так, на одном из режимов работы двигателя (1С 13/14) установлено [9], что максимальная тепловая нагрузка поверхности днища поршня, головки и гильзы цилиндра превышает минимальную в 3 раза, а поверхности поршня – в 2,2 раза. Отношение максимальной тепловой нагрузки к минимальной нагрузке по всем поверхностям, образующим рабочий объем цилиндра, составляет 12.

Основная причина износа деталей ЦПГ – это коррозионное воздействие на них топлива и масла, зависящее как от химического состава топлива и масла, так и от температуры стенок цилиндров. Чем больше серы содержит топливо и масло и чем ниже температура стенок цилиндров, тем сильнее проявляется их коррозионное воздействие.

При температуре стенок цилиндров ниже критической происходит конденсация паров воды и продуктов неполного сгорания топлива. Образовавшиеся при сгорании сернистого топлива SO₂ и SO₃ вступают в реакцию с парами воды, создавая на поверхности цилиндров пленку электролита, вызывающую электрохимическую коррозию.

Экспериментальными исследованиями по определению влияния температуры охлаждающей воды на износ деталей дизеля, проведенными на разных типах дизелей как

отечественными, так и зарубежными учеными, доказано, что с увеличением температуры охлаждающей воды в пределах от 40С до 80 – 90С износ деталей резко уменьшается [10, 11, 12].

Необходимо заметить, что в случае охлаждения забортной водой (разомкнутой системой охлаждения) из-за интенсивного отложения накипи невозможно поддержание температуры на оптимальном уровне. Для таких систем температура воды на выходе из дизеля поддерживается в пределах 45 - 55°С.

Следовательно, поддержание температуры охлаждающей воды на выходе из дизеля в пределах 80 – 90С благоприятно не только потому, что она обеспечивает оптимальные тепловые условия работы дизеля, но и потому, что позволяет снизить кислотную коррозию деталей дизеля и износ при использовании сернистых топлив.

1. Зубарев, Ю. Я. Автоматизация процессов управления в судостроении / Ю.Я. Зубарев. - М.: Судостроение, 2019. - 264 с.
2. Васильев, С. А. Анализ судовых энергетических установок (СЭУ) / С. А. Васильев, Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 73-2. – С. 88-90. – DOI 10.18411/lj-05-2021-67. – EDN VXFКMB.
3. Тимофеев В. Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. ... докт.техн. наук / В. Н. Тимофеев. - СПб, 2015, 2015, - 385 с.
4. Белоусов, Е. В. Топливные системы современных судовых дизелей / Е. В. Белоусов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-45166-1.
5. Васильев, С. А. Судовые энергетические установки (СЭУ) / С. А. Васильев, Н. Ф. Тихонов, А. А. Петров // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 72-7. – С. 80-83. – DOI 10.18411/lj-04-2021-285. – EDN BUNQEP.
6. Надеждина, О. А. Дизель - электрические гребные установки / О. А. Надеждина // СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ в ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 257-258. – EDN OPFZFX.
7. Тихонов, Н. Ф. Дизель-электрическая силовая установка / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина, Л. С. Секлетина // Заметки ученого. – 2021. – № 9-1. – С. 306-310. – EDN SCVJDX.
8. Бурков, А. Ф. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры: монография / А. Ф. Бурков, В. Ф. Веревкин, П. М. Радченко; под общей редакцией А. Ф. Буркова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-3852-5.
9. Тихонов, Н. Ф. Топливная система / Н. Ф. Тихонов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 89-1. – С. 101-104. – DOI 10.18411/trnio-09-2022-30. – EDN ZI WVUE.
10. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272. – EDN CNEYR.
11. Тихонов, Н. Ф. Типы судовых двигателей Yanmar и их система смазки / Н. Ф. Тихонов, С. С. Сазанов, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-2. – С. 113-115. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-69. – EDN KZTGCM.
12. Шумихина, Е. Г. Эффективность системы наддува в тронковых дизелях / Е. Г. Шумихина // Мировые тенденции и перспективы развития науки в эпоху перемен: от теории к практике: Материалы I Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30.01.2023 года: "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 204-206. – EDN MWYFQT.



LJournal

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№100, Август 2023**

Часть 5

Подписано в печать 25.08.2023. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.10,13
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович