

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Научно-технический журнал

№2 2023



УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

Научно-технический журнал

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

ISSN 2618-9054

Журнал издается с 2010 года

Учредитель и издатель: Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)

Территория распространения – Российская Федерация

Тип издания – **Online** – www.ttmko.ru

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

- **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**
- **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**
- **АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО**
- **ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА**
- **МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**
- **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**
- **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ**
- **ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ**

Материалы журнала публикуются в авторской редакции и регистрируются в Российском индексе научного цитирования

Ответственность за достоверность опубликованных в статьях сведений несут авторы

Перепечатка материалов журнала допускается только с разрешения редакции

Научно-технический журнал «Высокие технологии в строительном комплексе» выходит 2 раза в год (май, декабрь)

Научно-технический журнал. Высокие технологии в строительном комплексе, все права защищены

Scientific-and-Technical Journal

HIGH TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION COMPLEX

ISSN 2618-9054

The Journal has been published since 2010

Founder and publisher: Voronezh State Technical University (VSTU)

Territory of distribution - the Russian Federation

Type of publication – **Online** – www.ttmko.ru

The journal publishes materials on the followingsubjects:

- **PRODUCTION MANAGEMENT**
- **ENERGY SAVING TECHNOLOGIES**
- **BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS**
- **ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND URBAN PLANNING**
- **WATER SUPPLY, WATER DRAINING, HEAT SUPPLY AND VENTILATION**
- **ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE CONSTRUCTION AND ROAD COMPLEX**
- **MECHANIZATION OF CONSTRUCTION, BUILDING MACHINES AND MECHANISMS**
- **BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES, BASISES AND FOUNDATIONS**
- **LIFE SAFETY IN ENVIRONMENTALLY ADVERSE CONDITIONS**
- **PHISICALAND CHEMICAL PROCESSESIN ENVIROMENTS, MATERIALS AND PRODUCTS**

The Journal materials are published in the author's edition and registered
in the Russian scientific citation index

Responsibility for the reliability of the information published in the papers is on the authors

Reprinting of Journal materials is allowed only with the permission of the editorial staff

Scientific-and-Technical Journal «High Technologies in Construction Complex» is published twice a year (May, December)

Scientific-and-Technical Journal. High Technologies in Construction complex. All rights reserved

Научно-технический журнал

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Главный редактор – д-р техн. наук, проф. В.А. Жулай
Зам. главного редактора – д-р техн. наук, проф. Ю.Ф. Устинов
Ответственный секретарь – канд. техн. наук., доц. А.Н. Щиенко

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Д-р техн. наук, проф. В.П. Подольский (г. Воронеж, ВГТУ); д-р техн. наук, проф. Т.В. Самодурова (г. Воронеж, ВГТУ); канд. техн. наук., доц. Н.М. Волков (г. Воронеж, ВГТУ); д-р техн. наук, проф. О.И. Поливаев (г. Воронеж, ВГАУ); канд. техн. наук., проф. Ю.М. Пурусов (г. Воронеж, ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»); д-р техн. наук, проф. В.А. Зорин (г. Москва, МАДИ); д-р техн. наук, проф. А.А. Романович (г. Белгород, БГТУ); д-р техн. наук, проф. Б.А. Бондарев (г. Липецк, ЛГТУ)

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.
Тел.: +7(473) 277-01-29, E-mail: stim@vgasu.vrn.ru

© Воронежский
государственный
технический
университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Выродова И.Г., Арутюнян М.С., Зобкова А.С., Абрамцев Е.Г. Анализ методов управления временем в строительном производстве	7
Спасибухов Ю.Н., Щиенко А.Н., Осипов А.А., Горбачев А.Е., Смирнов Н.С. Экономическое обоснование комплектования дорожно-строительных работ	12

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Николайчик А.В., Шульга А.И. Роль теплоэнергетики в современном мире: проблемы и перспективы	19
---	----

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Еремин А.В., Волокитина О.А., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В. Применение композитных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей	25
Турченко А.Е. Анализ особенностей применения боя строительной керамики с учетом его макроструктуры	29

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Семенова Э.Е., Умникова Ю.В. Влияние объемно-планировочного решения на энергоэффективность зданий	32
--	----

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Полуказиков А.В., Филатов И.И. Расчет воздухообмена в жилом помещении	37
--	----

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

Волокитина О.А., Волокитин В.П., Седова А.В. Анализ данных соответствия нормативно-техническим требованиям автодорог города Воронежа в рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» на основе результатов диагностики	41
--	----

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Арбузов Д.А., Бизяева П.Ю., Колесников А.Н., Жилин Р.А. Разработка проектов создания интеллектуальных систем управления машинами и механизмами	46
---	----

Волков Н.М., Никитин С.А., Картавец Г.М., Ходцев В.С., Ворошилов В.Ю. Использование искусственного интеллекта в строительной технике ...	51
Жулай В.А., Тюнин В.Л., Кожакин Е.В., Онищенко В.Л., Харченко П.М. Определение оценочных показателей работы автогрейдера	55
Москалев С.С., Губин Е.И., Перфильев А.А., Жилин Р.А. Исследование новых типов и конструкций машин и механизмов	60
Нгуен Чонг Минь, Зорин В.А. Имитационная модель диагностирования насосов транспортных средств	64
Нилов В.А., Федоров Е.В., Нырков В.А. Влияние внешних нагрузок на напряженно-деформированное состояние металлоконструкции стрелы экскаватора....	70
Полуказаков А.В., Филатов И.И. Промышленная робототехника.....	74
Романович М.А., Бобров О.В. Актуальные вопросы поиска решений по очистке отвала от вязких грунтов	78
Устинов Ю.Ф., Калинин Ю.И., Ульянов А.В., Авдеев П.Ю., Завалин М.О. Повышение качества транспортно-технологических машин	83

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Андреев А.В., Ерёмин А.В., Поляков Р.С. Новации при устройстве покрытий на мостовых сооружениях в условиях Воронежской области	88
Волков Н.М., Волков С.Н., Селезнева В.Н., Волков М.В. Особенности возведения фундаментов в условиях вечномёрзлых грунтов.....	92
Волков Н.М., Волков С.Н., Селезнева В.Н., Волков М.В. Современные тенденции проектирования и строительства высотных зданий в России	96
Карпункова С.А., Семенова Э.Е. Сравнение конструктивных решений наружных ограждающих конструкций для повышения энергоэффективности при реконструкции административных зданий	100
Лебедева А.Ю., Семенова Э.Е. Исследование способов повышения энергоэффективности в спортивных сооружениях	107

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

Волков Н.М., Картавец Г.М., Ходцев В.С., Ворошилов В.Ю. Оценка воздействия строительной техники на окружающую среду	112
Еремин А.В., Волокитин В.П., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В. Внедрение роликовых барьерных ограждений на участках автомагистралей, горной местности, мостовых сооружениях и на участках с высокой концентрацией ДТП	116
Еремин А.В., Волокитин В.П., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В. Интеграция велосипедной инфраструктуры в городскую среду и общественные пространства.....	120
Еремин А.В., Волокитин В.П., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В. Рациональное применение акустических экранов на территории населенных пунктов	124
Тарасов Е.А., Кириенко А.В., Дегтев Д.Н., Щиенко А.Н., Тарасова Е.В. Пример видеотехнической экспертизы.....	128

**ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ**

Еремин А.В., Волокитина А.В., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В. Интеграция беспроводной зарядки в покрытие проезжей части городских дорог и автомагистралей	132
Лобанов Д.В., Мерциев А.А., Звенигородский И.И., Сафонов С.А. Обследование инженерного сооружения дымовой трубы с рекомендациями по его дальнейшей эксплуатации	137
Чалова М.Ю., Головачева М.Р. Влияние снежных масс на днище полувагона снегоуборочной машины СМ-2	143
Юнтунен А.А., Чалова М.Ю. Влияние уровня влажности и загрязненности балласта при очистке щебня при помощи современных высокопроизводительных щебнеочистительных машин	149

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 69.05

*Кубанский государственный
технологический университет,
Институт строительства и
транспортной инфраструктуры
Старший преподаватель кафедры техноло-
гии, организации, экономики строительст-
ва и управления недвижимостью
И.Г. Выродова*

*Россия, г. Краснодар,
тел. +7 (918) 940-90-22*

e-mail: vyrodova_ira@mail.ru

*Старший преподаватель кафедры техноло-
гии, организации, экономики строительст-
ва и управления недвижимостью*

М.С. Арутюнян

*Россия, г. Краснодар,
тел. +7 (918) 273-33-41*

e-mail: m_a_r_i_a_n_n_a@mail.ru

*Ассистент кафедры технологии, организа-
ции, экономики строительства и управле-
ния недвижимостью*

А.С. Зобкова

*Россия, г. Краснодар,
тел. +7 (988) 471-41-01*

e-mail: adelaida-k.a.s@mail.ru

*Студент кафедры технологии, организа-
ции, экономики строительства и управле-
ния недвижимостью*

Е.Г. Абрамцев

*Россия, г. Краснодар,
тел. +7 (918) 246-45-81*

e-mail: abramcev34@gmail.com

*Kuban State
Technological University,
Institute of Construction and
Transport infrastructure
Senior Lecturer of the Department of Tech-
nology, Organization, Construction Econom-
ics and Real Estate Management*

I.G. Vyrodova

*Russia, Krasnodar,
tel. +7 (918) 940-90-22*

e-mail: vyrodova_ira@mail.ru

*Senior Lecturer of the Department of Tech-
nology, Organization, Construction Econom-
ics and Real Estate Management*

M.S. Harutunyan

*Russia, Krasnodar,
tel. +7 (918) 273-33-41*

e-mail: m_a_r_i_a_n_n_a@mail.ru

*Assistant of the Department of Technology,
Organization, Construction Economics and
Real Estate Management*

A.S. Zobkova

*Russia, Krasnodar,
tel. +7 (988) 471-41-01*

e-mail: adelaida-k.a.s@mail.ru

*Student of the Department of Technology, Or-
ganization, Construction Economics and Real
Estate Management*

E.G. Abramtsev

*Russia, Krasnodar,
tel. +7 (918) 246-45-81*

e-mail: abramcev34@gmail.com

И.Г. Выродова, М.С. Арутюнян, А.С. Зобкова, Е.Г. Абрамцев

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНЕМ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Данная научная статья посвящена анализу методов управления временем в строительном производстве. В статье рассмотрены основные аспекты планирования времени, контроля за выполнением работ, оптимизации времени и вовлечения всей команды проекта в процесс управления временем. Также рассмотрено использование информационных технологий для упрощения процессов управления временем. В статье приведены примеры практического применения каждого из методов управления временем в строительстве. Цель статьи заключается в том, чтобы помочь управляющим и участникам производственного процесса повысить эффективность и качество работ за счет оптимального использования времени.

Ключевые слова: планирование, контроль, оптимизация, эффективность, команда проекта, информационные технологии.

ANALYSIS OF TIME MANAGEMENT METHODS IN CONSTRUCTION PRODUCTION

This scientific article is devoted to the analysis of time management methods in the construction industry. The article discusses the main aspects of time planning, work performance control, time optimization and involvement of the entire project team in the time management process. The use of information technology to simplify the processes of time management is also considered. The article provides examples of the practical application of each of the methods of time management in construction. The purpose of the article is to help managers and participants in the production process to increase the efficiency and quality of work through the optimal use of time.

Keywords: planning, control, optimization, efficiency, project team, information technology.

Введение. Строительное производство является одной из наиболее сложных и многогранных отраслей экономики, требующей не только высокой квалификации работников, но и эффективного управления всеми аспектами производственного процесса. Одним из наиболее важных аспектов управления в строительстве является управление временем, которое позволяет оптимизировать производственные процессы, снизить затраты и повысить качество работ [1; 2; 3].

Управление временем в строительном производстве представляет собой комплексную систему, которая включает в себя планирование, контроль, оптимизацию времени и взаимодействие команды проекта. Кроме того, существует множество методов управления временем, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества.

Основная часть. Изучение эффективности методов управления временем в строительном производстве позволит выявить наиболее оптимальные методы управления временем для различных типов проектов, а также разработать рекомендации по применению эффективных методов управления временем в практике строительного производства [4].

Одним из таких методов является планирование времени в строительном производстве, которое включает в себя создание графика работ, установление сроков выполнения задач и определение последовательности их выполнения. График работ является основным инструментом управления временем в строительстве, который позволяет определить временные рамки на каждый этап проекта и составить подробный план выполнения работ. Для эффективного планирования времени необходимо учитывать все факторы, влияющие на процесс производства, такие как погодные условия, доступность материалов и оборудования, квалификация работников и др.

Одним из ключевых аспектов планирования времени является установление реалистичных сроков выполнения задач. Недостаточно просто установить даты начала и завершения работ, необходимо учитывать ряд факторов, которые могут повлиять на сроки выполнения задач. Кроме того, необходимо определить последовательность выполнения работ и установить связи между ними [5].

Кроме того, важным аспектом планирования времени является постановка целей и задач проекта. Цели и задачи должны быть ясно определены, чтобы все участники команды проекта могли работать в едином направлении и иметь общее понимание того, что от них требуется. Важно также учитывать мнение и пожелания всех участников команды проекта, чтобы создать оптимальный план работы, учитывающий все необходимые аспекты [6].

Оптимизация процессов в строительном производстве также является ключевым фактором для улучшения управления временем. Для этого необходимо провести анализ текущих процессов, выявить и устранить узкие места и проблемные зоны, определить оптимальные способы выполнения задач и внедрить новые технологии и методы. Также важно использовать современное оборудование и технологии, которые ускорят процесс производства и снизят риски возникновения задержек и ошибок [7; 8; 9].

Для оптимизации процессов необходимо также уделить внимание обучению и квалификации персонала. Работники должны быть обучены новым технологиям и методам работы, а также иметь возможность обмениваться опытом и знаниями в рамках команды проекта. Кроме того, важно создать условия для коммуникации и сотрудничества между различными участниками команды проекта, что позволит более эффективно решать проблемы и достигать поставленных целей.

Оптимизация процессов также включает в себя использование информационных технологий для управления проектом. Современные программные продукты и приложения позволяют эффективно планировать работу, отслеживать прогресс и управлять ресурсами, что значительно упрощает процесс управления временем в строительстве.

Правильное планирование и управление ресурсами является одним из ключевых аспектов управления временем в строительном производстве. Необходимо определить все необходимые ресурсы для выполнения проекта, включая материалы, оборудование, трудовые ресурсы и время, которое требуется для выполнения каждой задачи.

Планирование и управление ресурсами также включает в себя постановку реалистичных целей и сроков, учет рисков и возможных задержек, а также установление механизмов контроля и отчетности. Для более эффективного управления ресурсами в строительстве используются современные информационные технологии, такие как системы управления проектами (Project Management Systems), которые позволяют автоматизировать процессы планирования, контроля и управления ресурсами. Такие системы позволяют быстро реагировать на изменения в проекте, оптимизировать использование ресурсов и минимизировать возможные риски.

Важно также правильно организовать работу с подрядчиками и поставщиками, что позволит обеспечить своевременную поставку необходимых материалов и оборудования, а также квалифицированный трудовой ресурс. Контроль над качеством и сроками поставки также является важным элементом управления временем в строительном производстве.

Оптимизация процессов строительства является еще одним ключевым аспектом управления временем в строительном производстве. Она включает в себя определение наиболее эффективных методов выполнения задач, а также минимизацию времени на переходы между этапами производственного процесса.

Для оптимизации процессов строительства необходимо провести анализ всех этапов проекта и определить возможные пути оптимизации. Например, можно использовать модульное строительство, которое позволяет быстро собирать здания из предварительно изготовленных модулей на заводе, что значительно сокращает время строительства на объекте. Оптимизация процессов строительства также может включать в себя использование новых технологий и инноваций, таких как строительные роботы, 3D-печать и дроны. Эти технологии могут значительно ускорить процесс строительства и снизить затраты на ресурсы.

Наконец, оптимизация процессов строительства включает в себя управление коммуникацией и взаимодействием между всеми участниками проекта, включая заказчика, проектировщиков, строителей и поставщиков. Корректное взаимодействие позволяет быстро решать возникающие проблемы и своевременно реагировать на изменения в проекте, что помогает сократить время строительства и повысить его эффективность.

Применение современных технологий планирования и управления проектами является еще одним ключевым аспектом управления временем в строительном производстве. Современные технологии позволяют автоматизировать процессы планирования, управления ресурсами, контроля выполнения работ и мониторинга прогресса проекта.

Одной из таких технологий является Building Information Modeling (BIM) - цифровое моделирование зданий и сооружений. С помощью BIM можно создать цифровую модель здания, которая содержит информацию обо всех компонентах и деталях здания. Это позволяет управлять проектом более эффективно, ускорить процесс принятия решений и снизить вероятность ошибок.

Еще одной технологией является использование программного обеспечения для управления проектами, таких как Microsoft Project, Primavera P6 и др. Эти программы позволяют создавать расписания работ, управлять ресурсами, контролировать бюджет и отслеживать прогресс проекта в режиме реального времени.

Однако, сегодня не только в России, но и за рубежом обоснована эффективность перехода на 3D-проектирование только в случае планирования строительства типовых серийных объектов. В случае проектирования уникальных объектов применение 3D-проектирования экономически не обосновано. Таким образом, в подавляющем большинстве случаев проектирование ведется «по старинке» с применением средств 2D-проектирования, после чего на основании чертежей восстанавливается трехмерный объект. Что фактически приводит к дополнительным затратам, не приносящим проектирующей организации никаких дополнительных преимуществ. Безусловно, это является серьезным ограничением метода 3D-моделирования.

Также существуют специализированные программы для управления строительными проектами, которые позволяют автоматизировать процессы управления, контроля качества и безопасности на стройплощадке, управления документами и коммуникацией между участниками проекта.

Применение современных технологий планирования и управления проектами помогает снизить риски и повысить эффективность управления проектом, что способствует более быстрому выполнению работ и сокращению времени строительства.

Заключение. Управление временем в строительном производстве является одним из ключевых аспектов успешного выполнения проекта. В данной статье были рассмотрены основные методы управления временем в строительстве, которые помогают управлять временем выполнения проекта, оптимизировать расходы на ресурсы, повысить качество работ и минимизировать риски.

Одним из наиболее важных методов является планирование и контроль проекта, которые позволяют определить сроки выполнения работ, управлять ресурсами, контролировать качество и оценивать прогресс проекта. Применение современных технологий и программных средств для управления проектами также помогают оптимизировать процессы и ускорить выполнение работ.

Важным аспектом управления временем является эффективное управление коммуникацией и участниками проекта. Для этого используются различные методы, такие как встречи, документация и отчеты, которые позволяют контролировать и оптимизировать работу всех участников проекта.

В целом, управление временем в строительстве является сложным и многогранным процессом, требующим постоянного мониторинга и анализа. Однако, правильное применение методов управления временем может помочь достичь успеха в выполнении проекта, повысить эффективность работы и минимизировать риски.

Библиографический список

1. Повышение уровня организационно-технологической надежности строительной организации / Р. В. Сазонов, А. Н. Секисов, Н. А. Шпилова [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 10(147). – С. 809-812. – DOI 10.34925/EIP.2022.147.10.157. – EDN XAPAAG.

2. Управление цифровыми и мультимедийными технологиями в строительстве / Д. В. Гулякин, Н. А. Шипилова, Г. В. Михеев [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 12(149). – С. 367-370. – DOI 10.34925/EIP.2022.149.12.071. – EDN BEVQNL.
3. Совершенствование процессов управления строительного предприятия / Г. В. Михеев, А. А. Шиховцов, Э. С. Варич, И. Б. Базаров // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 1. – С. 40-45. – EDN YXDJUT.
4. Developing Optimization Modelling Methodology for Production Costs Generation / E. V. Solovyova, A. N. Sekisov, D. A. Gura [et al.] // . – 2020. – Vol. 10, No. 2. – P. 63-71. – DOI 10.29042/2020-10-2-63-71. – EDN UMZUOB.
5. Анализ состояния строительного комплекса Краснодарского края и пути повышения эффективности его деятельности / Р. Н. Шабанов, С. П. Пастухов, Я. А. Сафонюк [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 2. – С. 56. – EDN BICEOO.
6. Михеев, Г. В. Стадии кадастровой экспертизы в Российской Федерации / Г. В. Михеев, Н. В. Семенченко // Theoretical & Applied Science. – 2017. – № 3(47). – С. 42-45. – DOI 10.15863/TAS.2017.03.47.9. – EDN YJGKWN.
7. Штеркель, М. Девелопмент и маркетинг // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2018. – № 9. – С. 350-362. – EDN YNHIFL.
8. Повышение эффективности применения машин и механизмов в строительстве / Р. В. Сазонов, Н. А. Шипилова, А. А. Савенко [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 10(147). – С. 1190-1193. – DOI 10.34925/EIP.2022.147.10.237. – EDN UWYBNP.
9. Система менеджмента качества: процессный подход / Г. В. Михеев, В. С. Дрешпак, И. Г. Выродова, М. С. Арутюнян // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2017. – № 3. – С. 259-270. – EDN ZFMIYZ.

References

1. Povy'shenie urovnya organizacionno-texnologicheskoy nadezhnosti stroitel'noj organizacii / R. V. Sazonov, A. N. Sekisov, N. A. Shipilova [i dr.] // E'konomika i predprinimatel'stvo. – 2022. – № 10(147). – S. 809-812. – DOI 10.34925/EIP.2022.147.10.157. – EDN XAPAAG.
2. Upravlenie cifrovymi i mul'timedijnyymi texnologiyami v stroitel'stve / D. V. Gulyakin, N. A. Shipilova, G. V. Mixeev [i dr.] // E'konomika i predprinimatel'stvo. – 2022. – № 12(149). – S. 367-370. – DOI 10.34925/EIP.2022.149.12.071. – EDN BEVQNL.
3. Sovershenstvovanie processov upravleniya stroitel'nogo predpriyatiya / G. V. Mi-xeev, A. A. Shixovczov, E`. S. Varich, I. B. Bazarov // Fundamental'ny'e issledovaniya. – 2019. – № 1. – S. 40-45. – EDN YXDJUT.
4. Developing Optimization Modelling Methodology for Production Costs Generation / E. V. Solovyova, A. N. Sekisov, D. A. Gura [et al.] // . – 2020. – Vol. 10, No. 2. – P. 63-71. – DOI 10.29042/2020-10-2-63-71. – EDN UMZUOB.
5. Analiz sostoyaniya stroitel'nogo kompleksa Krasnodarskogo kraya i puti povыshe-niya e`ffektivnosti ego deyatel'nosti / R. N. Shabanov, S. P. Pastuxov, Ya. A. Safonyuk [i dr.] // Vestnik evrazijskoj nauki. – 2019. – Т. 11, № 2. – S. 56. – EDN BICEOO.
6. Mixeev, G. V. Stadii kadastrovoj e`kspertizy` v Rossijskoj Federacii / G. V. Mi-xeev, N. V. Semenchenko // Theoretical & Applied Science. – 2017. – № 3(47). – S. 42-45. – DOI 10.15863/TAS.2017.03.47.9. – EDN YJGKWN.
7. Shterkeľ, M. Development i marketing // E`lektronny`j setevoj politematicheski-j zhurnal "Nauchny`e trudy` KubGTU". – 2018. – № 9. – S. 350-362. – EDN YNHIFL.
8. Povy'shenie e`ffektivnosti primeneniya mashin i mexanizmov v stroitel'stve / R. V. Sazonov, N. A. Shipilova, A. A. Savenko [i dr.] // E'konomika i predprinimatel'stvo. – 2022. – № 10(147). – S. 1190-1193. – DOI 10.34925/EIP.2022.147.10.237. – EDN UWYBNP.
9. Sistema menedzhmenta kachestva: processny`j podxod / G. V. Mixeev, V. S. Dreshpak, I. G. Vy`rodova, M. S. Arutunyan // E`lektronny`j setevoj politematicheskij zhurnal "Nauchny`e trudy` KubGTU". – 2017. – № 3. – S. 259-270. – EDN ZFMIYZ.

*Воронежский государственный
технический университет*

*Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
строительной техники и инженерной механи-
ки имени профессора Н.А. Ульянова
Ю.Н. Спасибухов;*

*Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
строительной техники и инженерной механи-
ки имени профессора Н.А. Ульянова
А.Н. Щиенко;*

*Ст. преп. кафедры строительной техники
и инженерной механики имени профессора
Н.А. Ульянова А.А. Осипов*

*Студенты дорожно-транспортного факуль-
тета гр. НТС-221*

А.Е. Горбачев, Н.С. Смирнов.

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: a.n.shienko@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof., Associate
prof. of the chair of construction machinery and
engineering mechanics of a name of professor
N.A. Ulyanov Yu.N. Spasibukhov;*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof., Associate
prof. of the chair of construction machinery and
engineering mechanics of a name of professor
N.A. Ulyanov A.N. Shchienko;*

*Chief lecturer of the chair of construction ma-
chinery and engineering mechanics of a name of
professor N.A. Ulyanov A.A. Osipov*

*Students of the Faculty of Road Transport
Faculty gr. NTS-221*

A.E. Gorbachev, N.S. Smirnov.

*Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29
e-mail: a.n.shienko@mail.ru*

Ю.Н. Спасибухов, А.Н. Щиенко, А.А. Осипов, А.Е. Горбачев, Н.С. Смирнов

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

В статье проведен анализ методов, позволяющих рассчитать количественный состав комплектов машин, применяемых в строительстве и ремонте автомобильных дорог. Рассмотрены вопросы, возникающие на этапах проведения земляных работ, укладки подстилающих слоев из песка и щебня, устройства асфальтобетонного покрытия. Приведен пример организации дорожно-строительных работ на реальном объекте.

Ключевые слова: строительство автомобильных дорог, состав комплекта машин, производительность.

Yu.N. Spasibukhov, A.N. Shchienko, A.A. Osipov, A.E. Gorbachev, N.S. Smirnov

ECONOMIC JUSTIFICATION FOR COMPLETING ROAD CONSTRUCTION WORKS

The article analyzes methods that make it possible to calculate the quantitative composition of sets of machines used in the construction and repair of highways. The issues that arise at the stages of excavation work, laying underlying layers of sand and crushed stone, and installation of asphalt concrete pavement are considered. An example of organizing road construction work at a real site is given.

Keywords: construction of highways, composition of a set of machines, productivity.

В настоящее время в условиях современного строительства автомобильных дорог предъявляются повышенные требования к соблюдению сроков и темпов производства, а также к качеству применяемых материалов и соблюдению технологии [1, 2].

Формирование оптимальных составов комплектов машин при строительстве автомобильных дорог является важной составляющей организации дорожно-строительных работ. Комплекты машин создаются при проведении работ поточным методом, как одним из наиболее эффективных и производительных. Комплекты машин должны включать в себя основные и вспомогательные машины.

При строительстве дороги зона производства работ разбивается на захватки, на которых работают одновременно различные комплекты машин. Если на одной захватке необходимо производить подготовительные и земляные работы, на второй-укладку и уплотнение материалов основания дороги, а на третьей – устройство асфальтобетонного покрытия, то необходимо создать три комплекта машин.

Для формирования первого комплекта необходимо наличие основной машины-экскаватора и вспомогательных машин(автомобили-самосвалы, бульдозеры, автогрейдеры, грунтовые катки, навесные виброплиты).

Для формирования второго комплекта необходимо наличие основной машины-фронтального погрузчика и вспомогательных машин(автомобили-самосвалы, бульдозеры, автогрейдеры, грунтовые катки).

Асфальтобетонные смеси укладываются и уплотняются с помощью комплектов машин, в состав которых входят основные машины (асфальтоукладчики) и дополнительные (вспомогательные) машины: автосамосвалы для перевозки асфальтобетона, дорожные катки, гудронаторы, подметально-уборочные машины, погрузчики, фрезы и другое оборудование, позволяющее в необходимые сроки провести подготовительные работы перед укладкой асфальтобетонной смеси.

При планировании работ по строительству автомобильной дороги перед организацией-подрядчиком возникают вопросы, связанные с тем, что при выполнении работ одновременно тремя комплектами необходимо наличие большого количества вспомогательных машин одного вида. В основном необходимо наличие большого количества транспортных машин, уплотняющих машин, количество которых в строительных организациях часто ограничено. Недостаток количества вспомогательных машин приводит к неэффективной работе или полной остановке комплекта из-за простоев основной машины.

Подбор комплектов машин проводится по методу вариантного проектирования [3], когда сравниваются экономические показатели комплектов машин для выполнения одних и тех же объемов работ. Сравнение производится по частному эффекту, удельным приведенным затратам и др.

Существует несколько вариантов проведения работ по строительству автомобильной дороги, причем выполнение календарного графика производства работ на нескольких участках зависит от наличия сформированных комплектов машин.

Рассмотрим типовой процесс строительства автомобильной дороги, состоящий из подготовительных работ(срезка кустарника, удаление деревьев), земляных работ(устройство насыпей, выемок), планировка основания, устройство кюветов, уплотнение грунта, отсыпка песка, щебня различных фракций, укладка и закрепление геотекстиля, розлив вяжущих, укладка и уплотнение слоев асфальтобетона.

Протяженность строящейся дороги 4000 м была разбита на 4 захватки протяженностью 1000 м каждая: 1 участок ПК 0+00 – ПК 10+00; 2 участок ПК10+00-ПК 20+00; 3 участок ПК 20+00-ПК 30+00; 4 участок ПК 30+00-ПК40+00.Работы одного вида выполнялись на всей протяженности строящейся дороги последовательно на захватках с1 по 4. После выполнения земляных работ на четырех захватках начинал работать комплект по укладке песчаного основания, далее отсыпались слои щебня и производилась укладка слоев асфальтобетона.

Совмещение производственных процессов было минимальным. После доставки и распределения материалов основания проводилось уплотнение их комбинированными катками. В это время выполнялись работы, следующие по технологии, если основные машины комплектов были не задействованы на работах на других захватках.

В 1 комплект по подготовительным и земляным работам были включены 2 бульдозера гусеничных, 1 кусторез, 1 автогрейдер, 1 экскаватор, автомобили-самосвалы 6 единиц, катки комбинированные 2 единицы. Состав 2 комплекта по устройству песчаного основания включал 1 экскаватор, 1 погрузчик фронтальный, автомобили-самосвалы 12 единиц, 1 бульдозер гусеничный, 1 автогрейдер, катки комбинированные 2 единицы, 1 виброплита. Состав 3 комплекта по укладке щебеночного основания включал 1 погрузчик фронтальный, автомобили-самосвалы 12 единиц, 1 бульдозер гусеничный, 1 автогрейдер, катки комбинированные 2 единицы. Состав 4 комплекта по устройству асфальтобетонного покрытия включал асфальтосмесительную установку, 8 автомобилей-самосвалов, 1 асфальтоукладчик, катки гладковальцевые 2 единицы, 1 каток на пневматических шинах, 1 гудронатор. Стоит отметить при рассмотрении состава комплектов на наличие в них одних и тех же вспомогательных машин (самосвалы, катки комбинированные и др.

Вспользуемся основными положениями математической модели оптимизации структуры парка машин, предложенной Пермяковым В.Б. и Ивановым В.Н. [1], в которой предусматривается создание в организации некоторого количества специализированных комплектов машин (СКМ) от 1, 2, 3 до i . В парке могут быть машины различного функционального назначения от A до X . На практике при строительстве автомобильных дорог количество СКМ зависит от наличия на строительной площадке основных машин различных назначений: подготовительные, землеройные, землеройно-транспортные, машины для уплотнения грунтов, машины для распределения, укладки и уплотнения дорожно-строительных материалов и др.

Параметры объекта строительства, такие как протяженность, количество захваток, категория строящейся дороги, сроки строительства также влияют на количество СКМ, принимающих участие в строительстве. Также следует отметить, что состав некоторых СКМ может меняться в зависимости от важности выполняемых работ.

Темп строительства для i -того СКМ определяется как суммарная производительность машин с единым функциональным назначением, имеющих наименьшую в технологическом процессе суммарную производительность

$$t = \min \left(\sum_{i=1}^A (\Pi_i^A n_i^A); \sum_{i=1}^B (\Pi_i^B n_i^B); \dots; \sum_{i=1}^X (\Pi_i^X n_i^X) \right), \quad (1)$$

где $1, \dots, i$ – индекс комплекта машин;

A, \dots, X – индекс функционального назначения машины;

$\Pi^{A\dots X}$ – часовая эксплуатационная производительность машины одного функционального назначения и типоразмера;

$n^{A\dots X}$ – количество машин в СКМ каждого функционального назначения и типоразмера.

Частный эффект от работы комплекта в течение смены можно определить по формуле

$$Z_i = R_{скми} - Z_i^M - S_i, \quad (2)$$

где $R_{скми}$ – экономический результат (сметная стоимость), который создает комплект машин за смену;

Z_i^M – затраты на приобретение строительных материалов, расходуемых комплектом за смену;

S_i – сменные затраты на эксплуатацию машин и механизмов, входящих в комплект.

Зная сметную стоимость единицы продукции R_x , которую создают машины одного функционального назначения, можно определить результат, который создает СКМ за один час работы

$$R_{СКМ} = \left(\sum_{i=1}^A (\Pi_i^A n_i^A) R_A + \sum_{i=1}^B (\Pi_i^B n_i^B) R_B + \dots + \sum_{i=1}^X (\Pi_i^X n_i^X) R_X \right), \quad (3)$$

Затраты на приобретение строительных материалов, расходуемых за один час работы СКМ, определяют

$$З^M = q_i C_i^M, \quad (4)$$

где C_i^M – стоимость материала в единице продукции i -го СКМ, руб.;

q_i – количество материалов, расходуемых за один час работы СКМ, м³.

Также необходимо учесть при анализе работы СКМ затраты на эксплуатацию машин и механизмов в течение часа работы комплекта

$$S = \left(\sum_{i=1}^A (C_i^A n_i^A) + \sum_{i=1}^B (C_i^B n_i^B) + \dots + \sum_{i=1}^X (C_i^X n_i^X) \right), \quad (5)$$

Сменные затраты на эксплуатацию машин и механизмов, входящих в комплект, учитывают как затраты на машины, принадлежащие организации-подрядчику на праве собственности, так и затраты, связанные с оплатой работ машин, привлеченных из других организаций-субподрядчиков.

Частный эффект от работы СКМ на земляных работах на одной захватке можно определить по формуле

$$Z_{1j} = R_{СКМ1j} - S_{1j}, \quad (6)$$

где $R_{СКМ1j}$ – экономический результат (сметная стоимость), который создает комплект машин на земляных работах на j -ой захватке;

S_{1j} – затраты на эксплуатацию машин и механизмов, входящих в комплект машин, задействованных на земляных работах на j -ой захватке.

Частный эффект от работы СКМ на работах по устройству песчаного основания на одной захватке можно определить по формуле

$$Z_{2j} = R_{СКМ2j} - З_{2j}^M - S_{2j}, \quad (7)$$

где $R_{СКМ2j}$ – экономический результат (сметная стоимость), который создает комплект машин на устройстве песчаного основания на j -ой захватке;

$З_{2j}^M$ – затраты на приобретение строительных материалов (песка), расходуемых комплектом на устройство песчаного основания на одной захватке;

S_{2j} – затраты на эксплуатацию машин и механизмов на устройстве песчаного основания, работающих j -ой захватке.

Частный эффект от работы СКМ на работах по укладке щебня на одной захватке можно определить по формуле

$$Z_{3j} = R_{СКМ3j} - З_{3j}^M - S_{3j}, \quad (8)$$

где $R_{СКМ3j}$ – экономический результат (сметная стоимость), который создает комплект машин на устройстве щебеночного основания на j -ой захватке;

$З_{3j}^M$ – затраты на приобретение строительных материалов (щебня), расходуемых комплектом на устройство песчаного основания на j -ой захватке;

S_{3j} – затраты на эксплуатацию машин и механизмов на устройстве щебеночного основания, работающих на j -ой захватке.

Частный эффект от работы СКМ на работах по устройству асфальтобетонного покрытия на одной захватке можно определить по формуле

$$Z_{4j} = R_{скм4j} - Z_{4j}^M - S_{4j}, \quad (9)$$

где $R_{скм4j}$ – экономический результат (сметная стоимость), который создает комплект машин на устройстве асфальтобетонного покрытия на j -ой захватке;

Z_{4j}^M – затраты на приобретение строительных материалов (асфальтобетона и вяжущих), расходуемых комплектом на устройство асфальтобетонного покрытия на j -ой захватке;

S_{4j} – затраты на эксплуатацию машин и механизмов на устройстве асфальтобетонного покрытия, работающих на j -ой захватке.

При этом необходимо учитывать затраты на приобретение строительных материалов на выполнение всего объема работ каждого вида на одной захватке. Затраты на приобретение материалов на земляных работах можно не учитывать.

Частный эффект от работы всех комплектов машин на четырех захватках можно определить, просуммировав значения частных эффектов

$$Z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 (Z_{1j} + Z_{2j} + Z_{3j} + Z_{4j}), \quad (10)$$

На этапе планирования работ можно определить экономические показатели работы парка машин на строительстве автомобильной дороги при использовании только машин, находящихся на балансе предприятия-подрядчика, а так же при использовании собственных машин и техники сторонних организаций-субподрядчиков.

Таким образом модель позволяет сравнивать СКМ различных составов и типоразмеров с целью выбора экономически более эффективного варианта. Данная формула не учитывает затрат на перебазировку техники, которые при сравнении комплектов машин в некоторых случаях существенны. Зная объемы строительства и определив время работы каждого СКМ на объекте, необходимо произвести сравнение комплектов машин при выполнении одинакового проектного объема работ с учетом затрат на перебазировку техники. [3]

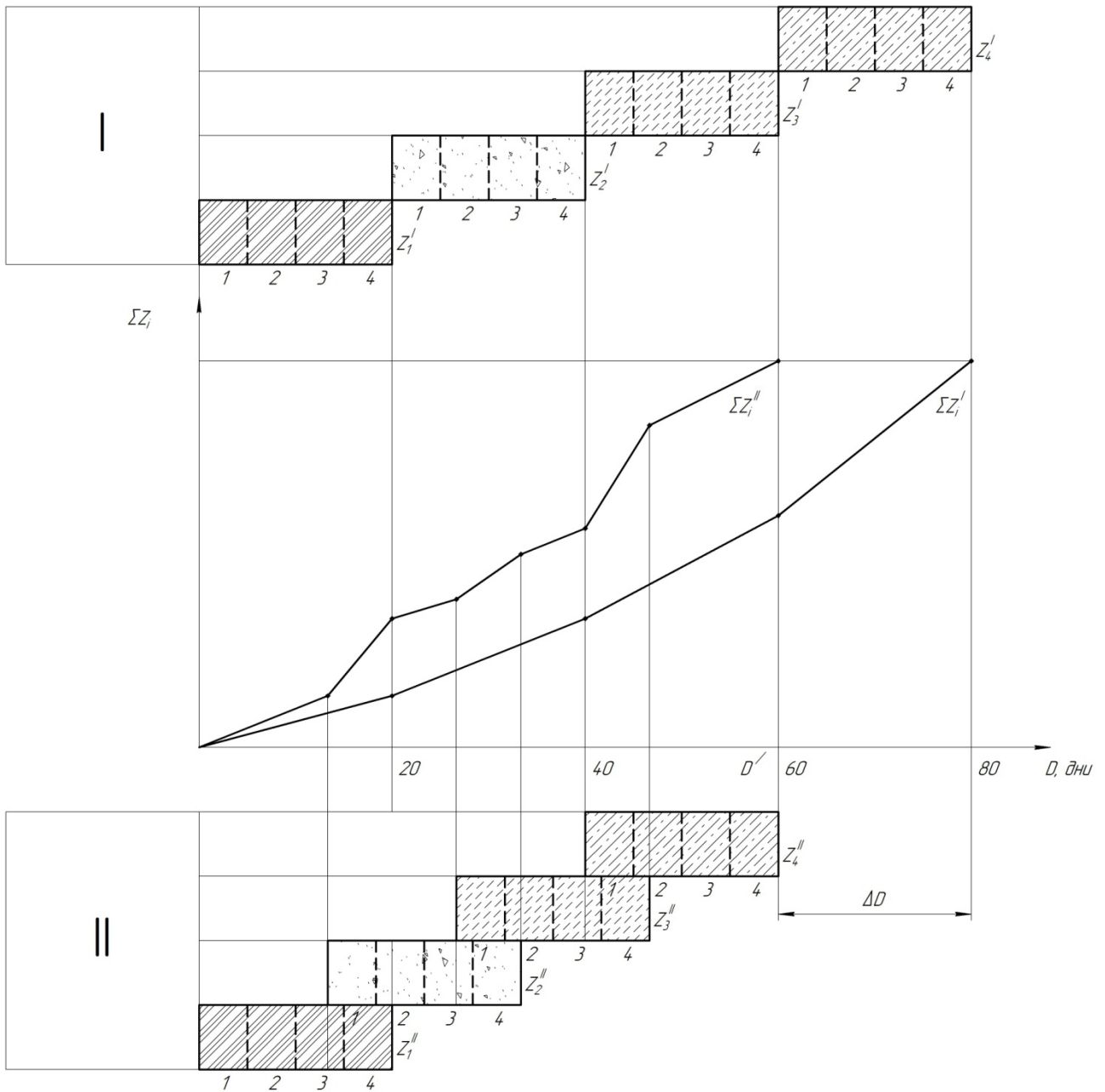
Выбор состава комплектов машин по строительству автомобильной дороги необходимо производить в два этапа.

На первом этапе в зависимости от технологической характеристики строительного процесса определяют схему комплексной механизации [3], основные параметры ведущих машин, их типоразмер, а также типаж технологически необходимых вспомогательных машин.

На втором этапе из полученного ряда типоразмеров намечают несколько возможных вариантов ведущих машин и соответствующих им вспомогательных. Чаще всего в организациях выбор вспомогательных машин и основной машины ограничивается машинами, находящимися на балансе фирмы, что негативно может сказаться на сроках строительства. При недостатке необходимого количества машин в каком-либо комплекте необходимо рассмотреть возможность аренды машин других организаций.

Затем по формулам (6)-(10) необходимо провести сравнение экономических показателей комплектов машин для выбора наиболее эффективного варианта.

На рис. показано выполнение графика производства работ по строительству автомобильной дороги последовательно разными комплектами и вариант параллельной работы комплектов при условии на 1 захватке работает 1 комплект машин. Как видно из диаграмм, при организации параллельной работы СКМ возможно сокращение сроков строительства объекта.



1, 2, 3, 4 – номера захваток;
D – время выполнения дорожно-строительных работ.

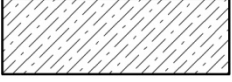
-  Земляные работы
-  Отсыпка и уплотнение песка
-  Отсыпка и уплотнение слоев щебня
-  Укладка асфальтобетона

Рис. График производства работ по строительству автомобильной дороги

Библиографический список

1. Пермяков В.Б. Комплексная механизация строительства. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 383.: ил.
2. Спasiбухов Ю.Н., Щиенко А.Н. Формирование оптимальных комплектов машин для строительства и ремонта автомобильных дорог // Высокие технологии в строительном комплексе. 2020. №1. С. 18-21.
3. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства: учебник для вузов / Е.М. Кудрявцев. Изд. третье, перераб. и доп. – М.: изд-во АСВ, 2013. – 464 с.

References

1. Permyakov V.B. Complex mechanization of construction. Textbook for high schools. – M.: Higher School, 2005. – 383.: ill.
2. Spasibukhov Yu.N., Shchienko A.N. Formation of optimal sets of machines for the construction and repair of highways // High technologies in the construction complex. 2020. No. 1. pp. 18-21.
3. Kudryavtsev, E.M. Integrated construction mechanization: a textbook for high schools / E.M. Kudryavtsev. Ed. third, reslave. and add. - M.: DIA Publishing House, 2013. – 464 p.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 620.9.001.12/.18

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры теплога-
зоснабжения и нефтегазового дела*

А.В. Николайчик

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-07-22-20
e-mail: teplosnab.kaf@cchegeu.ru*

*Магистрант кафедры теплогазоснабже-
ния и нефтегазового дела*

А.И. Шульга

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-07-22-20
e-mail: overlord.shulga.2000@gmail.com*

Voronezh State

Technical University

*Ph.D. (Engineerin), Assoc Prof. of Department
of Heat and Gas Supply and Oil and Gas
Business A.V. Nikolaychik*

*Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-07-22-20
e-mail: teplosnab.kaf@cchegeu.ru*

*Master student of Department of Heat and Gas
Supply and Oil and Gas Business*

A.I. Shulga

*Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-07-22-20
e-mail: overlord.shulga.2000@gmail.com*

А.В. Николайчик, А.И. Шульга

РОЛЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Представлены результаты анализа современных проблем теплоэнергетики. Рассмотрена динамика увеличения потребления энергии до 2030г. Представлена перспективная схема гибридной установки по производству тепловой и электрической энергии, выполненная на базе существующих теплоэнергетических установок устаревшего типа с целью повышения энергоэффективности. Рассмотрены существующие технологии повышения уровня цифровизации теплоэнергетической отрасли страны.

Ключевые слова: теплоэнергетика, энергосбережение, коэффициент полезного действия, экономическая эффективность, устойчивое развитие.

A.V. Nikolaichik, A.I. Shulga

THE ROLE OF THERMAL POWER ENGINEERING IN THE MODERN WORLD: PROBLEMS AND PROSPECTS

The results of the analysis of modern problems of thermal power engineering are presented. The dynamics of increasing energy consumption until 2030 are considered. A promising scheme of a hybrid installation for the production of thermal and electrical energy, made on the basis of existing outdated thermal power plants in order to increase energy efficiency, is presented. Existing technologies for increasing the level of digitalization of the country's heat and power industry are considered.

Keywords: thermal power engineering, energy saving, efficiency, economic efficiency, sustainable development.

Теплоэнергетика играет одну из самых важных ролей в уровне жизни населения всех стран, но в особенности, в развивающихся странах. Большинство населения на планете Земля имеют доступ только к базовым энергетическим ресурсам, таким как электричество. Теплоэнергетика же может предоставить им доступ к более эффективной и экономически выгодной энергетике. В свою очередь, позволяя улучшить условия жизни и способствовать социально-экономическому развитию регионов различных стран. Этот факт осознавали уже в начале прошлого века в СССР, разрабатывая план ГОЭЛРО и активно внедряя его в жизнь, что послужило в свою очередь мощным толчком к развитию страны в индустриальном плане и как следствие, улучшению социально-экономической атмосферы общества[1,2]. Тенденцией настоящего времени является устойчивый рост потребления тепловой и электрической энергии в мире. При учёте прироста населения потребность в энергии с каждым годом будет возрастать. Прогнозный рост энергопотребления представлен на рис. 1. В среднем потребление тепловой энергии в мире к 2030г. вырастет на 60% по сравнению с 2010г. Данный рост связан с увеличением численности населения, развитием новых промышленных сфер и общим повышением уровня жизни.

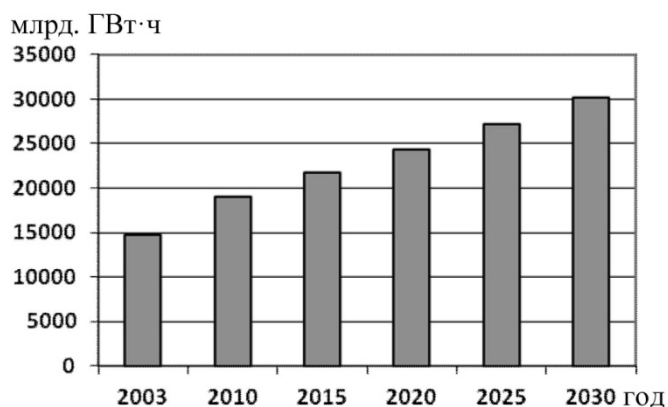


Рис. 1. Прогнозируемая динамика потребления энергии в мире

На заре 20-го века использовались по большей части ископаемые источники энергии, такие как уголь, нефть, которые сильно загрязняли окружающую среду. С развитием технологий стали широко использоваться газ и атомная энергетика. В настоящее время одной из наиболее перспективных областей является использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, геотермальная энергия и биомасса. Внедрение этих технологий может снизить зависимость энергетике от ископаемых топлив и уменьшить выбросы вредных веществ. Такие технологии могут снизить стоимость производства энергии и повысить ее доступность для населения. Но данные методы не могут быть использованы повсеместно, т.к немало важным фактором является географические и климатические условия местности. Эти источники энергии имеют недостаточную стабильность, что может приводить к необходимости использования дополнительных источников энергии для компенсации их колебаний.

Одной из главных проблем теплоэнергетики в современном мире является устаревшее оборудование и инфраструктура требующие полную или частичную замену и модернизацию[3,4]. Многие тепловые электростанции были построены в середине прошлого века и являются малоэффективными. Их уже невозможно модернизировать частично и чаще всего они требуют проведения полной реконструкции, но данное решение может потребовать значительных денежных вложений с последующей заменой имеющихся генерирующих мощностей с учетом современных стандартов[5]. Но полная реконструкция не всегда экономиче-

ски выгодна, т.к с учетом отдалённости некоторых объектов и климатических условий ряда регионов, трудозатраты могут значительно повыситься.

В современном мире ситуация в теплоэнергетическом секторе усложняется тем, что сокращение производства в ключевых районах страны не привело к значительному снижению потребляемой энергии. Проблема заключается в том, что в период распада СССР и некоторого последующего времени не разрабатывались планы по устойчивому развитию энергетики. В теплоэнергетическом комплексе страны только с выходом закона о теплоснабжении стали разрабатываться и утверждаться схемы теплоснабжения городов и населенных пунктов[6,7]. Так же в этот период наблюдалась явная нехватка в финансировании, что приводило к несвоевременному ремонту оборудования и сетей, замене его некачественными и бывшими в употреблении материалами[8]. Традиционные централизованные источники теплоснабжения имеют значительные потери при доставке тепла к потребителю, достигающие до 30% от выработки. Значительная часть основных фондов объектов генерации и систем транспорта энергии требуют ремонтов, модернизации, а в ряде случаев полной замены.

Важной проблемой является использование устаревших и малоэффективных технологий генерации, что приводит к неэффективному использованию ресурсов и загрязнению окружающей среды. Решением этой проблемы является поэтапная модернизация и замена устаревших систем на новые, более эффективные и экологически чистые. Сложность модернизации в первую очередь связана с отсутствием нормативных регламентов и слабой распространённости таких проектов. Необходимо также обратить внимание на повышение энергоэффективности зданий и сооружений, так как большая часть энергии в мире используется на отопление и кондиционирование помещений. Развитие новых технологий строительства и материалов, позволяющих снизить энергопотребление и увеличить комфортность пребывания внутри помещений, должно стать важным шагом к снижению энергетических затрат.

В мире всё большей популярностью начинают пользоваться гибридные источники энергии[9]. Для повышения эффективности возможно использовать за основу теплоэнергетические станции устаревшего типа, что значительно повысит их эффективность и снизит затраты на производство энергии. При правильном подборе оборудования, КПД таких проектов может находиться в пределах 80-90%. Они имеют меньший срок введения в эксплуатацию по сравнению с традиционными источниками энергии. Данное решение может простимулировать экономику и сделать энергию более доступной.

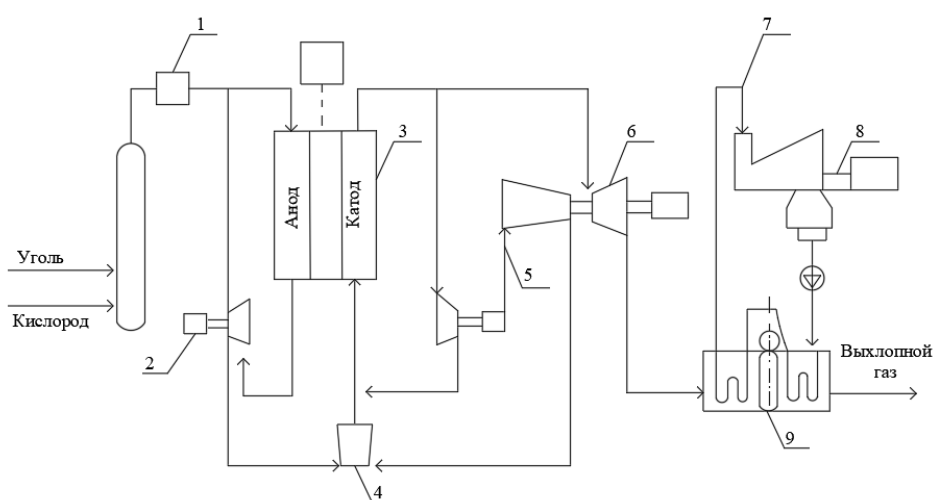


Рис. 2. Схема гибридной установки:

- 1 – аппарат очистки; 2 – газифицированная топка; 3 – топливный элемент; 4 – рециркулятор; 5 – воздух;
6 – газовая турбина; 7 – пар; 8 – паровая турбина; 9 – парогенератор утилизированного тепла

Для улучшения работы теплоэнергетических сетей так же необходимо решить проблему, связанную с человеческим фактором. Используя информационно-аналитическую систему, можно добиться более эффективного использования оборудования и экономии ресурсов. Анализируя поступающие данные и опираясь на предыдущие показатели, современные системы сбора и анализа данных могут с большой вероятностью прогнозировать возможное повышение нагрузок и увеличение затрат [10-12]. Основной перечень технологий применяемых в данный момент в отечественной теплоэнергетике для анализа данных представлен на рис.3.

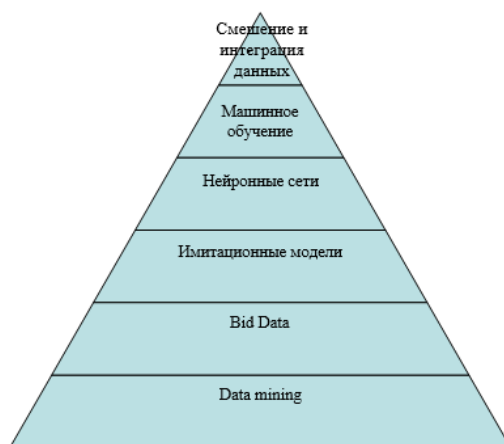


Рис. 3. Перечень технологий для анализа данных

Представленные мероприятия на рис.3 помогают эффективно использовать на практике полученные данные, повысить стабильность работы оборудования и максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Это повышает коэффициент готовности и способствует снижению издержек на штрафы, вызванные недопоставкой необходимых мощностей. Подробный анализ всей информации может значительно снизить последствия повреждения оборудования, стоимость ремонта и эксплуатации.

Разработки в сфере искусственного интеллекта в значительной мере могут облегчить и работу не только в сфере генерации и распределения энергии, но и при проектировании. Данные технологии способны при помощи моделирования возможных сценариев с более высокой точностью прогнозировать потребление энергии, определять и перераспределять нагрузки, а так же более эффективно управлять полученными данными, избегая возможных ошибок из-за человеческого фактора. Наглядным примером эффективности внедрения данной технологии является город Москва, где реализован проект «умный город», используя весь перечень технологий для анализа и упорядочивания данных.

Выводы

На данный момент технологии достигли достаточного уровня, для улучшения качества жизни человека и с каждым годом темпы развития новых технологий увеличивается. Но для реализации новых подходов требуется значительные инвестиции в научные исследования и разработки, поддержка от государства, квалифицированные кадры, высокий уровень контроля и организации проектов. Это и остается основной проблемой препятствующей устойчивому развитию энергоэффективной энергетики.

Библиографический список

1. Бушуев, В.В. План ГОЭЛРО: итоги и уроки / В.В. Бушуев, Н.И. Воропай // Энергетическая политика. - 2019. - № 4 (142). - С. 30-39.

2. Перминов, Э.М. План ГОЭЛРО - программа развития страны, отраслей её экономики на основе электрификации / Э.М. Перминов // Энергетик. - 2020. - № 11. - С. 63-71.
3. Семенов, В.Н. Актуальные проблемы теплоснабжения муниципальных образований (на примере городского округа город Воронеж) / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, А.С. Овсянников // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2015. - №14. – С. 100-108.
4. Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, П.Г. Грабовый, И.В. Журавлева, Г.Н. Мартыненко, В.Я. Манохин, В.А. Сергеев, А.С. Овсянников // Воронеж, изд-во ВГАСУ, - 2010. – 135С.
5. Китаев, Д.Н. Перспективные схемы использования когенерационных установок в системах теплоснабжения / Д.Н. Китаев, А.В. Золотарев, Н.С. Шестых // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – №2(7). – С. 26 – 29.
6. Китаев, Д.Н. Исследование гидравлического режима тепловой сети при перспективном развитии жилой застройки / Д.Н. Китаев, С.Г. Тульская, О.А. Курочкина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. - 2023. - № 1(24). - С. 46-54.
7. Китаев, Д.Н. Оптимальный проектный температурный график тепловой сети жилого района / Д.Н. Китаев, С.Г. Тульская, А.В. Горлова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. - 2022. - № 3(22). - С. 61-66.
8. Китаев, Д.Н. Влияние проектных среднегодовых значений температур воды в тепловой сети на стоимость изоляции // Д.Н. Китаев, С.Г. Тульская, Г.Н. Мартыненко // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2022. - Т. 19. - №6. - С. 53-57.
9. Ани, А.А. Перспективы использования гибридных тепловых электростанций с применением солнечных технологий в энергетике народной республики Бангладеш / А.А. Ани, А.А. Дудолин // Вестник МЭИ. - 2023. - №1. - С. 44-51.
10. Китаев, Д.Н. Использование цифровых технологий в тепловом расчете теплогенерирующих установок / Д.Н. Китаев, А.Т. Курносков, А.В. Черемисин, З.С. Гасанов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2020. – Т.2 – №1(39). – С. 114 – 118.
11. Макаренко, А.В. Применение информационных технологий для повышения точности теплового расчета теплогенератора / А.В. Макаренко, Д.Н. Китаев // Научная опора Воронежской области. Сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж. - 2023. - С. 187-189.
12. Головина, Е.Ю. Цифровизация и цифровая трансформация теплоэнергетики как фактор повышения эффективности тепловой инфраструктуры (обзор) /Е.Ю. Головина, Е.В. Самаркина, Н.Е. Буйнов, М.В. Евлоева // Теплоэнергетика. - 2022. - № 6. - С. 3-16.

References

1. Bushuev, V.V. GOELRO plan: results and lessons / V.V. Bushuev, N.I. Voropai // Energy Policy. - 2019. - No. 4 (142). - P. 30-39.
2. Perminov, E.M. The GOELRO plan is a program for the development of the country and its economic sectors based on electrification / E.M. Perminov // Energetik. - 2020. - No. 11. - P. 63-71.
3. Semenov, V.N. Current problems of heat supply to municipalities (using the example of the Voronezh urban district) / V.N. Semenov, D.N. Kitaev, A.S. Ovsyannikov // Bulletin of the central regional branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. – 2015. - No. 14. – P. 100-108.
4. Integrated development of communal infrastructure systems / V.N. Semenov, D.N. Kitaev, P.G. Grabovyi, I.V. Zhuravleva, G.N. Martynenko, V.Ya. Manokhin, V.A. Sergeev, A.S. Ovsyannikov // Voronezh, VGASU Publishing House, - 2010. – 135С.

5. Kitaev, D.N. Promising schemes for the use of cogeneration units in heat supply systems / D.N. Kitaev, A.V. Zolotarev, N.S. Sixth // Scientific journal. Engineering systems and structures. – 2012. – No. 2(7). – P. 26 – 29.
6. Kitaev, D.N. Study of the hydraulic regime of the heating network in the perspective development of residential buildings / D.N. Kitaev, S.G. Tulskeya, O.A. Kurochkina // Housing and communal infrastructure. - 2023. - No. 1(24). - P. 46-54.
7. Kitaev, D.N. Optimal design temperature schedule of the heating network of a residential area / D.N. Kitaev, S.G. Tulskeya, A.V. Gorlova // Housing and communal infrastructure. - 2022. - No. 3(22). - pp. 61-66.
8. Kitaev, D.N. Influence of design average annual water temperatures in the heating network on the cost of insulation // D.N. Kitaev, S.G. Tulskeya, G.N. Martynenko // FES: Finance. Economy. Strategy. - 2022. - T. 19. - No. 6. - pp. 53-57.
9. Ani, A.A. Prospects for the use of hybrid thermal power plants using solar technologies in the energy sector of the People's Republic of Bangladesh / A.A. Ani, A.A. Dudolin // Bulletin of MPEI. - 2023. - No. 1. - P. 44-51.
10. Kitaev, D.N. The use of digital technologies in thermal calculations of heat-generating installations / D.N. Kitaev, A.T. Kurnosov, A.V. Cheremisin, Z.S. Hasanov // Scientific journal. Engineering systems and structures. – 2020. – T.2 – No. 1(39). – P. 114 – 118.
11. Makarenko, A.V. Application of information technologies to improve the accuracy of thermal calculations of a heat generator / A.V. Makarenko, D.N. Kitaev // Scientific support of the Voronezh region. Collection of works of the winners of the competition of research works of students and graduate students of VSTU in priority areas of development of science and technology. Voronezh. - 2023. - pp. 187-189.
12. Golovina, E.Yu. Digitalization and digital transformation of thermal power engineering as a factor in increasing the efficiency of thermal infrastructure (review) / E.Yu. Golovina, E.V. Samarkina, N.E. Buynov, M.V. Evloeva // Thermal power engineering. - 2022. - No. 6. - P. 3-16.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 625.7;656.1

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

А.В. Еремин;

Россия, г. Воронеж,

тел. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

О.А. Волокитина;

Россия, г. Воронеж, тел.

+7-910-349-72-56

e-mail: dixi.o@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета .Ф.М. Абрамов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета Е.В. Корнилов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenva8885@gmail.com

Voronezh State

Technical University

Cand. Of Tech. Science, Associate prof.

A.V. Eremin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

Voronezh State Technical University

Cand. of Tech. Science,

Associate prof.

O.A. Volokitina;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-349-72-56

e-mail: dixi.o@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport F.M. Abramov*

Russia, Voronezh, tel. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport E.V. Kornilov*

Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenva8885@gmail.com

А.В. Еремин, О.А. Волокитина, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В статье приведена информация о переработанном пластике, как добавке в асфальтобетонную смесь, с целью улучшения его эксплуатационно-прочностных показателей.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, переработанный пластик, строительство дорог, технология производства, пластиковая крошка, полимерная смесь, экология производства.

A.V. Eremin, O.A. Volokitina, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

THE USE OF COMPOSITE MATERIALS FOR THE PREPARATION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES

The article provides information about recycled plastic as an additive to asphalt concrete mix, in order to improve its performance and strength indicators.

Keywords: asphalt concrete mix, recycled plastic, road construction, production technology, plastic chips, polymer mix, ecology of production.

Переработанный пластик имеет множество сфер применения. Строительство автомобильных дорог одно из них. Основным компонентом асфальтобетонной смеси является битум, содержание которого варьируется от 10 до 60%. Частичная замена этого материала переработанным пластиком позволит решить проблему загрязнения окружающей среды и улучшит практические характеристики дорожного покрытия.

Впервые эту технологию запатентовала индийская компания KK Plastic Waste Management Ltd. Компания создала полимерную смесь KK Poly Blend, которая замещает 8% битума в составе асфальтобетонной смеси и улучшает характеристики дорожного покрытия. Срок эксплуатации дорог, созданных на базе этого материала, увеличен в два раза.

Так же очень важен Европейский опыт. Так, шотландская компания MacRebur запатентовала высокоэффективные добавки на основе переработанного пластика. Они выпускаются в виде гранул и хлопьев, которые добавляются вместе с битумом при производстве покрытия. Компания создала два вида добавок: MR6 и MR8.

MR6 представляет собой сложную композицию полимеров, предназначенных для расширения и улучшения свойств битумного вяжущего для асфальтобетона, используемого на дорожных покрытиях. Она обеспечивает повышенную жесткость и стойкость асфальтобетонной смеси к деформации (образованию колеи) без ущерба для гибкости (трещиностойкости). Подходит для всех типов асфальта, который используется во всех слоях дорожного строительства. Идеально подходит для покрытия перекрестков, кольцевых развязок и участков с медленно движущимися тяжелыми транспортными средствами, где устойчивость к деформации имеет решающее значение. Подходит для увеличения жесткости связующих и базовых слоев, чтобы уменьшить требуемую толщину дорожного покрытия.

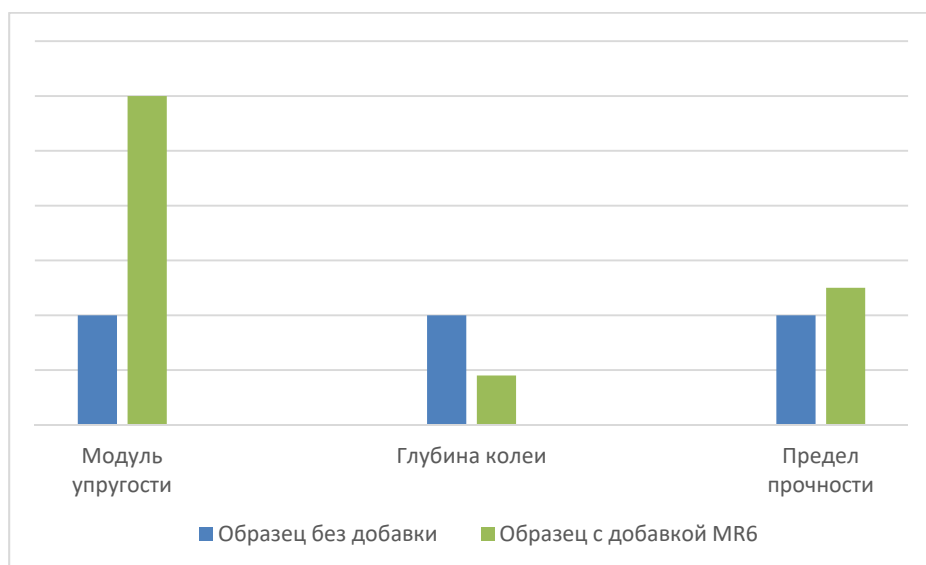


Рис. 1. Сравнение образцов асфальтобетона с добавкой MR6 и без неё

MR8 создан для расширения состава немодифицированного битума, чтобы максимизировать экологические и экономические выгоды без негативного влияния на эксплуатационные характеристики асфальта. Добавка предназначена для всех типов асфальтобетона, который используется в дорожном строительстве. Идеально подходит для покрытия автомобильных парковок, подъездных путей и местных дорог, где основными факторами являются экологичность и экономичность.

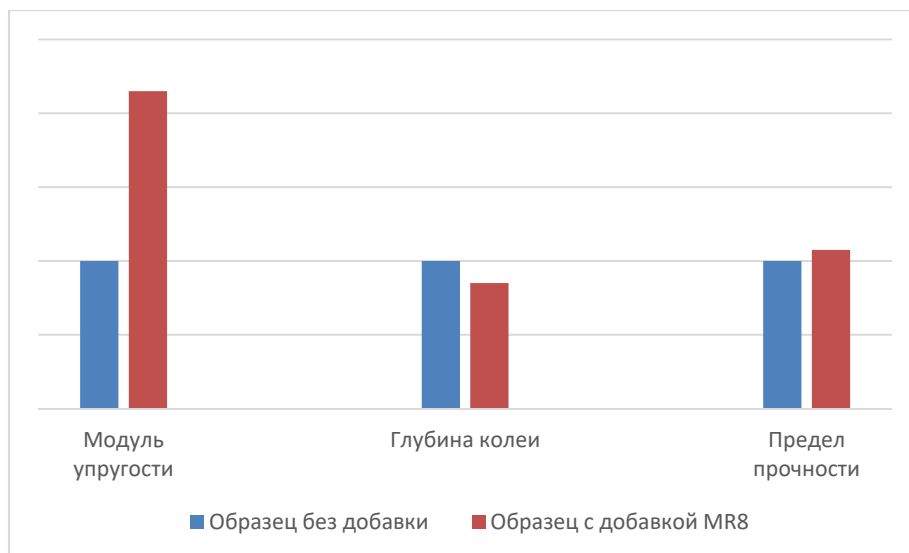


Рис. 2. Сравнение образцов асфальтобетона с добавкой MR8 и без неё

В качестве одного из объектов можно привести автомобильную дорогу в г. Денбишир. Был уложен асфальтобетон из каменной мастики толщиной 10 мм, содержащий MacRebur MR8 в количестве 6% от массы связующего. Использование MR8 в качестве частичной замены вяжущего в этом проекте позволило подрядчику оптимизировать объем битума в асфальтобетонной смеси, предоставив заказчику повышенную экологическую устойчивость при одновременном выполнении проекта в соответствии с требуемым стандартом и в требуемые сроки.

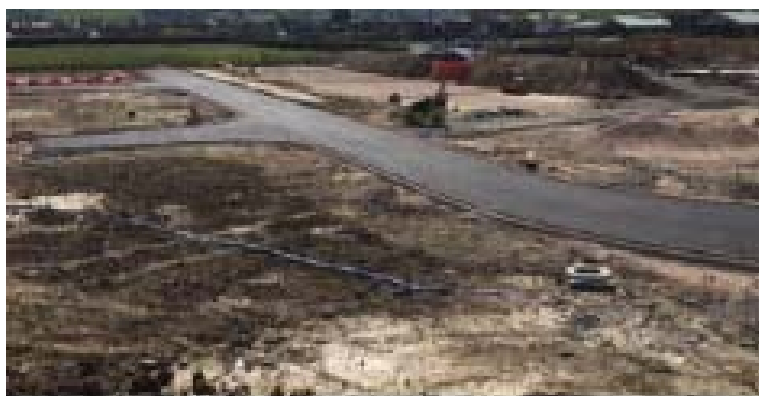


Рис. 3. Автомобильная дорога с применением добавки MR6 Денбишир, Уэльс

По технологии производство необходимо весь переработанный пластик превратить в кусочки, размером не более 5мм. Для этого используют гранулятор. Затем пластиковые гранулы смешиваются с активатором. Смесь пластиковых гранул и активатора поступает к производителю асфальта. Весь пластик, который используется, плавится при температуре ниже 120°C, чтобы он гомогенизировался должным образом, не создавая микропластиков.



Рис. 4. Участок автомобильной дороги с применением пластмасс г. Церматт Швейцария

Выводы

В заключении можно сказать, что использование переработанного пластика значительно снижает выбросы в окружающую среду, а также значительно улучшает свойства асфальтобетонных смесей.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] - <https://sumpro.ru/articles/article?id=382>.
2. [Электронный ресурс] - <https://asfaltirovanie-msk.ru/novejshie-materialy>.
3. [Электронный ресурс] - <https://kkplasticroads.com>.
4. [Электронный ресурс]-<https://macrebur.com>.

References

1. [Electronic resource] - <https://sumpro.ru/articles/article?id=382>.
2. [Electronic resource] - <https://asfaltirovanie-msk.ru/novejshie-materialy>.
3. [Electronic resource] - <https://kkplasticroads.com/>.
4. [Electronic resource]- <https://macrebur.com>.

УДК: 691.42:691.322+691.43:666.36

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
технологии строительных материалов,
изделий и конструкций А.Е. Турченко
Россия, г Воронеж, тел 8(373)2-71-52-35
e-mail: allaevgen@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc. in Engineering, Assoc. Prof. of Department
materials and technology of building materials and
construction A.E. Turchenko
Russia, g Voronezh, ph. + 7 (473)2- 71-53-35
e-mail: allaevgen@mail.ru*

А.Е. Турченко

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ БОЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ С УЧЕТОМ ЕГО МАКРОСТРУКТУРЫ

В статье рассмотрены виды керамического боя с учетом его макро-структуры. Представлены отличительные параметры керамического боя, особенности технологии производства в зависимости от структуры. Приве-дены области его применения в технологии строительных материалов.

Ключевые слова: керамический бой применение, структура грубозернистая, тонкозернистая.

A.E. Turchenko

ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE USE OF CERAMIC CONSTRUCTION BROKEN MATERIALS CONSTRUCTION CERAMICS, TAKING INTO ACCOUNT ITS MACROSTRUCTURE

The article considers the types of ceramic destroyed products, taking into account its structure. The distinctive parameters of ceramic products. The features of the production technology, taking into account the structure. The areas of secondary application of ceramic products in the technology of building materials.

Keywords: the use of broken ceramic building materials, the structure is coarse-grained and fine-grained.

Керамический бой является техногенном сырьевым материалом, образующимся при выбраковке изделий в заводских условиях, а также в результате сноса зданий, ремонта помещений. Варианты его возврата в технологию замкнутого цикла [1], в зависимости от этапа «жизненного цикла» и макроструктуры различны. Идентификация техногенного сырья с целью его рационального применения должна осуществляться по «принципу технологического соответствия» [2]. Одним из пунктом этого принципа является оценка структуры и свойств вторичного сырья, особенности технологии производства.

В соответствии с классификацией по макроструктуре керамические изделия выпускают тонко и грубозернистыми [3]. Минералогический и химический состав, физико-механические свойства изделий в зависимости от макроструктуры имеют отличия. Параметры боя наиболее потребляемых керамических материалов (керамического кирпича и плитки, с учетом различия макроструктуры представлены в таблице.

Различия физико-механических свойств боя керамических изделий
с учетом макроструктуры

Физико-механические свойства боя керамических изделий	Вид структуры (марка изделия)	
	Грубозернистая (Кр-р-пу 250x120x88 1.4 НФ /150/2.0/50 ГОСТ 530-2012)	Тонкозернистая (Плитка керамическая ВП ГОСТ13996 –2019)
Средняя плотность черепка, кг/м ³	1800 - 1900	2200 – 2300
Пористость полная, %	22 - 25	5 - 8
Водопоглощение, %	13 - 15	менее 10
Твердость по МООСУ	2,5 - 3,5	5,5 – 6,5

На заводах по производству тонкой керамики (керамической плитки и санитарно-технических изделий) бой возвращается в состав шихты в качестве отощающей добавки в количестве 3 - 5 %, что сопоставимо с производственными потерями.

Осуществление возврата боя тонкозернистой керамики в технологию осуществляется в связи возможностью использования действующего на заводах оборудования: щековых и молотковых дробилок, шаровых мельниц, вибросит. Также возврат боя в технологии обеспечивает постоянный минералогического состав шихты, содержащей каолин ($Al_2O_3 \times SiO_2 \times 2H_2O$).

Изделия грубозернистой керамики: керамический кирпич, дренажные трубы, черепица – в процессе производства отбраковываются в незначительном объеме до 1-2 % от общей производительности завода. При производстве этих изделий пластическим способом, применяют легкоплавкое глинистое сырье, содержащие примеси N_2O , K_2O , $CaCO_3$, Fe_2O_3 . Основное технологическое оборудование предназначено для работы с пластичными материалами, а введение в состав шихты боя требует создания дополнительной технологической линии его подготовки. Такая линия, в зависимости от требований к шихтовому составу, может включать дробилки, сушильный барабан, сита, бункера промежуточного хранения, дозаторы, систему транспортирующего оборудования и производственную площадь для его размещения, что требует значительных материальных вложений.

При производстве изделий по полусухому способу подготовки, используется мало пластичное глинистое, не требующее введения в состав отощающей добавки.

Керамический бой, образующийся при сносе зданий, отличается от исходного материала по химическому и минералогическому составу, физико-механическим показателям от исходного материала и требует значительных затрат на оценку свойств, подготовку к дальнейшему вовлечению в производство строительных материалов.

Наиболее распространенные пути применения керамического боя [4, 5] с учетом его макроструктуры представлены на рисунке.



Рис. Способы применения керамического боя с учетом его макроструктуры

Выводы

С учетом макроструктуры, минералогического состава и свойств рациональным является применение керамического боя грубозернистой структуры в качестве крупного и мелко-го заполнителя для бетонов и растворов, а бой тонкозернистой керамики, рекомендуется применять как отощитель для производства керамических изделий и активной минеральной добавки для вяжущих.

Библиографический список

1. Davydova, T. E. Social and technological aspects of building materials production in the concept of a smart city / T. E. Davydova, A. E. Turchenko, A. M. Usachev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies, CAEST 2019, Samara, 19 ноября 2019 года. Vol. 775. – Samara: Institute of Physics Publishing, 2020. – P.012110. – DOI 10.1088/1757-899X/775/1/012110.
2. Диагностика и тестирование сырья как этапы технологий производства строительных материалов / Е. М. Чернышов, Н. Д. Потамошнева, О. Р. Сергуткина, О. Б. Кукина // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Физ.-хим. проблемы строит. материаловедения. – 2008. – № 1. – С.64-68.
3. Химическая технология керамики / Под ред. Гузмана И.Я.- М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. – 496 с.
4. Турченко, А. Е. Особенности ресурсосбережения в технологии керамической тактильной плитки / А. Е. Турченко, А. А. Гусятникова // Научная опора Воронежской области: Сб. трудов победителей конкурса науч.-исслед. работ студ. в и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. – Воронеж: ВГТУ, 2020. – С. 156-158.
5. Определение физико-технических характеристик рециклингового щебня из боя керамического кирпича с выявлением перспектив его применения в качестве заполнителей для бетонов / З. У. Беппаев, Л. Х. Аствацатурова, С. А. Колодяжный [и др.] // Бетон и железобетон. – 2022. – № 1(609). – С. 36-42. – DOI 10.31659/0005-9889-2022-609-1-36-42.

References

1. Davydova, T. E. Social and technological aspects of building materials production in the concept of a smart city / T. E. Davydova, A. E. Turchenko, A. M. Usachev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies, CAEST 2019, Samara, 19 ноября 2019 года. Vol. 775. – Samara: Institute of Physics Publishing, 2020. – P.012110. – DOI 10.1088/1757-899X/775/1/012110.
2. Diagnostics and testing of raw materials as stages of the technology of production of building materials / E. M. Chernyshev, N. D. Potamoshneva, O. R. Sergutkina, O. B. Kukina // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Physico-chemical problems of building materials science. - 2008. – No. 1. – pp. 64-68.
3. Chemical technology of ceramics / Ed. Guzman I.Ya.- M.: RIF Stroymaterialy LLC, 2012.- 496 p.
4. Turchenko, A. E. Features of resource saving in the technology of ceramic tile / A. E. Turchenko, A. A. Gusyatkina // Scientific support of the Voronezh region : A collection of works of the winners of the competition of research works of students and aspiring students of VSTU in priority areas of science and technology development. – Voronezh: Voronezh State Technical University, 2020. – pp. 156-158.
5. Determination of physical and technical characteristics of recycling crushed stone from the battle of ceramic bricks with the identification of prospects for its use as aggregates for concrete / Z. U. Beppaev, L. H. Astvatsaturova, S. A. Kolodyazhny [et al.] // Concrete reinforced concrete. – 2022. – № 1(609). – Pp. 36-42. – DOI 10.31659/0005-9889-2022-609-1-36-42.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 69.003:13

*Воронежский государственный
технический университет
Доц, канд. техн. наук доц. кафедры проек-
тирования зданий и сооружений
Семенова Э.Е.
semenova@vgasu.vrn.ru
Магистрант Умникова Ю.В.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952) 546-25-62
e-mail: luluniy@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Associate professor, cand. tech. sciences De-
partment of Design of Buildings and Structures
Semenova E.E.
semenova@vgasu.vrn.ru
Undergraduate Umnikova Y.V.
Russia, Voronezh, tel. +7(952) 546-25-62
e-mail: luluniy@mail.ru*

Э.Е. Семенова, Ю.В. Умникова

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ

Целью исследования является определение влияния объемно-планировочного решения здания на его энергоэффективность. Результат мероприятий по повышению энергоэффективности жилых зданий зависит от того, насколько быстро будут внедрены в практику проектирования и строительства архитектурно-строительные основы энергоэффективных домов нового поколения.

Ключевые слова: энергосбережение, объемно-планировочные решения, теплопотери, энергоэффективность здания.

E.E. Semenova, Y.V. Umnikova

THE IMPACT OF PLANNING DECISIONS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS

The purpose of the study is to determine the influence of the volume-planning solution of a building on its energy efficiency. The result of measures to improve the energy efficiency of residential buildings depends on how quickly they will be introduced into the practice of designing and building architecture. Building foundations of energy-efficient new generation homes.

Keywords: energy saving, spatial planning solutions, heat loss, energy efficiency of the building.

Одной из важнейших проблем современного индустриального общества является эффективное использование энергоресурсов. Одним из решающих факторов снижения интенсивности энергопотребления является энергосбережение в строительстве.

Энергоэффективное строительство рассматривается как с точки зрения экономии электрической и тепловой энергии, так и снижения эксплуатационных затрат, но и с точки зрения улучшения здоровья, комфорта, самочувствия и производительности труда человека. Эффективность использования энергии в российском жилищном строительстве крайне низка. Проектирование энергоэффективных зданий в конечном итоге достигается за счет оптимизации планировочных схем зданий, повышение теплоустойчивости зданий с использованием технологичных источников тепла и выбора конкретных систем отопления и кондиционирования. [1].

При проектировании и выборе объемно-планировочной схемы необходимо обосновать размеры и пропорции нескольких планировочных параметров. К таким параметрам относятся ширина и длина здания, периметр фасада, этажность и площадь ограждающих конструкций на единицу развернутой площади или объема здания. Данные показатели применяются для определения теплотерь планировочных решений.

Определение формы здания - одно из важнейших проектных решений при строительстве энергоэффективного жилья. С точки зрения энергосбережения современные жилые здания, составляющие основу городского строительства, имеют самые нерациональные формы. Прямоугольники и квадраты - это формы, в которых отношение площади наружных ограждающих конструкций к площади внутренних наименьшее (за исключением квартир). Такая форма дома позволяет свести к минимуму количество углов, которые могут стать мостиками холода, и снизить потенциальные теплотери до 30% возможно без ущерба для жилой площади.

В последнее время в практике проектирования и строительства в России и за рубежом приобрели свою популярность многоквартирные дома с атриумом. Атриум можно назвать «тепловой батареей», это решение способствует значительному увеличению ширины здания. Даная конструкция дома – компактна и поможет снизить до 35% потерь тепла по сравнению с обычным домом той же этажности, а если установить солнечные коллекторы — уменьшить стоимость на отопления до 75 % [3].

Ширококорпусные дома отличаются оптимальной компактностью. Такие дома более надежны, так как благодаря улучшенной компактности минимизируются теплотери, микроклимат менее чувствителен к ветру и снижается «холодность» плоской кровли.

Вместо того чтобы размещать лестничные клетки в наружных стенах, куда поступает нормальное естественное освещение, стоит рассмотреть возможность строительства многоквартирных домов с комбинацией внутренних лестниц и лифтов. Такой подход позволит увеличить количество квартир на этаже и изменить соотношение между периметром наружной стены и ограждаемой площадью, поскольку световые поверхности могут быть направлены непосредственно в квартиры. Кроме того, это позволит снизить теплотери здания за счет устранения неуправляемых отапливаемых пространств, таких как лестничные клетки в современном жилье.

Использование градостроительных приемов "закрытых" дворов для защиты от ветра, дорожного и уличного шума способствует удержанию тепла.

В качестве планировочного решения для повышения комфорта пользователей и обеспечения сохранения тепла в помещениях рекомендуется использовать разумное соотношение ширины и длины помещений 1:1,4 вместо традиционного 1:2. Оказалось, что квадратные помещения в два раза менее устойчивы к внешним тепловым воздействиям, чем глубокие. В длинных узких помещениях улучшается температурный режим, но ухудшается вентиляция и естественное освещение.

Высокие здания и высокие башенные сооружения являются нежелательными формами и обладают наибольшей энергоемкостью. Традиционные прямоугольные формы зданий с шириной 12 м являются наименее благоприятными [2].

Усеченные фасады, фонари, козырьки, эркеры и другие подобные технологии значительно снижают теплоэффективность жилых зданий. В результате затраты на отопление таких зданий увеличиваются на 12-15% по сравнению со зданиями с плоскими фасадами. Для снижения теплотерь жилых зданий рекомендуются использовать архитектурные приемы. Соблюсти ориентацию здания по сторонам света с учетом преобладающего направления холодных ветров, максимально остеклить южные фасады и как можно меньше остеклить северные.

Большие окна делают дом слишком жарким в летнее время. Эту проблему можно решить путем нанесения на окна специальных покрытий, использования карнизов, применить автоматические системы затемнения и балконы. Окна должны быть расположены таким образом, чтобы зимой прямые солнечные лучи попадали в них только тогда, когда солнце находится низко в небе. Летом окна, расположенные на солнечной стороне, затеняются деревьями. Однако зимой солнечный свет легко проходит в дом сквозь деревья.

Важную роль играет также этажность здания. Многоэтажные здания подвержены воздействию сильных вихревых потоков, которые создают дополнительные нагрузки на конструкцию и приводят к неблагоприятным погодным и микроклиматическим условиям для самого здания.

Рассмотрим два варианта коттеджа с одинаковыми конструктивными системами. Оба здания имеют поперечно-стенную конструктивную систему с четырехслойными стеновыми панелями на гибких связях с плотностью кирпича $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ и утеплителем из пенополистерола плотности $\rho=35 \text{ кг/м}^3$.

План и разрез варианта 1 представлен на рисунке 1. Здание по форме - прямоугольник. Состоит из двух этажей, без подвала. Высота первого и второго этажа – 3,3м; высота всего здания – 10,415м; размеры здания в осях – 12,000м и 8,200м. Данный дом на два этажа рассчитан на проживание семьи, состоящей из 5 человек. Крыша запроектирована вальмовая четырехскатная. Вертикальные коммуникации: лестница деревянная двухмаршевая с забежными ступенями. Окна деревянные с раздельными переплетами.

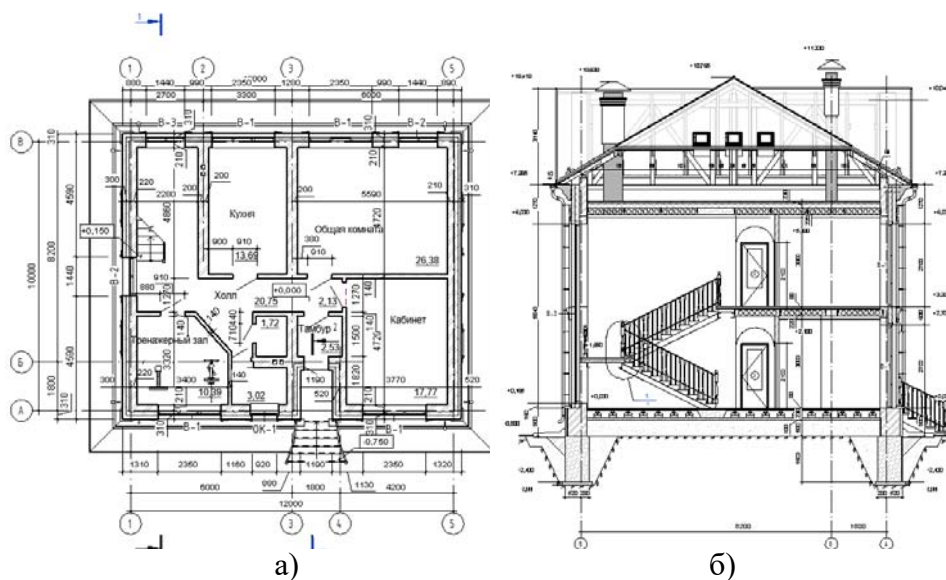


Рис. 1. План этажа и разрез жилого дома (вариант 1):
а – план 1 этажа, б – разрез

План и разрез варианта 2 представлен на рисунке 2. Здание имеет сложную прямоугольную форму с эркерами. Состоит из двух этажей, без подвала. Высота первого и второго этажа – 3,300м; высота всего здания – 8,395м; размеры здания в осях – 16,540м и 14,075м. Данный дом на два этажа рассчитан на проживание семьи, состоящей из 8 человек. Крыша запроектирована шатровая много-скатная. Вертикальные коммуникации: лестница монолитная бетонная двухмаршевая. Окна деревянные с раздельными переплетами.

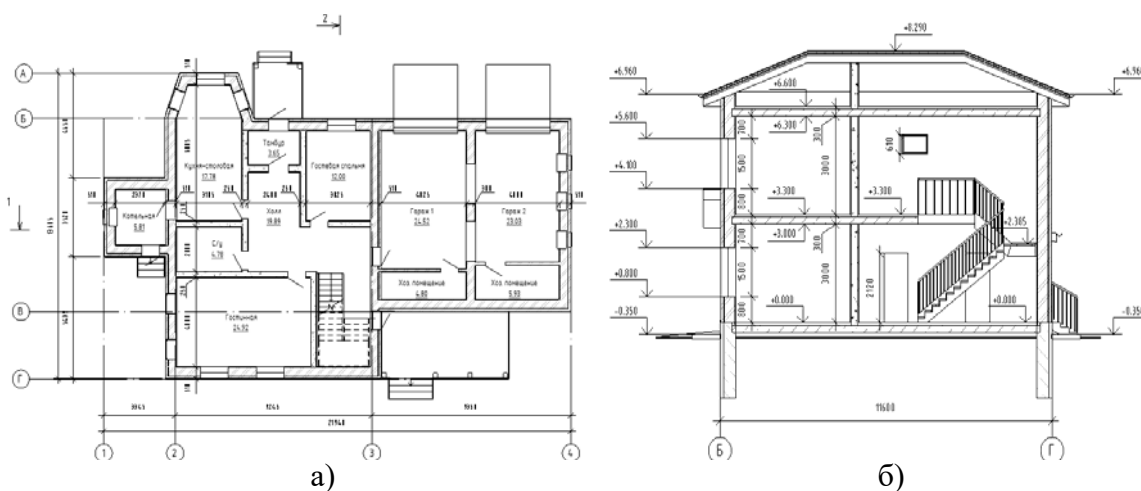


Рис. 2. План этажа и разрез жилого дома (вариант 2):
а – план 1 этажа, б – разрез

Объемно-планировочная характеристика сравниваемых вариантов и их технико-экономические показатели приведены в таблице

Таблица

Объемно-планировочная характеристика сравниваемых вариантов

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Вариант 1	Вариант 2
1	Этажность	этаж	2	2
2	Строительный объем	м ³	1499,33	1510,35
3	Площадь застройки	м ²	98,4	131,41
4	Площадь, приходящаяся в среднем на одну квартиру: -общая (приведенная) -жилая -летних помещений (балконы, лоджии, террасы)	м ²	200,5 99,38 -	171,67 102,65 19,54
5	Ширина и длина здания	м	12x8,2	16,54x14,075
6	Конструктивное решение		Поперечно-стенное	
7	Отношение общей площади встроенных нежилых помещений, к приведенной общей площади	-	0,50	0,40
8	Отношение строительного объема к общей площади	-	5,11	11,2
9	Площадь наружных стен (без вычета оконных проемов)	м ²	266,64	344,72
10	Площадь крыши	м ²	138,9	273,8
11	Коэффициент компактности	-	0,62	0,79

Из полученных результатов видно, что по коэффициенту компактности (0,62 меньше против 0,79) можно определить, что первый вариант более экономичен.

Существенное снижение теплоэффективности второго варианта здания также связано с изрезанностью фасада, выступами. По данным МНИИТЭП, затраты на отопление таких зданий увеличиваются на 12-15% по сравнению со зданиями с плоскими фасадами, например, по первому варианту. Выбор компактной формы, ориентации и размеров здания позволяет уменьшить воздействие солнечной радиации на ограждающие конструкции в жаркое время года и снизить затраты на охлаждение. Это позволит улучшить экологические характеристики и снизить эксплуатационные расходы, повысив тем самым привлекательность здания[4].

Поэтому планировочные решения для жилых зданий оказывают существенное влияние на энергоэффективность. Учет всех предложенных в данной статье решений при разработке подобных мероприятий позволит не только существенно повысить уровень энергоэффективности зданий, но и будет способствовать улучшению качества условий проживания людей. Энергоэффективное строительство способствует экономии электрической и тепловой энергии, снижению эксплуатационных расходов, улучшению здоровья, комфорта, самочувствия и производительности труда человека. Представленные данные могут быть использованы в программах развития малоэтажного строительства, обеспечив экономическую эффективность инвестиционного проекта.

Библиографический список

1. Конасова М.М. Способы повышения энергоэффективности жилых зданий / Конасова М.М., Семенова Э.Е. // Инженерные системы и сооружения. 2021. №2. С. 8-12.
2. Рубцова М.В. Учет влияния формы здания на его энергоэффективность / Рубцова М.В., Семенова Э.Е. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. №2. С. 10-15.
3. Ахрименко С.В. Относительное изменение энергопотребления здания малоэтажного строительства в зависимости от типа и формы / Ахрименко С.В., Исанова А.В., Семенова Э.Е. // Наука молодых - будущее России. Курск, 2020. №2. С. 184-187.
4. Постановление правительства РФ от 25 января 2011 г. N 18 "Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов". 2017. -13с.
5. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. МГСН 2.01-99. М.: 1999.

References

1. Konasova M.M.M. Ways to improve the energy efficiency of residential buildings / Konasova M.M.M. Semenova E. // Engineering systems and structures. 2021. 2. С. 8-12.
2. Rubtsova M.V. Consideration of the influence of the shape of the building on its energy efficiency / Rubtsov M.V., Semenova E.E. // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Sea. 2021. 2. P. 10-15.
3. Akhrimenko S.V. Relative change of energy consumption of low-rise building depending on the type and form / Akhrimenko S.V., Isanova A.V., Semenova E.E. / Science of young people - the future of Russia. Kursk, 2020. 2. p. 184-187.
4. Resolution of the Government of the Russian Federation of January 25, 2011. N. 18 "On approval of the Rules for establishing energy efficiency requirements for buildings, buildings, structures and requirements to the rules for determining the energy efficiency class of apartment buildings". 2017. -13с.
5. Energy saving in buildings. Standards for heat protection and heat and power supply. MSSN 2.01-99. M.: 1999.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 697.911

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры систем
управления и информационных технологий
в строительстве
А.В. Полуказаков
Магистрант кафедры систем управления
и информационных технологий в строи-
тельстве И.И. Филатов
Россия, г. Воронеж, тел. +79616168474
e-mail: iliafilat@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor of the Department of Control
Systems and Information Technologies
in Construction A.V. Polukazakov
Master's student of the Department
of Management Systems and Information
Technologies in Construction I.I. Filatov
Russia, Voronezh, tel. +79616168474
e-mail: iliafilat@gmail.com*

А.В. Полуказаков, И.И. Филатов

РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ

Статья посвящена расчету объема воздухообмена в жилом помещении. Недостаточность свежего воздуха оказывает негативное влияние на состоянии находящихся в помещении людей и может привести как к проблемам со здоровьем. Проектирование вентиляции происходит на начальном этапе планирования постройки зданий.

Ключевые слова: вентиляционные системы, расчет, метод кратности, метод площади, метод санитарных норм.

A.V. Polukazakov, I.I. Filatov

CALCULATION OF AIR EXCHANGE IN A RESIDENTIAL AREA

The article is devoted to the calculation of the volume of air exchange in a residential building. Lack of fresh air has a negative impact on the condition of people in the room and can lead to health problems. Ventilation design takes place at the initial stage of planning the construction of buildings.

Keywords: ventilation systems, calculation, multiplicity method, area method, sanitary standards method.

При проектировании зданий одну из важнейших ролей играет система вентиляции. Недостаточность свежего воздуха оказывает негативное влияние на состоянии находящихся в помещении людей и может привести как к снижению трудоспособности, так и к проблемам со здоровьем. Минимальное количество воздуха, которое необходимо удалять из помещения и заменять его свежим обозначено в нормативном документе СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», приложение «К» [1]. Например, необходимо рассчитать воздухообмен жилого помещения (квартиры), состоящего из нескольких комнат: спальня (площадью 22 м²), детская (14 м²), гостиная (30 м²), кухня (17 м²), санузел (6 м²), гардеробная (5 м²). Обычно, при расчетах используют несколько методов, а после выбирают из них наибольший. Существует несколько методов расчета:

- по площади;
- по санитарно-гигиеническим нормам;
- по кратностям.

Метод расчета по площади является наиболее простым и заключается в использовании норм, которые регламентируют подачу свежего воздуха в размере 3 м³/час на 1 м² площади помещения. Общая площадь помещения составляет 94м², следовательно, воздухообмен должен быть больше 282 м³/час.

Для расчета по санитарно-гигиеническим нормам необходимо учитывать данные о времени нахождения людей в помещении. В приложении В СП 60.13330.2020 «СНиП 41012003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [2] установлены нормы подачи наружного воздуха для помещений с нахождением людей внутри непрерывно более 2 часов. Исходя из данных, получаем, что для каждого постоянно проживающего необходимо обеспечить приток свежего воздуха в размере не менее 45 м³/час, а если в помещении присутствуют временные посетители, то на каждого человека необходимо прибавить еще 20 м³/час. Расчёт выполняется для каждой комнаты отдельно. Например, если в спальне постоянно присутствуют 2 человека, следовательно, необходимый воздухообмен составляет не менее 90 м³/час. Если в детской проживает 1 человек, то воздухообмен должен быть больше 45 м³/час. Если в гостиной постоянно 2 человека и 1 временно, то воздухообмен равен 110 м³/час. Таким образом, поступление свежего воздуха должно быть больше 245 м³/час.

Для расчета воздухообмена по методу кратности потребуется обратиться к нормативному документу СНиП 2.08.01-89 Жилые здания, прил. 4 [3], где содержится таблица, с помощью которой выполняется расчет вентиляции по кратностям. Таблица представлена в таблице 1.

Таблица 1

Таблица кратности

Помещение	Расчетная температура зимой, °С	Требования к воздухообмену	
		Приток	Вытяжка
Общая комната, спальня, кабинет	20	1-кратн.	-
Кухня	18	-	По воздушному балансу квартиры
Кухня-столовая	20	1-кратн.	
Ванная	25	-	
Уборная	20	-	
Совмещенный санузел	25	-	
Бассейн	25	По расчету	
Помещение для стиральной машины в квартире	18	-	0.5-кратн.
Гардеробная для чистки и глажения одежды	18	-	1.5-кратн.
Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка типа Н1	16	-	-

Окончание табл. 1

Не задымляемая лестничная клетка типа Н1	14	-	-
Машинное помещение лифта	5	-	0.5-кратн.
Мусоросборная камера	5	-	1-кратн.
Гараж-стоянка	5	-	По расчету
Электрощитовая	5	-	0.5-кратн.

Количество воздуха, обновляемого в течение часа, рассчитывается по формуле

$$L = N \cdot V, \quad (1)$$

где N – кратность из таблицы,
 V – объем помещения в м^3 .

Для упрощения расчета составим таблицу помещений и рассчитаем объем воздуха в этих помещениях по формуле

$$V = S \cdot h, \quad (2)$$

где S – площадь помещения в метрах квадратных,
 h – высота потолка в метрах.

Учитывая минимальную высоту потолка 2,7 м согласно СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» [4] составим таблицу 2 для упрощения.

Таблица 2

Помещения

Назначение помещения	Площадь, м^2	Объем воздуха, м^3
Спальня	22	59,4
Детская	14	37,8
Гостиная	30	81
Кухня	17	45,9
Санузел	6	16,2
Гардеробная	5	13,5

Следующим шагом, используя таблицу кратностей, произведем расчет вентиляции помещений, используя формулу 1, и увеличим полученный результат до числа, кратного 5. Для спальни расчет будет $L = 1 \times 59,4 = 59,4 \text{ м}^3$. Увеличиваем получившийся результат до числа кратного 5, получаем 60 м^3 .

Проведя все остальные расчеты по тому же принципу, запишем результат в таблицу 3.

Таблица 3

Воздухообмен в помещениях

Назначение помещения	Воздухообмен, м^3
Спальня	60
Детская	40
Гостиная	90 (учитывая 3 м^3 на 1 м^2)

Окончание табл. 3

Кухня	Не менее 90
Санузел	Не менее 50
Гардеробная	25

Следующим шагом станет распределение помещений по притоку и отведению воздуха. По притоку: спальня (60),5 Детская (40), гостиная (90). Всего: 190 м³. По отведению: Кухня (90), Санузел (50), гардеробная (25) Всего: 165 м³. Поскольку необходимый приток превышает отведение на 25 м³, необходимо устранить разницу путем увеличения показателей в вытяжных помещениях, например, на кухне, используя в дополнение вентиляционной системе кухонную вытяжку.

Выводы

Проведя расчеты разными методами и получив разные результаты, выбираем самый большой. Что касательно способов расчета, то методы санитарных норм и кратности более точны, а метод площади прост в расчетах, но может потребовать больших затрат на реализацию.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», приложение «К».
2. СП 60.13330.2020 «СНиП 41012003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
3. СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания», прил. 4.
4. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные».

References

1. SP 60.13330.2012 "Heating, ventilation and air conditioning", appendix "To".
2. SP 60.13330.2020 "SNiP 41012003 Heating, ventilation and air conditioning".
3. SNiP 2.08.01-89 "Residential buildings", Annex 4.
4. SP 54.13330.2022 "Residential apartment buildings".

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 625.712.28

*Воронежский государственный
технический университет
Кандидат технических наук, доцент
кафедры проектирования автомобильных
дорог и мостов О.А. Волокитина
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (910) 349-72-56
e-mail: dixi.o@mail.ru
Кандидат технических наук, доцент
кафедры проектирования автомобильных
дорог и мостов В.П. Волокитин
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (910) 349-72-56
e-mail: nova.vp@mail.ru
студентка группы МТПАД-221
А.В. Седова
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (904) 212-18-21
e-mail: nasya.v@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), the senior lecturer
of Postgraduate at the Department of Road and
Bridge O.A. Volokitina
Russia, Voronezh, tel. (910) 349-72-56
e-mail: dixi.o@mail.ru
D.Sc.(Engineerin), the senior lecturer
of Postgraduate at the Department of Road and
Bridge V.P. Volokitin
Russia, Voronezh, tel. (910) 343-59-37
e-mail: nova.vp@mail.ru
Student of the group MTPAD-221
A.V. Sedova
Russia, Voronezh, tel. +7 (904) 212-18-21
e-mail: nasya.v@mail.ru*

О.А. Волокитина, В.П. Волокитин, А.В. Седова

АНАЛИЗ ДАННЫХ СООТВЕТСТВИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ АВТОДОРОГ ГОРОДА ВОРОНЕЖА В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «БЕЗОПАСНЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ДОРОГИ» НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИКИ

В статье приводятся результаты диагностики, паспортизации, а также комплексной оценки дорог города Воронежа с применением базы данных «Титул-2005» с целью решения задач по повышению их качества в рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги».

Ключевые слова: автомобильная дорога, проезжая часть, качество, ровность, безопасность.

О.А. Volokitina, V.P. Volokitin, A.V. Sedova

ANALYSIS OF THE DATA OF COMPLIANCE WITH THE REGULATORY REQUIREMENTS OF THE ROADS OF THE CITY OF VORONEZH AS PART OF THE IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL PROJECT «SAFE QUALITY ROADS» BASED ON THE RESULTS OF DIAGNOSTICS

The article provides the results of diagnostics, certification, as well as a comprehensive assessment of the roads of the city of Voronezh using the Title-2005 database in order to solve problems to improve their quality as part of the implementation of the national project "Safe Quality Roads."

Keywords: highway, roadway, quality, evenness, safety.

В условиях усиления внимания государства к проблемам безопасности и качества автомобильных дорог, был запущен национальный проект «Безопасные качественные дороги» сроком с 2018 по 2030 год [1]. Реализация предлагаемых федеральных проектов способствует достижению национальных целей развития Российской Федерации на период, установленный Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. N 204 в рамках данного национального проекта [2].

Основной задачей проекта является приведение автомобильных дорог в нормативное состояние с целью повышения качества жизни населения, экономическому и социальному развитию субъектов Российской Федерации, улучшению экономических связей между субъектами и качества предоставляемых автотранспортных услуг.

Анализ соответствия нормативно-техническим требованиям автодорог города Воронежа ежегодно проводится на основании результатов обследования с применением программного комплекса «Титул-2005» (ПК), предназначенного для ведения автоматизированного банка дорожных данных по дорогам федерального, регионального или муниципального значения [3].

С помощью программ ПК, состав которых указан на рис. 1, решаются следующие задачи:

- диагностика автомобильных дорог и мостовых сооружений;
- паспортизация и инвентаризация автомобильных дорог и мостов – по дорогам общего пользования, а также городским дорогам;
- видеопаспортизация автомобильных дорог;
- разработка проектов организации дорожного движения;
- учет дорожно-транспортных происшествий;
- управление состоянием сети подведомственных автомобильных дорог и искусственных сооружений:
- количественный и качественный учет объектов имущественного комплекса дорожной отрасли;
- просмотр табличных данных по различным характеристикам выбранных объектов;
- оценка технического уровня эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог и искусственных сооружений;
- формирование программ проведения ремонтных мероприятий с установлением приоритетности их выполнения и укрупненной оценкой стоимости и эффективности проведения работ;
- планирование, контроль и анализ работ по содержанию автомобильных дорог и мостовых сооружений.

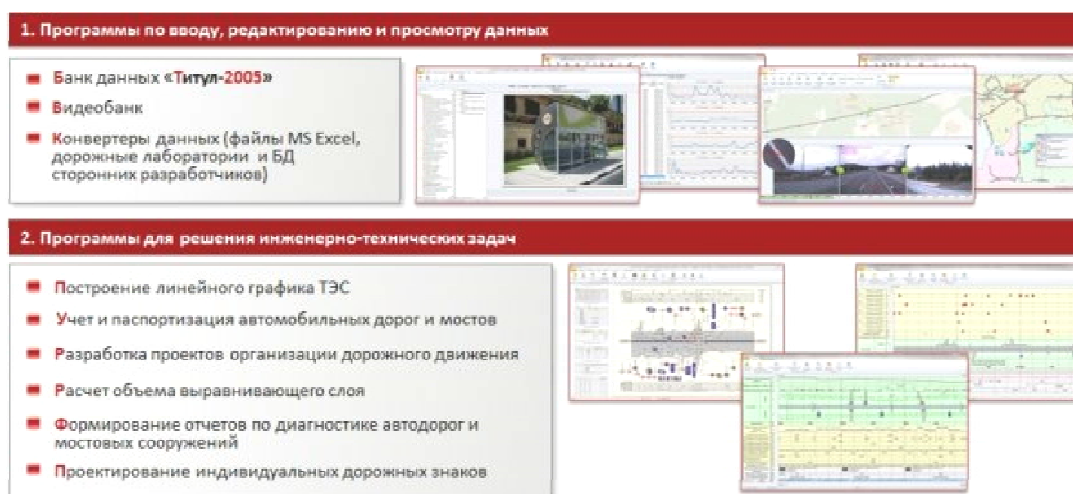


Рис. 1. Состав программного комплекса «Титул-2005» [3]

Результатом оценки участков автомобильных дорог или автомобильной дороги в целом является определение процента протяженности участков с нормативным, либо ненормативным состоянием покрытия от общей её протяженности.

Участок дороги или улицы, на котором значение показателя ровности хуже допустимого, считается находящимся в ненормативном состоянии. В табл. 1 приведены значения предельно допустимых показателей ровности для различных категорий дорог и улиц согласно ГОСТ Р 50597-2017 [4].

Таблица 1

Значения предельно допустимых показателей продольной ровности покрытия

Категория дороги	Ровность по индексу IRI, м/км, не более			
	Группа улиц	Тип дорожной одежды		
		Капитальный	Облегченный	Переходный
IA, IB	A	4,0	–	–
IV, II	B	4,5	–	–
III	B	5,0	5,5	
IV	Г, Д	6,0	6,5	
V	E	–	7,5	8,0

Примечание – IRI (International Roughness Index), Международный индекс ровности.

В табл. 2 приведены категории дорог и улиц городов и сельских поселений.

Таблица 2

Категории дорог и улиц городов и сельских поселений

Группы улиц	Категории дорог и улиц городов и сельских поселений
A	Магистральные дороги скоростного движения, магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения
B	Магистральные дороги и магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения
B	Магистральные улицы районного значения транспортно-пешеходные
Г	Магистральные улицы районного значения пешеходно-транспортные, поселковые дороги
Д	Улицы и дороги местного значения (кроме парковых), главные улицы, улицы в жилой застройке основные
E	Улицы в жилой застройке второстепенные, проезды основные, велосипедные дорожки

На многополосных дорогах и улицах продольную ровность покрытия проезжей части определяют по каждой полосе движения с оценкой результатов измерения по наихудшему показателю каждого измеряемого участка.

Исходя из полученных данных по диагностике автомобильных дорог города Воронежа за период с 2021 по 2023 год, следует отметить, что ключевыми показателями сравнения являлись: ровность; нарушение целостности покрытия; отсутствие твердого покрытия; количество ДТП (рис.2).

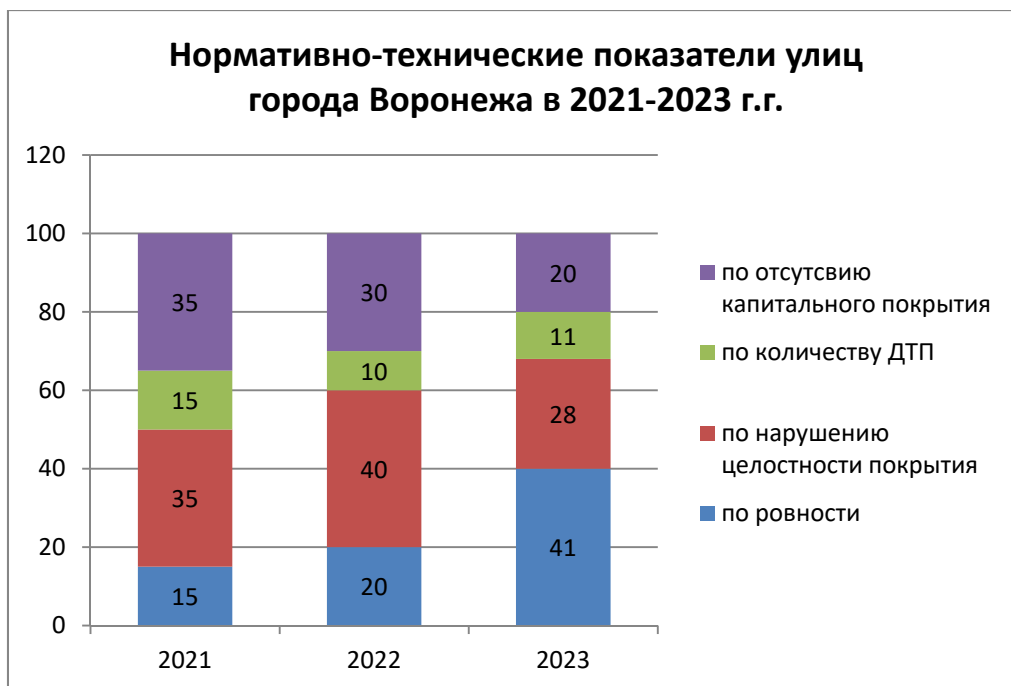


Рис. 2. Диаграмма нормативно-технических показателей

Анализируя полученные результаты, можно констатировать рост соответствия нормативно - технических показателей в рассматриваемый период наблюдения (рис.3).

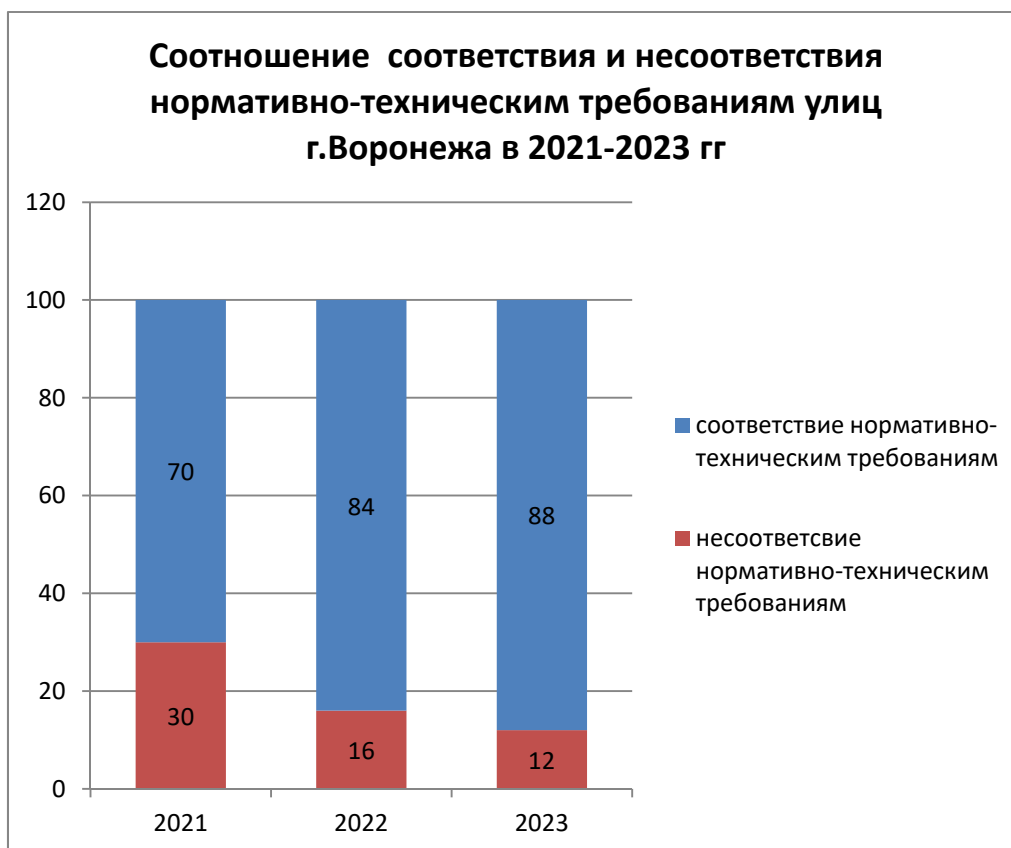


Рис. 3. Диаграмма соотношения показателей

Выводы

Реализация мероприятий по повышению качества и безопасности городских дорог в рамках национального проекта обеспечит позитивное социально-экономическое развитие нашего региона.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (с изменениями от 12 мая 2018 года), М.: Правительство РФ, 2008. 267 с.
2. Российская Федерация. Федеральный закон. "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 08.11.2007 N 257-ФЗ (с изменениями на 2 июля 2021 года). [федер. закон: принят Гос. Думой 18 октября 2007 г.: по состоянию на 21 июля 2021 г.] М.: Кремль, 2007. 63 с.
3. Авторское право ООО «Титул-2005».
4. ГОСТ Р 50597-2017 "Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля" (утв. Приказом Росстандарта от 26.09.2017 N 1245-ст), М.: Стандартиформ, 2017. 30с
5. ОДМ-218-4.039-2018 Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог, М.: Росавтодор, 2018. 58 с.

References

1. Order of the Government of the Russian Federation. Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 (as amended on May 12, 2018), Moscow: Government of the Russian Federation, 2008. 267 p.
2. The Russian Federation. Federal law. "On Highways and on road activity in the Russian Federation and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 08.11.2007 N 257-FZ (as amended on July 2, 2021). [feder. law: adopted by the State Duma on October 18, 2007: as of July 21, 2021] Moscow: Kremlin, 2007. 63 p.
3. Copyright of Titul-2005 LLC.
4. GOST R 50597-2017 "National Standard of the Russian Federation. Automobile roads and streets. Requirements for the operational condition permissible under the conditions of road safety. Methods of control" (approved by the Order of Rosstandart dated 26.09.2017 N 1245-st), Moscow: Standartinform, 2017. 30 p.
5. ODM-218-4.039-2018 Recommendations for the diagnosis and assessment of the technical condition of highways, Moscow: Rosavtodor, 2018. 58 p.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 005.8

*Воронежский государственный
технический университет
Студенты дорожно-транспортного
факультета
Д.А. Арбузов,
e-mail: arbuzov.dimochka@inbox.ru
П.Ю. Бизяева,
e-mail: Polina.Bizyeva@yandex.ru
А.Н. Колесников
e-mail: Leagueplayer136@gmail.com
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
Р.А. Жилин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: razhilin@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Students of the Faculty of Road Transport
Faculty
D.A. Arbuzov,
e-mail: arbuzov.dimochka@inbox.ru
P.Y. Bizyaeva,
e-mail: Polina.Bizyeva@yandex.ru
A.N. Kolesnikov
e-mail: Leagueplayer136@gmail.com
D.Sc. (Engineerin), Associate prof. of the chair
construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov
R.A. Zhilin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 277-01-29
e-mail: razhilin@yandex.ru*

Д.А. Арбузов, П.Ю. Бизяева, А.Н. Колесников, Р.А. Жилин

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНАМИ И МЕХАНИЗМАМИ

Рассматривается анализ разработок и реализации проектов создания интеллектуальных систем управления машинами и механизмами. Подготовлен структурный анализ научной литературы в сфере исследуемого вопроса.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, искусственный интеллект.

D.A. Arbuzov, P.Yu. Bizyaeva, A.N. Kolesnikov, R.A. Zhilin

DEVELOPMENT OF PROJECTS FOR THE CREATION OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS FOR MACHINES AND MECHANISMS

The analysis of the development and implementation of projects for the creation of intelligent control systems for machines and mechanisms is considered. A structural analysis of the scientific literature in the field of the issue under study has been prepared.

Keywords: intelligent systems, artificial intelligence.

Интеллектуальные информационные системы проникают во все сферы нашей жизни, поэтому становятся неотъемлемым элементом при решении задач автоматизации и управления сложными объектами и процессами.

Современное понятие интеллектуальных систем (ИС) сформировалось в процессе развития теоретических основ кибернетики, современной теории управления, теории алгоритмов, развития современных информационных технологий и обобщения накопленных научных знаний, методов и средств в области искусственного интеллекта (ИИ) [7].

Возникновение понятия интеллектуальных систем тесно связано с понятием искусственного интеллекта (ИИ) и современной теории управления. Исследования в области ИИ стали развиваться наиболее активно с 50-х годов прошлого века в связи с развитием средств вычислительной техники, информатики и кибернетики.

На разных этапах развития ИИ исследователями различных направлений ИИ предлагались свои определения ИИ. Так в математическом энциклопедическом словаре приводилось следующее определение: «Искусственный интеллект (от латинского *intellectus* – познание, понимание, рассудок) это раздел информатики, изучающий методы, способы и приемы моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ разумной деятельности человека, связанной с решением задач». Академик Г.С. Поспелов в книге «Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии» писал: «под искусственным интеллектом понимается наука о том, как заставить машину делать то, что умеет делать умный человек» [6].

На данный момент времени разработано и существует огромное множество систем искусственного интеллекта в различных сферах деятельности. Например, разведывательные мероприятия, направленные на обнаружение, например, опасных или вредных предметов или веществ обычно сопряжены с необходимостью работы в экстремальных условиях повышенной температуры, влажности, пересеченной местности и т.д. Очевидно, что наилучшим образом с задачей разведки справляются подготовленные люди, способные действовать «по обстановке», применяя наиболее эффективные методы и приемы обнаружения различных предметов. Однако, условия выполнения разведывательных действий являются опасными для человека. Современное состояние развития самодействующих автономных устройств позволяет создавать роботов-разведчиков. Но их возможности, в основном, ограничиваются визуальным наблюдением под контролем человека-оператора. Однако при этом существенно возрастают сроки и материальные затраты на проведение разведки.

В связи с этим актуальными являются исследования в направлении создания систем управления, обеспечивающих достижение поставленных целей при отсутствии достоверной априорной информации о внешней обстановке и интенсивности её изменения.

Для осуществления разведывательных действий в условиях ограниченного времени необходимо применить декомпозицию исходной глобальной задачи на подзадачи. При этом решение каждой подзадачи должен выполнять соответствующий робот-разведчик. Создаваемая таким образом группа роботов-разведчиков обеспечит выполнение поставленной глобальной задачи в рамках установленного времени. Однако очевидно, что при этом материальные затраты возрастают быстрее, чем сокращается время проведения разведывательных мероприятий. Это обусловлено появлением дополнительных «накладных расходов» на осуществление управления группой роботов. При этом возникает проблема координации действий роботов группы для оптимального решения задачи разведки [1].

Робототехнический комплекс представляет собой сложную систему, включающую ряд подсистем, реализующих способности автономного функционирования для достижения поставленной цели. К ним относятся, например, подсистема ориентации и навигации, подсистема планирования действий по решению заданной задачи, подсистема планирования траектории, подсистема корректировки траектории для обхода препятствий, подсистема управления движением по заданной траектории, подсистема технического зрения, подсистема осуществления разведывательных действий (с учетом специфики задачи разведки) и т.д.

Необходимость функционирования робота-разведчика в неопределенных условиях обуславливает насущные потребности снабжения робота-разведчика возможностями адаптации к изменяющейся внешней среде, новым целям и задачам. Наиболее используемые, усовершенствованные и распространенные интеллектуальные системы.

Далее, следует выделить, что одним из важных направлений развития транспортной науки является внедрение инновационных технологий и методов управления эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. Среди первоочередных направлений необходимо выделить решение задачи интеллектуального управления на линейном уровне – железнодорожные станции с дальнейшим переходом на интеллектуальное управление полигоном. Также актуальным является вопрос разработки системы интеллектуального управления на высокоскоростных магистралях.

Интеллектуальное управление на линейном уровне, в первую очередь необходимо реализовывать на сортировочных станциях, которые являются важнейшей составной частью непрерывного процесса перевозок грузов железнодорожным транспортом России [5]. При увеличении ее размеров требуется увеличение производственных мощностей железнодорожных станций. Но даже в периоды спада размеров перевозок работа по повышению эффективности сортировочного процесса продолжается. Внедряются новые технологии и автоматизируются станционные операции.

Интеллектуальная транспортная система (Intelligent Transportation Systems) – телематическая транспортная система, в которой реализуется синтез знаний в области телекоммуникаций, электроники, информатики с транспортными технологиями для планирования, проектирования, эксплуатации и обслуживания и управления транспортными системами обеспечивая реализацию функций высокой сложности и выработку оптимальных решений и управляющих воздействий [4]. Это предусматривает решение комплекса задач:

- 1) сбор информации о текущем состоянии транспортной сети;
- 2) обработка полученной информации с целью принятия решений по управлению движением транспорта;
- 3) передачу управляющих сообщений пользователям транспортной сети.

ИТС создаются, как правило, на базе уже действующих информационных систем управления перевозочным процессом, навигационно-информационных, справочных систем и других автоматизированных подсистем управления.

Концепции развития интеллектуальных транспортных систем в своей основе имеют достижения средств связи и управления информационными процессами, компьютерные технологии, технические средства измерения для повышения эффективности и безопасности транспортной системы. Вследствие этого технологии интеллектуальных транспортных систем имеют значительную сферу применения, включая автоматическую идентификацию подвижных единиц и применение технологий ГЛОНАСС/GPS при выполнении маршрутной навигации транспортных средств [2].

Транспортные системы являются неотъемлемой частью человеческой деятельности. Постоянный рост дорожного трафика, особенно в крупных городах, приводит к значительному увеличению затрат (времени, стоимости) на осуществление корреспонденций участниками дорожного движения, а также к увеличению вредных выбросов в атмосферу и ухудшению экологической обстановки. Для улучшения ситуации во многих странах используются различные стратегии, оптимизация существующей транспортной инфраструктуры с целью повышения эффективности её использования и др. [3]. В последние два десятилетия для адаптивного управления сигналами/фазами светофоров были использованы различные методы искусственного интеллекта и машинного обучения: методы на основе нечёткой логики, интеллекта роя, генетические алгоритмы, RL-методы и др. Среди них решения на основе RL-методов являются, по мнению многих авторов, наиболее перспективными. Для обучения RL-методов используют следующие системы моделирования: AIMSUN, CORSIM, MATSim, Paramics, VISSIM, GLD, SUMO, CityFlow, AIM.

Вывод

Применение интеллектуальных самоорганизующихся систем управления позволяет создать настраиваемую иерархическую систему управления, обеспечивающую решение поставленной задачи. В сферу приложений искусственного интеллекта в настоящее время вошли практически все направления современной информатики. Многие из этих направлений, таких как вопросы создания экспертных систем, искусственных нейросетей и др., в достаточной мере освещены в учебной и методической литературе, что позволило сделать комплексный анализ в представленной теме. Развитие искусственного интеллекта во всех сферах жизни набирает обороты и является перспективным направлением

Библиографический список

1. Исследование алгоритмов функционирования интеллектуальной системы управления разведывательным робототехническим комплексом / М. Ф. Степанов, А. М. Степанов, Д. Ю. Петров, О. М. Степанова // Экстремальная робототехника. – 2021. – Т. 1, № 1. – С. 136-142.
2. Лукомская, О. Ю. Системный подход при проектировании интеллектуальных транспортных систем / О. Ю. Лукомская // ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ : Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 28–29 мая 2019 года. – Санкт-Петербург: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2019. – С. 37-43.
3. Мясников В. В. Детерминированная прогнозная модель управления сигналами светофоров в интеллектуальных транспортных и геоинформационных системах / В. В. Мясников, А. А. Агафонов, А. С. Юмаганов // Компьютерная оптика. – 2021. – Т. 45, № 6. – С. 917-925. – DOI 10.18287/2412-6179-CO-1031.
4. Обухов А. Д. Перспективы развития интеллектуальных систем управления на железнодорожном транспорте / А. Д. Обухов // Современные концепции научных исследований : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 11 декабря 2015 года / Нижегородский филиал МИИТ; Под редакцией Н.В. Пшениснова. – Нижний Новгород: ООО «Стимул - СТ», 2015. – С. 277-281.
5. Создание систем технической помощи в интеллектуальной транспортной системе // Организация дорожного движения и безопасность на дорогах европейских городов : материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Орел, 23 апреля 2014 года / Чешский технический университет в Праге, ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК». – Орел: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс», 2014. – Р. 53-59.
6. Mishlanova, M. Yu. An earned value method in a smart system of construction project management / M. Yu. Mishlanova // Real Estate: Economics, Management. – 2022. – No. 3. – P. 30-35.
7. Chumachenko, A. A. Intelligent object control system in conditions of partial uncertainty / A. A. Chumachenko // Инновационные тенденции развития российской науки : Материалы XVI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 29–31 марта 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – Р. 828-831.

References

1. Research of algorithms for the function of an intelligent control system for an intelligent robotic complex / M. F. Stepanov, A.M. Stepanov, D. Yu. Petrov, O. M. Stepanova // Extreme robotics. - 2021. - Vol. 1, No. 1. - S 136-142.

2. Lukomskaya, O. Yu. A systematic approach to the projection of intelligent transport systems / O. Yu. Lukomskaya // technological developments of COGNITIVE TRANSPORT SYSTEMS: materials of the All-Russian scientific and practical conference with an international section, St. Petersburg, May 28-29, 2019. - St. Petersburg: N.S. Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences, 2019. - S 37-43.

3. Myasnikov V. S. Deterministic predictive model of traffic light signal control in intelligent transport and geoinformation systems / V. S. Myasnikov, A. A. Agafonov, A. S. Yumaganov // Computer optics. - 2021. - vol. 45, No. 6. - S 917-925. – DOI 10.18287/2412-6179-CO-1031.

4. Obukhov A.D. Prospects for the development of intelligent control systems on desired transport / A.D. Obukhov // agreed agreements on private research : Materials of the IV intergovernmental scientific and practical conference, Nizhny Novgorod, December 11, 2015 / Nizhny Novgorod branch of MIIT; Decembryanskaya N.S. Pshenisnova sub-division. - Nizhny Novgorod: LLC "Stimul - ST", 2015. - S 277-281.

5. Creation of technical support systems in an intelligent transport system // Organization of assets and safety on the roads of European cities : Materials of the International Commodity Scientific and Practical Conference, Orel, April 23, 2014 / Czech Technical pragmatist in FOGGIP " - University"UNPK". - Orl: Federal State Budgetary educational institution of outstanding professional education "State University - educational and well-developed complex", 2014. – P. 53-59.

6. Mishlanova, M. Yu. An earned value method in a smart system of construction project management / M. Yu. Mishlanova // Real Estate: Economics, Management. – 2022. – No. 3. – P. 30-35.

7. Chumachenko, A. A. Intelligent object control system in conditions of partial uncertainty / A. A. Chumachenko // Innovative tenders for the development of the Russian press: materials of the XVI intergovernmental training program-practical conference of Russian scientists, Krasnoyarsk, March 29-31, 2023. - Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 2023. – P. 828-831.

УДК 621.436

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова*
Н.М. Волков
e-mail: volkne@bk.ru
Канд. техн. наук, доц. кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
имени профессора Н.А. Ульянова
С.А. Никитин
e-mail: niksal76@mail.ru
Студенты группы бЭТМ-201
Г.М. Картавец
e-mail: grigori43252014@gmail.com
В.С. Ходцев
e-mail: hodcevlad@mail.ru
В.Ю. Ворошилов
e-mail: i@ravonavo.ru

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair
construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov*
N.M. Volkov
e-mail: volkne@bk.ru
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair
construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov
S.A. Nikitin
e-mail: niksal76@mail.ru
students of group бЭТМ-201
G.M. Kartavcev
e-mail: grigori43252014@gmail.com
student of group бЭТМ-201
e-mail: hodcevlad@mail.ru
V.Y. Voroshilov
e-mail: e-mail: i@ravonavo.ru

Н.М. Волков, С.А. Никитин, Г.М. Картавец, В.С. Ходцев, В.Ю. Ворошилов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

В данной статье будет рассмотрена тема искусственного интеллекта и вопрос о том, как именно он применяется строительной техники.

Ключевые слова: строительная техника, искусственный интеллект, современные технологии в строительстве.

N.M. Volkov, S.A. Nikitin, G.M. Kartavcev, V.S. Hodcev, V.Y. Voroshilov

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CONSTRUCTION MACHINERY

This article will consider the topic of artificial intelligence and the question of how exactly it is used by construction machinery.

Keywords: construction equipment, artificial intelligence, modern technologies in construction.

В современном мире искусственный интеллект проникает во все сферы жизни. Строительная индустрия не является исключением, и использование искусственного интеллекта позволяет значительно повысить эффективность работы, снизить затраты и улучшить качество строительства.

1. Роботы-строители.

Роботы-строители - это одно из самых заметных применений искусственного интеллекта в строительстве. Они используются для выполнения различных задач, таких как строи-

тельство зданий, мостов и дорог. Роботы обладают высокой точностью и скоростью работы, а также могут работать в условиях, опасных для человека.

Fastbrick Robotics, компания из Перта (Австралия) создала робота по имени Nadrian, который совершает кирпичную кладку. Компания утверждает, что он способен построить фундамент дома в течение двух дней.

Nadrian может уменьшать материал до нужного размера, скреплять его раствором и класть по 1000 кирпичей в час, что в 20 раз быстрее средней скорости каменщика. Nadrian делает возможным возведение современных домов из кирпича со скоростью 150 зданий в год (при условии, что раздвижная стрела не будет опрокидываться).

Гигантская рука робота движется, опираясь на фиксированные метки, которые берут информацию из проекта дома в приложении 3D CAD. Он автоматически исправляет себя 1000 раз в секунду, чтобы предотвратить помехи от вибрации или электричества.



Рис. 1. Робот-строитель Nadrian в рабочем режиме

2. Автоматизация процессов.

Искусственный интеллект позволяет автоматизировать многие процессы, такие как планирование строительства, управление ресурсами и контроль качества работ. Это позволяет снизить затраты на строительство и повысить его эффективность.

Примером автоматизации процесса с использованием ИИ в строительстве может служить система управления строительной техникой. Эта система использует данные, полученные от датчиков на строительной технике, чтобы определить, где и когда нужно использовать каждый экскаватор или кран. Это позволяет оптимизировать использование ресурсов и сократить время строительства.

Искусственный интеллект играет значительную роль в строительной отрасли, обрабатывая большие объемы данных и анализируя их для прогнозирования будущих событий. Он способен точно определять закономерности и использовать прошлые данные для предсказания возможных будущих событий, что может помочь повысить безопасность и качество зданий. Например, при строительстве мостов использование моделей прошлых проектов может помочь избежать ошибок проектирования.

Инженеры также могут использовать искусственный интеллект для планирования на случай непредвиденных обстоятельств, что позволяет им быть готовыми к различным сценариям и принимать оптимальные решения.

3. Управление строительной техникой

С помощью искусственного интеллекта можно управлять строительной техникой, например, экскаваторами и кранами. Это позволяет повысить точность и скорость работы, а так-

же снизить риск ошибок, связанных с человеческим фактором. Искусственный интеллект может автоматически корректировать действия оператора в случае возникновения непредвиденных ситуаций, а также предоставлять рекомендации по улучшению эффективности работы.



Рис. 2. Робот экскаватор с искусственным интеллектом

Группа инженеров китайской компании, которая занимается разработкой роботов, создали систему автоматизации для любой строительной техники. Тесты подтвердили эффективность строительных роботов, по сравнению с людьми.

Система AES одна из первых систем автоматизации экскаваторной техники представленная инженерами компании Baidu Research Robotics.

Многочасовые тесты подтвердили: робот – экскаватор способен работать непрерывно до 24 часов, безукоризненно соблюдая технику безопасности и требования заказчика работ.

4. Анализ данных.

Искусственный интеллект также может использоваться для анализа больших объемов данных, связанных со строительством. Это может включать данные о затратах, сроках строительства, качестве работ и многом другом. Анализ этих данных позволяет выявить слабые места в процессе строительства и принять меры для их устранения.

5. Обучение и развитие строительных кадров

Искусственный интеллект может быть использован для обучения и развития строительных кадров. Он может предоставлять обучающие материалы, проводить тестирование и оценивать результаты обучения.

Вывод

Таким образом, использование искусственного интеллекта в строительной технике позволяет повысить эффективность строительства, снизить затраты и повысить качество работ. В будущем искусственный интеллект может стать еще более важным инструментом в строительной индустрии, и его применение будет только расширяться.

Библиографический список

1. Блог компании RoboHunter Робототехника, Робот-строитель Hadrian – <https://habr.com/ru/companies/robohunter/articles/384471/>.
2. Роботы экскаваторы с искусственным интеллектом, заменят на стройке людей – <https://dzen.ru/a/YN2uNk-RYVBw0lh5>.
3. Как искусственный интеллект меняет строительную отрасль – https://vk.com/@bim_tech-kak-iskusstvennyi-intellekt-menyaet-stroitelnuu-otrasl?ysclid=lpjm4d5pzk212448726.
4. Искусственный интеллект в строительной деятельности человека – <https://niisf.org/biblio/glavnaya/iskusstvennyj-intellekt-v-stroitelstve>.
5. Интервью с Майклом Краусом – <https://www.dlupal.com/ru/novosti-i-sobytija/novosti/blog/000097/>.

References

1. RoboHunter Robotics company blog, Hadrian Construction Robot – <https://habr.com/ru/companies/robohunter/articles/384471/>.
2. Robots excavators with artificial intelligence, will replace people at the construction site – <https://dzen.ru/a/YN2uNk-RYVBw0lh5>.
3. How Artificial Intelligence is changing the Construction industry – https://vk.com/@bim_tech-kak-iskusstvennyi-intellekt-menyaet-stroitelnuu-otrasl?ysclid=lpjm4d5pzk212448726.
4. Artificial Intelligence in human construction activity – <https://niisf.org/biblio/glavnaya/iskusstvennyj-intellekt-v-stroitelstve>.
5. Interview with Michael Kraus – <https://www.dlupal.com/ru/novosti-i-sobytija/novosti/blog/000097/>.

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
В.А. Жулай;
Канд. техн. наук, доцент кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
имени профессора Н.А. Ульянова
В.Л. Тюнин;
Ст. преп. кафедры строительной техники
и инженерной механики имени профессора
Н.А. Ульянова Е.В. Кожакин;
Магистранты гр. мНТК-221,
В.Л. Онищенко, П.М. Харченко
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-70-66-
90, e-mail: kozhakin-e@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr. Sci. Tech., prof., head of the chair of con-
struction machinery and engineering mechan-
ics of a name of professor N.A. Ulyanov
V.A. Zhulai;
Cand. Of Tech Science, Associate prof. of the
chair of construction machinery and engineer-
ing mechanics of a name of professor N.A.
Ulyanov V.L. Tyunin;
Chief lecturer of the chair of construction ma-
chinery and engineering mechanics of a name
of professor N.A. Ulyanov E.V. Kozhakin;
Master's students gr. mNTK-221
V.L. Onishchenko, P.M. Kharchenko
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-70-66-90,
e-mail: kozhakin-e@mail.ru*

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, Е.В. Кожакин, В.Л. Онищенко, П.М. Харченко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АВТОГРЕЙДЕРА

Приведена методика аналитического определения оценочных показателей работы автогрейдеров с помощью методов статического моделирования на ЭВМ с учетом параметров реального режима нагружения и геометрических, кинематических, весовых и силовых характеристик автогрейдера, трансмиссии и двигателя.

Ключевые слова: автогрейдер, оценочные показатели.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, E.V. Kozhakin, V.L. Onishchenko, P.M. Kharchenko

DETERMINATION OF THE ESTIMATED PERFORMANCE INDICATORS OF THE MOTOR GRADER

The method of analytical determination of the estimated performance indicators of the grader using static computer modeling methods, taking into account the parameters of the real loading mode and geometric, weight and power characteristics of the grader, transmission and engine is given

Keywords: motor grader, estimated indicators.

Постоянный рост объемов строительства автомобильных дорог, особенно местного значения, требует увеличения выпуска и повышения эффективности автогрейдеров, которые являются одной из наиболее распространенных и универсальных землеройно-транспортных машин (ЗТМ) в дорожном строительстве.

Наращивание выпуска современных ЗТМ необходимо проводить при значительном сокращении сроков их разработки. В процессе создания новых моделей возникает необходи-

мость количественной оценки эффективности принимаемых конструктивных решений. Эта оценка производится по величине основных показателей, к которым относят производительность, тяговую мощность на отвале и удельный расход топлива. Для автогрейдеров эти показатели определяются на рабочих операциях копания и перемещения грунта, т.к. на них приходится до 60 % общего времени работы [1-3].

Аналитический метод определения оценочных показателей работы автогрейдера при копании и перемещении грунта расчетным путем без изготовления и испытаний экспериментальных образцов позволит сократить время разработки новых моделей и повысить эффективность их использования за счет выбора наиболее оптимальных вариантов.

Как было показано выше, основными оценочными показателями работы автогрейдера, определяющими эффективность его использования, являются тяговая мощность и удельный расход топлива [4-6].

В основу настоящей методики положена методика определения основных оценочных показателей землеройно-транспортных машин с помощью построения их тяговых характеристик, которая была разработана Н.А.Ульяновым. Главным отличием предлагаемой методики от уже существующей, является то, что каждая точка тяговой характеристики рассчитывается методом статистического моделирования на ЭВМ с учетом параметров реального режима нагружения и геометрических, кинематических, весовых и силовых характеристик автогрейдера, трансмиссии и двигателя. Это позволяет получать значения оценочных показателей наиболее близкими к получаемым при натуральных испытаниях в реальных условиях работы.

Расчет параметров тяговой характеристики для определения основных оценочных показателей работы автогрейдера целесообразно проводить в следующей последовательности.

1. Задаемся значениями геометрических, кинематических и силовых параметров автогрейдера.

2. Представляем зависимости M_g , $G_T=f(\omega_g)$ и $\delta=f(\psi)$ в табличной форме. Зависимость M_g , $G_T=f(\omega_g)$ берется с паспортной скоростной или внешней характеристики двигателя [7].

Для автогрейдеров с гидромеханической трансмиссией рассчитывают выходную характеристику системы двигатель - гидромеханическая коробка передач по известной методике. Ее также представляют в табличной форме. Зависимость $\delta=f(\psi)$ берут экспериментальную по результатам тяговых испытаний или рассчитывают по аналитическим зависимостям для среднестатистического грунта, отдельно для операций резания и перемещения [8]. В этой зависимости уменьшают значения ψ на 20-30 % (при тех же значениях δ) из-за действия боковых сил. Аналитический расчет кривой буксования с учетом действия боковых сил приведен в работе [4].

3. В зависимости от класса автогрейдера и типа трансмиссии задаемся параметрами режима нагружения в соответствии с [4].

4. Рассчитываем значения оценочных показателей на ЭВМ по программе GRADER, которая работает в диалоговом режиме. Расчет параметров производим от значения силы тяги $\bar{T} = 0,2 G_2$ до выдачи сообщения об остановке автогрейдера с шагом $\Delta \bar{T} = 0,05 G_2$.

5. По результатам расчета строим графическую зависимость оценочных показателей от математического ожидания усилия на отвале.

6. По этой графической зависимости определяем значения оценочных показателей \bar{N}_T , \bar{g}_T , $\bar{\delta}$, \bar{G}_T и оптимальные значения \bar{T} и $\bar{\nu}_g$.

На рис. 1 и 2 представлены графики теоретической тяговой характеристики и оценочных показателей автогрейдера ДЗ-146 с гидромеханической и механической трансмиссиями при статическом и случайном режимах нагружения, построенных по результатам расчетов на ЭВМ.

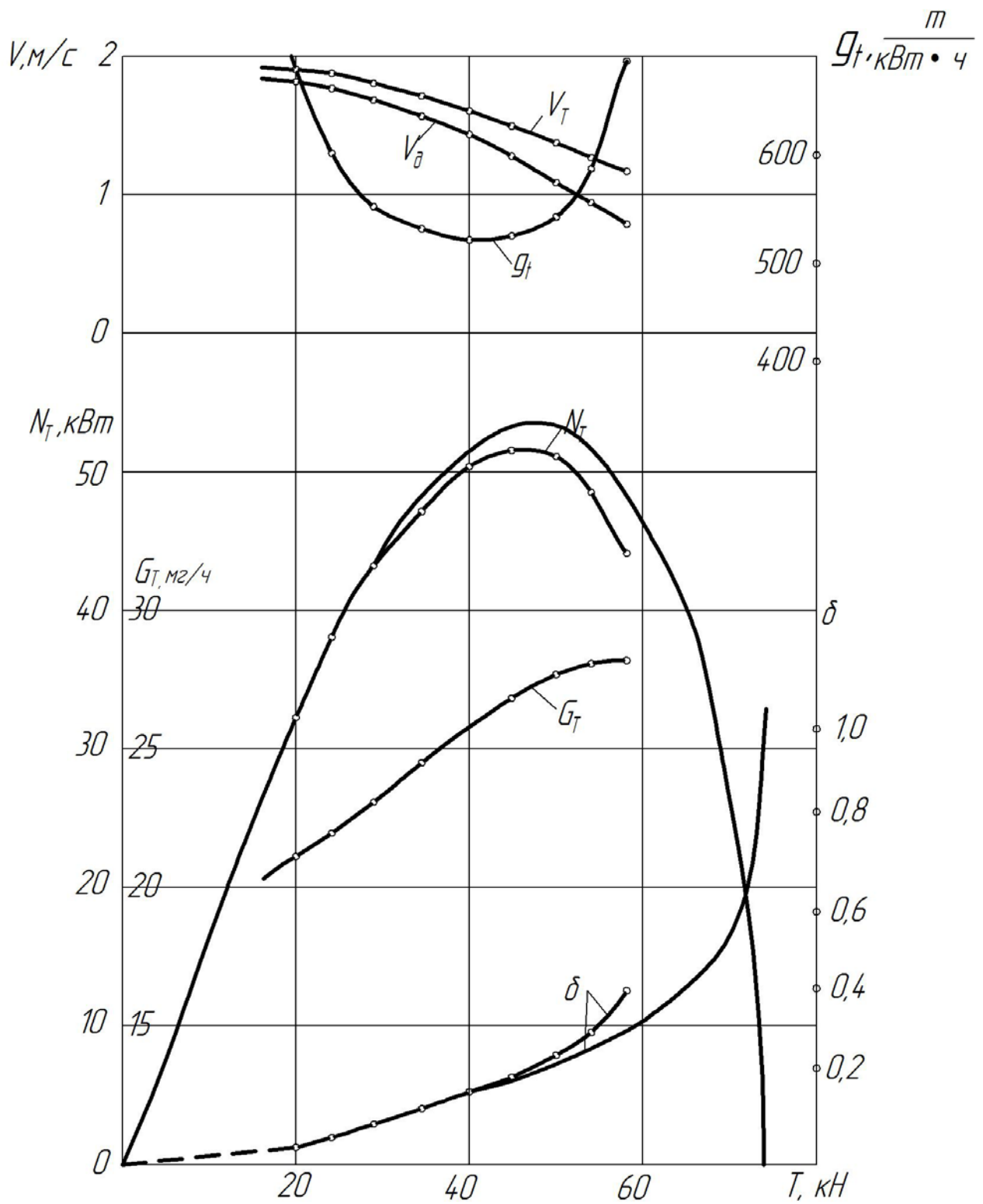


Рис. 1. Графические зависимости расчетных значений оценочных показателей автогрейдера ДЗ-146 с ГМП

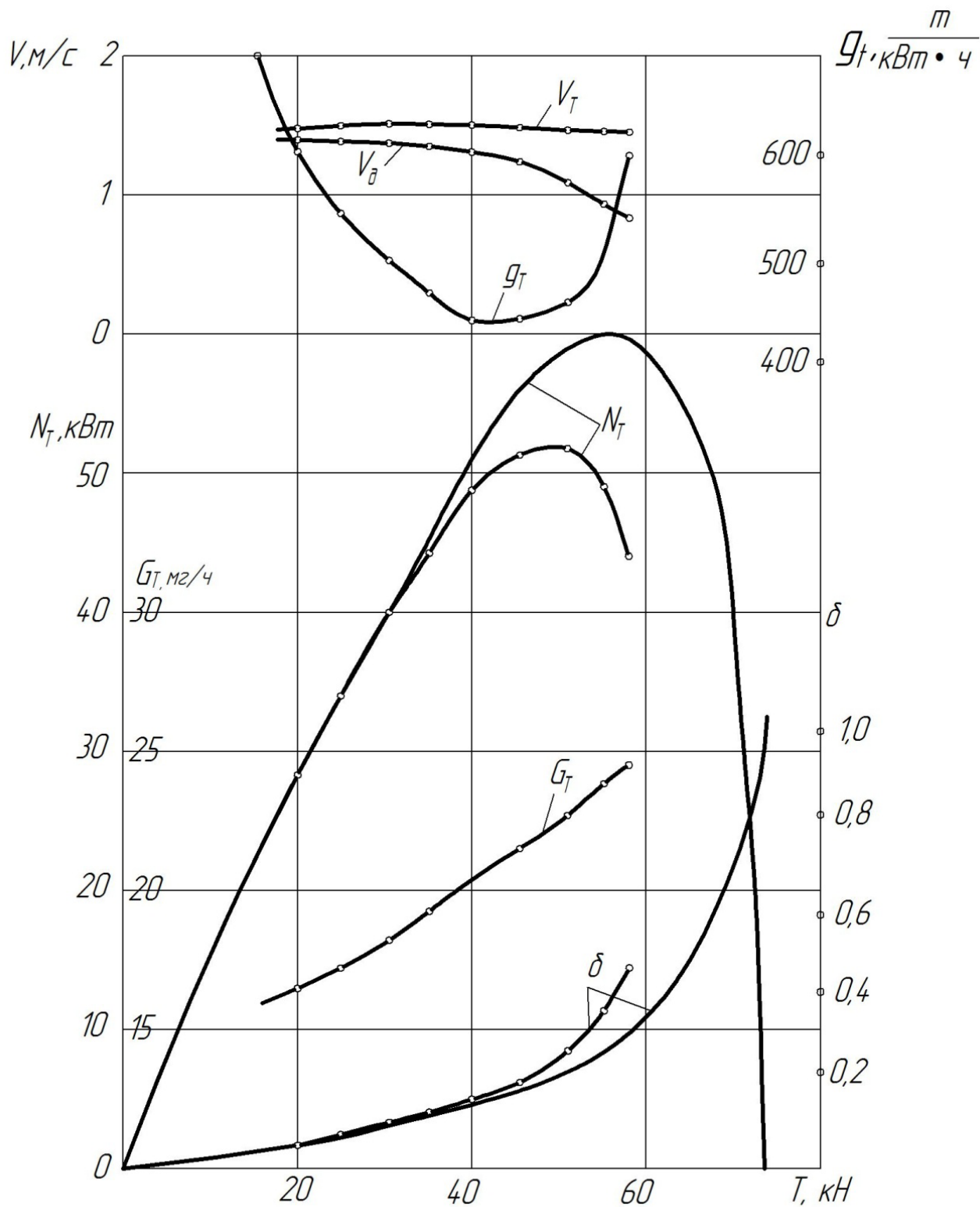


Рис. 2. Графические зависимости расчетных значений оценочных показателей автогрейдера ДЗ-146 с МП

Библиографический список

1. Шарипов Л.Х., Бузин Ю.М., Жулай В.А. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ДЗ-146 // Строительные и дорожные машины. 1986.-№10. С. 4-5.
2. Луневич В.П., Жулай В.А., Серов А.А. Двухосный автогрейдер ГС-10.01 // Строительные и дорожные машины. 2000.- №12. С. 10-11.
3. Жулай В.А. О производительности землеройно-транспортных машин // Строительные и дорожные машины. - 2013.- №3. - С. 37-39.
4. Жулай В.А., Енин В.И., Серов А.А. Моделирование работы автогрейдера с объёмным гидроприводом переднего моста // Строительные и дорожные машины. 2007.-№10. С. 44-45.
5. Жулай В.А., Тюнин В.Л. Мощностной и топливный балансы колёсных землеройно-транспортных машин // Строительные и дорожные машины. 2014.-№9. С. 42-45.
6. Жулай В.А., Тюнин В.Л., Крестников А.В. Оценка топливной экономичности самоходных колёсных землеройно-транспортных машин // Механизация строительства. 2016. Т. 77.- №8. С. 27-31.
7. Жулай В.А., Енин В.И. Аналитическое описание регуляторной характеристики дизеля // Тракторы и сельхозмашины. 2011.-№10. С. 26-28.
8. Жулай В.А., Тюнин В.Л. Определение параметров области контакта пневмошины землеройно-транспортной техники с деформируемой опорной поверхностью // Строительные и дорожные машины. 2015.-№8. С. 51-54.

References

1. Sharipov L.H., Buzin Yu.M., Zhulai V.A. Investigation of traction and performance indicators of the DZ-146 motor grader // Construction and road machines. 1986.- №. 10. pp. 4-5.
2. Lunevich V.P., Zhulai V.A., Serov A.A. Two-axle grader GS-10.01 // Construction and road vehicles. 2000.- №. 12. pp. 10-11.
3. Zhulai V.A. On the productivity of earthmoving and transport machines // Construction and road machines. - 2013.- №. 3. - pp. 37-39.
4. Zhulai V.A., Enin V.I., Serov A.A. Modeling of the operation of a grader with a volumetric hydraulic drive of the front axle // Construction and road vehicles. 2007.- №. 10. pp. 44-45.
5. Zhulai V.A., Tyunin V.L. Power and fuel balances of wheeled earthmoving and transport machines // Construction and road machines. 2014.- №. 9. pp. 42-45.
6. Zhulai V.A., Tyunin V.L., Krestnikov A.V. Assessment of fuel efficiency of self-propelled wheeled earthmoving and transport vehicles // Mechanization of construction. 2016. Vol. 77.- №. 8. pp. 27-31.
7. Zhulai V.A., Enin V.I. Analytical description of the regulatory characteristics of diesel // Tractors and agricultural machines. 2011.- №. 10. pp. 26-28.
8. Zhulai V.A., Tyunin V.L. Determination of the parameters of the contact area of the pneumatic tire of earthmoving and transport equipment with a deformable support surface // Construction and road vehicles. 2015.- №. 8. pp. 51-54.

УДК 005.8

*Воронежский государственный
технический университет
Студенты дорожно-транспортного
факультета
С.С. Москалев,
e-mail: stasmoskalevjj@gmail.com
Е.И. Губин,
А.А. Перфильев
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
Р.А. Жилин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: razhilin@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Students of the Faculty of Road Transport
Faculty
S.S. Moskalev,
e-mail: stasmoskalevjj@gmail.com
E.I. Gubin,
A.A. Perfiliev
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair
construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov
R.A.Zhilin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 277-01-29
e-mail: razhilin@yandex.ru*

С.С. Москалев, Е.И. Губин, А.А. Перфильев, Р.А. Жилин

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ТИПОВ И КОНСТРУКЦИЙ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Рассматривается анализ разработок и исследований машин и механизмов. Подготовлен структурный анализ научной литературы в сфере исследуемого вопроса.

Ключевые слова: автоматизация, механизация, машины, роботизация.

S.S. Moskalev, E.I. Gubin, A.A. Perfiliev, R.A. Zhilin

RESEARCH OF NEW TYPES AND DESIGNS MACHINES AND MECHANISMS

The analysis of the development and research of machines and mechanisms is considered. A structural analysis of the scientific literature in the field of the issue under study has been prepared.

Keywords: automation, mechanization, machines, robotization.

На сегодняшний день результатом научно-технического прогресса является совершенствование существующих и используемых технологий, а также стремительная разработка и развитие новых. В связи с масштабным внедрением технологий, способствующих более быстрому распространению новых идей, актуальным является исследование новых типов и конструкций машин и механизмов. Именно поэтому в данной работе будут рассмотрены основные направления развития машиностроения.

Самым важным источником по росту производительности труда является использование объемлющей механизации и автоматизации всякого производства. При автоматизации производственного процесса возможно объединить разрозненные машины и механизмы в комплексные автоматические линии, установленные в цехах и предприятиях. Унифицированная комплексная механизация и автоматизация вместе с ростом производительности тру-

да поднимает качественные показатели исполняемых технологических операций, уменьшает производственный цикл. В процессе роста возможностей науки и техники происходит расширение области использования машин. Происходит делегирование машине или системам машин или механизмов функций по обработке прилагаемых предметов труда, концентрируя в руках оператора только функции по управлению машинами и их обслуживанию [2].

История развития техники является отражением борьбы за поэтапное освобождение человека от личного участия в процессах производства.

Всякий раз, когда случается революционное изменение тех или иных функций человека, которые он выполняет в процессе труда различными техническими средствами, происходят радикальные изменения в направлении развития производительных сил, что является свидетельством происходящей технической революции.

На сегодняшний день уровень развития радиоэлектроники предоставляет возможность определять и осуществлять задачи создания такого рода устройств, которые освобождают человека от необходимости наблюдать и направлять производственный процесс. Так возник новый класс машин именуемый как управляющие машины [3].

Управляющие машины в состоянии выполнять совершенно различные сложные задачи по управлению и регулированию производственным процессом. Развитие и применение управляющих машин позволило перейти от автоматизации некоторых частей производства к полной автоматизации всей системы в виде автоматических, конвейеров.

В условиях комплексной механизации, полный цикл всего производственного процесса выполняется механизмами и машинами. Подобная комплексная автоматизация имеет место на крупных предприятиях. Примером подобного действующего комплексного автоматизированного производства может служить завод-автомат по изготовлению поршней в городе Ульяновске. На нем уже в самом начале автоматического цикла в бункер загружают чушки алюминия, а в завершении его получают готовые поршни, и упакованные в тару.

Одним из важных факторов, определивших эффективность автоматической линии, является уровень участия человека в самом процессе производства. По данному признаку автоматические линии подразделяют на следующие виды.

1. Циклические автоматические линии в которых осуществляется жестко детерминированная программа производственного цикла вне контроля процессе выполнения. В ней человека освобождают от функции управления, но оставляют функции контроль, наблюдение, регулирование и программирование данного производственного процесса. Система активного контроля, участвующая в процессе технологического процесса по сортировке для предупреждению брака, в подобных машинах отсутствует. Наибольшее число существующих автоматических линий относят к данному типу.

2. В рефлекторных автоматических системах машин заданная программа осуществляет управление и контроль всем производственным процессом. Человек освобожден от функции управления и не контролирует качество обработки. Только человек изменяет саму программу или все условия ее выполнения. К подобному типу относят автоматические системы машин с существующим активным контролем. При использовании рефлекторных принципов автоматизации брак не фиксируется, а предупреждаться. В рефлекторных системах командой сигналом по окончанию обработки является функция показателя ее технологической готовности данного обрабатываемого изделия.

3. В самонастраиваемых автоматических системах машин задают конечные параметры производственного процесса которые зависят от суммы условий автоматически, что является крайне важным и даже оптимальным при управлении процессом. Человек в данной ситуации освобожден полностью или частично даже от программирования. Данная разновидность автоматизации связывается с применением в математических компьютерных устройств по управлению и контролю, что является высокой степенью развития автоматизации [1].

Также активно проводится роботизация промышленности.

Промышленный робот – автоматическое устройство, состоящее из манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, предназначенный для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе манипуляционный робот [1].

Установки подразделяют на 3 основных вида:

Автоматические роботы:

1. Программные роботы – разновидность автоматически управляемых машин, и по сей день широко используемых в промышленности, учитывая их дешевизну для обслуживания несложных технологических процессов.

2. Адаптивные роботы – оснащены сенсорной частью и снабжены пакетом программ. Сообщения, обращающиеся к системе управления от датчиков, анализируются, и в зависимости от результатов принимается решение о дальнейших действиях робота.

3. Интеллектуальные роботы (роботы с элементами искусственного интеллекта) – роботы, способные с помощью сенсорных устройств самостоятельно воспринимать и распознавать обстановку, строить модель среды, и автоматически принимать решение о дальнейших действиях, а также самообучаться по мере накопления собственного опыта деятельности.[3]

Биотехнические роботы:

1. Командные роботы – манипуляторы, в которых оператор дистанционно организует движение направлений.

2. Копирующие роботы – установки, повторяющие действия приводимого в движение оператором задающего устройства, кинематические подобного исполнительному механизму манипулятора.

3. Полуавтоматические роботы – системы, при управлении которыми оператор задаёт движение рабочего органа манипулятора, а формирование согласованных движений в сочленениях система управления роботов осуществляет самостоятельно.

Интерактивные роботы:

1. Автоматизированные роботы – чередующие автоматические режимы управления с биотехническими.

2. Супервизорные роботы – выполняют автоматически все этапы заданного цикла операций, но осуществляющие переход от одного этапа к другому по команде оператора.

3. Диалоговые роботы – взаимодействуют с оператором, используя язык уровней (включая подачу текстовых или голосовых команд и ответные сообщения робота).

Разные аспекты эксплуатации промышленных роботов разбираются в рамках стандартных моделей промышленного производства: исходя из поставленных требований, подбирается оптимальный вариант развития событий, в котором конкретизированы необходимые для данной задачи типы роботов, их количество, а также решаются вопросы инфраструктуры питания [4].

Вывод

Применение интеллектуальных самоорганизующихся систем управления позволяет создать настраиваемую иерархическую систему управления, обеспечивающую решение поставленной задачи. В сферу приложений искусственного интеллекта в настоящее время вошли практически все направления современной информатики. Многие из этих направлений, таких как вопросы создания экспертных систем, искусственных нейросетей и др., в достаточной мере освещены в учебной и методической литературе, что позволило сделать комплексный анализ в представленной теме. Развитие искусственного интеллекта во всех сферах жизни набирает обороты и является перспективным направлением

Библиографический список

1. Анализ многоступенчатых трансмиссий транспортных машин и мировых тенденций их развития / Ю. А. Малинников, С. В. Абдулов, А. И. Тараторкин [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 52-63.
2. Алешин А. К. Разработка методики оперативного диагностирования мехатронных систем машин с механизмами циклического действия / А. К. Алешин, Н. Л. Ковалева, Г. И. Фирсов // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2022. – № 35. – С. 3-9.
3. Нир «Разработка и промышленное внедрение машин и механизмов с повышенной надежностью и долговечностью» № 7 // Сборник аннотаций научно-исследовательских работ, выполненных кафедрами университета за 2021 год / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Курганский государственный университет. – Курган : Курганский государственный университет, 2022.
4. Техника и технологии: пути инновационного развития : Сборник научных трудов 7-й Международной научно-практической конференции, Курск, 29–30 июня 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – 350 с.

References

1. Analysis of multistage transmissions of transport vehicles and global trends in their development / Yu. A. Malinnikov, S. V. Abdulov, A. I. Taratorkin [et al.] // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering. - 2022. – Vol. 22, No. 3. – pp. 52-63.
2. Aleshin A. K. Development of a technique for the operational diagnosis of mechatronic systems of machines with cyclic action mechanisms / A. K. Aleshin, N. L. Kovaleva, G. I. Firsov // New materials and technologies in mechanical engineering. – 2022. – No. 35. – Pp. 3-9.
3. Research and development "Development and industrial implementation of machines and mechanisms with increased reliability and durability" No. 7 // Collection of annotations of research works performed by university departments in 2021 / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation Kurgan State University. Kurgan : Kurgan State University, 2022.
4. Engineering and technology: ways of innovative development : Collection of scientific papers of the 7th International Scientific and Practical Conference, Kursk, June 29-30, 2018 / The responsible editor is A.A. Gorokhov. – Kursk: Southwestern State University, 2018. – 350 p.

*Вьетнамский национальный
сельскохозяйственный университет,
Канд. техн. наук Нгуен Чонг Минь,
тел.: +(84) 986 946 658*

email: ngtrongminhvn@gmail.com

Вьетнам, Ханой, 131000

*Московский автомобильно-дорожный госу-
дарственный технический университет (МАДИ),
д-р техн. наук, проф.*

Владимир Александрович Зорин,

тел.: +7(499)155-04-16

email: madi-dm@list.ru

Россия, Москва, Ленинградский пр., 64

*Vietnam National University
of Agriculture,*

*Cand. Of Tech Science Nguyen Trong Minh,
Tel.: +(84) 986 946 658*

email: ngtrongminhvn@gmail.com

Viet Nam, Ha Noi, 131000

*Moscow Automobile and Road Construction
State Technical University (MADI),
Dr. Sc., Professor*

Vladimir Aleksandrovich Zorin,

tel.: +7(499)155-04-16

email: madi-dm@list.ru,

Russia, Moscow, Leningradsky Prosp., 64

Нгуен Чонг Минь, В.А. Зорин

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НАСОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Гидравлические приводы транспортных средств подвергаются множеству динамических нагрузок переменного характера и работает в условиях внешнего воздействия, вызванного различными факторами. В процессе эксплуатации, эти нагрузки могут вызвать выход из строя элементов гидропривода, что сказывается на надежности транспортных средств. Для определения текущего технического состояния, остаточного ресурса и предотвращения неисправностей необходимо применять техническую диагностику. В статье описывается математическая модель для оценки рабочего состояния насосов, а также компьютерная программа, которая позволяет определять изменения объемного расхода гидросистемы при изменении суммарной величины зазоров в насосе. Разработанная имитационная математическая модель позволяет обосновать новый метод диагностирования насосов.

Ключевые слова: насос, транспортное средство, техническая диагностика, надежность, моделирование.

Nguyen Trong Minh, V.A. Zorin

SIMULATION MODEL FOR HYDRAULIC PUMP DIAGNOSTICS ON VEHICLES

Hydraulic drives of vehicles are subjected to many dynamic loads of a variable nature and operate under external influences caused by various factors. During operation, these loads can cause failure of the hydraulic drive elements, which affects the reliability of vehicles. To determine the current technical condition, residual life and prevent malfunctions, it is necessary to apply technical diagnostics. The article describes a mathematical model for assessing the operating condition of pumps, as well as a computer program that allows you to determine changes in the volumetric flow rate of a hydraulic system when the total gaps in the pump change. The developed simulation mathematical model makes it possible to substantiate a new method for diagnosing pumps.

Keywords: pump, vehicle, technical diagnostics, reliability, simulation.

В настоящее время, наряду с сильным развитием науки и технологии, использование современного диагностического оборудования принесет высокую эффективность. Помимо обнаружения неисправности, повреждения или описания состояния объекта, диагностические устройства могут идентифицировать, локализовать и классифицировать неисправности и отказы объекта.

Применение передового программного обеспечения для моделирования системы транспортных средств позволяет исследовать рабочие характеристики каждого элемента или всей системы. Параметры и характеристики элементов включены для моделирования, полученные результаты являются рабочими характеристиками этих элементов [2].

Объемные гидроприводы нашли широкое применение в дорожно-строительной, землеройно-транспортной и коммунальной технике в качестве привода рабочих органов. Параметры рабочих процессов, протекающих в системах гидропривода, в значительной степени определяют эксплуатационные свойства транспортных средств. Математическое моделирование изменения параметров рабочих процессов и состояния гидравлического насоса обеспечивает возможность получения диагностической информации, необходимой для предотвращения отказов и прогнозирования надёжности машин. Обнаружение отказа элемента применяется путем изменения входных параметров для получения в результате рабочих параметров или кривых элемента. Эти результаты сравнивают с результатами, полученными при измерении рабочих органов машины, по которым можно оценивать о техническом состоянии машины. Затем изменяем объём утечки жидкости Q_{Li} , а полученные входе замеров диагностические параметры будут сохранены в качестве тарифовочных значений [1, 3, 4].

Для проведения диагностики насоса построим тестовую схему, показанную на рис 1. Схема включает насос 3, распределительный клапан (2/2) 5, регулируемый дроссель 6. Утечка жидкости из насоса имитируется дроссельной заслонкой 4 (исходя из свойств дроссельной заслонки и путем расчета мы видим, что утечки жидкости из насоса и дроссельной заслонки с эквивалентным значением могут быть взаимозаменяемыми). Согласно методу переходного анализа, при открытии и закрытии распределительного клапана давление в системе изменяется мгновенно. Процесс изменения давления относительно времени во многом зависит от величины утечки масла Q_{Li} при переключении на распределительный клапан, поэтому Q_{Li} используется в качестве диагностического сигнала для насосов. Сначала мы определяем стандартные значения диагностического параметра (давление) для нового насоса при утечке жидкости $Q_{Li} = 0$. Затем изменяем значения утечки G_{Li} (утечки возникают при наличии зазоров в насосе), а полученные входе замеров диагностические параметры будут сохранены в качестве тарифовочных значений [5, 6].

Уравнение баланса потока (рис. 1)

$$Q_B = Q_1 + Q_{VD} + Q_{Li}, \quad (1)$$

где Q_B – расход насоса, м³/с;

Q_1 – расход РЖ гидравлического мотора, м³/с;

$Q_{VD} = K \cdot \sqrt{p}$ – расход масла через дроссельную заслонку, м³/с;

$Q_{Li} = G_{Li} \cdot p$ – расход потока утечки, м³/с;

где G_{Li} – значения утечки, м⁵/с·Н;

p – давление, Н/м².

Дифференциальные уравнения

$$\frac{dp}{dt} = \frac{1}{V_B \cdot \beta} \cdot Q_1, \quad (2)$$

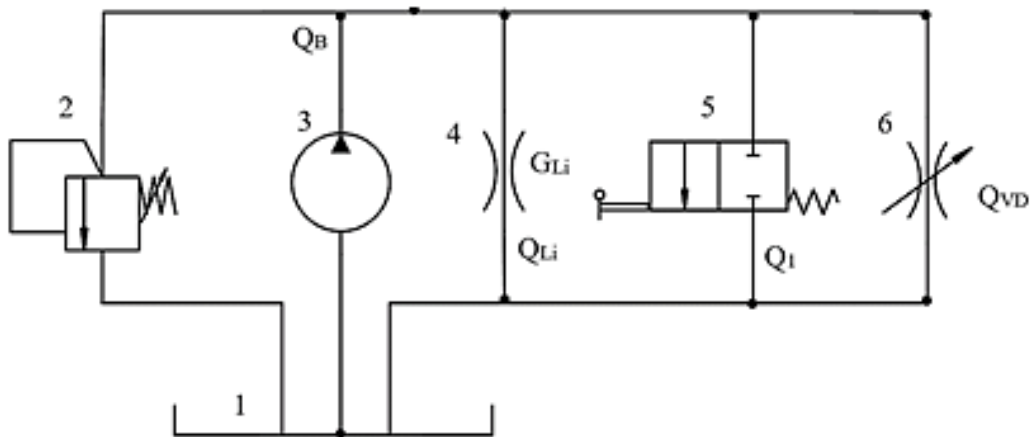


Рис. 1. Принципиальная схема гидромотора с зазором:
 1 – бак, 2 – клапан ограничения давления, 3 – насос, 4 – значения утечки из насоса,
 5 – распределительный клапан (2/2), 6 – регулируемый дроссель

С помощью приведенных уравнений можно создать схему оценки состояния насоса (рис. 2).

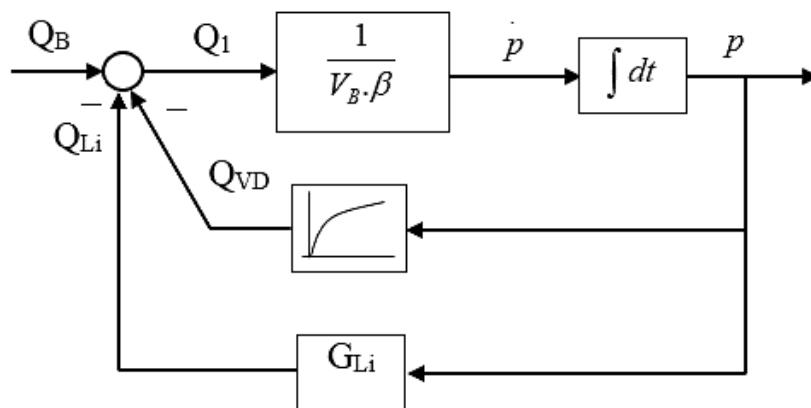


Рис. 2. Схема имитационного моделирования для определения технического состояния насоса

Имитационная модель на рис.2 можно создать программу в библиотеке Matlab - Simulink.

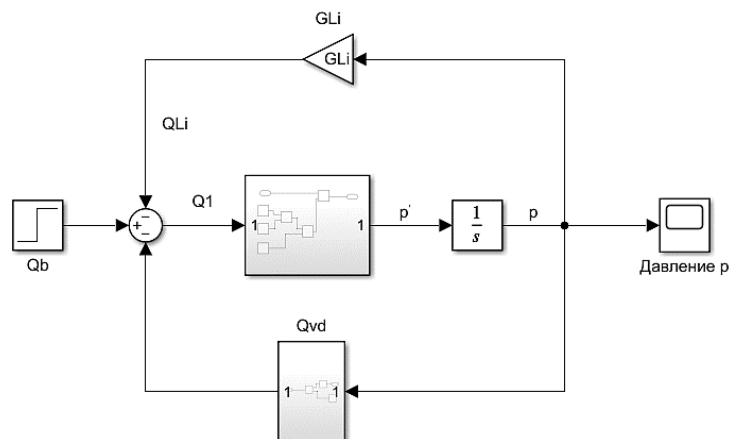


Рис. 3. Моделирование в Matlab simulink

Значения параметров приведены в таблице

Таблица

Входные параметры

№ п/п	Обозначения в		Параметры	Численные значения	Единицы измерения
	формулах	программе			
1	K	К	По характеристикам клапана	$2 \cdot 10^{-8}$	$\text{м}^4 \sqrt{\text{Н}} \cdot \text{с}$
2	β	beta	Коэффициент преобразования	$1 \cdot 10^{-9}$	$\text{м}^2/\text{Н}$
3	Q_B	Qb	Расход насоса	0,00005	$\text{м}^3/\text{с}$
4	V_B	Vb	Рабочий объем гидромотора	0,0000778	м^3
5	G_{Li}	GLi	Значения утечки	$0 \div 1,5 \cdot 10^{-12}$	$\text{м}^5/\text{с} \cdot \text{Н}$
6	p	p	Давление	-	$\text{Н}/\text{м}^2$

В результате имитационного моделирования получены следующие результаты (рис. 4-9)

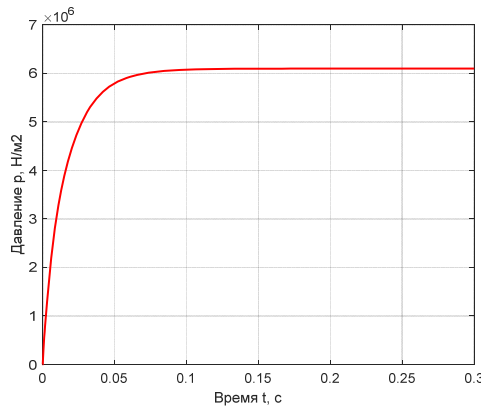


Рис. 4. График рабочего давления насоса при $G_{Li} = 0$ ($\text{м}^5/\text{Н} \cdot \text{с}$)

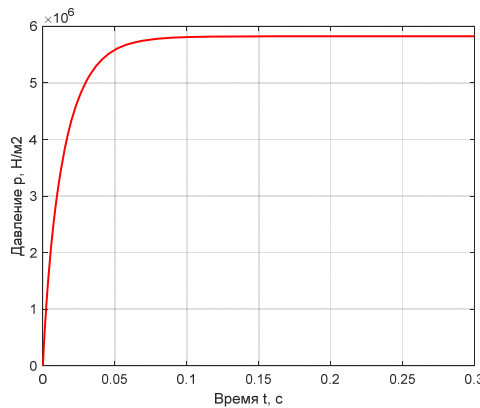


Рис. 5. График рабочего давления насоса при $G_{Li} = 3 \cdot 10^{-13}$ ($\text{м}^5/\text{Н} \cdot \text{с}$)

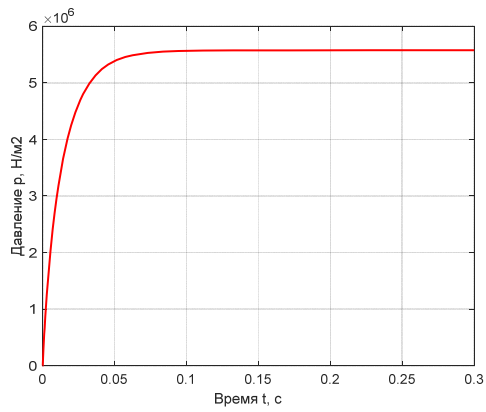


Рис. 6. График рабочего давления насоса при $G_{Li} = 5 \cdot 10^{-13}$ ($\text{м}^5/\text{Н} \cdot \text{с}$)

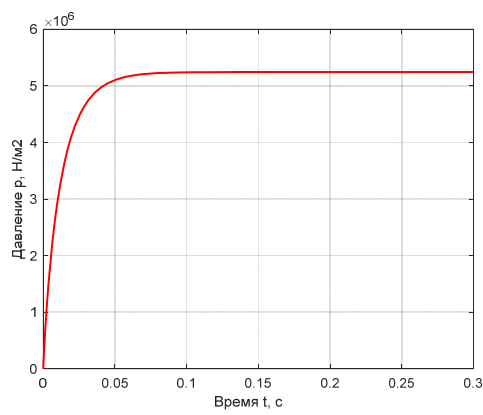


Рис. 7. График рабочего давления насоса при $G_{Li} = 8 \cdot 10^{-13}$ ($\text{м}^5/\text{Н} \cdot \text{с}$)

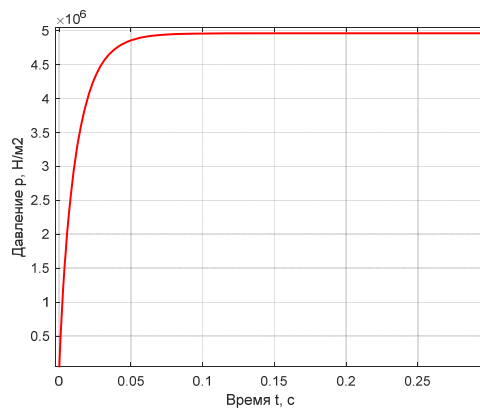


Рис. 8. График рабочего давления насоса при $G_{Li} = 1,1 \cdot 10^{-12}$ ($\text{м}^5/\text{Н} \cdot \text{с}$)

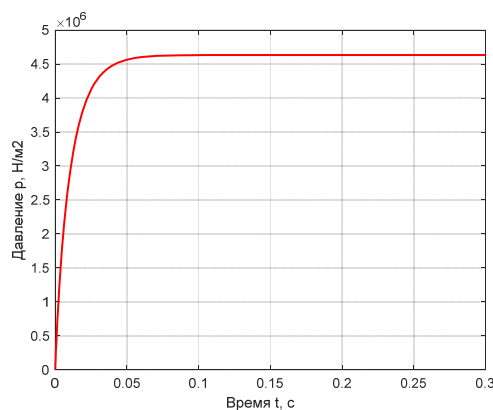


Рис. 9. График рабочего давления насоса при $G_{Li} = 1,5 \cdot 10^{-12}$ (м⁵/Н·с)

Выводы

1. Если значение утечки $G_{Li} = 0$ (м⁵/Н·с), это будет соответствовать состоянию нового насоса с нулевыми зазорами. При изменении суммарной величины зазоров изменяются значения утечки G_{Li} и давления в гидросистеме.

2. Рабочее давление насоса зависит от величины зазора. Чем старше гидронасос или чем больше времени он используется, тем меньше его рабочее давление из-за увеличенных зазоров в насосе.

3. Имитационная модель позволила получить теоретические значения диагностических показателей на основе конкретных значений параметров элементов гидропривода с разными уровнями утечки. Проведение экспериментальных исследований изменения технического состояния элементов гидронасосов одного типа по результатам сравнения полученных значений параметров с исходными теоретическими значениями позволяет определить степень износа и прогнозировать долговечность гидросистемы.

Библиографический список

1. Зорин В.А. Надежность механических систем: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2015. - 380 с.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. - Минск. : Новое знание, 2013. - 584 с.
3. Зорин В.А., Нгуен Чонг Минь, Нефёлов И.С. Повышение надёжности гидравлических систем строительных машин методами технического диагностирования. Вестник МАДИ. - 2020. - № 3 (62). - С. 24-30.
4. Reiner Nollau. Modellierung und Simulation technischer Systeme. Berlin: Springer, 2009. - 302 p.
5. Will, D. Hydraulik. Berlin: Springer, 2011. - 523 p.
6. Devendra K. Modeling and Simulation of Systems Using MATLAB and Simulink. New York: CRC Press, 2010. - 734 p.

References

1. Zorin V.A. Reliability of mechanical systems: Textbook. - M.: INFRA-M, 2015. - 380 p.
2. Tarasik V.P. Mathematical modeling of technical systems. - Minsk. : New knowledge, 2013. - 584 p.
3. Zorin V.A., Nguyen Trong Minh, Nefelov I.S. Improving the reliability of hydraulic systems of construction machines by methods of technical diagnostics. Bulletin of MAD I. - 2020. - No. 3 (62). - С. 24-30.
4. Reiner Nollau. Modellierung und Simulation technischer Systeme. Berlin: Springer, 2009. - 302 p.
5. Will, D. Hydraulik. Berlin: Springer, 2011. - 523 p.
6. Devendra K. Modeling and Simulation of Systems Using MATLAB and Simulink. New York: CRC Press, 2010. - 734 p.

УДК 621.878.62 (27)

*Воронежский государственный
технический университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры
строительной техники и инженерной
механики им. профессора Н.А. Ульянова
В.А. Нилов,
канд. техн. наук, доцент
Е.В. Федоров,
Студент дорожно-транспортного
факультета группы НТС-201 В.А. Нырков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr. Sci. Tech., prof., prof. of the chair
of construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov
V.A. Nilov,
cand. tech. sciences, associate professor
E.V. Fedorov,
Students of the road and transport faculty
of the NTS-201 group V.A. Nyrkov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Е.В. Федоров, В.А.Нырков

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ СРЕЛЫ ЭКСКАВАТОРА

В статье рассмотрен вопрос о влиянии внешних нагрузок от привода на напряженно-деформированное состояние рабочего оборудования (стрелы) гидравлического экскаватора. Приведены результаты теоретических исследований, по изучению напряженно-деформированного состояния стрелы экскаватора.

Ключевые слова: гидравлический экскаватор, стрела, нагрузки, конструкция.

V.A. Nilov, E.V. Fedorov, V.A. Nyrkov

INFLUENCE OF EXTERNAL LOADS ON THE STRESS-STRAIN STATE OF THE METAL STRUCTURE OF THE EXCAVATOR BOOM

The article considers the issue of the influence of external loads from the drive on the stress-strain state of the working equipment (boom) of a hydraulic excavator. The results of theoretical studies on the study of the stress-strain state of an excavator boom are presented.

Keywords: hydraulic excavator, boom, loads, construction.

В работах [1, 2] рассмотрены вопросы исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) рукояти экскаватора ЭО-5122, которые показали необходимость усиления её металлоконструкций в местах присоединения к ковшу. Усиление рукояти (рис. 1) выполнено накладными листами толщиной 10 мм (малолегированная сталь 09Г2С) в зонах максимальных суммарных напряжений и перемещений.

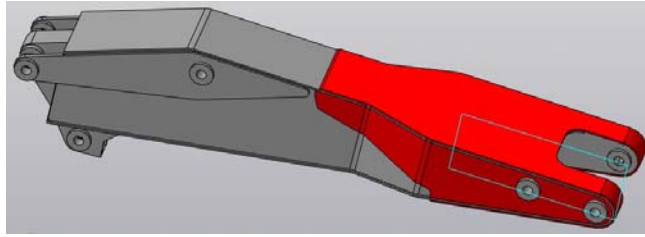


Рис. 1. Усиление рукояти накладными листами

Для исследования НДС стрелы необходимо определить расчетные нагрузки и создать 3D модель стрелы. На рис. 2 изображена 3D модель стрелы гидравлического экскаватора ЭО-5122 (толщина листов 10 мм). На рис. 3 приведена схема, действующих на рукоять, для определения усилия на стрелу со стороны ковша в расчетном положении.

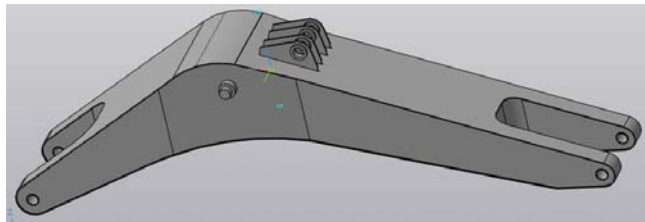


Рис. 2. 3D модель стрелы экскаватора

Выполненные расчеты позволили установить расчетные нагрузки на стрелу в расчетном положении рабочего оборудования экскаватора. Усилие в гидроцилиндре в рукояти рассчитано из условия её равновесия относительно шарнира присоединения к стреле (точка О, рис. 3).

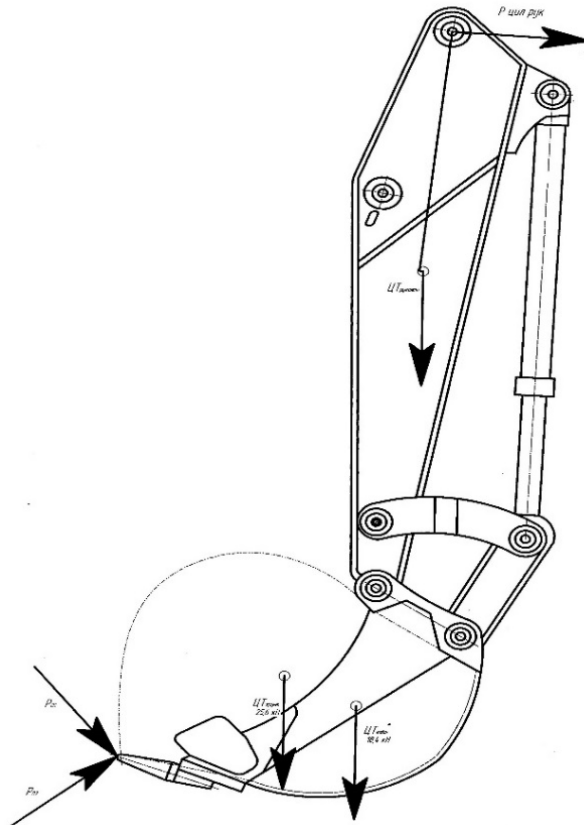


Рис. 3. Схема сил для определения усилия на гидроцилиндр рукояти экскаватора

Усилие в шарнире рукояти определено построением многоугольника сил, действующих на рукоять (рис. 4). Они составляют: в шарнирах присоединения стрелы 919,64 кН, в шарнире соединения стрелы и рукояти 721,79 кН и направлены в разные стороны (рис. 5).

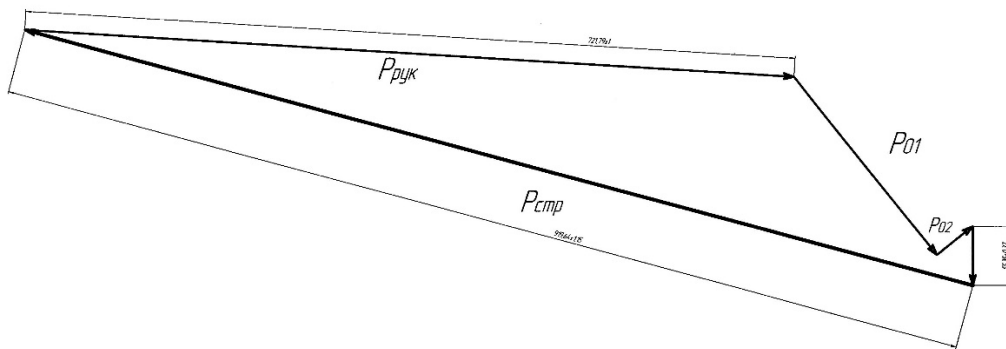


Рис. 4. Схема сил для определения усилия в шарнире стрелы и рукояти

Расчет НДС металлоконструкций стрелы экскаватора выполнен в программе АРМ, интегрированной в программу «Компас», версия 18.1. На рис. 6...8 даны результаты расчета суммарных напряжений, перемещений и коэффициента запаса для металлоконструкций стрелы.

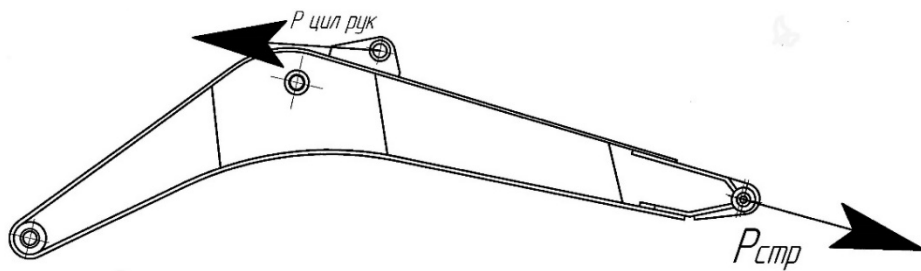


Рис. 5. Схема сил для определения усилия на стрелу со стороны рукояти

Суммарные напряжения в металлоконструкциях стрелы не превышают допустимых значений и не превышают 100 МПа (лишь в отдельных участках составляют 135...145 МПа). Аналогичное положение имеет место с коэффициентами запаса по пределу текучести. В наиболее нагруженной зоне он имеет величину от 7 до 3, что вполне достаточно.

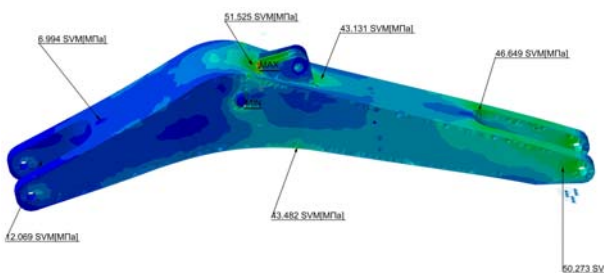


Рис. 6. Суммарные напряжения

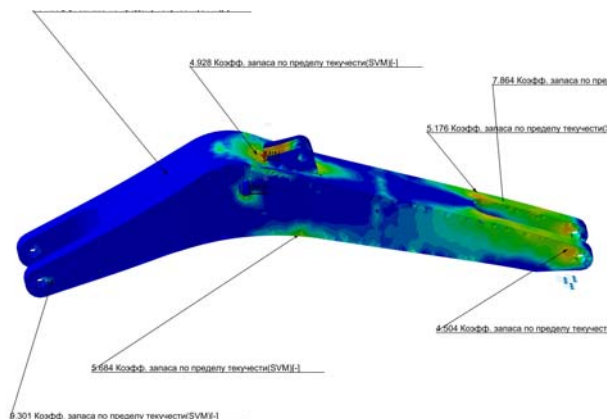


Рис. 7. Коэффициент запаса прочности по пределу текучести

Расчет суммарных перемещений показал, что перемещения в наиболее напряженной зоне (вблизи присоединения стрелы к рукояти) имеют слишком большие значения 1,5...1,8 мм, что свидетельствует о необходимости увеличения жесткости этого участка стрелы.

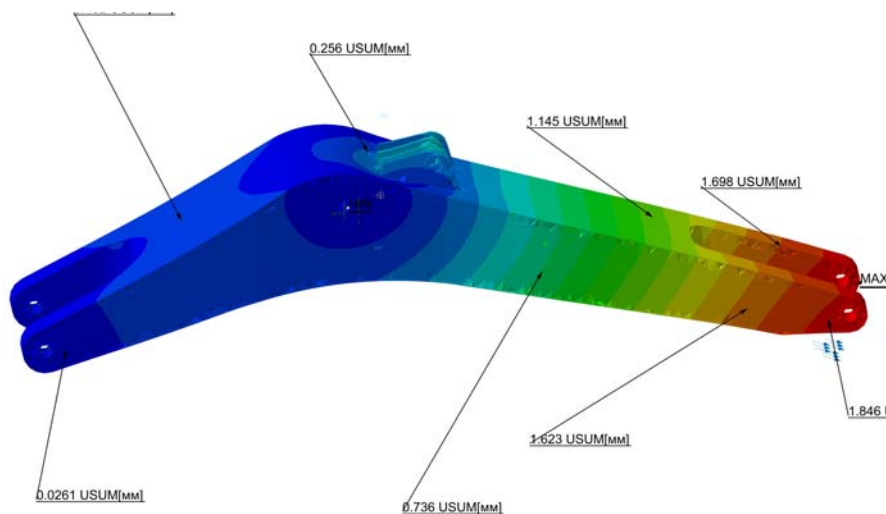


Рис. 8. Суммарные перемещения

Выводы

На основе выполненного исследования можно отметить следующие.

1. Суммарные напряжения и коэффициенты запаса по пределу текучести металлоконструкций стрелы экскаватора в расчетном положении не превышают допустимых.
2. Суммарные перемещения у оголовка стрелы высокие (1,8 мм). Необходимо принять меры по увеличению жесткости участка стрелы между её оголовком и местом установки проушин гидроцилиндра рукояти.

Библиографический список

1. Нилов В.А., Федоров Е.В., Кулешов М.Р., Нырков В.А. Исследование напряженно-деформированного состояния металлоконструкции рукояти гидравлического экскаватора // Научно-технический журнал «Высокие технологии в строительном комплексе». 2022, № 2. с. 91-95.
2. Нырков В.А., Кулешов М.Р. «Влияние конструкции механизма поворота ковша на НДС металлоконструкции рукояти гидравлического экскаватора» // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и мелиоративные машины и робототехнические комплексы. Сборник докладов 27-я Московская международная межвузовская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию подготовки инженеров-механиков МИСИ-МГСУ (Москва, 26-27 апреля 2023 г.) С. 185-189.

References

1. Nilov V.A., Fedorov E.V., Kuleshov M.R., Nyrkov V.A. Investigation of the stress-strain state of the metal structure of the handle of a hydraulic excavator // Scientific and technical journal "High technologies in the construction complex". 2022, No. 2. pp. 91-95.
2. Nyrkov V.A., Kuleshov M.R. "The influence of the design of the bucket rotation mechanism on the VAT of the metal structure of the handle of a hydraulic excavator" // Lifting and transport, construction, road, track machines and reclamation machines and robotic complexes. Collection of reports of the 27th Moscow International Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates, Postgraduates and Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of the training of mechanical engineers of MISI-MGSU (Moscow, April 26-27, 2023) pp. 185-189.

УДК 621.865.8

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры систем
управления и информационных технологий
в строительстве
А.В. Полуказаков
Магистрант кафедры систем управления
и информационных технологий в строи-
тельстве И.И. Филатов
Россия, г. Воронеж, тел. +79616168474
e-mail: iliafilat@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
Candidate of Technical Sciences, Associate Pro-
fessor of the Department of Control Systems and
Information Technologies in Construction
A.V. Polukazakov
Master's student of the Department of Manage-
ment Systems and Information Technologies in
Construction I.I. Filatov
Russia, Voronezh, tel. +79616168474
e-mail: iliafilat@gmail.com*

А.В. Полуказаков, И.И. Филатов

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА

В данной статье рассказывается о типах промышленных роботов. Современное производство трудно представить без автоматизированных систем. Промышленная автоматизация это одно из ведущих направлений робототехники, решающее вопросы эффективности применения роботов на производственных предприятиях.

Ключевые слова: робот, автоматизация, сферический робот, линейный робот, шарнирный робот, дельта робот.

A.V. Polukazakov, I.I. Filatov

INDUSTRIAL ROBOTICS

This article describes the types of industrial robots. Modern production is difficult to imagine without automated systems. Industrial automation is one of the leading areas of robotics, which solves the issues of the effectiveness of the use of robots in manufacturing enterprises.

Keywords: robot, automation, spherical robot, linear robot, articulated robot, delta robot.

Повсеместное распространение промышленных роботов в производственном мире привело к тому, что многие специалисты-практики стали рассматривать роботов как “технологическую роскошь” и “повседневные автономные решения”. Поскольку промышленная сфера, зависящая от машин, быстро развивается и трансформируется благодаря инновационным программным решениям, многие корпорации полагаются на различные типы промышленных роботов. Внедрение автоматизированных систем наряду с технологическими решениями нового поколения позволило многим компаниям, ориентированным на высокие технологии, повышать производительность на заводе и избегать больших затрат, сбоев и других неблагоприятных событий с помощью одной консоли. Рассмотрим основные типы существующих промышленных роботов.

Сферический робот с полярной системой координат. Конструкция данного робота (Рис.1) представляет собой центральную поворотную площадку и способную удлиняться

“руку” с вращающийся запястьем [1]. Такая конструкция робота является одной из самых простых, и применялись в самом начале развития робототехники на производствах, например робот “Kawasaki-Unimate 2000” (Рис.2), выпускавшийся в 1969 году. Он использовался для выполнения сварочных работ на предприятиях General Motors.

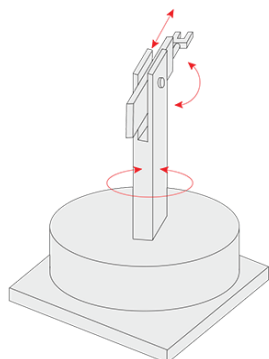


Рис. 1. Сферический робот



Рис. 2. Сферический робот, произведенный компанией Kawasaki

Линейный (Декартов) робот. Конструкция такого робота предусматривает работу в прямоугольной системе координат по 3 перпендикулярным не вращающимся осям [1] (рис.3). Основная область применения данного типа роботов разнообразна, от станков с ЧПУ и 3D печати до перемещения больших деталей или инструмента на большие расстояния по предприятию. Например, российский линейный робот-манипулятор производства ARKODIM [3] применяется для сварочных работ (Рис. 4).

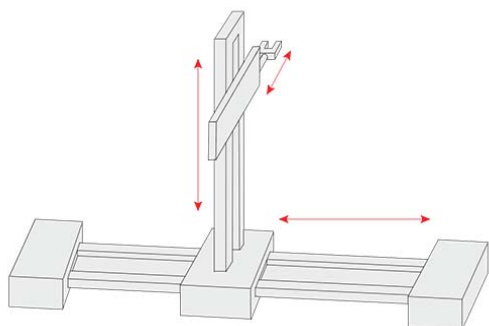


Рис. 3. Линейный (Декартов) робот

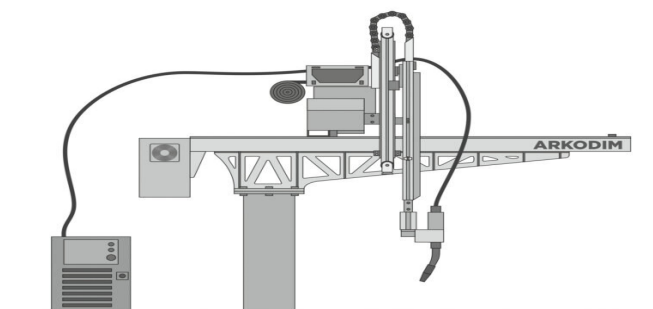


Рис. 4. Линейный (Декартов) робот ARKODIM для сварочных работ

Шарнирный робот (или робо-рука). Самый распространённый тип промышленных роботов. Их конструкция представляет собой соединенные звенья, каждое из которых крепится к предыдущему с помощью шарниров (Рис.5). Такие роботы самые функциональные, способны выполнять более обширный круг задач, но более сложные в программировании. Эти роботы пользуются наибольшей популярностью на производствах, поскольку они обеспечивают больше свободы, чем другие промышленные роботы. Их движения, напоминающие движения человеческой руки делают их идеальным роботизированным решением для гибких операций на производственных линиях, например робот AR1730 компании Yaskawa, применяемый для обработки металла (Рис. 6).

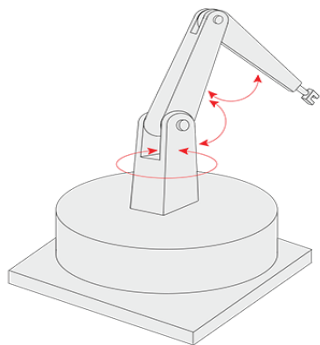


Рис. 5. Шарнирный робот



Рис. 6. Шарнирный робот AR1730
компании Yaskawa

Они применяются в различных видах деятельности благодаря своим расширенным возможностям передвижения, адаптивности и гибкости к требуемым условиям. Они также используются для погрузочно-разгрузочных работ, перемещения деталей, упаковки, дуговой сварки, укладки на поддоны, загрузки машин и многих других работ. Особенное распространение данный тип роботов получил в автомобилестроении (Рис. 7).



Рис. 7. Шарнирный робот-манипулятор на автомобильном производстве

Шарнирные роботы – один из старейших типов промышленных роботов, который так и не был заменен инновационными роботизированными изобретениями новой эры и остается самым популярным манипулятором на производстве.

Дельта-робот. Дельта-роботы известны своей более высокой скоростью, лучшим ускорением и меньшими габаритами. Этих роботов легко отличить от других роботов, потому что они похожи на трехногих пауков (поэтому некоторые промышленные специалисты называют их "роботами-пауками") (Рис. 8). Эти параллельные роботы имеют три рычага, которые соединяются на универсальных шарнирах внизу. Роботы Delta в основном используются

в медицине, упаковочной и фармацевтической промышленности, пищевой промышленности и производстве напитков благодаря их быстрой функциональности, высокой точности и быстрому ускорению при выполнении операций. Например, они могут отбирать партии продуктов и помещать их в контейнер сборочной линии за считанные секунды (Рис. 9).

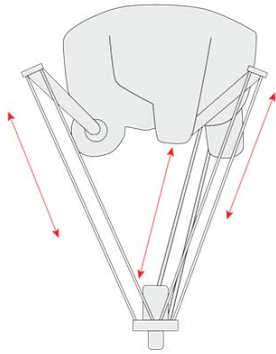


Рис. 8. Дельта-робот



Рис. 9. Дельта-робот на кондитерском производстве

Эти роботы также очень легкие по весу, что помогает им перемещаться быстрее, чем машины других типов.

Выводы

Внедрение автоматизированных комплексов на предприятия позволяет не только наладить непрерывность технологических процессов, но также и сократить количество выпущенного брака. Автоматизированные производства нуждаются в большем стартовом вложении денежных средств, однако на большой дистанции могут значительно улучшить экономические показатели предприятия и качество выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Юревич Е. И. Основы робототехники. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – с 416.
2. Козырев Ю.Г. 'Промышленные роботы. Справочник. 2-е издание, переработанное и дополненное' - Москва: Машиностроение, 1988 - с.392.
3. Компания Arkodim [сайт]. URL: <https://www.arkodimpro.ru>.

References

1. Yurevich E. I. Fundamentals of robotics. - 2nd ed., reprint. and additional - St. Petersburg,: BHV-Petersburg, 2005. - 416 p.
2. Kozyrev Yu.G. 'Industrial robots. Guide. 2nd edition, revised and expanded - Moscow: Mashinostroenie, 1988.392.
3. Arkodim Company [website]. URL: <https://www.arkodimpro.ru>.

УДК 624.131.439.5

*Белгородский государственный
технологический университет
Канд. экон. наук, доц. кафедры Подъемно
транспортных и дорожных машин М.А.
Романович
Россия, г. Белгород, тел. +7(905) 679-27-96
e-mail: bel31rm@yandex.ru
Белгородский государственный
технологический университет
Студент кафедры Подъемно транспорт-
ных и дорожных машин О.В. Бобров
Россия, г. Белгород, тел. +7(908) 782-42-82
e-mail: oleg.bobrov.01@mail.ru*

*Belgorod state technological university
named after V.G. Shukhov
PhD in Economic Sciences, Associate Profes-
sor of the Department of Hoist transport and
road machines M.A. Romanovich
Russia, Belgorod, tel. +7 (905) 679-27-96
e-mail: bel31rm@yandex.ru
Belgorod state technological university
named after V.G. Shukhov
Student of the Department of Hoist transport
and road machines O.V. Bobrov
Russia, Belgorod, tel. +7(908) 782-42-82
e-mail: oleg.bobrov.01@mail.ru*

М.А. Романович, О.В. Бобров

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОИСКА РЕШЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ ОТВАЛА ОТ ВЯЗКИХ ГРУНТОВ

Статья основана на исследовании технологии, предложенной в ноу-хау. Рассмотрена проблема налипания грунта на отвал бульдозера. Описано устройство и принцип работы технологии, заложенной в ноу-хау. После проведенного анализа было предложено техническое решение, которое позволит увеличить производительность бульдозера в условиях разработки влажных грунтов.

Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Ключевые слова: технология, очистка отвала, грунт.

М.А. Romanovich, O.V. Bobrov

TOPICAL ISSUES OF FINDING SOLUTIONS FOR CLEANING THE DUMP FROM VISCOUS SOILS

In the empirical part of the study, the main concern was analysing the technology proposed in the know-how. The problem of soil sticking to the bulldozer dump is considered. The device and the principle of operation of the technology embedded in the know-how are described. The final result of this research was the technical solution proposed that would increase the productivity of the bulldozer in the conditions of development of wet soils.

This work was realized in the framework of the Program "Priority 2030" on the base of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. The work was realized using equipment of High Technologies Center at BSTU named after V.G. Shukhov.

Keywords: technology, dump cleaning, soil.

На основании проведенного анализа существующей литературы [1,2] было установлено, что в России около 25% территории занимают зоны избыточного увлажнения, где при разработке поверхности происходит налипание грунта. Соответственно это характерно в большей степени для зимнего периода, когда происходит намерзание грунта на ковши, отвалы, кузова машин. Задействованные силы трения и прилипания составляют от 30 до 70% от общего сопротивления копанию, а производительность снижается в 2 и более раза. Целью данного исследования является анализ вопроса налипания грунта к стенкам отвала и поиска решения этой проблемы, что и обуславливает актуальность и интерес этой статьи.

Так например, согласно анализу научной литературы авторов [3-6] было установлено, что при разработке влажных связных грунтов, делая акцент на определенный уровень температуры, а именно $+3...-10^{\circ}\text{C}$, происходит интенсивное налипание грунта к стенкам. При работе при высоких температурных условиях или, например, в летнее время было замечено, что уже через 45 минут работы объем налипшего грунта уменьшает объем на 10... 11%. [7] Данное исследование призвано решить данную задачу, а именно очистку отвала от вязких грунтов.

Липкость – это свойство связных грунтов прилипать к различным предметам при контакте с ними. Липкость грунта зависит от предмета, к которому он прилипает. Например, глинистые грунты прилипают к деревянным предметам сильнее, чем к железным. Что касается песчаных грунтов, то здесь, наоборот - прилипают сильнее к металлу. Сила прилипания грунта, к стали достигает 0,015- 0,025 МПа, что может привести к налипанию на рабочие поверхности отвала слоя грунта, существенно уменьшить производительность бульдозера и увеличить их энергоемкость.

Результаты измерения и определения липкости грунта показывают, что характерными показателями являются влажность начального и максимального прилипания, и наибольшее значение липкости.

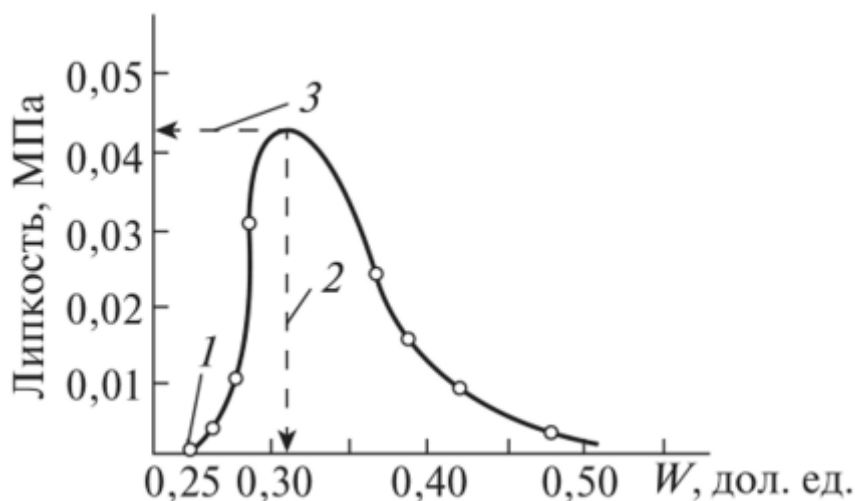


Рис. 1. График зависимости состояния липкости глинистого грунта от влажности:
 1 – влажность состояния начального прилипания; 2 – уровень влажности максимального прилипания;
 3 – уровень максимальной липкости грунта

Рисунок 1 показывает, что сначала прилипание незначительно, но с увеличением влажности оно резко увеличивается. При достижении определенного уровня влажности пленка начинает притягиваться к грунту с еще большей силой. При этом, если влажность выше начальной, но не превышает ее, пленка еще сильнее притягивается к грунту. При росте толщины пленки возникают условия, при которых вода, не обладающая вязкостью по краям, может взаимодействовать с частицами и прикасаться к ним. В этой ситуации грунт имеет максимальную липкость.

Если влажность продолжает расти, то взаимодействие с телом начинает происходить с более вязкой водой, находящейся на расстоянии от его поверхности. Эта вода не испытывает молекулярного притяжения, но обладает небольшой вязкостью, что позволяет ей легко взаимодействовать с грунтом и предметом, на который он нанесен. В этих условиях как было выявлено липкость грунта заметно снижается. Рассматривая липкость грунта, считаем важно отметить тот факт, что это определяется силами взаимодействия молекул связанной воды с частицами грунта и молекулами воды на поверхности соприкасающегося с грунтом объекта.

При работе бульдозера на связных грунтах производительность бульдозера может снизиться при налипании грунта. Для этого нами было разработано устройство, позволяющее очищать отвал. Данное устройство позволяет при движении скребка по направляющим очистить отвал от налипшего грунта. Данное техническое предложение позволит увеличить производительность бульдозера при разработке влажных грунтов.

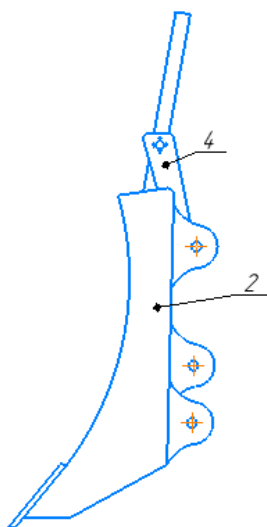


Рис. 2. Отвал вид сбоку

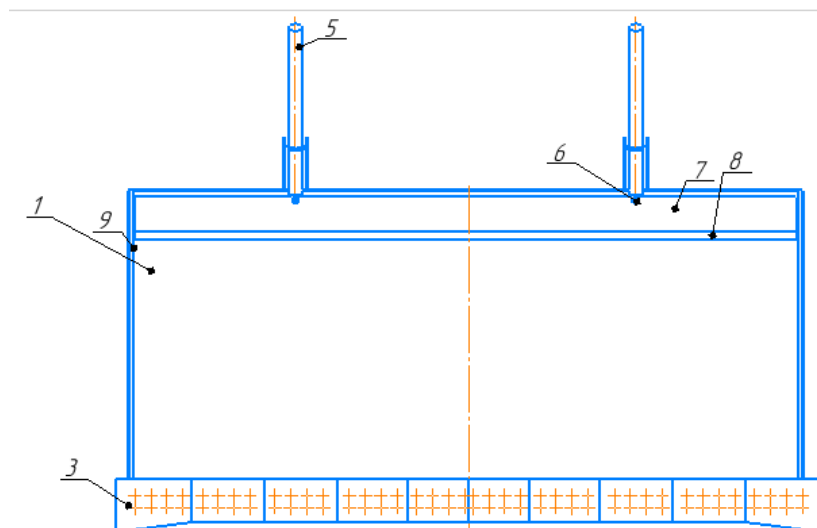


Рис. 3. Отвал вид спереди

На основании ноу-хау [8] устройство включает в себя отвал (рис. 2 и 3), состоящий из лобового листа 1, боковых щек 2 и ножа 3. На кронштейне 4 установлен гидроцилиндр 5. К штоку гидроцилиндра при помощи шарнира 6 прикреплен скребок 7 на котором закреплен съемный нож 8.

Устройство работает следующим образом. При налипании грунта при помощи гидроцилиндров опускается скребок вдоль направляющей отвала 9 и убирает налипший грунт. После чего возвращается в изначальное положение.

В данной статье была описана проблема налипания грунта на стенки отвала, устройство и принцип работы бульдозерного оборудования, позволяющего решить установленную проблему и увеличить производительность. Предложенное техническое решение позволит увеличить производительность бульдозера в условиях разработки влажных грунтов.

Библиографический список

1. Зеньков, С. А. Применение пьезокерамических излучателей для борьбы с налипанием грунтов на ковшовые рабочие органы / С. А. Зеньков, Е. В. Курмашев // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки - развитию регионов Сибири. – 2007. – Т. 2. – С. 170-173.

2. Ильин, И. В. Влияние процесса налипания грунта на сопротивление копанию отвала бульдозера / И. В. Ильин // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения: материалы международной научно-практической конференции, Москва, 29–30 марта 2016 года. Том II. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2016. – С. 21-26.

3. Махаматзияев, Н. Ж. Повышение производительности бульдозера путём устранения прилипания грунта к отвалу / Н. Ж. Махаматзияев, С. И. Вахрушев // Master's Journal. – 2020. – № 1. – С. 161-166.

4. Пахомов, Е. Г. Основные параметры отвала бульдозера и их влияние на эффективность его работы / Е. Г. Пахомов, Д. М. Анненко, М. А. Романович // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2019 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 133-136.

5. Романович А. А. Анализ существующих теорий резания и пути совершенствования отвала бульдозера / А. А. Романович, М. А. Романович, Е. О. Унковская // Машины, агрегаты и процессы в строительной индустрии: Сборник докладов национальной конференции, Белгород, 10 июня 2021 года / под ред. В.С. Богданова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 113-118.

6. Романович А.А. Исследование эффективного профиля ножей отвала бульдозера / А. А. Романович, М. А. Романович, Е. И. Выскребенцев, И. В. Апухтина // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: Межвузовский сборник статей / Под редакцией В.С. Богданова. Том Выпуск XX. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 163-168.

7. Шаура, А. С. Метод очистки отвалов от налипания грунта / А. С. Шаура // Лучшая научно-исследовательская работа 2022 : сборник статей XXXVII Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 15 октября 2022 года / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 42-45.

8. Свидетельство о регистрации Ноу-хау № 20230009. Бульдозерное оборудование для очистки отвала от вязких грунтов» / А.А. Романович, М.А. Романович, О.В. Бобров. Заявитель и правообладатель Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. опубл. 06.06.23.

References

1. Zenkov, S. A. Application of piezoceramic emitters to combat soil adhesion on bucket working bodies / S. A. Zenkov, E. V. Kurmashev // Proceedings of Bratsk State University. Series: Natural and engineering sciences - development of regions of Siberia. – 2007. – Т. 2. – P. 170-173.
2. Ilyin, I.V. The influence of the process of soil adhesion on the digging resistance of a bulldozer blade / I.V. Ilyin // Reclamation and water management: problems and solutions: materials of the international scientific and practical conference, Moscow, March 29–30 2016. Volume II. – Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova, 2016. – pp. 21-26.
3. Makhamatziyaev, N. Zh. Increasing the performance of a bulldozer by eliminating the adhesion of soil to the dump / N. Zh. Makhamatziyaev, S. I. Vakhrushev // Master's Journal. – 2020. – No. 1. – P. 161-166.
4. Пахомов, Е. Г. Основные параметры отвала бульдозера и их влияние на эффективность его работы / Е. Г. Пахомов, Д. М. Анненко, М. А. Романович // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2019 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 133-136.
5. Romanovich A. A. Analysis of existing cutting theories and ways to improve the bulldozer blade / A. A. Romanovich, M. A. Romanovich, E. O. Unkovskaya // Machines, units and processes in the construction industry: Collection of reports of the national conference, Belgorod, June 10, 2021 / ed. V.S. Bogdanov. – Belgorod: Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhova, 2021. – pp. 113-118.
6. Romanovich A.A. Study of the effective profile of bulldozer blade knives / A. A. Romanovich, M. A. Romanovich, E. I. Vyskrebentsev, I. V. Apukhtina // Energy-saving technological complexes and equipment for the production of building materials: Interuniversity collection of articles / Edited by V. WITH. Bogdanov. Volume Issue XX. – Belgorod: Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhova, 2021. – pp. 163-168.
7. Shaura, A. S. Method of cleaning dumps from soil adhesion / A. S. Shaura // Best research work 2022: collection of articles of the XXXVII International Research Competition, Penza, October 15, 2022 / Under the general. ed. G.Yu. Gulyaeva. – Penza: Science and Enlightenment (IP Gulyaev G.Yu.), 2022. – P. 42-45.
8. Certificate of registration of Know-how No. 20230009. Bulldozer equipment for clearing a dump from viscous soils” / A.A. Romanovich, M.A. Romanovich, O.V. Bobrov. Applicant and copyright holder Belgorod: Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhova, 2023. publ. 06.06.23.

УДК 69.0025.534.647

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р техн. наук, проф. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики им.
профессора Н.А. Ульянова Ю.Ф. Устинов;
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики им.
профессора Н.А. Ульянова Ю.И. Калинин;
Старший преподаватель кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики им.
профессора Н.А. Ульянова А.В. Ульянов;
Студенты дорожно-транспортного фа-
культета П.Ю. Авдеев, М.О. Завалин;
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18
E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr. Sci. Tech., prof. of the chair of construction
machinery and engineering mechanics of a
name of professor N.A. Ulyanov Yu.F. Ustinov;
Cand. of Tech. Science of the chair of construc-
tion machinery and engineering mechanics of a
name of professor N.A. Ulyanov Yu.I. Kalinin;
Senior Lecturer of the chair of construction ma-
chinery and engineering mechanics of a name of
professor N.A. Ulyanov A.V. Ulyanov;
Students of the Road and Transport Faculty
P.Yu. Avdeev, M.O. Zavalin;
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-18
E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, Ю.И. Калинин, А.В. Ульянов, П.Ю. Авдеев, М.О. Завалин

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Представлена классификация показателей качества транспортно-технологических машин, отмечено влияние вибрации и шума на производительность труда и их влияние на конкурентоспособность.

Ключевые слова: показатели качества, вибрация, шум, производительность, конкурентоспособность.

Yu.F. Ustinov, Yu.I. Kalinin, A.V. Ulyanov, P.Yu. Avdeev, M.O. Zavalin

INCREASING THE QUALITY OF TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL MACHINES

The classification of quality indicators of transport and technological machines, the influence of vibration and noise on productivity of labour and their impact on competitiveness.

Keywords: quality indicators, vibration, noise, performance, competitiveness.

Для повышения конкурентоспособности отечественной техники необходимо оказать положительное воздействие на основные показатели качества, представленные на рис.1 [1-3].

Практически все вибрации имеют связь с внешними и внутренними шумами, генерируемыми техникой, следовательно, снижение их уровня может оказать значимый вклад в повышение конкурентоспособности разрабатываемой техники.

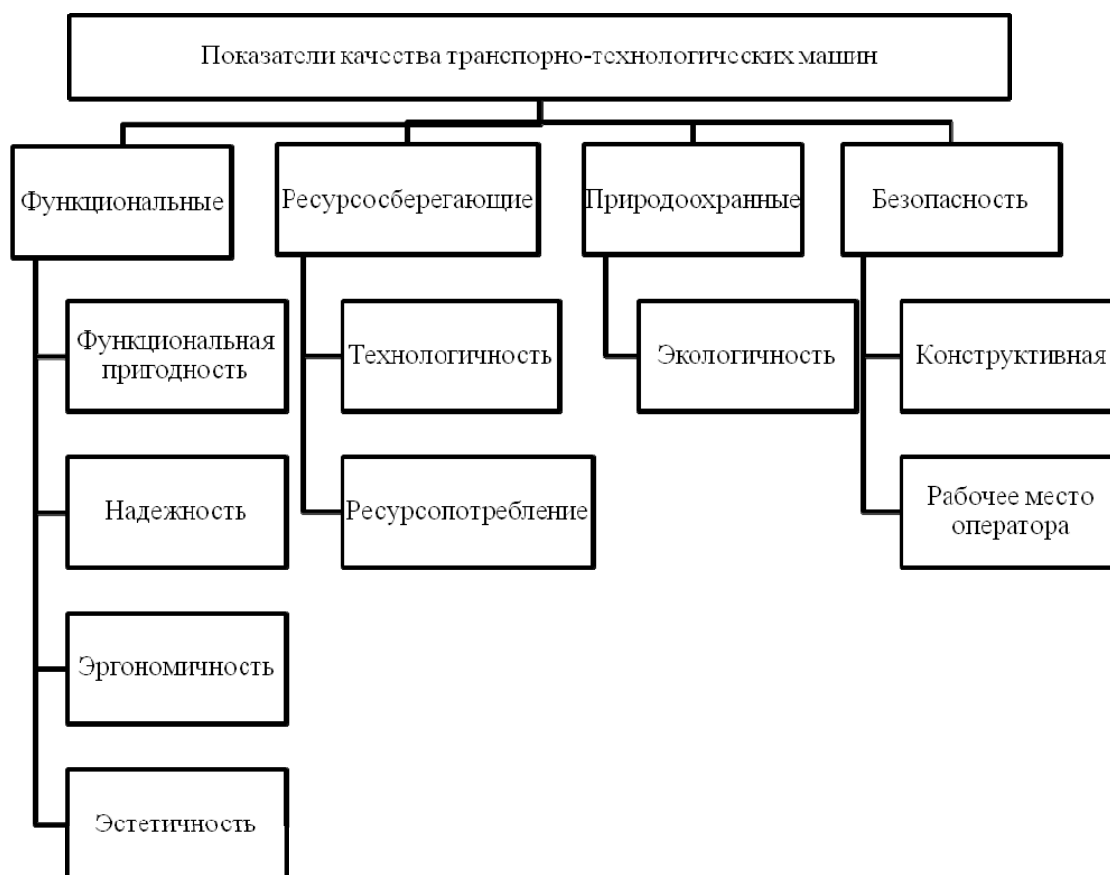


Рис. 1. Структура показателей качества транспортно-технологических машин

С помощью совокупности показателей оценивают уровень качества машины, сравнивая ее с показателями лучшего образца.

Вибрация используется во многих областях строительства, промышленности, транспортно-технологических работах и других. Существуют вибрационные транспортеры для перемещения сыпучих тел, вибраторы для погружения свай, специальные катки и вибраторы для уплотнения грунта, основания, фундаментов, уложенного бетона, вибрационные грохоты для просеивания различных материалов и т.д. Но вибрация и шум постоянно возникают и там, где они мешают правильной работе машин, неприятны для людей и даже опасны, так как могут вызвать различные заболевания человека и повреждения машины или конструкции. Примеры таких колебаний каждый специалист наблюдал в своей области: колебания клапанных пружин, нарушающие моменты газораспределения в двигателе; вибрация пола и панелей кабины вследствие работы двигателя и трансмиссии; тряска на сидении транспортно-технологических машин, когда двигатель работает на малых оборотах. Нередко эти колебания становятся разрушительными: от крутильных колебаний ломаются валы, сильные колебания разрушают пружины, соединения узлов и деталей, образуются трещины в металлоконструкциях.

Специалисты по шуму и вибрации записывают колебания и шум, анализируют полученные данные и после расчетов колеблющейся системы дают рекомендации – как устранить вибрацию, шум и неприятные или вызывающие поломки колебания. Часто эти рекомендации оказываются легко выполнимыми, но иногда требуется коренная переделка конструкции.

Зависимость производительности труда от среднего шума в течение рабочего дня с некоторой степенью точности можно представить в виде графика. При увеличении уровня шума с 70 до 100 дБ производительность труда снижается на 30 %, что показано на рис. 2 на примере тракторов [1,7,8].

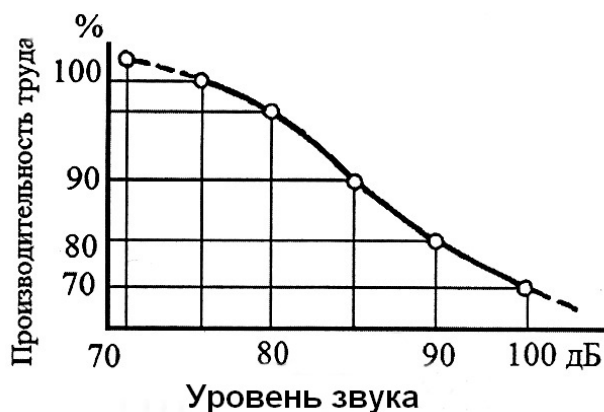


Рис. 2. Зависимость производительности труда от уровня звука

Высокая конкуренция заставляет производителей транспортно-технологических машин обращать внимание не только на мощность и стоимость, но и на уровень комфортабельности выпускаемой ими техники. В этом показателе скрыт определенный резерв повышения производительности труда. Поэтому, снижение уровня вибрации и шума, генерируемого современной техникой – задача актуальная.

Негативное влияние виброакустических характеристик на производительность проявляется уже при уровне звука 70-72 дБА.

Основными источниками вибрации и шума являются средства и установки, оснащенные двигателями внутреннего сгорания. Также их источниками являются трансмиссии, ходовое оборудование, рабочие органы и т.д.

Эффективность мероприятий по снижению вибрации и шума необходимо рассматривать с нескольких сторон [9-13]:

- для операторов – увеличение безопасности труда;
- для работодателей – улучшение социально-экономических аспектов производства;
- для производителей – повышение конкурентоспособности разрабатываемых образцов техники.

Как показывают многочисленные исследования [5, 6, 10-13], уровень вибрации и шума на рабочем месте операторов зачастую превышает устанавливаемые санитарными требованиями допустимые нормы – на тяговом и транспортном режимах работы.

Предприятия-изготовители тракторов и строительных и дорожных машин уделяют недостаточное внимание данному вопросу, вследствие чего производимая ими новая техника, поступающая к потребителю, может представлять опасность для здоровья человека и окружающей среды.

На современном этапе наиболее развитые государства расходуют на борьбу с шумом и вибрацией транспортно-технологических машин около 1 % своего бюджета. Вместе с тем, учитывая тенденцию к повышению энергонасыщенности разрабатываемых машин – с одной стороны, и необходимость снижения их вибрации и шума – с другой, следует ожидать, что проблема создания малошумных машин будет становиться все более острой и актуальной [1, 3, 5].

Заключение

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить, что одним из путей повышения конкурентоспособности транспортно-технологических машин является снижение уровней шума и вибраций в агрегатах и узлах машин за счет более эффективной виброзвукозащиты, снижения колебаний вращающихся и возвратно-поступательно движущихся деталей и других мероприятий.

Библиографический список

1. Устинов Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно-технологических строительных машин: учеб. пособие / Ю.Ф. Устинов. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015.-239 с.
2. Устинов Ю. Виброакустические характеристики автогрейдеров / Ю. Устинов [и др.] // Строительные и дорожные машины.-2015.- №1.- С. 7.
3. Устинов Ю. Результаты виброакустических исследований автогрейдера класса 250 / Ю. Устинов [и др.] // Механизация строительства.- 2014.- №2 (836).- С. 32.
4. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. – Введ. 1980-01-01.- М.: Изд-во стандартов,1980.- 11 с.
5. Вибрации в технике: справочник / ред. Э.Э. Лавендел.- М.: Машиностроение, Т. 4.- 1981.- 317 с.
6. Ляпунов В.Т. Резиновые виброизоляторы: справочник / В.Т. Ляпунов, Э.Э. Лавендел, С.А. Шляпочников, – Л.: Судостроение, 1988, - 216 с.
7. Пат. 2453746 Российская Федерация, МПК 7 F16F 15/08, F16F 3/08, F16F 1/52. Способ виброзащиты машин / Устинов Ю.Ф., Иванов В.П., Скрынников А.В., Муравьев В.А., Нгуен Лам Хань, Колтаков А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т .- №2010107651/11, заявл. 02.03.10, опубл. 20.06.12, Бюл. №17. - 9 с.: ил.
8. Устинов Ю.Ф. Способ виброзащиты машин / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, А.В. Скрынников, В.П. Иванов, А.А. Колтаков // Научный вестник Воронеж. гос. арх.- строит. ун-та. Материалы 14-ой межрегион. научн.-практ. конференции. Высокие технологии в экологии.- Воронеж.-2011.- С.220-225.
9. Устинов Ю.Ф. Способ виброзащиты машин / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, В.П. Иванов, А.А. Колтаков // Научный вестник Воронеж. гос. арх.- строит. ун-та. Материалы 15-ой межрегион. научн.-практ. конференции. Высокие технологии в экологии.- Воронеж.- 2012.- С.313-315.
10. Пат. 2557321 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Способ определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т .- №2013135596/28, заявл. 29.07.13, опубл. 20.07.15, Бюл. №20. - 7 с.: ил.
11. Устинов Ю.Ф. Определение динамического модуля упругости виброизоляторов с использованием вибродинамического стенда / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев // Научный вестник Воронеж. гос. арх.- строит. ун-та. Серия « Высокие технологии в экологии».- Воронеж.-2012.- С.35-38.
12. Пат. 158443 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Устройство для определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т .- №2015136060/28, заявл. 25.08.15, опубл. 10.01.16, Бюл. №1. - 2 с.: ил.
13. Устинов Ю.Ф. Результаты экспериментальных исследований динамического модуля упругости косо поставленных виброизоляторов агрегатов и механизмов строительных и дорожных машин / Ю. Устинов, Д. Гольцов, Д. Чернышев // Вестник развития науки и образования.- 2014.- №3.- С. 76.

References

1. Y. F. Ustinov Mechanical vibrations and vibroacoustic protection of transport and technological machines and construction: proc. a manual / Y. F. Ustinov. – Voronezh: Voronezh-ski GUS, 2015.-239 С.

2. Ustinov Yu Vibro-acoustic characteristics of the graders / Yuri Ustinov [et al.] // Construction and road machines.-2015.- No. 1.- P.7.
3. Ustinov Yu. the Results of vibroacoustic investigations of the autograder class 250 / Yuri Ustinov [et al.] // Mechanization of construction.- 2014.- №2 (836).- S. 32.
4. GOST 16297-80. Materials sound-proof and sound-absorbing. Methods of IP in General. – Introductio. 1980-01-01.- M.: Publishing house of standards,1980.- 11 S.
5. Vibration in engineering: reference book / edited by E. E. Lavendel.- M.: Mashinostroenie, Vol. 4.-1981.- 317 c.
6. Lyapunov V. T. Rubber vibration isolators: a Handbook / T. V. Lyapunov, E. E. Lanvin-del, S. A. shlyapochnikov, – L.: Shipbuilding, 1988, - 216 C.
7. Pat. 2453746 Russian Federation, IPC 7 F16F 15/08, F16F 3/08, 1/52 F16F. The act-mode of vibration protection of machines / F. Ustinov, Yu., Ivanov P. V., Skrynnikov V. A., Muravyev V. A., Nguyen Lam Han, Kolmakov A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2010107651/11, Appl. 02.03.10, publ. 20.06.12, bull. No. 17. - 9 p.: ill.
8. Ustinov Yu. f. Method of vibration protection of machines / U. F. Ustinov, V. A. Muravyev, A. V. Skrynnikov, V. P. Ivanov, A. A. Koltakov // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. Materials 14th Mezhhregion. sci.-practical. conference. High technologies in ecology.- Voronezh.-2011.- S. 220-225.
9. Ustinov Yu. f. Method of vibration protection of machines / U. F. Ustinov, V. A. Muravyov, V. P. Ivanov, A. A. Koltakov // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. Materials 15th Mezhhregion. sci.-practical. conference. High technologies in ecology.- Voronezh.-2012.- Pp. 313-315.
10. Pat. 2557321 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. The method of determination of Deaneconomic characteristics of elastomers / F. Ustinov, Yu., Muravyev V. A., Goltsov, D. N., Black-Shev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2013135596/28, Appl. 29.07.13, publ. 20.07.15, bull. No. 20. - 7 S.: ill.
11. Ustinov J. F. Determination of the dynamic modulus of elasticity of the vibration isolators using dynamic vibration bench / Yuri Ustinov, A. V. Muravyev, D. N. Goltsov, D. I. Chernyshev // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. A series of "High technologies in ecology".- Voronezh.-2012.- P. 35-38.
12. Pat. 158443 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. A device for determining dynamic characteristics of elastomers / F. Ustinov, Yu., Muravyev V. A., Goltsov, D. N., Chernyshev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2015136060/28, Appl. 25.08.15, publ. 10.01.16, bull. No. 1. - 2 S.: ill.
13. Ustinov Yu. the Results of experimental studies of the dynamic module UE-rugosity composting vibration isolators units and mechanisms of building and road machines tion / Yuri Ustinov, D. Goltsov, D. Chernyshev // journal of science and education.- 2014.- No. 3.- P. 76.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 624.21

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектиро-
вания автомобильных дорог и мостов А.В.
Андреев*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-83-91
e-mail: autodor.kaf@cchgeu.ru*

*Воронежский государственный
технический университет*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры проектиро-
вания автомобильных дорог и мостов А.В.
Еремин*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-83-91
e-mail: autodor.kaf@cchgeu.ru*

*Воронежский государственный
технический университет*

*Ст. преп. кафедры проектирования авто-
мобильных дорог и мостов Р.С. Поляков*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-83-91
e-mail: autodor.kaf@cchgeu.ru*

Voronezh State

Technical University

*Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor of the Department of Highway and
Bridge Engineering A.V. Andreev*

*Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-76-83-91
e-mail: autodor.kaf@cchgeu.ru*

Voronezh State

Technical University

*Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor of the Department of Highway and
Bridge Engineering A.V. Eremin*

*Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-76-83-91
e-mail: autodor.kaf@cchgeu.ru*

Voronezh State

Technical University

*St.Rev. Department of design of automobile
and mobile roads and bridges R.S. Polyakov*

*Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-76-83-91
e-mail: autodor.kaf@cchgeu.ru*

А.В. Андреев, А.В. Ерёмин, Р.С. Поляков

НОВАЦИИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПОКРЫТИЙ НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Применение полимерных материалов в мировом мостостроении является одним из приоритетных направлений. Особенно, это важно при неоспоримом преимуществе их физико-механических и эксплуатационных свойств со свойствами традиционных материалов. Рассматривается возможность применения в Воронежской области полимерного материала Matacryl в качестве покрытия на мостовом полотне.

Ключевые слова: полимерное покрытие, Matacryl, проезжая часть мостов, дорожная одежда, полиметилметакрилат (ПММА), покрытие проезжей части.

A.V. Andreev, A.V. Eremin, R.S. Polyakov

INNOVATIONS IN THE INSTALLATION OF COATINGS ON BRIDGE STRUCTURES IN THE CONDITIONS OF THE VORONEZH REGION

The use of polymer materials in global bridge construction is one of the priority areas. This is especially important when there is an undeniable advantage of their physical, mechanical and operational properties with the properties of traditional materials. The possibility of using Matacryl polymer material in the Voronezh region as a coating on the pavement is being considered.

Keywords: polymer coating, Matacryl, roadway of bridges, road clothing, polymethylmethacrylate (PMMA), roadway coating.

Асфальтобетонные и железобетонные покрытия являются самыми распространенными покрытиями на мостах. Однако, они имеют ряд недостатков, среди которых относительно невысокие эксплуатационные свойства и большой собственный вес, воздействующий в виде постоянной нагрузки на пролетное строение.

В последние годы в мировом мостостроении набирают обороты применения полимерных материалов. Полимеры активно применяются при строительстве автодорожных, железнодорожных и пешеходных мостов в качестве тонкослойных покрытий проезжей части с металлическими и железобетонными пролетными строениями.

В Российской Федерации применение полимерных материалов в качестве покрытий на мостовом полотне, как альтернативы традиционным асфальтобетонам, только набирает обороты.

Наибольшее распространение полимеры получили при строительстве мостовых сооружений в Московской и Ленинградской областях. Есть небольшой опыт применения в Тверской, Новосибирской и Южно-Сахалинской областях.

В Воронежском государственном техническом университете на кафедре проектирования автомобильных дорог и мостов в рамках магистерской диссертации проводилось исследование по возможности применения полимерных материалов на примере Matacryl в условиях Воронежской области, которая находится в III-IV дорожно-климатических зонах.

Покрытие Matacryl представляет многослойную систему из полимерных материалов на основе полиметилметакрилата (ПММА) [1].

Система состоит из четырех основных слоев:

1. Грунтовочный слой для металлического и бетонного основания – Matacryl Primer CM и Matacryl Primer, которые присыпаются кварцевым песком фракции 0,3 – 0,8 мм;
2. Гидроизоляционный и демпфирующий слой – Matacryl Manual;
3. Износостойкий слой – Matacryl WL с наполнителем SNL в виде кварцевой смеси пылеватой фракции и минерала Корунд в виде присыпки для придания шероховатости и увеличения износостойкости;
4. Финишный лак – Matacryl STC. В зависимости от добавления специального пигмента в лак можно придавать покрытию любой цвет.

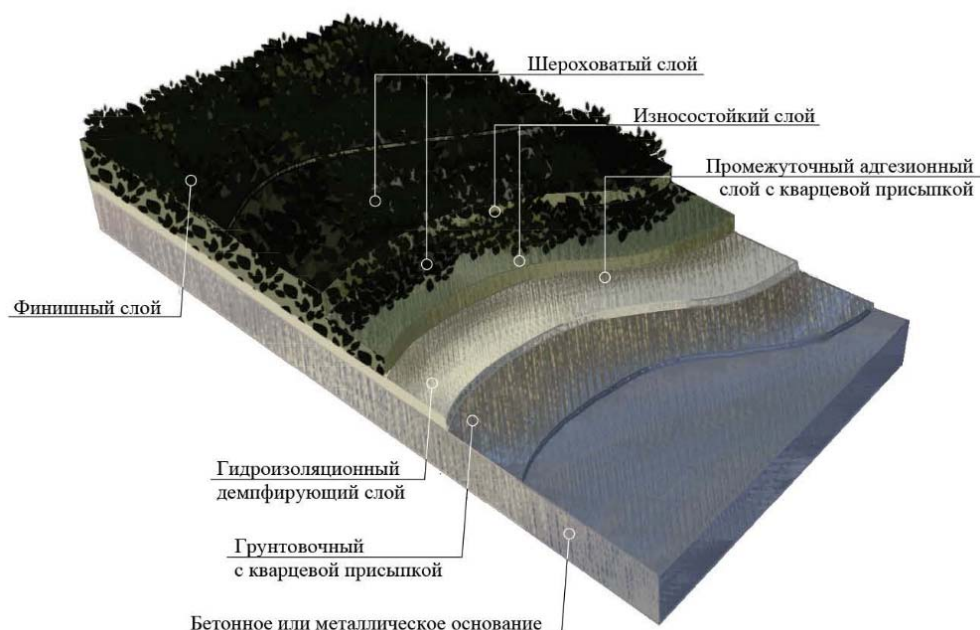


Рис. Основные слои системы покрытия Matacryl

Покрытие Matacryn обладает следующими свойствами [2]:

1. Высокая адгезия (более 5 МПа) к поверхности бетона или металла;
2. Легкость покрытия (плотность 1,5-2,0 т/м³., в зависимости от наполнителей);
3. Чрезвычайная износостойкость;
4. Устойчивость к динамическим нагрузкам, в том числе к температурным расширениям и прогибам ортотропной плиты;
5. Стойкость к ультрафиолетовому излучению;
6. Стойкость к антигололедным реагентам;
7. Высокие показатели коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием;
8. Ремонтопригодность;
9. Возможность укладки покрытия при отрицательных температурах (до – 20 С⁰);
10. Ориентировочный срок службы покрытия более 20 лет.
11. Стоимость содержания за весь срок службы (с учетом стоимости самого материала, его доставки и нанесения) в 1.4 раза ниже по сравнению с традиционными асфальтобетонными покрытиями.

Таблица

Сравнение физико-механических свойств покрытия Matacryn с традиционным асфальтобетонным покрытием

Наименование показателя	Асфальтобетон	Покрытие Matacryn
Применение	Железобетон/металл	Железобетон/металл/ плитка/дерево
Масса покрытия (кг/м ²)	125 кг	12 кг
Прочность при сжатии (кгс/см ²)	120	600
Сопротивление сдвигу в системе металл-гидроизоляция -полимерное покрытие, (кгс/см ²)	1,5	26,75
Адгезия к поверхности металла (кгс/см ²)	На отрыв = 3,0 На отдир ≥ 0,2	На отрыв > 50,0 На отдир > 50,0
Шероховатость (коэффициент сцепления)	≥0,45	0,54-0,51
Фильтрация влаги	Фильтрует влагу, требует дополнительного устройства гидроизолирующего слоя	Выполняет функции гидроизоляции за счет наличия в системе эластичной мембраны
Химическая стойкость	Разрушается под действием антигололедных реагентов	Химически стойкое покрытие. Антигололедные реагенты не влияют на долговечность покрытия
Всего h слоев, мм	≥ 55	7
Реальный срок службы	7-10	20-25

Выводы

Анализ исследования по применению тонкослойных полимерных покрытий на примере Matacryl показал:

- отличительными особенностями системы полимерного покрытия на основе ПММА являются высокие показатели физико-механических, химических, эксплуатационных свойств и высокая долговечность;

- покрытие Matacryl относится к капитальному типу и применяется на автомобильных дорогах I — IV категорий в любых климатических зонах Российской Федерации без ограничений по действующим нормативным скоростям движения и без ограничений по нагрузке на ось;

- покрытие Matacryl выполняет гидроизолирующие функции и в 10 раз легче традиционного асфальтобетона, это значительно снижает нагрузку на пролетные строения и при проектировании моста можно сэкономить значительные средства на металле или других конструктивных элементах;

- применение полимерных покрытий в условиях Воронежской области актуально и позволит повысить качество конечного продукта, а также снизить затраты на строительство и эксплуатацию мостовых сооружений.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53627-2009 Покрытие полимерное тонкослойное проезжей части мостов. Технические условия. М, Стандартинформ, 2019, 18с.

2. Научно-исследовательская работа по выполнению испытаний тонкостенного покрытия на основе полимерных материалов для металлической ортотропной плиты автодорожных мостов взамен асфальтобетонного покрытия с разработкой рекомендаций для применения на опытном объекте. ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» ОАО ЦНИИС. М, 2004, 26с.

References

1. GOST R 53627-2009 Polymer thin-layer coating of the roadway of bridges. Technical conditions. Moscow, Standartinform, 2019, 18с.

2. Research work on testing a thin-walled coating based on polymer materials for a metal orthotropic plate of road bridges instead of an asphalt concrete coating with the development of recommendations for use at a pilot facility. JSC "Scientific Research Institute of Transport Construction" JSC TSNIIS. M, 2004, 26с.

*Воронежский государственный
технический университет*

к.т.н, доц

Волков Н.М.

e-mail: volkne@bk.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

студент группы МИОФ-221 Волков С.Н.

e-mail: sergeyvolkov2001@gmail.com

*Воронежский государственный
технический университет*

студентка группы МИОФ-221

Селезнева В.Н.

e-mail: svaleria270299@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

студент группы БСТР-2113

Волков М.В.

e-mail: misha_volkov_2015@list.ru

Voronezh State

Technical University

*Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Volkov N.M..*

e-mail: volkne@bk.ru

Voronezh State

Technical University

student of group МИОФ-221 Volkov S.N.

e-mail: sergeyvolkov2001@gmail.com

Voronezh State

Technical University

student of group МИОФ-221

Selezneva V.N.

e-mail: svaleria270299@mail.ru

Voronezh State

Technical University

student of group БСТР-2113

Volkov M.V.

e-mail: misha_volkov_2015@list.ru

Н.М. Волков, С.Н. Волков, В.Н. Селезнева, М.В. Волков

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

В данной статье представлены исследования, посвященные проблемам строительства и проектирования зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты в России. На основе этих исследований были сформулированы принципы строительства на вечноммерзлых грунтах. В результате исследований было показано, что возможно проектирование и строительство зданий и сооружений как в случае, когда почва остается мерзлой во время строительства и в процессе эксплуатации, так и в ситуациях, когда почва обязательно превращается в талое состояние в период строительства или в процессе эксплуатации данных зданий и сооружений.

Ключевые слова: строительство, проектирование, вечная мерзлота, грунт, фундамент.

N.M. Volkov, S.N. Volkov, V.N. Selezneva, M.V. Volkov

FEATURES OF FOUNDATION CONSTRUCTION IN PERMAFROST CONDITIONS

This article presents research on the problems of construction and design of buildings and structures in permafrost conditions in Russia. Based on these studies, the principles of construction on permafrost soils were formulated. As a result of research, it has been shown that it is possible to design and construct buildings and structures both in the case when the soil remains frozen during construction and during operation, and in situations when the soil necessarily turns into a thawed state during construction or during operation of these buildings and structures.

Key words: construction, design, permafrost, soil, foundation.

В наше время на севере активно ведется освоение месторождений углеводородов. Однако разработка этих полезных ископаемых требует создания соответствующей транспортной инфраструктуры. Однако развитие транспортных коммуникаций в этих районах осложнено жесткими геологическими условиями. Наличие постоянной мерзлоты с ежегодным оттаиванием, ущелий, накопления льда и образования снежного покрова – все это затрудняет развитие северных районов. Большое количество осадков, туманов и низкие температуры в холодный сезон также характеризуют эти территории с резко-континентальным климатом. Освоение высокоширотных территорий является общей задачей для всех стран бассейна Ледовитого океана.

Около 65% площади России занимает вечная мерзлота. Именно в этих районах концентрируются природные богатства и имеется развитая инфраструктура. В данной статье рассматриваются основные особенности и физико-химические свойства оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах.

Вечномерзлые грунты создают новые задачи и требуют особых правил при строительстве домов. В статье также рассматриваются мероприятия, необходимые для строительства на вечномерзлых грунтах в соответствии с принципами ВМГ, чтобы обеспечить прочность и устойчивость зданий на таких грунтах.

Многолетнемерзлые или вечномерзлые грунты – это грунты, находящиеся в мерзлом состоянии 3 и более лет. Они отличаются отрицательной температурой и льдоцементированными связями между частицами. Вечномерзлые грунты являются структурно неустойчивыми. В Российской Федерации территория Якутии, особенно северная ее часть, полностью покрыта вечномерзлыми грунтами, слоями которых достигающими 500-600 м, а в городе Якутске – 200-250 м.

Механические свойства мерзлых грунтов зависят от их температуры, которая варьирует в течение года. В связи с этим фундаменты зданий в Якутске укладывают на глубину 8-10 м. В районах распространения вечномерзлых грунтов выделяют две зоны: зону аккумуляции, где температура грунтов изменяется в течение года, и зону нулевых годовых амплитуд, где температура грунтов остается постоянной на протяжении многих лет.

Мерзлые грунты, имеющие низкую температуру, включают большое количество солей. Величина температуры оказывает влияние на несущую способность основания.

Мерзлый грунт состоит из твердых частиц, воды, газа и льда. Помимо таких физических свойств, как плотность грунта, общая влажность и другие, для талых грунтов важно также определить льдистость благодаря льдоцементированным связям и ледяным включениям. Также требуется определить содержание водорастворимых солей и органических веществ. При этом механические свойства грунтов включают деформационные, прочностные и фильтрационные свойства. Они включают коэффициент сжимаемости, сопротивление сдвигу мерзлого грунта, сопротивление сдвигу оттаивающего грунта и льда, сопротивление нормальному давлению и эквивалентное сцепление. В случае оттаивающих грунтов также необходимо определить коэффициент оттаивания, коэффициент сжимаемости, угол внутреннего трения оттаивающего грунта и его сцепление.

ВМГ представляют основание, основываясь на двух принципах:

- принцип 1: вечномерзлые грунты используются в мерзлом состоянии как основание строительства и во время эксплуатации сооружения.

- принцип 2: вечномерзлые грунты используются в оттаянном или оттаивающем состоянии.

При первом принципе для сохранения грунтов в мерзлом состоянии применяются различные охлаждающие мероприятия:

- установка проветриваемого (холодного) подполья;
- строительство холодных первых этажей;
- укладка охлаждающих труб, каналов или применение вентилируемых фундаментов в основании и сооружениях;
- установка сезонно действующих охлаждающих устройств (СОУ);
- другие меры по уменьшению теплового воздействия сооружения на мерзлые грунты основания.

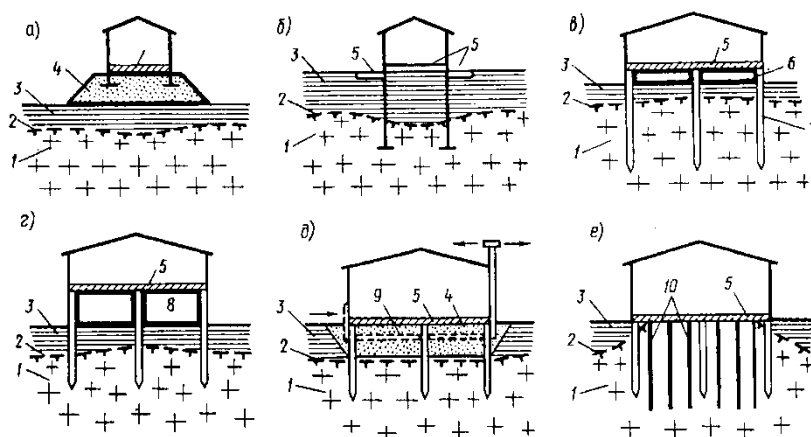


Рис. Мероприятия для сохранения вечномерзлого состояния грунтов:

- 1 – вечномерзлый грунт; 2 – верхняя граница слоя вечномерзлого грунта; 3 – деятельный слой;
 4 – насыпной непучинистый грунт (пески средней крупности, крупные, крупнообломочные грунты, шлаки);
 5 – теплоизоляция; 6 – вентилируемое подполье; 7 – сваи; 8 – неотапливаемый 1-ый этаж;
 9 – вентиляционные каналы; 10 – замораживающие колонки

Первое здание с вентилируемым подпольем было построено в 1933 году с использованием столбчатых фундаментов и предусмотрением вентилируемого подполья.

При передаче больших нагрузок на пол здания, используется система охлаждающих труб, вентилируемых каналов или фундаментов. Естественное или искусственное вентилирование обеспечивается работой вентиляторов или за счет перепада высоты у входа и выхода.

Все параметры должны быть рассчитаны в зависимости от диаметра, длины труб, поворотов и других факторов.

В условиях высоких температур грунты часто требуют Системы Основывающих Устройств (СОУ). Они могут быть наклонными, горизонтальными или вертикальными и подразделяются на жидкостные и парожидкостные. Применение СОУ может быть эффективным при строительстве на сегодняшний день.

Если при деформации, вызванной оттаиванием грунтов, не возникают дополнительные усилия, приводящие к разрушению или значительным деформациям конструкций зданий и сооружений, то можно использовать метод оттаивания ММГ.

Чтобы уменьшить деформации, необходимо предусмотреть предварительное оттаивание грунтов. Максимальная глубина оттаивания или глубина оттаивания на протяжении эксплуатации здания используются для выбора метода устройства оснований.

Затем рассчитываются осадки и сравниваются с предельными деформациями, принимая решение о выборе метода строительства:

- допустить оттаивание до начала строительства;
- допустить оттаивание грунтов в период эксплуатации зданий и сооружений.

Ученые из Тюмени разработали новую строительную технологию для Ямала, которая позволяет укрепить фундаменты зданий на оттаивающих вечномерзлых грунтах. Глубина оттаивания увеличивается с каждым годом, что приводит к деформации строений и даже аварийным состояниям.

В округе, обычно, строили дома на сваях глубиной 8-10 метров, но теперь это недостаточно. Ученые рекомендуют ставить сооружения на сваи высотой от 15 до 25 метров и более.

Яков Пронозин, профессор кафедры строительного производства ТИУ, утверждал, что глубина и тип грунтов в каждом месте различны и влияют на их реакцию. Новый Уренгой, например, является относительно благополучной территорией, так как в основном состоит из песков. Пески не вызывают значительных деформаций при оттаивании и сохраняют свою прочность. Но глинистые грунты при переходе через ноль начинают оттаивать и их прочность снижается многократно.

Усиление проводится в подвальных помещениях, где сваи забиваются посекционно, пока не достигнут надежного основания. Затем грунт из скважин вымывается через отверстия в долоте, а затем в них вливается цементный раствор.

Пересадка на сваи уже была применена в газовой столице, а ученые разработали документацию на 15 аварийных домов в Аксарке, Мужах и селе Катравож.

Вывод

Использование современных методов строительства на мерзлых грунтах позволяет развивать северные регионы России. Улучшение технологий и применение новых методов техники стабилизации грунтов во время оттаивания снижают стоимость строительства и повышают прибыльность объектов. Важно также создать автономное оборудование для термостабилизации оттаивающих грунтов, которое не требует дополнительного источника энергии. Часто еще не исследованы и не открыты все залежи полезных ископаемых. Поэтому в будущем придется создавать, расширять и обслуживать транспортную сеть с искусственными сооружениями в суровых северных условиях.

Библиографический список

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. / Минстрой России. М. ГП ЦПП, 1995. 48 с.
2. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация. – Введ. 2013-01-01. – М.: Технорматив, 2013. – 38 с.
3. Зарецкий Ю. К. Лекции по современной механике грунтов. - Ростов на Дону, 1989. - 608 с.
4. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В., Тер-Мартirosян, Чернышев С.Н. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учебник. – М: Издательство АСВ, 1994 – 527.
5. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов. Учебн. пособие. М., «Высш. школа», 1973. 448 с.
6. Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. Под ред. Велли Ю. Я., Докучаева В. П., Федорова Н. Ф. Л., Стройпздат, 1977, 552 с.
7. Алёшина, Т. Строительство на мерзлоте: опыт и новшества. URL: sibforum.sfu-kras.ru/node/106 (Дата обращения 30.10.2023).

References

1. SP 22.13330.2016 Foundations of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83*. / Ministry of Construction of Russia. M. GP CPP, 1995. 48 p.
2. GOST 25100-2011. Soils. Classification. – Introduction. 2013-01-01. – Moscow: Technormative, 2013. – 38 p.
3. Zaretsky Yu. K. Lectures on modern soil mechanics. - Rostov on Don, 1989. - 608 p.
4. Ukhov S.B., Semenov V.V., Znamensky V.V., Ter-Martirosyan, Chernyshev S.N. Mechanics of soils, foundations and foundations: Textbook. – M: Publishing House DIA, 1994 – 527.
5. Tsytovich N. A. Mechanics of frozen soils. Textbook. M., "Higher school", 1973. 448 p.
6. Handbook of construction on permafrost soils. Ed. Velli Yu. Ya., Dokuchaeva V. P., Fedorova N. F. L., Stroyppzdat, 1977, 552 p.
7. Alyoshina, T. Construction on permafrost: experience and innovations. URL: sibforum.sfu-kras.ru/node/106 (Accessed 30.10.2023).

*Воронежский государственный
технический университет
к.т.н, доц
Волков Н.М.
e-mail: volkne@bk.ru
Воронежский государственный
технический университет
студент группы МИОФ-221 Волков С.Н.
e-mail: sergeyvolkov2001@gmail.com
Воронежский государственный
технический университет
студентка группы МИОФ-221
Селезнева В.Н.
e-mail: svaleria270299@mail.ru
Воронежский государственный
технический университет
студент группы БСТР-2113
Волков М.В.
e-mail: misha_volkov_2015@list.ru*

*Voronezh State
Technical University
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Volkov N.M..
e-mail: volkne@bk.ru
Voronezh State
Technical University
student of group МИОФ-221 Volkov S.N.
e-mail: sergeyvolkov2001@gmail.com
Voronezh State
Technical University
student of group МИОФ-221
Selezneva V.N.
e-mail: svaleria270299@mail.ru
Voronezh State
Technical University
student of group БСТР-2113
Volkov M.V.
e-mail: misha_volkov_2015@list.ru*

Н.М. Волков, С.Н. Волков, В.Н. Селезнева, М.В. Волков

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ

Строительство небоскребов всегда привлекало внимание людей, воплощая их стремление к достижению новых высот буквально и фигурально. В данной статье рассмотрена целесообразность строительства небоскребов, а также некоторые особенности их проектирования и строительства. Выявлены основные преимущества и недостатки строительства высоток на сегодняшний день. Предоставлена статистика строительства высотных зданий в России на конец 2023 года.

Ключевые слова: высотные здания, небоскребы, строительство, проектирование, конструктивная схема.

N.M. Volkov, S.N. Volkov, V.N. Selezneva, M.V. Volkov

CURRENT TRENDS IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS IN RUSSIA

The construction of skyscrapers has always attracted people's attention, embodying their desire to reach new heights literally and figuratively. This article discusses the feasibility of building skyscrapers, as well as some features of their design and construction. The main advantages and disadvantages of the construction of high-rise buildings to date have been identified. Statistics on the construction of high-rise buildings in Russia at the end of 2023 are provided.

Key words: high-rise buildings, skyscrapers, construction, design, structural scheme.

В современной России отмечается заметный рост в строительстве высотных зданий. Эта тенденция наблюдается не только в Москве и Московской области, но и в других регионах страны. По прогнозам, к концу 2023 года будет завершено строительство более 50 небоскребов.

В настоящее время самым высоким зданием в России является Лахта-центр в Санкт-Петербурге, имеющий 87 этажей и высоту 462 метра. Однако Москва по-прежнему остается лидером в развитии высотного жилищного строительства.

За последние годы список городов с высотными жилыми зданиями значительно расширился. В Екатеринбурге, третьем по высоте городе России, к концу 2023 года планируется завершить строительство более 15 зданий. В Новосибирске в 2022 году были построены первые жилые высотные здания высотой более 30 этажей. На данный момент уже построено 5 зданий от 30 до 33 этажей, а еще 7 находятся в стадии строительства. После Екатеринбурга, Новосибирск является вторым городом по количеству зданий высотой более 30 этажей.

В Воронеже уже завершено возведение каркаса первого здания высотой более 30 этажей - ЖК БиК Tower, состоящего из 33 этажей. В Самаре в настоящее время идет строительство трех жилых пластин ЖК "Космолет" высотой по 32 этажа. В Уфе активно возводятся здания Tau House высотой 31 и 30 этажей, а также ЖК "Ботанический сад" и "Урбаника" высотой по 32 этажа.

По данным аналитиков компании "Метриум", в Москве в настоящее время строится 60 жилых комплексов с небоскребами высотой от 30 до 85 этажей. Наиболее высоким из строящихся жилых небоскребов является премиальный комплекс в "Москва-Сити" в высоту 340 метров, состоящий из 85 этажей и планируемый к сдаче во втором квартале 2027 года. Второе место занимает 58-этажная башня высотой 265 метров рядом с Останкинской башней. Вместе с зданиями будет построена торгово-развлекательная галерея, семейный центр и сенсорный сад.

Инженеры и архитекторы сталкиваются с необходимостью разработки сложных архитектурных и конструктивных решений для строительства высотных зданий. При этом особое внимание уделяется безопасности, прочности и комфорту будущих жителей. Отмечается использование высокопрочных материалов, включая сталь и железобетон, специализированных систем укрепления фундамента, а также методов ветровой и вибрационной защиты.

Одним из подходов к конструкции зданий является использование несущих стен, которые выполняют две функции - разделение пространства и поддержание нагрузки от этажей и кровли. Также широко применяется каркасная система с диафрагмами жесткости, которая считается эффективной при строительстве небоскребов. В последнее время развиваются системы с мегаколоннами, которые придают зданиям дополнительную жесткость и стабильность.

Одно из последних достижений в конструктивном строительстве небоскребов - система «HexaGrid», которая представляет собой сеть диагональных связей, обеспечивающих стабильность и прочность здания. Но стоит отметить, что данная система пока находится на стадии теоретического развития и практического применения еще не нашла.

Строительство небоскребов может принести множество положительных эффектов для города. Выделим среди них следующие:

- экономическое развитие: Строительство и эксплуатация привлекут значительные инвестиции в регион и создадут новые рабочие места. Это способствует развитию экономики и повышению уровня жизни в городе и регионе в целом.

- строительство современных многоэтажек сопутствуется развитием инфраструктуры вокруг объекта, что сделает район более комфортным для проживания и работы. В районе возведения недвижимости будут созданы новые дороги, транспортные системы, торговые и развлекательные центры.

Успех может послужить примером для других компаний и инвесторов, стимулируя их на вложение средств в различные проекты в городе и регионе, что может способствовать дальнейшему развитию инфраструктуры и экономики.

Кроме того, многие небоскребы отличаются необычными архитектурными решениями. Наличие такого в городе будет свидетельствовать о модернизации и развитии, создавая современный и прогрессивный образ города перед собственниками бизнеса и международным сообществом.

Однако, следует отметить, что среди экспертов отношение к строительству высотных зданий неоднозначное, так как некоторые считают, что реализация подобных проектов в регионах не выгодна с экономической точки зрения.

Если речь идет о жилых помещениях, то квартира в такой башне будет стоить примерно на 30% дороже, чем аналогичная недвижимость в любой элитной новостройке города.

Возведение небоскребов требует использования особых технологий, материалов и соблюдения дополнительных требований к пожарной безопасности и другим аспектам. Все это отражается на себестоимости и, соответственно, на конечной цене квадратного метра.

Строительство небоскребов является интересной и сложной областью, которая представляет собой уникальное сочетание архитектуры, инженерии и экологии. Когда речь идет о таких высотных зданиях, инженерное проектирование становится одной из главных проблем, которую необходимо решить.

Высокие здания требуют особых инженерных решений, чтобы обеспечить их стабильность и безопасность. Одним из ключевых аспектов инженерного проектирования небоскребов является использование передовых технологий и материалов. Современные строительные методы позволяют сократить время строительства и улучшить качество конструкций.

Например, использование компьютерного моделирования и симуляций позволяет инженерам предвидеть поведение здания при различных условиях и оптимизировать его конструкцию.

Также важно помнить, что строительство небоскребов несет определенные вызовы для окружающей среды. Трафик, вентиляция и освещение становятся особыми аспектами, которые необходимо учесть при проектировании и эксплуатации этих зданий. Например, высотные здания могут повлиять на потоки воздуха в городе, что требует разработки специальных систем вентиляции и кондиционирования.

Небоскребы имеют большое значение с символической точки зрения. Они представляют собой не только выгоду в использовании вертикального пространства, но и символ прогресса и развития. Небоскребы становятся иконами города и важными элементами его архитектурного наследия.

Строительство небоскребов является сложным и актуальным вопросом, требующим баланса между функциональностью, экологической устойчивостью и архитектурным вкладом. Несмотря на вызовы инженерного проектирования и воздействие на окружающую среду, преимущества использования вертикального пространства и символическая ценность небоскребов делают их незаменимыми элементами современных городов.

Вывод

При проектировании небоскребов возникает ряд проблем, которые требуют специального подхода для их решения. Важно учитывать все особенности строительства в высоте и находить комплексные решения, поскольку они взаимосвязаны между собой. Изменение одного аспекта может негативно сказаться на нескольких других. Например, увеличение жесткости основания для борьбы с ветровым давлением может увеличить чувствительность здания к сейсмической активности.

Не смотря на сложности проектирования, отсутствие опыта, дороговизну и недостаточность нормативной базы, строительство небоскребов становится всё более популярным. Оно связано с экономией земли и придаёт городам современный облик, являясь признаком их развития и экономического роста.

Библиографический список

1. Абакумов Р.Г., Рахматуллин А.Р. Аспекты объемно-планировочных и конструктивных решений производственных зданий, определяющие эффективность их ревитализации в городе Белгороде// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 58-62. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация. – Введ. 2013-01-01. – М.: Технорматив, 2013. – 38 с.
2. Астафьева Н. С., Канищева Е. С., Никонова И. О.: Перспективы строительства и эксплуатации небоскребов в 21 веке // Региональное развитие. 2015. №1 (5).
3. РБК Компании. Высотное строительство прошлое и будущее. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://companies.rbc.ru/news/nXyrHwyIAc/vyisotnoe-stroitelstvo---proshloe-i-budushee/> (Дата обращения:15.11.2023).
4. Livejournal/ Ежегодный обзор строительства 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mingitau.livejournal.com/359452.html/> (Дата обращения:15.11.2023).
5. СТБУН. Россия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.skyscrapercenter.com/country/russia/> (Дата обращения:15.11.2023).

References

1. Abakumov R.G., Rakhmatullin A.R. Aspects of spatial planning and design solutions of industrial buildings that determine the effectiveness of their revitalization in the city of Belgorod// Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2015. No. 5. pp. 58-62. GOST 25100-2011. Soils. Classification. – Introduction. 2013-01-01. – Moscow: Technormative, 2013. – 38 p.
2. Astafyeva N. S., Kanishcheva E. S., Nikonova I. O.: Prospects for the construction and operation of skyscrapers in the 21st century // Regional development. 2015. No. 1 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-stroitelstva-i-ekspluatatsii-neboskrebov-v-21-veke> Тимошенко S. P., Goodyear J. Theory of elasticity. - Moscow: Nauka, 1975. - 576 p.
3. RBC of the Company. High-rise construction is past and future. [electronic resource]. Access mode: <https://companies.rbc.ru/news/nXyrHwyIAc/vyisotnoe-stroitelstvo---proshloe-i-budushee/> (Date of request:15.11.2023).
4. Livejournal/ Annual Construction Review 2023. [Electronic resource]. Access mode: <https://mingitau.livejournal.com/359452.html/> (Date of request:15.11.2023).
5. СТБУН. Russia. [electronic resource]. Access mode: <https://www.skyscrapercenter.com/country/russia/> (Date of request:15.11.2023).

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
проектирования зданий и сооружений
им. Н.В.Троцкого Э.Е.Семенова
Магистр кафедры проектирования
зданий и сооружений
им. Н.В.Троцкого С.А.Карпункова
Россия, г. Воронеж,
тел. +79155417229
e-mail: Sonyaa123124@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Professor, Department of Design
of Buildings and Structures
N.V. Troitsky E.E. Semenova
Master of the Department of Design
of Buildings and Structures
N.V. Troitsky S.A. Karpunkova
Russia, Voronezh,
tel. +79155417229
email: Sonyaa123124@mail.ru*

С.А. Карпункова, Э.Е.Семенова

СРАВНЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ

В настоящей статье рассмотрена актуальная проблема, связанная с реконструкцией уже существующих зданий. Главной целью является повышение энергоэффективности данных зданий, и для достижения этой цели было проведено сравнение конструктивных решений ограждающих конструкций, направленных на улучшение энергетической эффективности.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, энергоэффективность, теплотехника, теплотехнические характеристики.

S.A. Karpunkova, E.E. Semenova

COMPARISON OF DESIGN SOLUTIONS FOR EXTERNAL ENCLOSING STRUCTURES TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY DURING RECONSTRUCTION OF ADMINISTRATIVE BUILDINGS

This article discusses a current problem associated with the reconstruction of existing buildings. The main goal is to improve the energy efficiency of these buildings, and to achieve this goal, a comparison of design solutions of building envelopes aimed at improving energy efficiency was carried out.

Key words: enclosing structures, energy efficiency, heating engineering, thermal characteristics.

В современном обществе все больше внимание уделяется вопросу модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства путем внедрения технологий реконструкции. Основной задачей является предотвратить или минимизировать риски разрушения зданий и возможных бедствий, повышая сооружения до нормативного уровня. Однако не во всех регионах есть достаточно средств для сноса старых зданий и строительства новых. Экономическая целесообразность реконструкции обусловлена кроме прочего и объемом получаемого ущерба от ликвидации материальных ценностей в виде несущих конструкций зданий по их действительной стоимости, которая по данным экспертных оценок превышает

для одного здания 40 млн руб. [1]. Дополнительно к этому ущербу прибавляются затраты на снос и утилизацию отходов, вызывающие отрицательную реакцию в обществе. Поэтому реконструкция зданий и сооружений имеет явные экологические преимущества и стоит на рассмотрении.

Применение энергосберегающих методов, технологий и материалов при новом строительстве и реконструкции можно считать одним из приоритетных направлений современного развития строительной индустрии. Это связано, прежде всего, с ограниченностью энергетических ресурсов, что приводит к увеличению их стоимости при существующих объемах потребления [2].

Для уменьшения расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, необходимы разработка и внедрение мероприятий по энергоэффективности. Методы, ведущие к снижению теплотерь бывают активные и пассивные. К активным относятся применения различных устройств регулирования подачи тепла в помещении, к пассивным – улучшения теплоизоляции. Анализ методов повышения энергоэффективности показывает, что необходимо проводить комплекс мер. При использовании активных методов можно сэкономить значительную часть на отопление 10 – 15 %. Пассивный метод приведет к большей экономии – 30 % [3].

Утепление ограждающих конструкций обеспечивается путем выбора утеплителя с наименьшим коэффициентом теплопроводности, для обеспечения требуемых нормативных показателей. Более целесообразно использовать вариант наружного утепления ограждающих конструкций, при которой конструкция стены состоит из несущего и теплоизоляционного слоя. Применение систем наружного утепления из более легких материалов позволяет проектировать стену меньшей толщины без потери теплоизоляционных свойств. С экономической точки зрения, стоимость утепления наружных стен существующих зданий зависит от принятого конструктивного варианта. Вариант утепления с оштукатуриванием фасадных поверхностей является наиболее дешевым, при использовании кирпича, как облицовочный материал, стоимость возрастает на 30 %, при использовании вентилируемых фасадов, стоимость возрастает в 1,8-2 раза [4].

Для сравнения вариантов выбрано три варианта наружных ограждающих конструкций (таблица 1).

Таблица 1

Конструктивное решение наружных ограждающих конструкций

Вариант	Состав конструкции стен	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² *°С)	Сопротивление теплопередаче, м ² *(°С/Вт)	Плотность, кг/м ³
1	- Известково-песчаный раствор	-20	-0,7	-0,12	75-120
	- Кирпичная кладка	-510	-0,7	-0,1	
	- Минеральная (каменная) вата	-100	-0,038	-0,58	
	- Известково-песчаный раствор	-20	-0,7	-0,12	
2	- Известково-песчаный раствор	-20	-0,7	-0,12	35-50
	- Кирпичная кладка	-510	-0,7	-0,1	
	- Пенополистирол ПСБ-50	-100	-0,042	-0,025	
	- Известково-песчаный раствор	-20	-0,7	-0,12	
3	- Известково-песчаный раствор	-20	-0,7	-0,12	75-85
	- Кирпичная кладка	-510	-0,7	-0,1	
	- Стекловата плита П-85	-100	-0,046	-0,5	
	- Известково-песчаный раствор	-20	-0,7	-0,12	

Проведенные расчеты осуществлены в программе SmartCalc для климатического района: Россия, Тюменская обл., г. Тюмень.

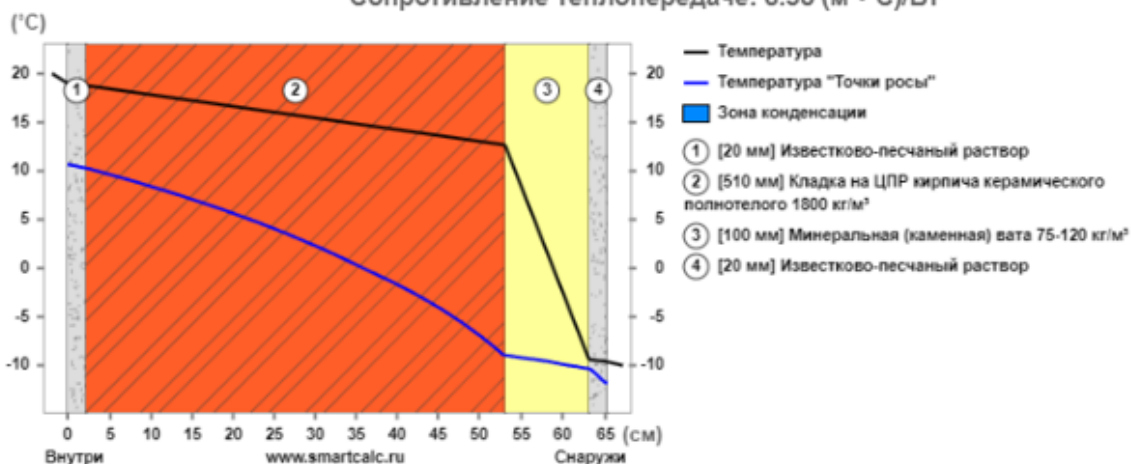
Расчет для варианта № 1 представлен на рисунке 1.

Конструкция

№	Тип	Материалы	Толщина, мм	λ	μ (Fn)	Управление
Внутри						
1	<input type="checkbox"/>	Известково-песчаный раствор	20	0.7	0.12	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
2	<input type="checkbox"/>	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	510	0.7	0.1	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
3	<input type="checkbox"/>	Минеральная (каменная) вата 75-120 кг/м³	100	0.038	0.58	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
4	<input type="checkbox"/>	Известково-песчаный раствор	20	0.7	0.12	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
Снаружи		Наружный воздух				



Сопротивление теплопередаче: 3.58 (м²·°С)/Вт



Слои конструкции (изнутри наружу)

№	Тип	Толщина	Материал	λ	R	Tmax	Tmin		
Сопротивление тепловосприятию							0.11	20.0	19.0
1	<input type="checkbox"/>	20	Известково-песчаный раствор	0.7	0.03	19.0	18.8		
2	<input type="checkbox"/>	510	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	0.7	0.73	18.8	12.7		
3	<input type="checkbox"/>	100	Минеральная (каменная) вата 75-120 кг/м³	0.038	2.63	12.7	-9.4		
4	<input type="checkbox"/>	20	Известково-песчаный раствор	0.7	0.03	-9.4	-9.6		
Сопротивление теплоотдаче							0.04	-9.6	-10.0
Термическое сопротивление ограждающей конструкции					3.42				
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]					3.58				
Требуемое сопротивление теплопередаче									
Санитарно-гигиенические требования [Rc]					1.61				
Нормируемое значение поэлементных требований [Rэ]					2.25				
Базовое значение поэлементных требований [Rт]					3.57				

Рис. 1. Расчет наружных ограждающих конструкций, вариант 1

Наружная ограждающая конструкция соответствует санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите: $R > R_c$.

Наружная ограждающая конструкция соответствует нормам базовых поэлементным требованиям по тепловой защите независимо от других требований: $R > R_t$.

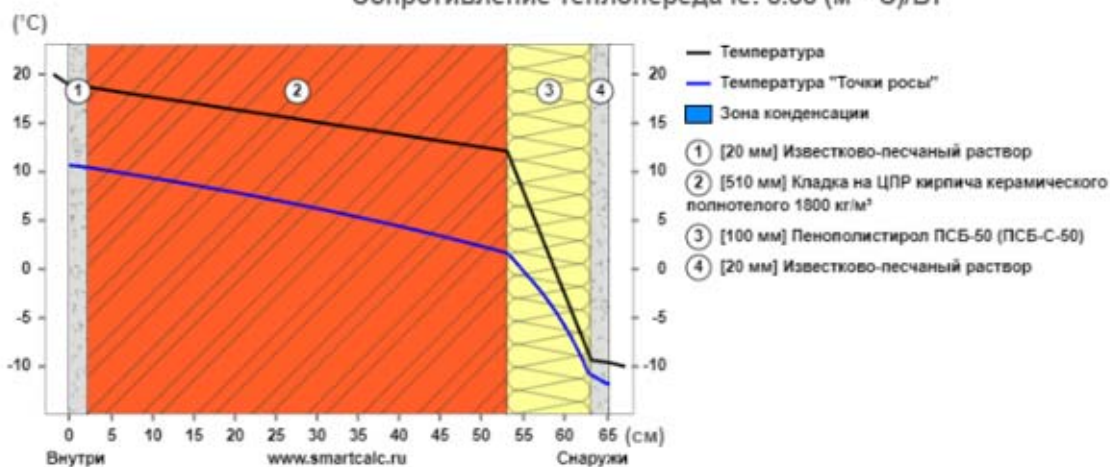
Расчет № 2 представлен на рисунке 2.

Конструкция

№	Тип	Материалы	Толщина, мм	λ	μ (Rn)	Управление
Внутри						
1	<input type="checkbox"/>	Известково-песчаный раствор	20	0.7	0.12	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
2	<input type="checkbox"/>	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	510	0.7	0.1	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
3	<input type="checkbox"/>	Пенополистирол ПСБ-50 (ПСБ-С-50)	100	0.042	0.025	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
4	<input type="checkbox"/>	Известково-песчаный раствор	20	0.7	0.12	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
Снаружи		Наружный воздух				



Сопротивление теплопередаче: 3.33 (м²·°C)/Вт



Слои конструкции (изнутри наружу)

№	Тип	Толщина	Материал	λ	R	T_{max}	T_{min}	
Сопротивление тепловосприятию						0.11	20.0	19.0
1	<input type="checkbox"/>	20	Известково-песчаный раствор	0.7	0.03	19.0	18.7	
2	<input type="checkbox"/>	510	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	0.7	0.73	18.7	12.1	
3	<input type="checkbox"/>	100	Пенополистирол ПСБ-50 (ПСБ-С-50)	0.042	2.38	12.1	-9.3	
4	<input type="checkbox"/>	20	Известково-песчаный раствор	0.7	0.03	-9.3	-9.6	
Сопротивление теплоотдаче						0.04	-9.6	-10.0
Термическое сопротивление ограждающей конструкции					3.17			
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]					3.33			
Требуемое сопротивление теплопередаче								
Санитарно-гигиенические требования [Rc]					1.61			
Нормируемое значение поэлементных требований [Rз]					2.25			
Базовое значение поэлементных требований [Rт]					3.57			

Рис. 2. Расчет наружных ограждающих конструкций, вариант 2

Наружная ограждающая конструкция соответствует санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите: $R > R_c$.

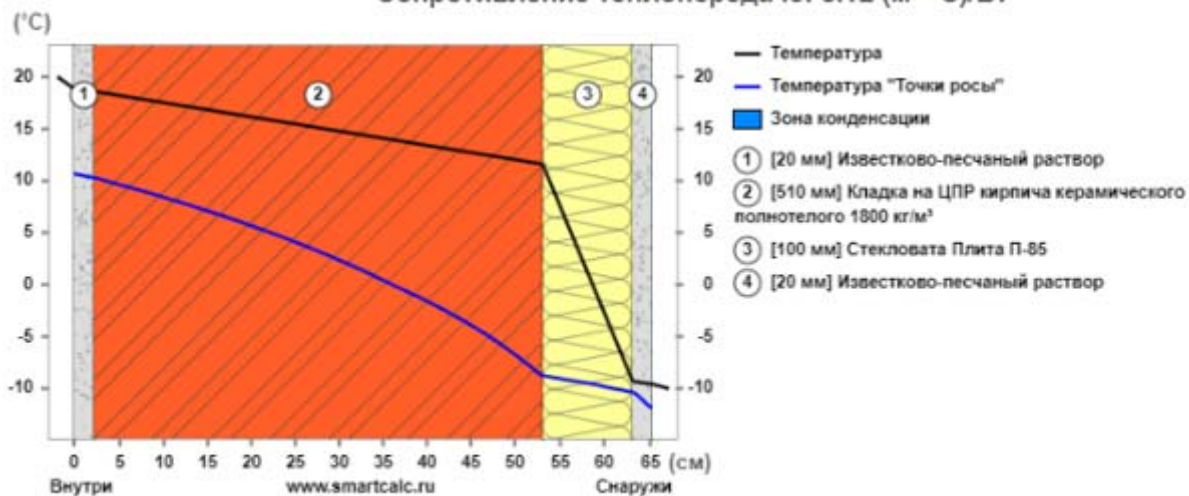
Наружная ограждающая конструкция не соответствует нормам базовых поэлементным требованиям по тепловой защите: $R < R_t$.

Расчет № 3 представлен на рисунке 3.

Конструкция

№	Тип	Материалы	Толщина, мм	λ	μ (Rp)	Управление
Внутри						
1	<input type="checkbox"/>	Известково-песчаный раствор	20	0.7	0.12	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
2	<input type="checkbox"/>	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	510	0.7	0.1	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
3	<input type="checkbox"/>	Стекловата Плита П-85	100	0.046	0.5	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
4	<input type="checkbox"/>	Известково-песчаный раствор	20	0.7	0.12	↑ ↓ ↻ ✎ 🗑
Снаружи		Наружный воздух				

Сопротивление теплопередаче: 3.12 (м²·°C)/Вт



Слои конструкции (изнутри наружу)

№	Тип	Толщина	Материал	λ	R	T_{max}	T_{min}
			Сопротивление тепловосприятию			0.11	20.0 18.9
1	<input type="checkbox"/>	20	Известково-песчаный раствор	0.7	0.03	18.9	18.6
2	<input type="checkbox"/>	510	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	0.7	0.73	18.6	11.6
3	<input type="checkbox"/>	100	Стекловата Плита П-85	0.046	2.17	11.6	-9.3
4	<input type="checkbox"/>	20	Известково-песчаный раствор	0.7	0.03	-9.3	-9.6
			Сопротивление теплоотдаче			0.04	-9.6 -10.0
Термическое сопротивление ограждающей конструкции					2.96		
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]					3.12		
Требуемое сопротивление теплопередаче							
Санитарно-гигиенические требования [Rc]					1.61		
Нормируемое значение поэлементных требований [Rэ]					2.25		
Базовое значение поэлементных требований [Rт]					3.57		

Рис. 3. Расчет наружных ограждающих конструкций, вариант 3

Наружная ограждающая конструкция соответствует санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите: $R > R_c$.

Наружная ограждающая конструкция не соответствует нормам базовых поэлементным требованиям по тепловой защите: $R < R_t$.

Вывод

Повышение энергоэффективности здания достигается за счет уменьшения его теплопотерь через ограждающие наружные конструкции. Для этого необходимо применение современных строительных материалов и технологий. Необходимость и целесообразность повышать энергетическую эффективность существующих зданий оправдывается, так как энергосберегающие мероприятия уменьшают энергопотребление, снижают потребление топлива, оплату за тепловую энергию, высвобождается дополнительная тепловая мощность, улучшается качество теплоснабжения, повышается экологическая безопасность, что в общей мере улучшает условия жизни человека [4].

Комплексом энергосберегающих мер является переход при строительстве новых и реконструкции существующих зданий на новые виды многослойных наружных ограждающих конструкций, приведенное сопротивление теплопередаче которых соответствует требованиям и действующим нормативам [5].

В результате сравнения вариантов, даже на основании простого расчёта, мы видим, что в данном случае реконструкции административного здания применение теплоизоляционного материала, как каменная вата, имеет преимущества перед остальными видами утеплителя (без учета экономических расчетов). Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Требуемая расчетная толщина утеплителя для климатического района г. Тюмень

	Минеральная (каменная) вата	Пенополистирол ПСБ-50	Стекловата плита П-85
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°С)	0,038	0,042	0,046
Сопротивление теплопередач, м ² ·(°С/Вт)	0,58	0,025	0,5
Толщина утеплителя при данном расчете, мм	100	100	100
Требуемая расчетная толщина утеплителя, мм	100	120	150

По результатам сравнения вариантов наружных ограждающих конструкций при реконструкции административного здания в г. Тюмень было определено необходимое значение расчетной толщины утеплителей, учитывая кратность выпускаемого материала.

Исследования показали, что использование традиционной однородной кладки в современных условиях недопустимо, так как при этом увеличивается масса конструкции и толщина кладки, что сказывается на стоимости. Для строительства жилых и общественных зданий (домов, школ, детских садов, административных зданий), где люди находятся длительное время, следует применять кирпичную кладку с различными вариантами утепления. Это связано с тем, что кирпич более устойчив к воздействиям окружающей среды и перепадам температур, более долговечен и при правильном архитектурно-дизайнерском решении повышает визуальную выразительность наружных фасадов.

Библиографический список

1. Збрицкий А.А., Кротов А.В., Горбан К.Д., Пахомова Э.А., Пушкарёва П.П. Обоснование целесообразности реконструкции жилых домов старой постройки. М, «Экономика строительства» №6(60), 2019, 5-12 с.

2. Карпункова С.А., Семенова Э.Е. Исследование способов повышения энергоэффективности при реконструкции административного здания. Научно-технический журнал «Высокие технологии в строительном комплексе» №1, 2023, 19-23 с.

3. Скороходова А.А., Семенова Э.Е. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 5-х томах. Том 4, Курск, 2020, 127-130 с.
4. Семенова Э.Е., Думанова В.С. Повышение энергоэффективности эксплуатируемых зданий. Инженерно-строительный вестник Прикаспия № 2 (32), 2020, 72-75 с.
5. Семенова Э.Е., Фабрицкая Е.М., Габитова С.О. Повышения энергоэффективности при реконструкции гражданских зданий. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения, 2016, № 3-4 (24-25). 31-34 с.

References

1. Zbritsky A.A., Krotov A.V., Gorban K.D., Pakhomova E.A., Pushkareva P.P. Justification of the feasibility of reconstructing old residential buildings. M, "Construction Economics" No. 6(60), 2019, 5-12 p.
2. Karpunkova S.A., Semenova E.E. Research on ways to improve energy efficiency during the reconstruction of an administrative building. Scientific and technical journal "High technologies in the construction complex" No. 1, 2023, 19-23 p.
3. Skorokhodova A.A., Semenova E.E. Increasing the energy efficiency of buildings and structures. Collection of scientific articles of the 8th International Youth Scientific Conference, in 5 volumes. Volume 4, Kursk, 2020, 127-130 p.
4. Semenova E.E., Dumanova V.S. Increasing the energy efficiency of existing buildings. Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region No. 2 (32), 2020, 72-75 p.
5. Semenova E.E., Fabritskaya E.M., Gabitova S.O. Increasing energy efficiency in the reconstruction of civil buildings. Science Magazine. Engineering systems and structures, 2016, No. 3-4 (24-25). 31-34 p.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
проектирования зданий и сооружений
им. Н.В.Троцкого Э.Е. Семенова
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений им. Н.В. Троцкого
А.Ю. Лебедева
Россия, г. Воронеж, тел. +79997217068
e-mail: liebiedieva2000@list.ru*

*Voronezh State
Technical University
Professor, Department of Design
of Buildings and Structures N.V. Troitsky
E.E. Semenova
Master of the Department of Design of Buildings
and Structures N.V. Troitsky
A.Y. Lebedeva
Russia, Voronezh, tel. +79997217068
email: liebiedieva2000@list.ru*

А.Ю. Лебедева, Э.Е. Семенова

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

В данной статье исследуются способы повышения энергоэффективности, как архитектурно-планировочные, так и инженерно-технические. Описаны необходимые мероприятия и технические устройства, обеспечивающие уменьшение энергии, потребляемой зданием во время эксплуатации.

Ключевые слова: энергоэффективность, тепловые потери, адаптивная вентиляция.

A.Y. Lebedeva, E.E. Semenova

RESEARCH OF WAYS TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY IN SPORTS FACILITIES

This article explores ways to improve energy efficiency, both architectural and planning, and engineering. The necessary measures and technical devices are described to reduce the energy consumed by the building during operation.

Keywords: energy efficiency, heat losses, adaptive ventilation.

В настоящее время энергосбережение - одна из приоритетных задач. Это связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. [1].

Среди перспективных направлений ресурсосбережения можно выделить снижение затрат энергии при строительстве и эксплуатации зданий. Раньше главным было внедрение технических решений, снижающих стоимость строительства, как следствие это приводило к росту затрат на отопление и электроэнергию. При пересмотре прежних принципов проектирования в направлении рационального использования энергии, разработаны мероприятия и технологии для снижения энергопотребления и увеличения эффективности использования ресурсов.

Система архитектурно-технологических мероприятий по повышению энергоэффективности зданий предусматривает разработку рациональных объемно-планировочных решений зданий, теплоизоляционных конструкций наружных ограждений и инженерных систем, контрольно-измерительных приборов, а также использование нетрадиционных источников энергии [2].

Вопрос о повышении энергоэффективности проектируемых зданий поддерживается законодательством Российской Федерации, а в частности [3].

Наиболее эффективными и важных мероприятиями, которые необходимо предусматривать при проектировании являются:

- вентиляция с рекуперацией тепла;
- теплоизоляция стен и кровель высокоэффективными материалами;
- энергоэффективное остекление;
- система учета энергоносителей; естественное охлаждение летом;
- отопление тепловым излучением;
- теплоизоляция фундамента;
- проектирование тамбуров при входе;
- максимальное использование солнечного света для освещения и отопления;
- использование альтернативных источников энергии; [4]

Спортивные объекты относятся к категории общественных зданий и сооружений, но имеют ряд существенных особенностей. Самые существенные отличия от других общественных зданий связаны с режимами эксплуатации и неравномерностью ресурсных нагрузок.

При проектировании спортивных сооружений возникает задача предусмотреть такие меры по повышению энергоэффективности зданий, чтобы за счет этого значительно уменьшить энергопотребление. Одними из таких мер является применение высокоэффективного остекления, поскольку многие спортивные сооружения имеют большую площадь остекления, что в свою очередь значительно повышает потребление энергии зданием.

На данный момент применяются множество материалов, которые уменьшают теплопотери в здании, например, в статье [4] сказано, энерго и теплосберегающие покрытия стекол можно разделить на два вида: (Double Low-E) мягкое покрытие – I-стекло; (Low-E) твердое покрытие – K-стекло. Они позволяют сократить отток тепла из помещения через окна. K-стекло предназначено для сокращения тепловых потерь. Покрытие стеклопакета пропускает солнечную коротковолновую энергию в помещение, но не пропускает наружу длинноволновое тепловое излучение, например, от отопительного прибора. I-стекло обладает ещё большей, чем у K-стекла отражающей способностью. I-стекло по своим теплосберегающим свойствам в полтора раза превосходит K-стекло. Различие между K-стеклом и I-стеклом заключается в коэффициенте излучательной способности, а также технологии его получения [5].

Так же большую роль играют наружные ограждающие конструкции. Использование на этапе проектирования энергоэффективных теплоизоляционных материалов с невысоким коэффициентом теплопроводности гарантирует снижение затрат на теплоснабжение до 25%. В последнее время набирает популярность применение системы вентилируемого фасада при возведении спортивных объектов. Данная технология отводит влагу от утеплителя, и он, в свою очередь, не теряет свои теплоизоляционные свойства. Навесные вентилируемые фасады (НВФ) обладают крайне высокими теплоизоляционными свойствами. Такой вид конструкции фасада позволяет многократно увеличить срок эксплуатации наружных ограждающих конструкций, благодаря изоляции их от воздействия атмосферных явлений. Для облицовки вентилируемого фасада наиболее эффективно применение облицовочного слоя из стали с полимерным покрытием, обладающим хорошими показателями долговечности, малым весом и высокой эстетической привлекательностью, что является важным аспектом при возведении объектов спортивного назначения. Такая система теплоизоляции наружных ограждающих конструкций обеспечивает значительное снижение затрат на отопление здания, в процентном соотношении до 40-50% [6].

Поскольку спортивные сооружения являются зданиями с переменными нагрузками, значительную роль при энергосбережении имеет инженерное оснащение. Пиковые нагрузки по водопотреблению и энергопотреблению во время соревнований могут в несколько раз превышать среднесуточные показатели (рис.1, рис. 2). Так же, ввиду обязательного оборудования спортивных залов принудительной вентиляцией, объем потребляемого воздуха крайне высок, что влечет за собой повышенное потребление энергии в здании [7].

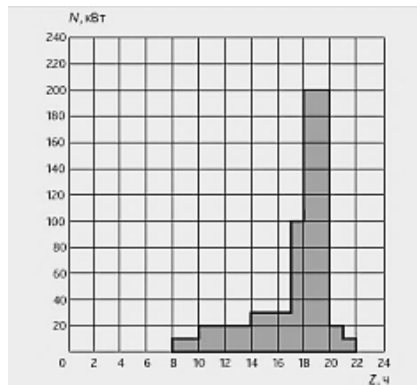


Рис. 1. Потребность в электрической энергии для системы холодоснабжения во время соревнований на волейбольной арене

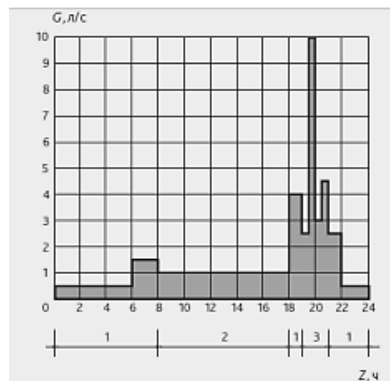


Рис. 2. Водопотребление на футбольном стадионе при различных режимах эксплуатации во время: 1 – перерыва; 2 – тренировки; 3 – футбольного матча

С целью экономии водных ресурсов необходимо применять экономичные смесители, которые работают автоматически с порционно нажимным или сенсорным механизмом, а также смесители, которые самостоятельно перекрывают воду, спустя время использования крана. За счет данных технологий можно до 30% понизить расход воды.

Так же значительно сэкономить поможет применение энергоэффективной системы вентиляции. Система адаптивной вентиляции за счет считывания датчиками концентрации углекислого газа делает распределение воздуха внутри помещений более равномерным, а также позволяет, в свою очередь, уменьшить теплопотери в неактивно используемых помещениях (рис.3). На рисунке 4 представлена схема использования вытяжной вентиляции и двухпоточной системы (приток+вытяжка).

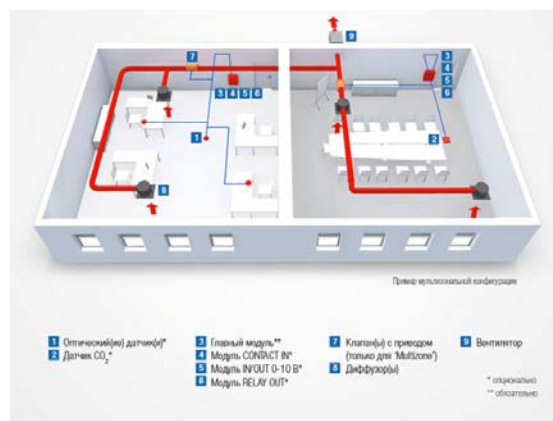


Рис. 3. Общая схема системы адаптивной вентиляции

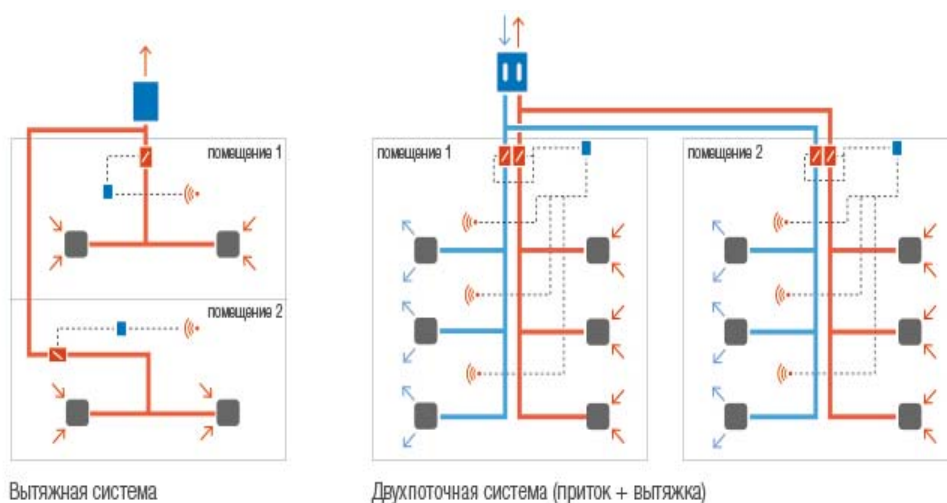


Рис. 4. Система адаптивной вентиляции в конфигурации MULTIZONE

Адаптивная вентиляция поможет не только обеспечить наиболее комфортные условия микроклимата спортивного сооружения, но и сэкономить до 50% электроэнергии на привод вентиляторов.

Также понизить затраты на отопление сооружений может применение качественных дверных коробок, оборудованных доводчиками и уплотнителями, для обеспечения как можно более низких потерь тепла при входе и выходе из помещений спортивного сооружения. Значительно сэкономить поможет применение приборов учета для всех инженерных систем здания.

Выводы

Благодаря применению всех вышеперечисленных мер мы можем положительно повлиять на экологию в мире, а также значительно сэкономить бюджет на протяжении всего периода эксплуатации объекта. В перспективе повсеместное применение энергосберегающих технологий при проектировании спортивных объектов позволит не только значительно экономить энергию и эффективно эксплуатировать данные объекты, но и может стать основой для развития сферы экологии и ресурсосбережения в нашей стране.

Библиографический список

1. Ю.Ю. Чужинова, Э.Е. Семенова, «Актуальность проблемы энергосбережения и пути ее решения» // Научный вестник Воронежского Государственно Технического Университета, г. Воронеж, 2014 год. С. 138-141.
2. Э.Е. Семенова, К.С. Котова, «Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности зданий», г. Воронеж // Научный вестник Воронежского Государственно Технического Университета, г. Воронеж, 2012 год. С. 193-197.
3. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23.11.2009 N 261-ФЗ (последняя редакция).
4. Сотникова О.А., Семенова Э.Е., Богай В.А. «Исследование энергосберегающих решений при проектировании светопрозрачных конструкций общественных зданий с применением низкоэмиссионного стекла» // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения: матер. Международ. конф.- ЮЗГУ. - 2019. - С.197-201.

5. Скороходова А.А., Семенова Э.Е., «Повышение энергоэффективности зданий и сооружений», г. Воронеж // Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 5-х томах. Том 4, Курск, 2020

6. Шигапова К.Р., Абдуханова Н.Г. «Инновационные системы энергосбережения, применяемые в строительстве и физкультурно-оздоровительных комплексов»// Евразийский Союз Ученых. 2021. №2-4 (83).

7. Малышев Д.А., Полушкина А.С. Энергосбережение в спортивных сооружениях. Зелёные стандарты // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум».

References

1. Yu.Yu. Chuzhinova, E.E. Semenova, "The relevance of the problem of energy saving and ways to solve it" // Scientific Bulletin of the Voronezh State Technical University, Voronezh, 2014. pp. 138-141.

2. E.E. Semenova, K.S. Kotova, "Development of measures to improve the energy efficiency of buildings", Voronezh // Scientific Bulletin of the Voronezh State Technical University, Voronezh, 2012. pp. 193-197.

3. Federal Law "On Energy Saving and on Improving Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 23.11.2009 N 261-FZ (latest edition).

4. Sotnikova O.A., Semenova E.E., Bogai V.A. "Research of energy-saving solutions in the design of translucent structures of public buildings using low-emission glass" // Modern problems in construction: setting tasks and ways to solve them: mater. International. conf.- SWSU. - 2019. - p.197-201.

5. Skorokhodova A.A., Semenova E.E., "Improving the energy efficiency of buildings and structures", Voronezh // Collection of scientific articles of the 8th International Youth Scientific Conference, in 5 volumes. Volume 4, Kursk, 2020

6. Shigapova K.R., Abdukhanova N.G. "Innovative energy saving systems used in construction and sports and recreation complexes"// Eurasian Union of Scientists. 2021. №2-4 (83).

7. Malyshev D.A., Polushkina A.S. Energy saving in sports facilities. Green standards // Materials of the XII International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum".

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 621.436

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова*

*Н.М. Волков
e-mail: volkne@bk.ru*

*Воронежский государственный
технический университет
Студент группы бЭТМ-201*

*Г.М. Картавец
e-mail: grigori43252014@gmail.com*

*Воронежский государственный
технический университет
Студент группы бЭТМ-201*

*В.С. Ходцев
e-mail: hodcevlad@mail.ru*

*Воронежский государственный
технический университет
Студент группы бЭТМ-201*

*В.Ю. Ворошилов
e-mail: i@ravonavo.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair
construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov*

*N.M. Volkov
e-mail: volkne@bk.ru*

*Voronezh State
Technical University
student of group бЭТМ-201*

*G.M. Kartavcev
e-mail: grigori43252014@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
student of group бЭТМ-201*

*V.S. Khodtsev
e-mail: hodcevlad@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
student of group бЭТМ-201*

*V.Y. Voroshilov
e-mail: i@ravonavo.ru*

Н.М. Волков, Г.М. Картавец, В.С. Ходцев, В.Ю. Ворошилов

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В данной статье будет рассмотрена проблема оценки воздействия строительной техники на окружающую среду и предложены способы минимизации данного воздействия.

Ключевые слова: строительная техника, окружающая среда, оценка воздействия, негативное воздействие.

N.M. Volkov, G.M.Kartavcev, V.S.Hodcev, V.Y. Voroshilov

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF CONSTRUCTION EQUIPMENT

This article will consider the problem of assessing the impact of construction equipment on the environment and propose ways to minimize this impact.

Keywords: construction machinery, environment, impact assessment, negative impact.

Оценка воздействия на окружающую среду – это процесс анализа и оценки потенциальных последствий деятельности человека на природу. Это позволяет определить степень влияния на различные компоненты окружающей среды и разработать меры по снижению негативного воздействия.

В случае строительной индустрии, оценка воздействия включает анализ следующих аспектов:

а) Загрязнение атмосферного воздуха: строительная техника, такая как бетономешалки, экскаваторы и бульдозеры, выделяет выхлопные газы, содержащие вредные вещества, такие как оксиды азота, углеводороды и твердые частицы.



Рис. 1. Загрязнение атмосферного воздуха строительной техникой

б) Загрязнение почвы: строительные материалы, такие как цемент и песок, могут загрязнять почву тяжелыми металлами и другими вредными веществами, а также работа строительной техники зачастую сопровождается разливом нефтепродуктов в окружающую среду.



Рис. 2. Загрязнение почвы нефтепродуктами

в) Шумовое загрязнение является одной из основных проблем, связанных с работой строительной техники. Шум, производимый строительными машинами, такими как экскаваторы, бетономешалки и бульдозеры, может вызывать значительный дискомфорт у жителей близлежащих районов. Вибрации, создаваемые строительной техникой, могут оказывать негативное воздействие на людей и животных. Они могут вызывать различные заболевания, такие как вибрационная болезнь, которая характеризуется поражением сосудов, нервной системы и опорно-двигательного аппарата. Для животных вибрации также могут быть вредны, так как они могут нарушать их сон и приводить к стрессу.

Способы минимизации воздействия.

Для минимизации негативного воздействия строительной техники необходимо внедрять инновационные технологии, использовать экологически чистые материалы и повышать уровень экологической культуры работников. Вот несколько способов минимизации воздействия:

а) Использование эко-технологий: внедрение энергоэффективных технологий, таких как гибридные двигатели, системы рекуперации энергии и системы очистки выхлопных газов, позволяет снизить выбросы вредных веществ и уменьшить загрязнение атмосферного воздуха.

б) Применение экологически чистых материалов: использование натуральных материалов, таких как дерево и камень, вместо цемента и песка, снижает загрязнение почвы и повышает экологичность строительства.

в) Обучение и повышение экологической культуры: проведение тренингов и семинаров для работников строительной индустрии по вопросам экологического менеджмента и устойчивого развития помогает улучшить понимание важности экологической ответственности и формирует мотивацию к соблюдению экологических норм.

г) Для снижения уровня шумового загрязнения при работе строительной техники необходимо применять ряд мер. Например, использование звукоизолирующих материалов на строительных площадках может значительно снизить уровень шума. Кроме того, важно проводить регулярное техническое обслуживание строительной техники, чтобы избежать возможных поломок и связанных с ними шумов. Также важно учитывать время проведения строительных работ, чтобы минимизировать шумовое воздействие на окружающих. Например, в некоторых странах существуют ограничения на время проведения шумных работ, которые должны соблюдаться строительными компаниями.

Вывод

Таким образом, оценка воздействия строительной техники на окружающую среду является актуальной проблемой, которую необходимо решать для обеспечения устойчивого развития строительной отрасли. Внедрение инновационных технологий, использование экологически чистых материалов и повышение уровня экологической культуры способствуют минимизации негативного воздействия и сохранению окружающей среды для будущих поколений.

Библиографический список

1. Иванов П.В. Контроль качества атмосферного воздуха газоаналитическим оборудованием при производстве работ на строительной площадке – <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/9770239.html>.

2. В лаборатории рассказали о пробах почвы на загрязнение нефтепродуктами – <https://stavmvl.ru/news/2524>.
3. Чендева А.А. Загрязнение почв нефтепродуктами на территории городской застройки – <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/6933754.html>.
4. Расчет выбросов строительной техники – https://studopedia.net/6_94222_raschet-vibrosov-stroitelnoy-tehniki.html.
5. Методы борьбы с шумом и вибрацией – <https://studfile.net/preview/1872077/page:35/>.

References

1. Ivanov P.V. Control of atmospheric air quality by gas-analytical equipment during work on the construction site - <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/9770239.html> .
2. The laboratory told about soil samples for contamination with petroleum products – <https://stavmvl.ru/news/2524> .
3. Chendeva A.A. Soil contamination with petroleum products in urban development – <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/6933754.html> .
4. Calculation of emissions of construction equipment – https://studopedia.net/6_94222_raschet-vibrosov-stroitelnoy-tehniki.html .
5. Methods of noise and vibration control – [https://studfile.net/preview/1872077/page:35 /](https://studfile.net/preview/1872077/page:35/).

УДК 625.7;656.1

Воронежский государственный технический университет

Канд. техн. наук, доцент

А.В. Еремин;

Россия, г. Воронеж,

тел. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

Воронежский государственный технический университет

Канд. техн. наук, доцент

В.П. Волокитин;

Россия, г. Воронеж,

тел. +7-910-343-59-37

e-mail: nova.vp@mail.ru

Воронежский государственный технический университет

Студент 5 курса Дорожно-транспортного факультета .Ф.М. Абрамов

Россия, г. Воронеж, тел. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

Воронежский государственный технический университет

Студент 5 курса Дорожно-транспортного факультета Е.В. Корнилов

Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

Voronezh State

Technical University

Cand. Of Tech. Science, Associate prof.

A.V. Eremin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

Voronezh State Technical University

Cand. Of Tech. Science,

Associate prof.

V.P. Volokitin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-343-59-37

e-mail : nova.vp@mail.ru

Voronezh State

Technical University

Fifth year student of the Faculty of Roads and Transport F.M. Abramov

Russia, Voronezh, tel. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

Voronezh State

Technical University

Fifth year student of the Faculty of Roads and Transport E.V. Kornilov

Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

А.В. Еремин, В.П. Волокитин, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

ВНЕДРЕНИЕ РОЛИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ НА УЧАСТКАХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ, ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ, МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ И НА УЧАСТКАХ С ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ДТП

В статье приведена информация о роликовых барьерных ограждениях, их назначении, применении и повышении уровня безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: барьерное ограждения, роликовое барьерное ограждение, безопасность дорожного движения, повышения уровня безопасности на дорогах и автомагистралях.

A.V. Eremin, V.P. Volokitin, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

INTRODUCTION OF ROLLER BARRIER FENCES ON MOTORWAY SECTIONS, MOUNTAINOUS TERRAIN, BRIDGE STRUCTURES AND IN AREAS WITH A HIGH CONCENTRATION OF ACCIDENTS

The article provides information about roller barrier fences, their purpose, application and improvement of road safety.

Keywords: barrier fencing, roller barrier fencing, road safety, improving the level of safety on roads and highways.

Барьерные ограждения являются неотъемлемой частью современной инфраструктуры автомобильных дорог. Они играют важную роль в обеспечении безопасности дорожного движения. Барьерные ограждения предназначены для предотвращения съезда транспортных средств с дороги и снижения вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий на затяжных поворотах, мостовых сооружениях, местах концентрации дорожно-транспортных происшествий на автомагистралях, горной местности и серпантинах. Вид барьерного ограждения принимается по ГОСТ 26804-2012; ГОСТ Р 52607-2006 в зависимости от уровня удерживающей способности. На мостовых сооружениях уровень удерживающей способности зависит от категории автомобильной дороги и количеству полос и составляет от 190 кДж (на дорогах IV технической категории) до 550 кДж (на дорогах I технической категории). В соответствии с ГОСТ Р 52607-2006 удерживающая способность для мостовых сооружений колеблется от У2(190 кДж) до У9 (550 кДж). В качестве альтернативы традиционным барьерным ограждениям мы рассмотрим роликовые барьерные ограждения (рис. 1).



Рис. 1. Роликовое барьерное ограждение, установленное на вираже

Роликовое барьерное ограждение представляют собой систему металлических конструкций, состоящих из роликов, опор, крепежных и светоотражающих элементов. Сами ролики выполнены в форме цилиндрического резервуара (рис. 2).



Рис. 2. Устройство роликового ограждения

Материал изготовления – полиуретановый эластомер INKUMER. Особенностью данного композита является высокая твёрдость по Шору (80-90 единиц), долговечность, способность переносить резкие атмосферные изменения. Полимер INKUMER позволяет частично гасить удар при боковом скольжении без разрушения поверхности барьера и при этом не блокировать корпус автомобиля за счёт проскальзывания ролика по площади контакта (рис.3). Так же можно изготавливать ролики из резинотехнической смеси. В отличие от полимера INKUMER резина лучше поглощает энергию удара и имеет меньшие последствия деформации самого ролика. К существенным недостаткам резины можно отнести воздейст-

вие высокой температуры окружающей среды. Это повлечёт увеличение цены на обслуживание барьерного ограждения. Поэтому ролики из резины целесообразно применять в полярном и умеренном климатических поясах. Ролики из INKUMER можно применять в любой климатической зоне

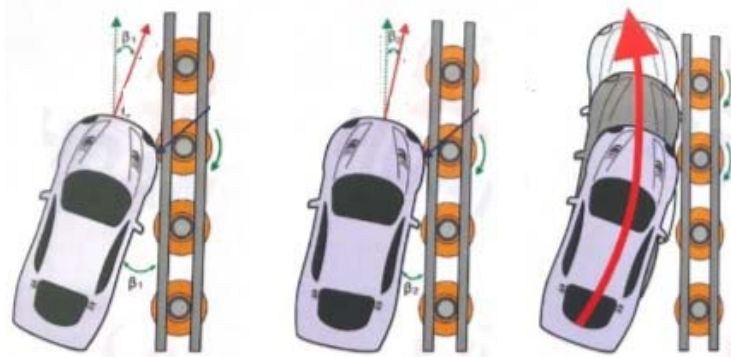


Рис. 3. Модель удара автомобиля об роликовое барьерное ограждение

При столкновении автомобиля с барьерным ограждением кинетическая энергия удара переходит во вращательную энергию роликов. В следствии этого последствия удара для водителя и автомобиля не такие значительные, как при ударе о сминаемое барьерного ограждение. Так же за счёт прокручивания роликов автомобиль при столкновении возвращается в свою полосу движения с незначительными повреждениями в отличие от металлического, тросового или железобетонного защитного ограждения. Благодаря этим свойствам можно избежать ДТП с другими участниками дорожного движения, которые могут последовать после наезда на барьерное ограждение. Благодаря своей конструктивной особенности в виде крутящихся элементов уровень удерживающей способности может достигать значения выше $U_{10}(600 \text{ кДж})$ по ГОСТ Р 52607-2006. Если такой уровень удерживающей способности не является необходимостью, то за счёт уменьшения диаметра ролика и изменения диаметра сечения трубы или марки стали, можно понизить уровень удерживающей способности до необходимого.

Сравнение последствий удара о типовое барьерное ограждение и роликовое представлены на рис.4 и рис.5.



Рис. 4. Столкновение автомобиля с типовым барьерным ограждением на дорогах II категории



Рис. 5. Столкновение автомобиля с роликовым барьерным ограждением

К недостаткам роликового барьерного ограждения можно отнести наличие технического обслуживания за механизм вращения. Необходимо проводить смазку механизмов раз в квартал. Так же для устранения последствий серьёзного ДТП необходимо заменить вращающийся элемент барьерного ограждения. Так же к минусам данной конструкции можно отнести высокую стоимость. Так, цена одного погонного метра данного ограждения составляет 25 тысяч рублей включая установку (25 млн. руб. за 1 км.), в то время как металлическое барьерное ограждение с уровнем удерживающей способности У9 имеет стоимость 8.8 млн. руб. за 1 км.

Выводы

В заключение можно сказать, что роликовое барьерное ограждение – является необходимостью на автомобильных дорогах с участками повышенной опасности (серпантины, участки с переходными кривыми малого радиуса) и мостовых сооружениях из-за их более высокой эффективности по сравнению с традиционными барьерными ограждениями, принятыми нормативными документами, такими как ГОСТ 26804-2012; ГОСТ Р 52607-2006.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] - <https://www.rollercrashbarrier.com/sale-22496333-stainless-steel-beam-roller-barrier-fence-hot-dip-galvanized.html>.
2. [Электронный ресурс] - <https://www.findtheneedle.co.uk/companies/insight-security/news/roller-barrier-is-an-effective-anti-climb-fence-topper>.
3. [Электронный ресурс] - <https://russian.alibaba.com/g/roller-fence.html>.
4. [Электронный ресурс] - <https://www.rollerbarrier.com>.
5. [Электронный ресурс]-<https://www.zr.ru/content/articles/907145-zashchishchajtes>.
6. [Нормативный документ]- ГОСТ 26804-2012 «Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия.».
7. [Нормативный документ]- ГОСТ Р 52607-2006 «Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей».

References

1. [Electronic resource] - <https://www.rollercrashbarrier.com/sale-22496333-stainless-steel-beam-roller-barrier-fence-hot-dip-galvanized.html>.
- 2.[Electronic resource] - <https://www.findtheneedle.co.uk/companies/insight-security/news/roller-barrier-is-an-effective-anti-climb-fence-topper>.
3. [Electronic resource] - <https://russian.alibaba.com/g/roller-fence.html>.
- 4.[Electronic resource] - <https://www.rollerbarrier.com>.
5. [Electronic resource]- <https://www.zr.ru/content/articles/907145-zashchishchajtes>.
6. [Normative document] - GOST 26804-2012 "Metal road barriers of barrier type. Technical conditions."
7. [Normative document] - GOST R 52607-2006 "Road retaining side fences for cars".

*Воронежский государственный
технический университет Канд. техн. наук,
доцент*

А.В. Еремин;

*Россия, г. Воронеж,
тел. +7-910-346-95-87*

e-mail: bora.av@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент*

В.П. Волокитин ;

*Россия, г. Воронеж,
тел. +7-910-343-59-37*

e-mail: nova.vp@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет
Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета Ф.М. Абрамов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета Е.В. Корнилов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

Voronezh State

Technica IUniversity

Cand. Of Tech. Science, Associate prof.

A.V. Eremin;

*Russia, Voronezh,
tel. +7-910-346-95-87*

e-mail: bora.av@mail.ru

Voronezh State

Technical University

Cand. Of Tech. Science,

Associate prof. V.P. Volokitin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-343-59-37

e-mail : nova.vp@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport F.M. Abramov*

Russia, Voronezh, tel. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport E.V. Kornilov*

Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

А.В. Еремин, В.П. Волокитин, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

ИНТЕГРАЦИЯ ВЕЛОСИПЕДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДСКУЮ СРЕДУ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВА

В статье описана проблема интеграции велосипедной инфраструктуры в общественные пространства и городскую среду. А также приведены решения по созданию и размещению велопарковок, совмещенных с объектами ландшафтного дизайна и общественного транспорта.

Ключевые слова: велосипед; велосипедная инфраструктура; городская среда; велопарковка.

A.V. Eremin, V.P. Volokitin, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

INTEGRATION OF BICYCLE INFRASTRUCTURE INTO THE URBAN ENVIRONMENT AND PUBLIC SPACES

The article describes the problem of integrating bicycle infrastructure into public spaces and the urban environment. Solutions for the creation and placement of bike parks combined with landscape design and public transport facilities are also provided.

Keywords: bicycle; bicycle infrastructure; urban environment; bicycle parking.

Развитие велодвижения стоит на повестке дня во многих городах России. В последние десятилетия городские администрации всё более убеждаются в том, что возможность езды на велосипеде — это преимущество для городов. В Воронеже примером данной тенденции служит создание места движения для велосипедистов в рамках реконструкции проспекта Революции в 2021 году.

Однако перед людьми, ответственными за принятие решений, и специалистами, на плечи которых ложится работа по реализации этих планов, встаёт множество вопросов:

- Как разработать эффективную стратегию развития велодвижения?
- Какой подход лучше всего подойдёт нашему городу?
- Как создать высококачественную
- инфраструктуру?
- Как стимулировать людей использовать велотранспорт и развивать велосипедную культуру?

Если у нас есть цель, чтобы велосипед действительно стал одним из видов городского транспорта, наши города должны предоставлять возможности для этого.

Раскрыть такой высокий потенциал велодвижения можно, если езда на велосипеде будет физически возможна, безопасна и привлекательна. Только в этом случае велосипед в городах сможет составить конкуренцию автомобилю, что безусловно положительно скажется на экологическом состоянии городской среды и физическом здоровье жителей.

Одним из ключевых шагов является интеграция объектов велосипедной инфраструктуры в городскую среду и общественное пространства, которого зачастую и так не хватает. Это означает, что необходимо совмещать потребности различных категорий горожан, при этом следить за тем, чтобы интересы одних, не становились поперек интересов других.

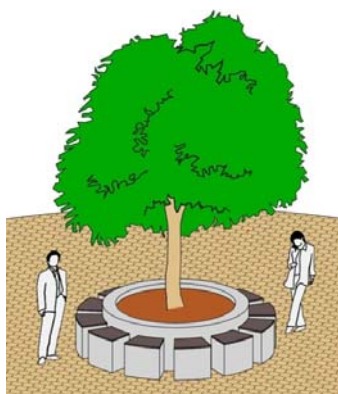
В статье предложен ряд объектов, которые возможно интегрировать в общественные городские пространства с целью популяризации передвижения на велосипедном транспорте.

Модели выполнены в системе Renga, визуализированы в Twinmotion.

Велопарковка совмещенная с малой архитектурной формой.

Представляет собой велопарковку, которая оснащена сидячими местами по периметру. По центру имеется зона для посадки небольших декоративных деревьев, кустарников или клумбы (рис.1, рис. 2).

Такой объект гармонично впишется на входах пешеходных зон, парках и дворах. Таким образом, получается эстетически привлекательная велопарковка, добавляющая площадь озеленения участка городской территории.



а)



б)

Рис. 1. Модель (а) и рендер (б) скамейки с возможностью паркинга велосипедов



Рис. 2. Вариант совмещения велостоянки и ландшафтной композиции (вид на левый берег г. Воронеж)

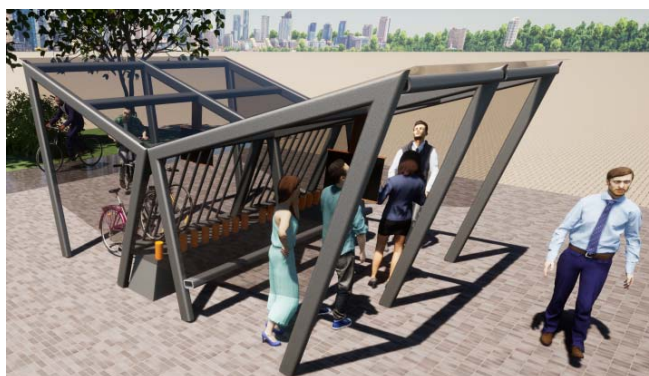
На рис.2 представлен вариант размещения данного объекта на Петровской набережной г. Воронеж.

Следующий объект – станция зарядки электровелосипедов с возможностью подкачки шин (рис.3а), совмещенная с остановочным павильоном (рис.3б).

Между двумя блоками расположен распределительный блок с воздушными компрессорами и кабелями электрической сети 220В. Оплата за услуги производится в стоящем рядом терминале.



а)



б)

Рис. 3. Визуализация станции с остановочным павильоном

Данный проект рекомендуется размещать рядом с торгово-развлекательными центрами, спортивными комплексами и местами досуга горожан.

Еще один вариант – спаренная скамейка, разделенная зоной парковки велосипедов, размер которой может изменяться, в зависимости от необходимости размещения в конкретной локации.

Актуально размещение на набережных, пешеходных улицах, в лесопарковых зонах.

На рис.4 представлен вариант размещения объекта на набережной Авиастроителей в г. Воронеж.



Рис. 4. Визуализация размещения объекта в Левобережном районе

Выводы

Подводя итог, можно сказать о том, что с развитием велоинфраструктуры в городах, несомненно, сделает использование такого вида передвижения более привлекательным. Соответственно вырастет число его пользователей, что положительно скажется на экологическом состоянии городской среды и здоровье горожан.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] - <https://www.presto-cycling.eu>.

References

2. [Electronic resource] - <https://www.presto-cycling.eu>.

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

А.В. Еремин;

Россия, г. Воронеж,

тел. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

В.П. Волокитин;

Россия, г. Воронеж,

тел. +7-910-343-59-37

e-mail: nova.vp@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета, Ф.М. Абрамов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета Е.В. Корнилов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

Voronezh State

Technical University

Cand. Of Tech. Science, Associate prof.

A.V. Eremin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

Voronezh State

Technical University

Cand. Of Tech. Science, Associate prof.

V.P. Volokitin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-343-59-37

e-mail: nova.vp@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport, F.M. Abramov*

Russia, Voronezh, tel. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport E.V. Kornilov*

Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

А.В. Еремин, В.П. Волокитин, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В статье приведен вариант использования акустических экранов с целью усиления защиты прилегающих территорий, так и протекции зоны тротуара от вредного шумового и токсичного воздействия автомобильных дорог.

Ключевые слова: акустический экран; шумозащитный экран; снижение уровня шума; защищенный тротуар; защита пешеходов.

A.V. Eremin, V.P. Volokitin, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

RATIONAL USE OF ACOUSTIC SCREENS ON THE TERRITORY OF SETTLEMENTS

The article presents the option of using acoustic screens in order to enhance the protection of adjacent territories, and the protection of the sidewalk zone from the harmful noise and toxic effects of highways.

Keywords: acoustic screen; noise-proof screen; noise reduction; protected sidewalk; pedestrian protection.

Акустический экран – это конструкция, возводимая вдоль крупных проспектов, автомагистралей, железнодорожных путей для уменьшения шума. Располагается, как правило, на высокоскоростных магистралях, проходящих мимо жилых и офисных районов. Установка экрана может значительно повысить цену недвижимости и земли в этом районе, а также уменьшает шумовое загрязнение.

Помимо этого, акустические экраны могут выполнять ряд других функций:

- Защита пешеходов, движущихся по тротуарам вдоль автомобильной дороги от высокого уровня шума;
- Защита пешеходов от выбросов вредных веществ в процессе эксплуатации автомобилей и самой дороги.



Рис. 1. Акустический экран

На рис.1 представлен экран, защищающий близлежащие здания от шумового воздействия автомобильной дороги. Однако, как можно заметить, тротуар отделен от проезжей части лишь барьерным ограждением. Как следствие, пешеходы условно защищены лишь от физического воздействия проезжающих транспортных средств.

Существует вариант полного скрытия проезжей части шумозащитными экранами (рис.2).



Рис. 2. Полная изоляция дороги акустическими экранами

Однако данный метод имеет ряд недостатков:

- повышенная температура над проезжей частью, особенно в теплое время года
- необходимость обустройства вентиляции с целью вывода CO_2 и поступления притока O_2 в зону эксплуатации.

Наиболее доступным вариантом служит использование дополнительных акустических экранов между проезжей частью и тротуаром (рис.3).

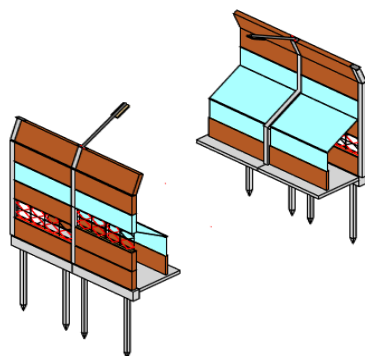


Рис. 3. Проект комплексного использования акустических панелей

Данное решение не только снижает шумовое воздействие на близлежащие территории, но и защищает пешеходов от акустического воздействия и вредных выбросов, образующихся в процессе эксплуатации автомобильной дороги.

Интенсивное дорожное движение дает звуковое воздействие до 100 дБ, использование одного ряда шумозащитных экранов может снизить этот показатель практически на 40 дБ (табл.)

Таблица

Индексы изоляции воздушного шума использованных акустических панелей

Толщина панели, мм	Индекс звукоизоляции, дБ
100	32
200	38

В местах использования дополнительного ряда панелей (используемых с целью защиты тротуара), индекс звукоизоляции доходит до 70дБ (график на рис.4). Из чего следует, что от изначального шумового воздействия остается порядка 30%.

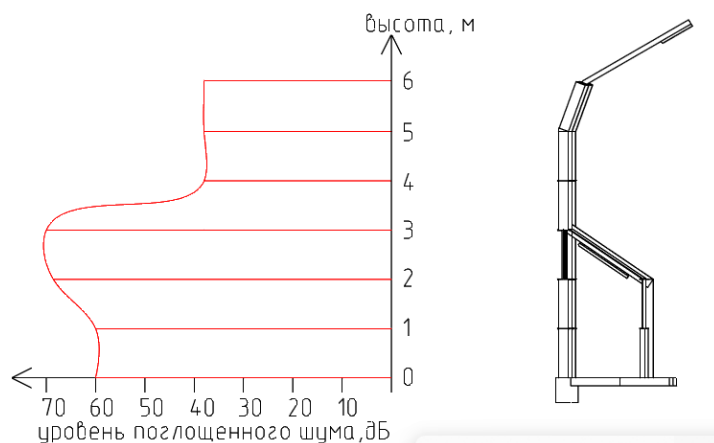


Рис. 4. График поглощения уровня шума используемыми акустическими панелями

Проектом предусмотрено:

- Освещение пешеходной зоны (кабеленесущая система показана синим цветом на рис.5)
- Интеграция опор освещения проезжей части в опоры акустических экранов (кабеленесущая система показана красным цветом на рис.5).

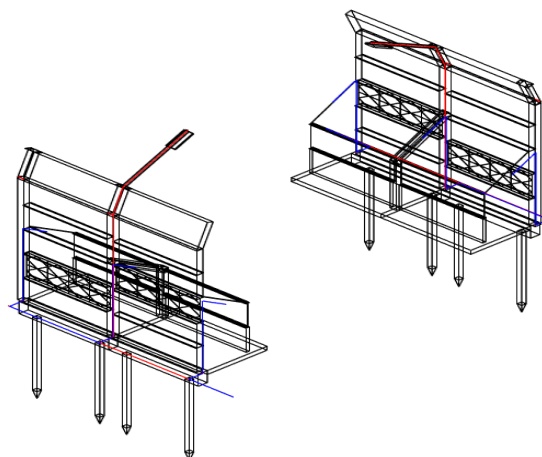


Рис. 5. Схема расположения электрифицирующих сетей

В светлое время суток предусмотрено поступление дневного света через прозрачные ПШТ-панели (указаны лазерным цветом на рис.3).

Приток воздуха осуществляется за счет размещения вентиляционных окон со стороны, обратной относительно проезжей части автомобильной дороги.

Визуализация проекта представлена на рис.6.



Рис. 6. Визуализация проекта

Выводы

Подводя итог, можно сказать о том, что применение акустических экранов, защищающих тротуар способствует не только снижению звукового воздействия на прилегающие территории, но и служит защитой пешеходной зоны от выбросов и акустического влияния, которые образуются в процессе эксплуатации автомобильной дороги.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] - <http://soundblock.pro>.
2. [Электронный ресурс] - <https://doorhan.ru>.

References

1. [Electronic resource] - <http://soundblock.pro>.
2. [Electronic resource] - <https://doorhan.ru>.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова Е.А. Тарасов
Эксперт ООО Экспертное Учреждение
"Региональный Центр Автотехнической
Экспертизы" А.В. Кириенко
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова
Д.Н. Дегтев
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова
А.Н. Щиенко
Директор ООО Экспертное Учреждение
"Региональный Центр Автотехнической
Экспертизы" Е.В. Тарасова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State Technical University
D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of
construction engineering and engineering
mechanics named after Professor
N.Ul'yanova E.A. Tarasov
Ekspert LLC Ekspertasutus "piirkondlik
autotehnika Ekspertiisikeskus"
A.V. Kirienko
D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of
construction engineering and engineering
mechanics named after Professor
N.Ul'yanova D.N. Degtev
D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of
construction engineering and engineering
mechanics named after Professor
N.Ul'yanova A.N. Shchienko
Ekspert LLC Ekspertasutus "piirkondlik
autotehnika Ekspertiisikeskus"
E. V. Tarasova
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

Е.А. Тарасов, А.В. Кириенко, Д.Н. Дегтев, А.Н. Щиенко, Е.В. Тарасова

ПРИМЕР ВИДЕОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Представлен пример видеотехнической экспертизы.

Ключевые слова: экспертиза, видеотехническая экспертиза, обстоятельства ДТП, исследование.

Е.А. Tarasov, A.V. Kirienko, D.N. Degtev, A.N. Shchienko, E.V. Tarasova

EXAMPLE OF A FORENSIC AUTO TECHNICAL EXAMINATION

An example of a forensic auto-technical examination is presented.

Keywords: car, auto technical expertise, circumstances of an accident, research.

Для производства настоящего исследования поступила видеозапись, зафиксированная в файле «1fbf1868-b99d-4244-9b3f-4b16d5fc7b7d.mp4».

На разрешение эксперта поставлен вопрос:

Находился ли один из участвующих в ДТП автомобилей, Шевроле Лачетти гос. номер ХХХХХ, и Фольксваген Поло гос. номер ХХХХХ, в момент столкновения, в неподвижном состоянии?

Обстоятельства дела известны эксперту из представленных на исследование материалов, а также со слов заказчика.

Экспертное исследование было проведено в помещении ООО Экспертное Учреждение «Региональный Центр Автотехнической Экспертизы».

И С С Л Е Д О В А Н И Е

I. Предварительное исследование

Исследование имело своей целью установление основных параметров видеопотока, пригодности визуального качества методами криминалистической экспертизы видеозаписей (визуальным и инструментальным) с использованием комплекса программных и аппаратных средств:

- ПЭВМ INTEL Core i5 2500k CPU 3.3 GHz, 16 Gb ОЗУ, монитор Philips 273E;
- программные пакеты: VirtualDub-1.10.4., K-Lite Mega Codec Pack 11.2.0, HashTab 5.2.0.14, Adobe Photoshop Elements 9.0, MediaInfo 0.7.79.

Проверка целостности и работоспособности программного обеспечения и компьютера осуществлялась путем выполнения штатных тестовых процедур.

Предварительное исследование показало, что подлежащая исследованию видеозапись зафиксирована в файле «1fbf1868-b99d-4244-9b3f-4b16d5fc7b7d.mp4» (хэш-сумма MD5: EF1140274683A22FCE5477987AA5392D).

Представленная на исследование видеозапись была зафиксирована при помощи стационарно установленной камеры наружного наблюдения. В нижней левой части кадра расположен маркер, вероятно содержащий информацию о номере камеры системы видеонаблюдения. В верхней левой части кадра расположен маркер, содержащий информацию о дате и времени съемки. Видеозапись является цветной, проводилась в светлое время суток при естественном освещении. Изображения объектов имеют удовлетворительные резкостные характеристики. Исследуемая видеозапись имеет продолжительность 49,52 с. и состоит из 1484 кадров. Кадровая частота постоянная и составляет 29,970 к/с. Выпавших и дублирующих кадров не обнаружено.

Как видно из приведенных данных, технические характеристики видеозаписывающего устройства, используемого для видеозаписи, достаточно высокие, визуальное качество удовлетворительное.

Таким образом, технические характеристики и визуальное качество представленной на исследование видеозаписи достаточны для проведения дальнейшего исследования.

II. Установление последовательности связанных с ДТП событий

Данное исследование было направлено на определение характера движения, непосредственно перед ДТП, автомобилей по представленной на исследование видеозаписи методами криминалистической экспертизы видеозаписей. При производстве исследования использовалась методика визуального анализа. Данное исследование было проведено при помощи программно-аппаратного комплекса, указанного в части I настоящего заключения.

Из полученной от заказчика информации специалисту известно, что автомобиль красного цвета это Шевроле Лачетти гос. номер ХХХХХ (далее по тексту ТС1), автомобиль белого цвета это Фольксваген Поло гос. номер ХХХХХ (далее по тексту ТС2).

Визуальный анализ проводился методом многократного покадрового просмотра видеозаписи в прямом и обратном направлении. В ходе анализа производился захват отдельных кадров. Данные кадры приведены в заключении в качестве иллюстраций.

В ходе анализа было установлено, что:

- в кадре № 487 (Рис. 1) зафиксирован момент остановки ТС1, ТС2 продолжает движение, автомобили находятся на незначительном расстоянии друг от друга;

- в кадре № 496 (Рис. 2) зафиксирован момент контактного взаимодействия находящегося в движении ТС2 с находившимся в неподвижном состоянии ТС1, начиная с данного кадра фиксируется деформация переднего бампера ТС1.



Рис. 1. Кадр № 487 – момент остановки ТС1, расположение автомобилей перед столкновением



Рис. 2. Момент столкновения находящегося в движении ТС2 с находившимся в неподвижном состоянии ТС1

Таким образом, перед столкновением ТС1 находился в неподвижном состоянии, а ТС2, продолжая движение, допускает столкновение с ТС1.

Выводы

Перед столкновением автомобиль Шевроле Лачетти гос. номер XXXXX находился в неподвижном состоянии, а автомобиль Фольксваген Поло гос. номер XXXXX, продолжая движение, допускает столкновение с автомобилем Шевроле Лачетти гос. номер XXXXX.

Библиографический список

1. ГОСТ 13699-91 Запись и воспроизведение информации. Термины и определения. М., 1991.
2. Каганов А.Ш. Криминалистические исследования видео– и звукозаписей// Криминалистика. Информационные технологии доказывания / под ред. д.ю.н. проф. В.Я. Колдина – М: Зерцало–М, 2007. – 752 с.
3. Кочетков А.Т. Криминалистическая видеозапись. М: Щит–М, 2004.
4. С.С.Абрамов, А.С.Абрамов, А.М.Зимин, А.Ш.Каганов, П.А.Кириянов, Н.А.Романько, И.И.Чава Особенности проведения комплексных экспертиз по материалам видеозаписей – М:Издательский центр “Судэкс”, 2011. – 223 с.

References

1. GOST 13699-91 Recording and reproducing information. Terms and Definitions. M., 1991.
2. Kaganov A.Sh. Forensic studies of video and sound recordings // Crime-listika. Information technologies of evidence / ed. Doctor of Law prof. V.Ya. Koldina – M: Zertsalo-M, 2007. – 752 p.
3. Kochetkov A.T. Forensic video recording. M: Shield-M, 2004.
4. S.S.Abramov, A.S.Abramov, A.M.Zimin, A.Sh.Kaganov, P.A.Kiryanov, N.A.Romanko, I.I.Chava Features of conducting comprehensive examinations based on video recording materials – M: Sudex Publishing Center, 2011. – 223 p.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

УДК 625.7;656.1

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

А.В. Еремин;

Россия, г. Воронеж,

тел. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

Студент 2 курса магистратуры

Дорожно-транспортного факультета,

А.В. Волокитина

Россия, г. Воронеж,

тел. +7 (904) 212-18-21

e-mail: nasya.v@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета, Ф.М. Абрамов*

Россия, г. Воронеж,

тел. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного
факультета Е.В. Корнилов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

Voronezh State Technica lUniversity

Cand. Of Tech. Science, Associate prof.

A.V. Eremin;

Russia, Voronezh,

tel. +7-910-346-95-87

e-mail: bora.av@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Second year Master's student of the Faculty
of Road Transport,*

Students of the Faculty of Road Transport:

A.V. Volokitina

Russia, Voronezh,

tel. +7(904) 212-18-21

e-mail: nasya.v@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport F.M. Abramov*

Russia, Voronezh,

tel. +7(950) 754-81-44

e-mail: fabramov2001@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Fifth year student of the Faculty of Roads
and Transport E.V. Kornilov*

Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25

e-mail: jenya8885@gmail.com

А.В. Еремин, А.В. Волокитина, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

ИНТЕГРАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ЗАРЯДКИ В ПОКРЫТИЕ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ ГОРОДСКИХ ДОРОГ И АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

В статье описан один из самых современных и перспективных способов беспроводной зарядки электромобилей с использованием технологий компании ElectReon.

Ключевые слова: электромобиль; беспроводная зарядка; ElectReon.

A.V. Eremin, A.V. Volokitina, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

INTEGRATION OF WIRELESS CHARGING INTO THE ROADWAY COVERAGE OF URBAN ROADS AND HIGHWAYS

The article describes one of the most modern and promising methods of wireless charging of electric vehicles using ElectReon technologies.

Keywords: electric car; wireless charger; ElectReon.

Электромобили на батарейках (BEV) развиваются и набирают популярность ускоренными темпами. Несмотря на значительный прогресс в области оборудования и инфраструктуры, подзарядка по-прежнему занимает значительно больше времени, чем заправка автомобиля, работающего на ДВС.

Израильская технологическая компания Electreon разрабатывает и внедряет инновационное решение этой проблемы. Суть технологии заключается в следующем: перед укладкой асфальтобетонного или цементобетонного покрытия размещаются медные пластины (рис.1., рис.2), которые подключаются к блокам управления на обочинах, а электромобили, движущиеся по дороге, снабжаются приёмниками беспроводной энергии.



Рис. 1. Процесс разгрузки и установки медных пластин

Размеры одной секции медных пластин: длина 120см, ширина 50см, толщина 3см. Зарядные устройства передают электричество при помощи магнитного поля, которое колеблется с частотой резонирующей вибрации в магнитных катушках на приемном устройстве. Это позволяет заряжать аккумуляторы непосредственно во время движения.



Рис. 2. Маркировка и соединение медных пластин между собой

Технология беспроводной зарядки Electreon используется в специально отведенных зонах и вдоль общественных дорог, что позволяет электронным автопаркам удобно заряжаться в течение всего рабочего дня. Это уменьшает потребность в тяжелых батареях и выравнивает кривую спроса на электроэнергию.

Данное комплексное решение включает в себя подземную инфраструктуру и современное программное обеспечение для управления зарядкой. Проект требует, чтобы блок управления передачи электроэнергии был расположен на обочине, то есть в непосредственной близости у дороги, а приёмник беспроводной энергии был установлен в шасси каждого транспортного средства (рис.3.).

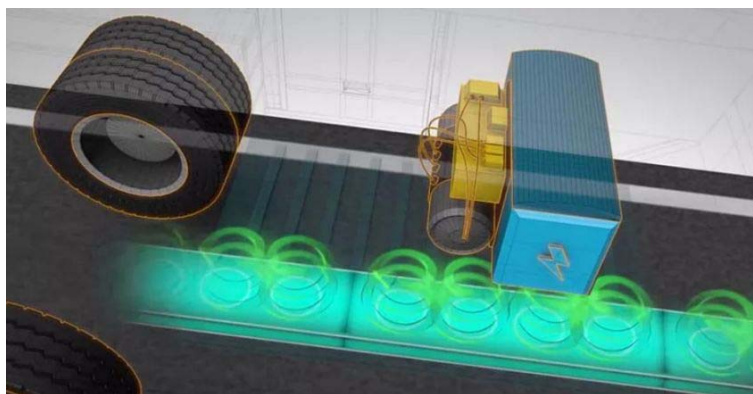


Рис. 3. Схема расположения устройства для приёма беспроводного заряда

В настоящий момент времени не существует какого-либо серийного варианта электрического транспортного средства с установленной системой беспроводной зарядки с завода.



Рис. 4. Визуальное представление расположения пластин под проезжей частью

Процесс зарядки осуществляется следующим образом: Блок управления передает питание от электросети на сегменты катушки беспроводной зарядки в дороге, когда авторизованный автомобиль находится непосредственно над сегментом дороги (рис.4). Связь с транспортными средствами осуществляется в режиме реального времени.

Автомобиль, оборудованный специальным устройством для приёма беспроводной энергии получает её от медных катушек, расположенных под ездовым полотном(рис.5.) и передаёт её на аккумулятор транспортного средства.



Рис. 5. Авторизации автомобиля во время подзарядки

В Швеции компания построила экспериментальную дорогу длиной 1,65 километра. Для первых полноценных испытаний по ней запустили 40-тонный электрический магистральный тягач (рис.5), который оснастили пятью беспроводными модулями по 20 кВт.

В итоге тестовый грузовой автомобиль продемонстрировал способность получения на ходу до 70 кВт энергии. Так же во время испытаний было доказано, что неблагоприятные погодные условия, а именно снег и лёд не влияют на возможности беспроводной зарядки.



Рис. 6. Испытания электрического грузового автомобиля в городе Готланд, Швеция

Аналогичный испытательный комплекс ElectReon развёртывает в Тель-Авиве (рис.7.). Этот проект беспроводной электрической дороги включает в себя беспроводную электрическую зарядную станцию на автобусной остановке железнодорожного вокзала Тель-Авивского университета, которая заряжает стационарный электронный автобус, когда пассажиры садятся и выходят из транспортного средства.

Данная стратегия зарядки позволяет оптимально использовать время простоя на первой остановке маршрута для зарядки автобуса. Так же во время тестовых заездов была произведена зарядка компактного хэтчбэка с объёмом батареи 22кВт*ч. Максимальная скорость зарядки во время тестирования составила порядка 8.5 кВт.

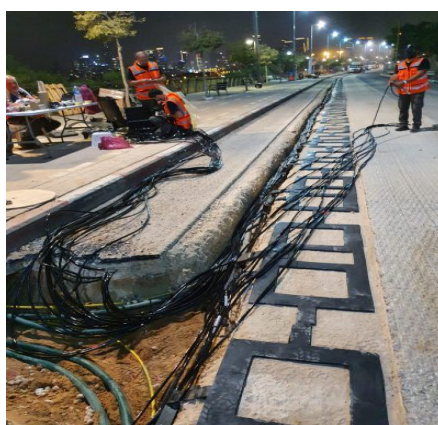


Рис. 7. Строительство участка автомобильной дороги с беспроводной зарядкой в городе Тель-Авив, Израиль

К недостаткам на данный момент можно отнести низкий КПД, который варьируется от 25% до 75%. Такой большой разброс зависит от дорожного просвета транспортного средства и от толщины асфальтобетонного или цементобетонного покрытия, под которым находятся медные пластины. Так же недостатком является высокая реализация технологии в настоящее время. Стоимость участка автомобильной дороги с беспроводной зарядкой, протяжённостью 800 метров, составляет 12 миллионов долларов.

В процессе испытаний было доказано, что беспроводные зарядные устройства не должны представлять опасности для здоровья, потому что даже те, которые достаточно мощны для автомобилей, могут создавать магнитные поля, соответствующим установленным правилам безопасности.

Выводы

Внедрение данной технологии является необходимым этапом для перехода от транспортных средств, работающих на двигателе внутреннего сгорания на электромобили. Применение технологий беспроводной зарядки прямо во время движения снизит потребности в установке стационарных зарядных станций, увеличит дальность электромобилей, а также позволит их производителям использовать менее ёмкие и, как следствие, более доступные аккумуляторы.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] - <https://electreon.com>.
2. [Электронный ресурс] - <https://mag.auto.ru/article/swedenchargingroad>.

References

1. [Electronic resource] - <https://electreon.com>.
2. [Electronic resource] - <https://mag.auto.ru/article/swedenchargingroad>.

*Воронежский государственный
технический университет
старший преподаватель кафедры
«Жилищно-коммунального хозяйства»
Лобанов Дмитрий Валерьевич
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-28-92
e-mail: ldv-36@mail.ru
старший преподаватель кафедры
«Жилищно-коммунального хозяйства»
Мерщиев Александр Александрович
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-28-92
e-mail: sasha_1990@mail.ru
Военно-воздушная академия имени
профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
кандидат технических наук, доцент,
начальник кафедры
Звенигородский Игорь Иванович
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)244-76-45
e-mail: zvendocent@mail.ru
кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры
Сафонов Сергей Александрович
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)244-76-45
e-mail: vgasu.gkh@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
Senior Lecturer of the Department of Housing
and Communal Services
Lobanov Dmitry Valerievich
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-28-92
e-mail: ldv-36@mail.ru
Senior Lecturer of the Department of Housing
and Communal Services
Mershchiev Alexander Alexandrovich
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-28-92
e-mail: sasha_1990@mail.ru
Military Air Academy named after Professor
N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Head of Department
Zvenigorodskiy Igor Ivanovich
Russia, Voronezh, tel. +7(473)244-76-45
e-mail: zvendocent@mail.ru
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Professor of Department
Safonov Sergey Aleksandrovich
Russia, Voronezh, tel. +7(473)244-76-45
e-mail: vgasu.gkh@gmail.com*

Д.В. Лобанов, А.А. Мерщиев, И.И. Звенигородский, С.А. Сафонов

ОБСЛЕДОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО СООРУЖЕНИЯ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ ПО ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Инженерное сооружение имеет срок службы, зависящий от различных факторов. Своевременное и правильно выполняемое техническое обслуживание, проведение планово-предупредительного ремонта оказывают существенное влияние на срок службы всего инженерного сооружения. Однако, если пренебрегать выше указанными работами, то возможен преждевременный износ, результатом которого будет невозможность эксплуатации объекта. Для того, чтобы восстановить инженерное сооружение необходимо провести техническое обследование всех его элементов с выдачей заключения о техническом состоянии объекта в целом. В статье рассматривается инженерное сооружение дымовой трубы, которое в дальнейшем подлежит комплексному техническому обследованию с выдачей рекомендаций по его дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: обследование инженерного сооружения, эксплуатация инженерного сооружения, техническое обслуживание, капитальный ремонт, реконструкция инженерного сооружения.

INSPECTION OF THE CHIMNEY ENGINEERING STRUCTURE WITH RECOMMENDATIONS FOR ITS FURTHER OPERATION

An engineering structure has a service life that depends on various factors. Timely and correctly performed maintenance and scheduled preventive maintenance have a significant impact on the service life of the entire engineering structure. However, if the above work is neglected, premature wear is possible, which will result in the impossibility of operating the object. In order to restore an engineering structure, it is necessary to conduct a technical inspection of all its elements with the issuance of an opinion on the technical condition of the object as a whole. The article examines the engineering structure of a chimney, which is subsequently subject to a comprehensive technical inspection with the issuance of recommendations for its further operation.

Keywords: inspection of an engineering structure, operation of an engineering structure, maintenance, overhaul, reconstruction of an engineering structure.

Изучение технического состояния строительных конструкций представляет собой отдельное направление инженерной деятельности, которое охватывает широкий спектр вопросов, связанных с обеспечением надежности зданий и сооружений в процессе эксплуатации, проведением ремонтно-восстановительных работ и разработкой проектной документации для реконструкции и усиления конструкций [1, 2].

С каждым годом наблюдается рост количества проводимых обследований, что объясняется несколькими факторами. Во-первых, причиной этого является физический и моральный износ сооружений и конструкций. Во-вторых, проводится перевооружение и реконструкция производственных зданий. Кроме того, изменения в форме собственности также оказывают влияние на увеличение объема проводимых обследований.

Общая цель обследования технического состояния строительной конструкции заключается в определении степени физического износа, причин его возникновения, физической работоспособности конструкции и формулировании мероприятий по обеспечению эксплуатационного качества [3, 4]. По результатам обследования составляется отчет с выводами и рекомендациями по дальнейшей эксплуатационной пригодности объекта [5, 6].

В данной статье рассмотрим выполнение обследования дымовой трубы. Стальная дымовая труба обеспечивает удаление дымовых газов от 3-х котлов Универсал-5М. В качестве топлива для котлов используется твердое топливо – уголь. К дымовой трубе подведен один наземный кирпичный газоход и один стальной газоход. Дымовая труба эксплуатируется только в отопительный период.

Общий вид дымовой трубы представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид дымовой трубы

Газоотводящий ствол дымовой трубы состоит из двух стальных цилиндрических оболочек, сваренных между собой. Толщина цилиндрических оболочек 6,0 мм. Диаметр газоотводящего ствола 630 мм. На отм. +2,500 м к дымовой трубе примыкает стальной газоход \varnothing 325 мм. Ствол дымовой трубы установлен на опорную плиту. Опорная плита размерами 1,8×1,6 м имеет толщину 20 мм. Крепление ствола к опорной плите осуществляется с помощью восьми вертикальных ребер трапециевидной формы высотой 400 и 800 мм. Толщина ребер равна 16 мм. Крепление опорной плиты к верхнему обрезу железобетонного фундамента осуществляется с помощью восьми анкерных болтов. Верхний обрез железобетонного фундамента имеет размеры в плане 2,05×1,965 м и располагается на высоте 2,0 м от уровня поверхности земли. Дымовая труба поддерживается в проектном положении системой вантовых оттяжек, закреплённых на стволе трубы на отм. +21,960 м. Вантовые оттяжки выполнены из круглого проката диаметром 16 мм в виде многозвенной цепи. На стволе дымовой трубы имеется ходовая лестница в виде ходовых скоб. Ходовая лестница выполнена без ограждения. Система молниезащиты состоит из одного молниеприемника и заземляющего контура.

Категории технического состояния определялись в соответствии с [7], оценка технического состояния по внешним признакам выполнена по методике, изложенной в [8].

По результатам проведенного технического обследования установлено, что все обнаруженные дефекты и повреждения в основном образовались в результате длительного срока эксплуатации и несвоевременного проведения планово-предупредительных ремонтов. Описание всех дефектов и повреждений (с оценкой технического состояния) приведено в таблице.

На основании обнаруженных дефектов и повреждений можно сделать вывод о том, что техническое состояние строительных конструкций дымовой трубы согласно [7] – ограниченно-работоспособное.

Описание и расположение дефектов и/или повреждений с оценкой технического состояния конструкций по внешним признакам приведены в таблице.

Ведомость дефектов и повреждений

№ п/п	Положение дефекта и (или) повреждения	Наименование дефекта и (или) повреждения	Категория состояния конструкции	Возможные причины появления	Примечание
1	Железобетонный постамент дымовой трубы	Сквозная вертикальная трещина	Ограниченно-работоспособное состояние	Неравномерная осадка фундамента	Рис. 2
2	Кирпичный наземный газоход дымовой трубы	Разрушение кирпичной кладки стен	Ограниченно-работоспособное состояние	Длительный срок эксплуатации, несвоевременное проведение планово-предупредительных ремонтов	Рис. 3
3	Приямок дымовой трубы	Приямок заполнен водой, подтопление фундамента	Ограниченно-работоспособное состояние	Нарушение правил эксплуатации	Рис. 4



Рис. 2. Сквозная вертикальная трещина шириной раскрытия до 4 мм в железобетонном постаменте дымовой трубы



Рис. 3. Разрушение кирпичной кладки стен наземного газохода дымовой трубы



Рис. 4. Прямо́к дымовой трубы заполнен водой, подтопление фундамента

В результате проведенного обследования установлено, что строительные конструкции дымовой трубы имеют дефекты и повреждения. Таким образом, с учетом таблицы 1 и рис. 2-4 рекомендуется демонтировать строительные конструкции, так как технические характеристики и конструктивные особенности объекта, не позволяют использовать его в рамках новых проектных нагрузок с новой проектируемой блочно-модульной котельной.

Библиографический список

1. А. А. Мерщев. Обследование здания лаборатории с рекомендациями по его дальнейшей эксплуатации / Д. В. Лобанов, И. И. Звенигородский, С. А. Сафонов // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2022. – № 2. – С. 44-50. – EDN KWTYLZ.

2. А. А. Мерщиев. Техническое обследование здания канализационной насосной станции с рекомендациями по дальнейшей эксплуатации / Д. В. Лобанов, И. А. Серебрякова [и др.] // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2023. – № 1. – С. 115-121. – EDN SQNPCN.

3. Шмелев, Г. Д. МОНИТОРИНГ и прогноз ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ строительных конструкций ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ / Г. Д. Шмелев, Э. В. Сазонов, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2021. – № 3(18). – С. 9-18. – DOI 10.36622/VSTU.2021.18.3.001. – EDN ROYHMD.

4. А. А. Мерщиев. Реорганизация производственных зон городских поселений на примере Г. Воронежа / Е. Э. Бурак, Ю. А. Воробьева, П. А. Барзенкова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2023. – № 1(24). – С. 86-94. – DOI 10.36622/VSTU.2023.24.1.010. – EDN QFQPJF.

5. А. А. Мерщиев. Анализ состояния технических подполий и расположенных в них инженерных сетей жилого дома / Д. В. Лобанов, С. В. Аносов, М. С. Борх // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2023. – № 1. – С. 122-128. – EDN FJZWSV.

6. Лобанов, Д. В. Проведение работ по эксплуатации систем отопления на основе тепловизионной съемки / Д. В. Лобанов, А. А. Мерщиев // Каспий и глобальные вызовы: Материалы Международной научно-практической конференции, Астрахань, 23–24 мая 2022 года / Составители: О.В. Новиченко [и др.]. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2022. – С. 813-816. – EDN KUZAZV.

7. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

8. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. Москва, 2001 г.

References

1. A. A. Mershchiev. Examination of the laboratory building with recommendations for its further operation / D. V. Lobanov, I. I. Zvenigorodsky, S. A. Safonov // High technologies in the construction complex. – 2022. – No. 2. – Pp. 44-50. – EDN KWTYLZ.

2. A. A. Mershchiev. Technical inspection of the sewage pumping station building with recommendations for further operation / D. V. Lobanov, I. A. Serebryakova [et al.] // High technologies in the construction complex. – 2023. – No. 1. – pp. 115-121. – EDN SQNPCN.

3. Shmelev, G. D. MONITORING and forecast OF THE TECHNICAL CONDITION OF building structures OF BUILDINGS AND STRUCTURES / G. D. Shmelev, E. V. Sazonov, M. S. Kononova // Housing and communal infrastructure. – 2021. – № 3(18). – Pp. 9-18. – DOI 10.36622/VSTU.2021.18.3.001. – EDN ROYHMD.

4. A. A. Mershchiev. Reorganization of industrial zones of urban settlements on the example of Voronezh / E. E. Burak, Yu. A. Vorobyeva, P. A. Barzenkova // Housing and communal infrastructure. – 2023. – № 1(24). – Pp. 86-94. – DOI 10.36622/VSTU.2023.24.1.010. – EDN QFQPJF.

5. A. A. Mershchiev. Analysis of the state of technical subpoles and engineering networks of a residential building located in them / D. V. Lobanov, S. V. Anosov, M. S. Borkh // High technologies in the construction complex. – 2023. – No. 1. – pp. 122-128. – EDN FJZWSV.

6. Lobanov, D. V. Carrying out work on the operation of heating systems based on thermal imaging / D. V. Lobanov, A. A. Mershiev // Caspian and global challenges: Materials of the International scientific and Practical Conference, Astrakhan, May 23-24, 2022 / Compiled by O.V. Novichenko [et al.]. – Astrakhan: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Astrakhan State University", 2022. – pp. 813-816. – EDN KUZAZV.

7. SP 47.13330.2012 Engineering surveys for construction. Basic provisions;

8. Recommendations for assessing the reliability of building structures of buildings and structures by external signs. Moscow, 2001.

УДК 625.144

*Российский университет транспорта
Канд. техн. наук, доц. кафедры «Наземные
транспортно-технологические средства»
М.Ю. Чалова*

*Россия, г. Москва, тел. +7(916) 543-07-67
e-mail: margarita_chalova@mail.ru*

*Российский университет транспорта
Аспирант кафедры «Наземные транспорт-
но-технологические средства»*

М.Р. Головачева

*Россия, г. Москва, тел. +7(965) 423-27-79
e-mail: marina-nikulina-2016@mail.ru*

*Russian University of Transport
D. Sc. (Engineerin) Prof. of the Department
"Ground Transport and Technological
Means" M.Y. Chalova*

*Russia, Moscow, tel. +7(916) 543-07-67
e-mail: margarita_chalova@mail.ru*

*Russian University of Transport
Postgraduate student of the Department of
"Ground Transportation and Technological
means" M.R. Golovacheva*

*Russia, Moscow, tel. +7(965) 423-27-79
e-mail: marina-nikulina-2016@mail.ru*

М.Ю. Чалова, М.Р. Головачева

ВЛИЯНИЕ СНЕЖНЫХ МАСС НА ДНИЩЕ ПОЛУВАГОНА СНЕГОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ СМ-2

Для повышения надежности работы снегоуборочной машины СМ-2, а также возможности модернизации конструкции ее полувагонов, необходима методика расчета. При этом полувагоны машины имеют уникальную конструкцию с наличием наклонного транспортера внутри. Соответственно, существующие методики расчета для вагонов пассажирского и грузового типов не подходят для расчета полувагона снегоуборочной машины СМ-2.

Ключевые слова: снегоуборочная машина, надежность, полувагон, транспортер, методика.

M.Y. Chalova, M.R. Golovacheva

INFLUENCE OF SNOW MASSES ON THE BOTTOM OF THE GOND POINT CAR OF THE SM-2 SNOW PLOWER

To increase the reliability of the SM-2 snowplow, as well as the capabilities of the modern design of its gondola cars, a calculation method is needed. At the same time, the gondola cars of the car were equipped with lighting with an inclined conveyor inside. Accordingly, the calculation methodology for passenger and freight cars does not correspond to the calculation of the gondola car of the SM-2 snowplow.

Key words: snow blower, reliability, gondola car, conveyor, methodology.

Технология работы снегоуборочной машины типа СМ-2 состоит в том, что во время ее движения начинает крутиться барабан щеточного типа. Он забрасывает снег на транспортер, который перемещает снежную массу и выгружает на накопительный конвейер промежуточного вагона. Его движение которого намного медленнее, чем загрузочного. За счет такой разницы промежуточный вагон со временем наполняется снегом. Если снег плотный или его много, то барабан поднимают, опустив подрезной нож. Вновь опускают питающий ротор лишь тогда, когда надо загрузить вырезанную массу на конвейер. От льда избавляются за два

или три прохода – во время первого из них пользуются скальвателем, подняв ротор. Затем опять работает щеточный барабан.

Снежная масса, накопившаяся в промежуточном вагоне, перемещается и разгружается в концевой вагон. При этом начинает работать механизм разгрузочного конвейера, который можно настроить для выбрасывания снега в левую или правую сторону. Это возможно делать на стоянке и при движении снегоуборочной машины. [1]

Во время работы снегоуборочной машины на днище вагона действуют следующие нагрузки: от веса вагона, от веса транспортера и от веса транспортируемых снежных масс. При этом распределение нагрузок на конвейере неравномерное, в месте падения снега давление наибольшее (рис. 1).

С учетом неравномерности распределения давления от снега нагрузка на днище вагона так же неравномерна и динамична. Это косвенно влияет на увеличение скорости изнашивания подшипников, установленных в буксовых узлах колесных пар вагона, так как на ходовые тележки и, соответственно, на колесные пары действуют усилия от веса вагона, конвейера и снежных масс.

Для достижения равномерности распределения снежных масс можно регулировать скорость конвейерной ленты головного вагона, изменить место падения снега на конвейер промежуточного вагона, изменить наклон конвейера промежуточного вагона. Это только некоторые варианты.

В связи с тем, что нагрузки на днище в разных частях вагона различаются, напряжение изменяется прямо пропорционально изменению нагрузок.

Для оценки эффективности предложенных вариантов необходимо разработать методику для определения распределения напряжений, возникающих в днище вагона. Таким образом, будет возможно за короткий промежуток времени выявить наиболее подходящую модернизацию.

В настоящее время предложен расчет с построением эпюры приложения нагрузки и применения законов сопромата для промежуточного полувагона СМ-2.

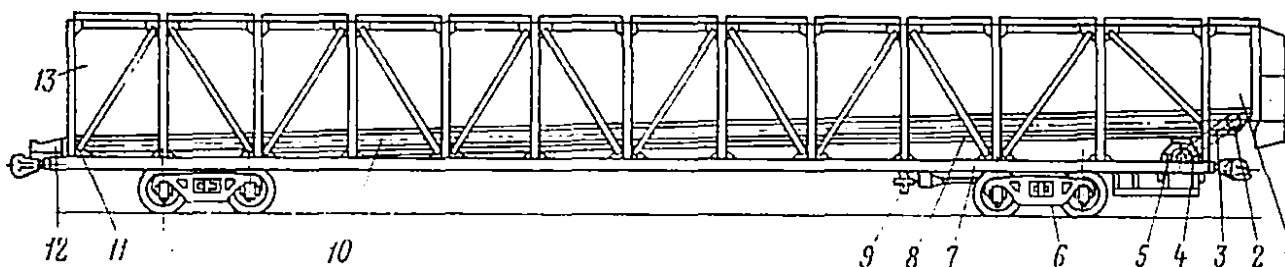


Рис. 1. Промежуточный полувагон:

- 1 – кузов; 2 – ведущий вал; 3 – ценная передача; 4 – редуктор; 5 – электродвигатель; 6 – тележка;
7 – ходовая рама; 8 – рама транспортера; 9 – тормозное оборудование; 10 – пластинчатый транспортер;
11 – ведомый вал с натяжным устройством; 12 – оградительные щитки; 13 – кузов.

Предварительно вагон был начерчен в программе Компас 3Д для наглядности и определения размеров.

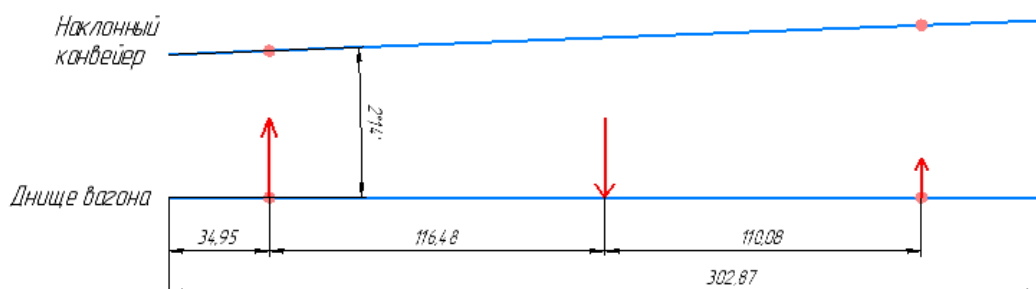


Рис. 2. Вспомогательные размеры для расчета (в масштабе 1:75)

Произведен расчет нагружения днища вагона с учетом наличия на транспортере неравномерно распределенных снежных масс (рис. 3, 4, 5).

На рисунке 3 среднее сечение вагона представлено в виде статически определимой балки, к которой приложены нагрузки от собственного веса вагона с транспортером, вес привода транспортера и предполагается, что на транспортер из головного вагона СМ-2 выгружается снежная масса весом 367 кН. При этом на транспортере уже имеется снежная масса по всей длине. Опоры А и В условно представляют собой ходовые тележки полувагона. [2]

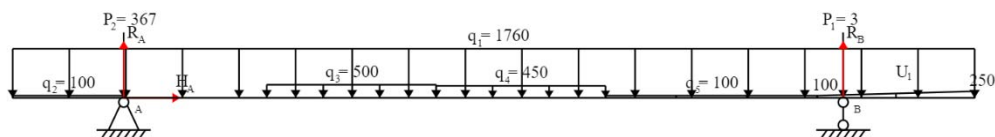


Рис. 3. Распределение нагрузок по длине вагона

На рисунке 4 представлено распределение усилий по длине днища вагона. Реакции в ходовых тележках, представленных в виде опор А и В, соответственно равны 22279,77 кН и 23280,76 кН. При этом реакции противоположно направлены для сохранения равновесия балки.

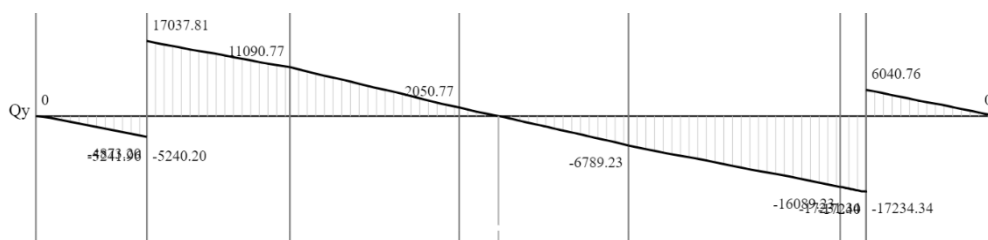


Рис. 4. Усилия, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

На рисунке 5 представлено распределение изгибающего момента по длине полувагона. Максимальный изгибающий момент в центре полувагона – 68368,67 кН·м.

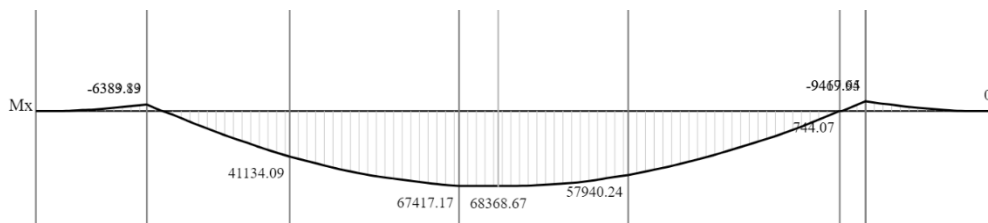


Рис. 5. Изгибающие моменты, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

Произведен аналогичный расчет нагружения днища вагона, но с объемом выгружаемого снега весом, равным 10000 кН (рис. 6, 7, 8).

На рисунке 6 приложены нагрузки от собственного веса вагона с транспортером, вес привода транспортера и предполагается, что на транспортер из головного вагона СМ-2 выгружается снежная масса весом 10000 кН.

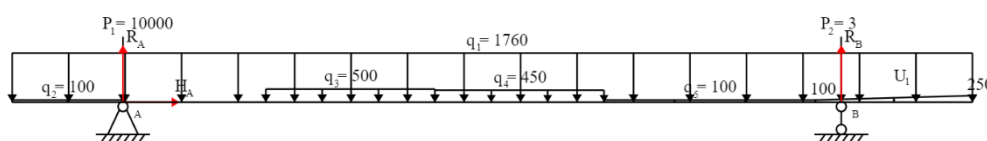


Рис. 6. Действие нагрузок по длине вагона

На рисунке 7 изображено распределение возникающих усилий по длине днища вагона. Реакции в ходовых тележках (опоры А и В) соответственно равны 31913,33 кН и 23280,19 кН. Необходимо отметить, что полученное значение реакции опоры А на 9633,56 кН больше (в 1,43 раз больше), чем реакция этой же опоры при нагружении в 367 кН. При этом нагрузка от веса снежных масс в 27 раз больше.

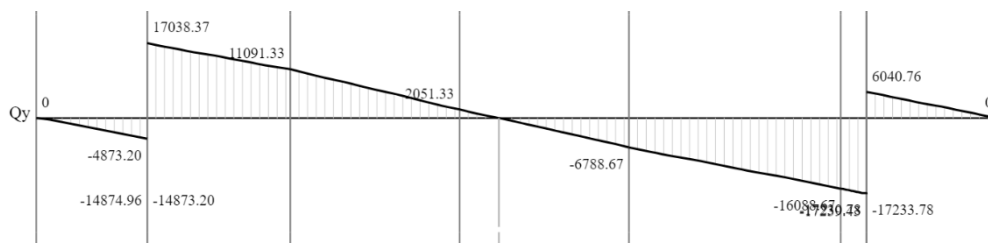


Рис. 7. Усилия, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

На рисунке 8 представлено распределение изгибающего момента по длине полувагона. Максимальный момент изгиба возникает в центре полувагона и равен 68363,75 кН·м.

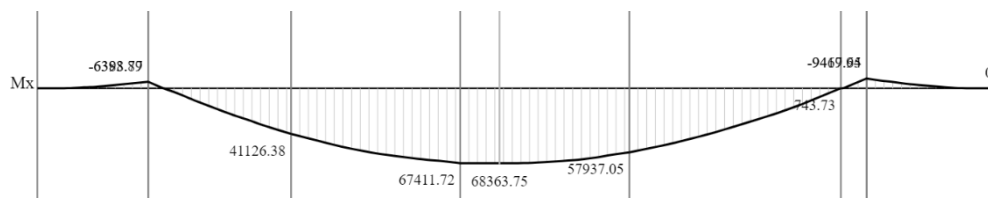


Рис. 8. Изгибающие моменты, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

Проведен расчет нагружения днища полувагона выгружаемой снежной массой весом, равным 367 кН, без учета собственного веса полувагона и транспортера (рис. 9, 10, 11). По всей длине транспортера расположены снежные массы с меньшим весом.

На рисунке 9 к балке приложена нагрузка от выгружаемой снежной массы весом 367 кН и нагрузка от имеющегося на транспортере снега.

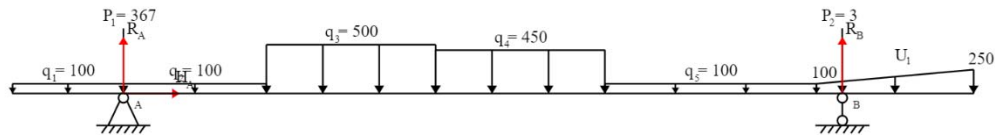


Рис. 9. Действие нагрузок по длине вагона

На рисунке 10 отражено распределение усилий по длине днища вагона. Реакции в опорах А и В равны 3160,63 кН и 2759,5 кН. При этом реакции противоположно направлены для сохранения равновесия балки.

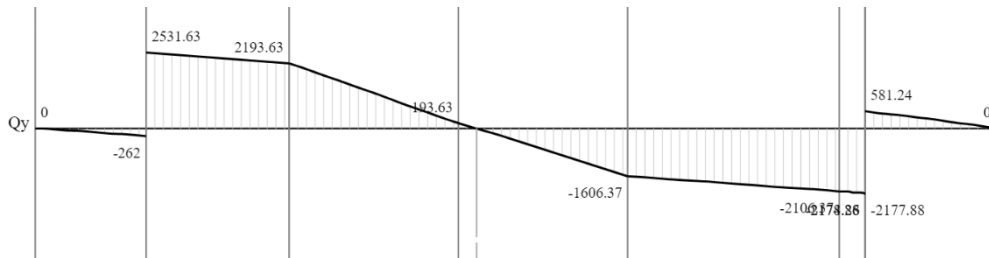


Рис. 10. Усилия, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

На рисунке 11 представлено распределение изгибающего момента по длине полувагона. Максимальный изгибающий момент в центре полувагона составляет 12458,63 кН·м.

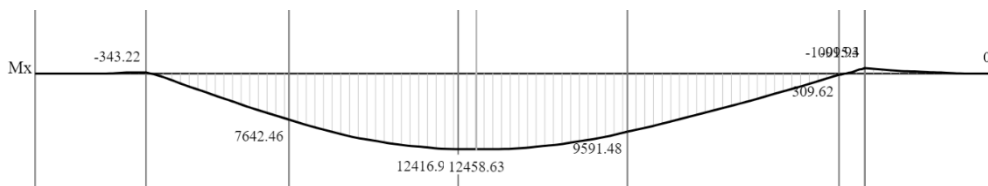


Рис. 11. Изгибающие моменты, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

В статье представлены результаты расчета нагружения транспортера снежной массой, равной 1020 кН (рис. 12, 13, 14). При этом предполагается, что это начало работы снегоуборочной машины и на транспортере еще не имеется снежных масс.



Рис. 12. Действие нагрузок по длине транспортера

На эпюре поперечных сил (рис. 13) отсутствуют усилия. Это обусловлено компенсацией сил реакциями, возникающими в опорах. В опоре А возникает усилие, численно равное силе, действующей на опору В. Аналогично в опоре В возникает реакция, численно равная силе, действующей на опору А. [2]

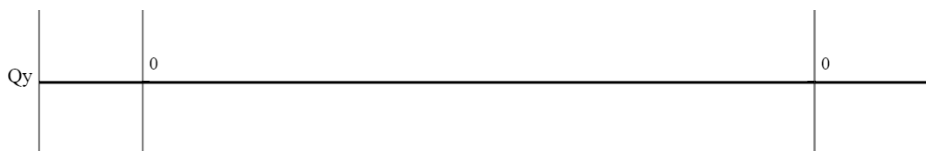


Рис. 13. Усилия, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

Максимальный изгибающий момент возникает в опоре В и равен 0,01 кН·м (рис.14).

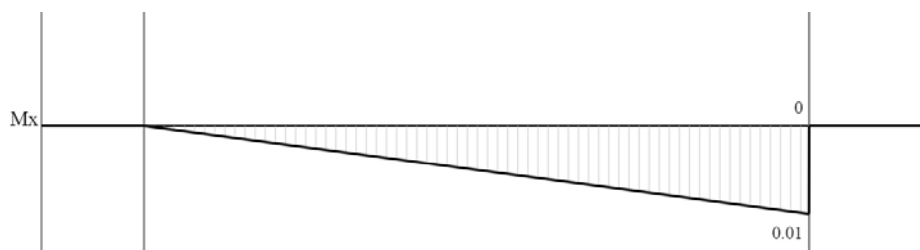


Рис. 14. Изгибающие моменты, возникающие на днище вагона, при воздействии нагрузок по всей длине вагона

Выводы

1. Промежуточный вагон снегоуборочной машины СМ-2 имеет уникальную конструкцию. В нем расположен наклонный транспортер, его привод и натяжное устройство.
2. Распределение снежных масс неравномерно по всей длине транспортера.
3. Максимальный вес одновременно выгружаемого снега из головного вагона машины может быть определен исключительно опытным путем.
4. Отсутствует коэффициент учета неравномерности распределения снежных масс по длине транспортера.
5. Отсутствует методика расчета данного типа вагонов. При этом методика расчета пассажирских вагонов в данном случае неприменима.
6. При увеличении нагрузки (веса выгружаемого снега) на с 367 до 10000 кН реакция опоры, к которой приложена нагрузка, меняется незначительно. Предположительно, это связано с малой нагрузкой снежных масс в сравнении с собственным весом вагона и транспортера.
7. При расчете нагрузок на транспортер без учета его собственного веса возникают изгибающие моменты в опорах, при этом поперечные силы, действующие на балку, компенсируются реакциями ее опор.
8. В результате сопоставления результатов расчета балки с одинаковой нагрузкой от веса снега, представленными на рисунках 3, 4, 5 и 9, 10, 11, можно сделать вывод что усилия, возникающие в днище полувагона от веса снежных масс, значительно меньше, чем усилия от собственного веса полувагона.

Библиографический список

1. 0154.00.000 ТО. Техническое описание и руководство по эксплуатации СМ-2.
2. Соппротивление материалов : [учебник для вузов] / Феодосьев В. И. - 16-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. - 543 с

References

1. 0154.00.000 TO. Technical description and operating instructions for SM-2.
2. Strength of materials: [textbook for universities] / Feodosyev V.I. - 16th ed., revised. – М.: Publishing house of MSTU im. N. E. Bauman, 2016. - 543 p.

*Российский государственный университет
РУТ (МИИТ) г. Москва*

студент 2 курса, группа ТНК-271

А.А. Юнтунен

Россия, г. Москва, тел. +7(922)918-03-03

e-mail: anigor99@mail.ru

*Научный руководитель, доцент кафедры
«Наземные транспортно-технологические
средства», кандидат технических наук,
доцент*

М.Ю. Чалова

Россия, г. Москва, тел. +7(916)543-07-67

e-mail: margarita_chalova@mail.ru

*Russian State University of RUT (MIIT)
Moscow*

2nd year student, TNK-271 group

A.A. Yuntunen

Russia, Moscow, tel. +7(922)918-03-03

e-mail: anigor99@mail.ru

*Scientific supervisor, Associate Professor of
the Department of "Ground Transport and
Technological means", Candidate of Tech-
nical Sciences, Associate Professor*

M.Y. Chalova

Russia, Moscow, tel. +7(916)543-07-67

e-mail: margarita_chalova@mail.ru

А.А. Юнтунен, М.Ю. Чалова

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАЖНОСТИ И ЗАГРЯЗНЕННОСТИ БАЛЛАСТА ПРИ ОЧИСТКЕ ЩЕБНЯ ПРИ ПОМОЩИ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ЩЕБНЕОЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Очистка от щебня – самый важный процесс в техническом обслуживании железных дорог. Это помогает удалить грязь, мусор, грязь и другие загрязняющие вещества, которые могут помешать функционированию железнодорожного полотна. Непрерывная очистка гарантирует лучший дренаж, сокращает риск нестабильности пути и способствует поддержанию безопасности и эффективности железнодорожной системы.

Ключевые слова: щебень, щебнеочистительная машина, влажность, загрязненность, щебеньный балласт.

А.А. Yuntunen, М.Ю. Chalova

THE INFLUENCE OF THE LEVEL OF HUMIDITY AND CONTAMINATION OF BALLAST DURING THE CLEANING OF CRUSHED STONE WITH THE HELP OF MODERN HIGH-PERFORMANCE CRUSHED STONE CLEANING MACHINES

Cleaning of rubble is the most important process in railway maintenance. This helps to remove dirt, debris, dirt and other pollutants that can interfere with the functioning of the railway track. Continuous cleaning guarantees better drainage, reduces the risk of track instability and contributes to maintaining the safety and efficiency of the railway system.

Keywords: crushed stone, crushed stone cleaning machine, humidity, pollution, dust suppression, crushed stone ballast.

Одной из приоритетных целей для ОАО "РЖД" является увеличение объема грузовых и пассажирских перевозок путем повышения скорости движения поездов. Решение этой задачи возможно, если дорожное состояние железнодорожного пути будет отвечать более высоким требованиям в плане его устойчивости. Следовательно, требуется проведение обширных и качественных работ по модернизации верхнего строения железнодорожного пути.

Одной из важных составляющих надежности положения рельсовой решетки является балластная призма. В процессе эксплуатации она теряет свои первоначальные свойства, такие как эластичность и дренажные характеристики, что в свою очередь приводит к возникновению остаточных деформаций пути [1].

В период эксплуатации балласт подвергается значительным загрязнениям, вызванным деятельностью путевых машин, измельчением каменных частиц при движении поездов, попаданием сыпучих грузов на рельсы и образованием отложений от ветра и дождя. Каждый год на протяжении одного километра пути в балластную призму попадает до 15 тонн загрязнений.

Засорители изменяют свойства щебеночного балласта, в следствии чего, интенсивно развивается деформация балластного основания пути.

Коэффициент фильтрации балласта снижается, что приводит к насыщению влагой. Увеличение влажности балластного слоя на 5,6% приводит к увеличению накопления остаточных деформаций пути в 5,7 раза, что требует значительных объемов регулировочных работ [2].

Влияние всех этих факторов отрицательно сказывается на состоянии элементов подвижного состава и верхнего строения пути. Регулярно проводится восстановление геометрических параметров щебеночно-балластной призмы и физико-механических характеристик. Для этого используются машины для очистки щебня и замены балласта. Если балласт, который уложен на дорожку, не соответствует требуемым характеристикам, производится его полная замена щебнем твердых пород или очистка уже уложенного щебня. Чтобы добиться оптимальных результатов, внимание уделяется процессу глубокой вырезки и очистки балластной призмы. К тому же, постоянно разрабатываются и совершенствуются современные высокопроизводительные машины для очистки щебня [1].

Щебнеочистительные машины имеют важное значение для поддержания и улучшения состояния железнодорожного пути. Их основная задача заключается в восстановлении и замене изношенного щебня, а также в его очистке от мусора. Однако, засоренность и влажность оказывают существенное влияние на эффективность работы данных машин, что может повлиять на их качество и производительность. В данной статье мы рассмотрим основные причины данного влияния и возможные пути для его снижения.

Один из ключевых аспектов эксплуатации железнодорожного пути связан с формированием щебневого состава. Необходимо отметить, что поддержание устойчивости балластной призмы играет важнейшую роль в этом процессе. Особенно критическим моментом становится накопление мелких фракций (менее 25 мм) в балласте, так как это приводит к негативным последствиям, включающим ухудшение фильтрационных характеристик балластного материала, снижение несущей способности балластного слоя и накопление остаточной деформации от рельсовых нитей.

При воздействии удара рабочих органов выправочно-подбивочных машин и ручных механизированных инструментов в балластной призме образуются внутренние засорители и загрязняющие щебеночного балласта. Количество этих загрязнений и примесей зависит от частоты проведения соответствующих технических работ.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что каждая операция шпалоподбивки при помощи выправочно-подбивочно-рихтовочной машиной приводит к увеличению содержания засорителей в среднем на 1,5%. Тем не менее, не удалось выявить прямую связь между типом путевой машины и интенсивностью загрязнения балласта. Оказалось, что различные типы машин будут воздействовать на засорение балласта продуктами собственной дробления по-разному во время выполнения работ [3].

Помимо загрязнения и засорения от продуктов собственного дробления щебня и износа, в балластном слое железнодорожного пути накапливаются мелкие фракции, включая внешние загрязнения. Источниками этих загрязнений, выбрасываемых подвижным составом, являются частицы сыпучих грузов и частицы, переносимые ветром, которые оседают на поверхности балластной призмы и проникают глубоко в слой балласта. Песок, попадающий под колеса поезда, также является причиной загрязнения и засоренности на некоторых участках (на подъемах). Кроме того, на участках железнодорожного пути, основного земляного полотна, состоящего из глинистого грунта или грунта с высоким содержанием глинистых фракций, в местах с просадкой пути происходит проникновение глины в балластный слой [3].

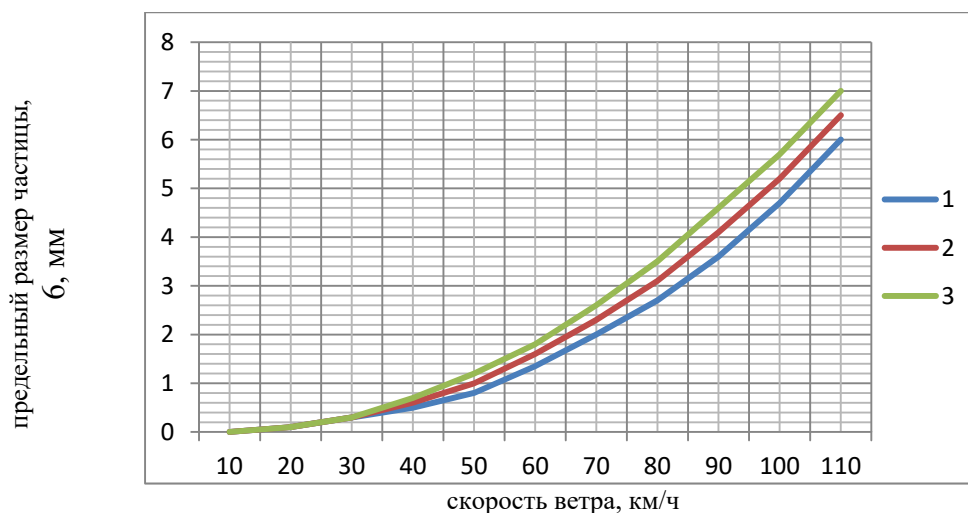


Рис. Предельный размер пылящих частиц в зависимости от скорости ветра:
 1 – при плотности пылящих частиц $2,7 \text{ т/м}^3$; 2 – при плотности пылящих частиц $2,5 \text{ т/м}^3$;
 3 – при плотности пылящих частиц $2,3 \text{ т/м}^3$

На рисунке показан график зависимости максимального размера пылящих частиц плотностью $2,6 \text{ т/м}^3$ от скорости ветра. В первом приближении можно предположить, что скорость ветра и скорость поезда на уровне верхней части борта открытого вагона будут практически равны, при этом можно определить, что при скоростях грузовых поездов 70-90 км/ч, реализуемых сегодня на железных дорогах, максимальный размер распыляемой фракции составляет от 2 до 5 мм. Следовательно, фракции размером менее 5 мм являются основными продуктами внешнего загрязнения щебеночного балласта.

Наблюдаем почти прямо пропорциональную зависимость между пройденным тоннажем и содержанием фракции менее 0,1 мм по массе в балластном слое железнодорожных путей. В то же время накопление фракций менее 5 мм не подчиняется закону «прямой линии», а имеет два периода. В течение первого периода процесс загрязнения щебня подчиняется степенной зависимости и нелинейным. В то же время эта зависимость наблюдается до тех пор, пока в щебеночном балласте не накапливается около 10-12% внешних загрязняющих веществ по массе. Через некоторое время процесс загрязнения происходит с почти постоянной интенсивностью и подчиняется закону прямой линии. В результате экспериментальных данных, итогом такой ситуации, особенно в пределах первых 10-15 см под подошвой шпалы, является интенсивное загрязнение верхней части балластной призмы.

Способность балластного слоя (накапливать засорители и загрязняющие вещества), как следует из отражений, равна его пористости (пустотности). Когда на пути укладывается чистый щебеночный балласт, в первый период эксплуатации, проникновение мелких фракций от внешних загрязнений происходит очень быстро и интенсивно, а его пористость составляет в среднем 35-40%. По истечении времени в верхнем слое балластной призмы накапливаются

внешние загрязняющие вещества и, следовательно, пористость щебня в верхнем слое постепенно уменьшается. Следовательно, процесс загрязнения всей балластной призмы значительно затормозится (примерно в 4 раза), как только загрязнение верхней зоны балластного слоя приблизится к 30-35%, поскольку дальнейшее загрязнение возможно только после просыпания мелких частиц внутрь балластного слоя [3].

Выплески играют важную роль при очистке щебня. Их формирование происходит от попадания атмосферных осадков на загрязненный балласт и воздействия откачивающих действий шпал при движении поездов. Такие выплески возникают независимо от того, был ли балласт загрязнен снизу подстилающими грунтами или загрязнение произошло иным образом. Следовательно, выплески в области стыков не должны полностью зависеть от проседания основной части земляного полотна с образованием корыт и лож балласта. При вскрытии балластных лож можно заметить наличие воды, даже при сухой погоде, а сам балласт в ложах находится в некомпактном состоянии. Напротив, балласт в области выплесков ближе к стыкам очень плотный.

Полагается, что выплески возникают в результате загрязнения балласта в откосах балластной призмы, где загрязненный балласт препятствует выходу воды из слоя. Загрязняющие вещества из балласта в шпальных ящиках перемещаются водой к концам шпал и образуют плотные препятствия, мешающие выходу воды из шпальных ящиков. В таких условиях происходит ускоренное загрязнение балласта в шпальных ящиках, усиливается откачивающее действие шпал с образованием выплесков и создаются неблагоприятные условия, как для состояния пути, так и для эксплуатации рельсов, шпал и крепежных элементов.

Предотвратить формирование выплесков можно путем плотной укладки шпал, очистки щебня, заполнения балластной призмы чистым балластом, а также соблюдения технологии замены шпал и выравнивания уровня пути.

Исправить место выплеска возможно только путем плотной укладки балласта в шпальных ящиках и замены загрязненного балласта на чистый [4].

Срок эксплуатации щебеночного балласта определяется промежутком времени между последней его очисткой и полной заменой на новый, либо между смежными очистками, либо между укладкой нового щебня в путь и следующей очисткой [3].

В настоящее время для очистки щебеночного балласта применяют современные высокопроизводительные машины ЩОМ-1200, ЩОМ-2000, СЧ-1000, для стрелочных переводов РМ-95.

Срок эксплуатации щебеночного балласта определяется промежутком времени между последней его очисткой и полной заменой на новый, либо между смежными очистками, либо между укладкой нового щебня в путь и следующей очисткой [3].

В данных машинах для очистки щебня в основном используют грохоты инерционного типа (ГИТ) [2].

При очистке щебня существенное значение имеет его гранулометрический состав, определяющий соотношение размеров частиц щебня и отверстий на просеивающих поверхностях. Просеивающая частица щебня должна сначала пройти через слой крупных частиц, а затем через отверстие сита, чтобы выпасть из слоя. Благодаря движению просеивающей поверхности, мелкие частицы проникают через зазоры между крупными частицами и оказываются на поверхности сетки.

Эффективность процесса очистки во многом зависит от влажности щебня. Внешняя влага приводит к слипанию мелких частиц засорителя, прилипанию к частицам щебня, а также засорению отверстий просеивающей поверхности материалом, что приводит к снижению эффективности очистки. Однако, при повышении влажности более чем на 12%, снижение эффективности очистки прекращается и начинается увеличение ее эффективности, достигая максимума при влажности 15-16%.

Если щебеночный балласт загрязнен глиной, которая попадает в балластную призму через дефектный обводненный основной участок дорожно- земляного полотна, то даже при низкой влажности очистка затруднена из-за образования комков, которые уносят с собой другие виды засорителей и возвращают их обратно на путь.

На производительность очистки щебня также влияет угол наклона отверстий просеивающей поверхности щебнеочистительного рабочего органа и его форма (для вибрационного грохота). Для очистки щебня в рабочих органах машин применяются круглые, прямоугольные, квадратные, трапециевидные отверстия. Квадратные отверстия являются наиболее универсальными и пропускают на 15-20% больше частиц загрязнителей, чем круглые отверстия того же размера.

Угол наклона просеивающей поверхности также влияет на прохождение засорителей через отверстия просеивающей поверхности. Обычно предполагается, что практически на наклонном вибрационном грохоте эффективность очистки будет такой же, как и на горизонтальном, если размер отверстий наклонной поверхности больше горизонтального размера в 1,15 раза при наклоне 20° и в 1,25 раза при наклоне 25°. Для наклонных просеивающих поверхностей рабочих органов для очистки щебня желательнее использовать отверстия, размеры которых обеспечивают одинаковую вероятность удаления.

Регламентирующими условиями использования современной высокопроизводительной машины для очистки щебня являются: влажность – не более 5%, степень засорения исходного балласта - не более 35%, степень засорения очищенного балласта - не более 5% [5].

Выводы

Высокое качество строительных материалов тесно связано с изучением влияния влажности и загрязненности балласта при очистке щебня. Проведенные исследования указывают на то, что загрязнения могут негативно сказаться на адгезии и внешнем виде, а высокий уровень влажности может привести к потере прочности и устойчивости щебня.

Достижение оптимальных результатов в процессе очистки балласта требует применения передовых технологий и оборудования, способных эффективно удалять влагу и загрязнения. Контроль уровня влажности и степени загрязненности на каждом этапе производства щебня также является важным фактором.

Регулярная очистка балласта необходима для получения высококачественного щебня, отвечающего требованиям строительных проектов. Это способствует повышению надежности и долговечности конструкций, а также сокращению рисков возникновения дефектов и повреждений. Важно отметить, что снижение уровня влажности и загрязненности балласта благоприятно сказывается на экологическом балансе и уменьшает отрицательное воздействие на окружающую среду.

Фактически, изучение и понимание влияния уровня влажности и загрязненности балласта при очистке щебня являются неотъемлемой частью процесса производства высококачественных строительных материалов. Постоянная и правильная очистка и мониторинг этих параметров способствуют достижению оптимальных результатов, повышению качества и долговечности щебня, а также уменьшают негативное воздействие на окружающую среду [3].

Библиографический список

1. Ковальский В.Ф. Системный анализ и синтез статических и динамических параметров гидрообъемного привода скребковой цепи щебнеочистительных машин: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2005.

2. Путьевые машины: полный курс: учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта / М.В. Попович и др.; под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. – М.: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2019. – 960 с.

3. Колос А. Ф. Засорение и загрязнение щебеночного балласта при эксплуатации железнодорожного пути// Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2022.-Т.19.-Вып. 3. — С. 558–575.

4. Электронный ресурс сети «Интернет» <https://lokomо.ru/zheleznodorozhnyy-put/ochistka-ballasta.html>.

5. Техническая информация «Регионального Центра Инновационных Технологий», Путьевые машины, применяемые в ОАО «РЖД» конструкция, теория и расчет. URL: <http://www.rcit.su/techinfo33.html>. (Дата обращения 22.10.2023).

References

1. Kovalsky V.F. System analysis and synthesis of static and dynamic parameters of the hydraulic volume drive of the scraper chain of crushed stone cleaning machines: dis. ... Doctor of Technical Sciences. M., 2005.

2. Travel machines: full course: textbook for students of railway transport universities / M.V. Popovich et al.; edited by M.V. Popovich, V.M. Bugaenko. – М.: Educational and Methodological Center for Education on railway transport, 2019. – 960 p.

3. Kolos A. F. Blockage and contamination of crushed stone ballast during the operation of the railway track// News of the St. Petersburg University of Railway Transport. — St. Petersburg: PGUPS, 2022.-Vol.19.-Issue 3. — pp. 558-575.

4. Electronic resource of the Internet <https://lokomо.ru/zheleznodorozhnyy-put/ochistka-ballasta.html>.

5. Technical information of the "Regional Center for Innovative Technologies", Track machines used in JSC "Russian Railways" design, theory and calculation. URL: <http://www.rcit.su/techinfo33.html>. (Accessed 22.10.2023).