

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Научно-технический журнал

№1 2018



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

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

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. Вл.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); д-р техн. наук, проф. С.И. Сушков (г. Воронеж, ВГЛУ); 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, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Перепелкина А.О. Государственная кадастровая оценка: целесообразность оспаривания результатов.....	7
Перепелкина А.О. Сервейинг – реализация системного подхода к развитию и управлению недвижимостью	10
Сушков С.И., Болотских Л.В., Каратаева Т.В. Совершенствование поставок дорожно-строительных материалов в условиях нестабильности ценообразования	13

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Власов И.Е., Новиков М.В. Влияние положения оконного блока на теплопотери через узел примыкания к стеновому проёму.....	19
Семенова Э.Е., Логвинова Е.О. Исследование применения энергосберегающих светопрозрачных конструкций зданий	26
Семенова Э.Е., Мельников Е.Д., Пономарева Г.В. Анализ проектирования жилых зданий с учетом энергосбережения	30
Серов А.А., Гетьман Д.С. Режимы работы регулируемого гидропривода в трансмиссии колесных машин.....	34

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Баранов Е.В., Шелковникова Т.И., Черкасов С.В., Пряженцева Е.А. Стеклобой – техногенное сырье для производства строительных материалов	38
---	----

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Войтенок И.А., Амичба Н.Д. Анализ объемно-планировочных решений современных гостиниц. Мировой опыт.....	43
--	----

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Костин Е.Н., Жидко Е.А. Вентилируемый фасад как энергоэффективная ограждающая конструкция	48
Шалимов Ю.Н., Журавлева И.В., Евсеев Е.П., Захаров П.Д., Руссу А.В. Реконструкция станции очистки сточных вод современными нестандартными методами	52

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

Макарова Т.В., Панова М.С., Жарких Д.С. Методы использования зеленых кровель для обеспечения комфортности и экологичности городской среды.....	61
---	----

Строкин А.С., Калгин А.Ю. Разработка щебёночно-мастичных асфальтобетонных смесей для устройства дорожных покрытий внутриквартальных дорог и придомовых территорий	68
Щукина Т.В., Жерлыкина М.Н., Гармонов К.В. Климатологическое формирование рассеивания в атмосфере выбросов вредных веществ от производственных предприятий	73

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Геращенко В.Н., Востриков А.Г. Влияние модернизации элементов и узлов ходового оборудования гидравлического экскаватора на эффективность его работы.....	81
Геращенко В.Н., Колпаков С.О. Эффективность работы гидравлических экскаваторов в процессе строительного производства и влияние гусеничного ходового оборудования на этот процесс	84
Гудков В.В., Сокол П.А., Гальцев Ю.М. Циркуляция мощности в раздаточной коробке полноприводного автомобиля	87
Гудков В.В., Сокол П.А., Пашков Н.А. Анализ конструкции симметричной балансирного привода автогрейдера и тандемной тележки трактора 6К6	90
Жулай В.А., Щербаков Е.Д., Филатова Е.Е. Совершенствование рабочего органа Асфальтоукладчика	94
Жулай В.А., Юрков А.Д., Щербаков Е.Д., Бородаев Е.Ю. К расчету поливомоечных машин высокого давления	98
Иващенко В.В. Современные конструкции вибротокковых питателей	104
Куприн Н.П., Щиенко А.Н., Барышников М.В., Кострыкин В.А., Зацепин В.Ю., Саввин Д.В. Сравнительные экономические показатели работы бульдозеров.....	107
Вардумян Э.С., Гордиенко И.А., Дебелый А.В., Подрезов А.А., Попов И.С., Алымова В.А., Комаров А.А. Выбор звукопоглощающих материалов для снижения уровня шума на характерных частотах.....	119
Нилов В.А., Гаврилов А.Р. Исследование установки толкающей плиты трактора-толкача	127
Нилов В.А., Степанченко Д.А. Исследование нагруженности тяговой рамы скрепера с шаровым седельным устройством.....	132
Тюнин В.Л., Галстян А.Г., Климентов А.Э., Волков И.Н. Модернизация рабочего оборудования прямая лопата экскаватора массой 40 тонн.....	136
Тюнин В.Л., Спасибухов Ю.Н., Удалых Н.С. Исследование функциональных возможностей программного обеспечения APMFEM на примере расчета металлоконструкции заслонки скрепера	140
Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Калинин Ю.И., Ульянов А.В., Маслов Н.О., Пожидаев К.В. Снижение вибрационных нагрузок на операторов транспортно-технологических машин	146
Щетилов К.С., Широков В.М. Технические решения стенов для исследования колесного движителя	154

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Макарова Т.В., Беззубова О.С., Мраев М.В. Опыт и перспективные тенденции развития объемно-блочного домостроения.....	165
---	-----

Макарова Т.В., Кобзева Т.В. Проблема обеспечения энергоэффективности общественных зданий массовых застроек на примере типового здания общеобразовательной школы	172
--	-----

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

Матренинский С.И., Алексеева Н.Г. Методический подход к оценке функционального износа зданий для выбора действий и технических решений по обеспечению их экологической безопасности	179
Поливаев О.И., Кузнецов А.Н., Лощенко А.В., Горбулич А.Н. Эффективность защиты оператора МЭС за счет применения активной подвески сиденья	186
Сухорукова И.А. Снижение уровня авиационного шума различными препятствиями на приаэродромных территориях	191
Тютерев А.А., Рязанова О.Н. Опыт применения экологических и энергоэффективных решений при проектировании детских дошкольных учреждений.....	195

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

Задорожная А.Ю. Повышение прочности конструкций автомобильных дорог путем учета анизотропных свойств материалов дорожных одежд.....	199
--	-----

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 338.23

*Воронежский государственный
технический университет
Магистр гр. М502 А.О. Перепелкина
Россия, г. Воронеж, тел. +7(920) 441-84-44
e-mail: anast.panteleewa2016@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Master gr. M 502 A. O. Perepelkina
Russia, Voronezh, tel. +7 (920) 441-84-44
e-mail: anast.panteleewa2016@yandex.ru*

А.О. Перепелкина

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА: ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОСПАРИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной статье рассмотрена государственная кадастровая оценка объектов недвижимости. Проведен анализ заявлений на оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости и сделан вывод о целесообразности оспаривания кадастровой стоимости.

Ключевые слова: кадастровая оценка, оспаривание, массовая оценка.

A.O. Perepelkina

CHALLENGING THE STATE CADASTRAL ASSESSMENT: PROS AND CONS.

In this article the state cadastral estimation of real estate objects is considered. The analysis of applications for challenging the cadastral value of real estate and the conclusion about the feasibility of challenging the cadastral value.

Keywords: cadastral valuation, contestation, mass valuation.

Во многих субъектах РФ расчёт земельного налога и налога на иную недвижимость производится исходя из кадастровой стоимости налогооблагаемых объектов. С 1 января 2020 года все субъекты будут уплачивать налог на недвижимость, рассчитанный от кадастровой стоимости.

Государственная кадастровая оценка — массовая. Стоимость земельных участков и других объектов рассчитывается по единой формуле, которая не учитывает индивидуальных характеристик объекта. Кадастровая стоимость земли в пределах одного квартала получается одинаковой, реальная же цена участков может очень сильно отличаться. Массовая оценка не учитывает расположение объекта на красной линии или в тупиковой зоне, ограничения подъезда, возможные обременения.

В России разработано и внедрено в практику большое количество федеральных законов, стандартов и постановлений, касающихся оценки земель. Среди них:

- Земельный кодекс РФ; Федеральный закон от 29 июля 1998 года № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 3 июля 2016 года № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» (действует с 2017 года за исключением положений о проведении внеочередной государственной кадастровой оценки, вступающих в силу с 2020 года);
- Федеральный закон от 24 июля 2007 года № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности»;

- Федеральный закон от 13 июля 2015 года № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» (действует с 2017 года за исключением отдельных положений, которые вступают в силу с 2020 года);

- Приказ Минэкономразвития России от 7 июня 2016 года № 358 «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке» и др.

Законы и нормативные акты определяют, кто может проводить оценку, как часто, какими методами, по какому алгоритму. Серьезный подход позволяет выявить объективную стоимость, предотвратить нарушения и факты незаконного использования или продажи земель.

Даже при наличии множества нормативно-правовых актов, регламентирующих кадастровую оценку, не всегда результаты ее могут быть достоверны. Для таких случаев существует оспаривание кадастровой стоимости, которое производится в досудебном и судебном порядке. Досудебный порядок представлен рассмотрением заявлений комиссией. Физические лица могут обратиться как в комиссию, так и сразу в суд. Для юридических лиц обязательно обращение сначала в комиссию, и только потом в суд.

Основаниями для пересмотра результатов определения кадастровой стоимости в комиссии являются:

- недостоверность сведений об объекте недвижимости, использованных при определении его кадастровой стоимости;

- установление в отношении объекта недвижимости его рыночной стоимости на дату, по состоянию на которую была установлена его кадастровая стоимость.[2]

Были рассмотрены данные по оспариванию кадастровой стоимости объектов недвижимости в Воронежской области, чтобы проанализировать насколько часто подавались заявления на оспаривание в комиссию (досудебный порядок) и каков был результат обращения. Количество заявлений с 2016 по апрель 2018 года и результат рассмотрения показаны на рисунке.

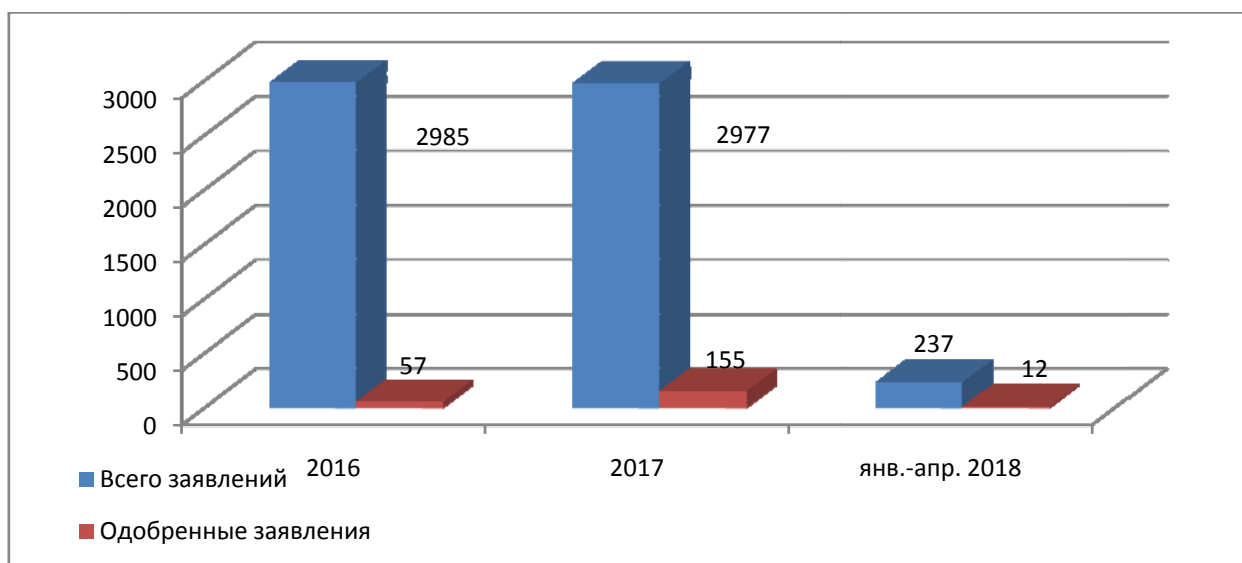


Рис. Количество заявлений на оспаривание кадастровой стоимости

Большая часть всех заявлений была направлена на оспаривание кадастровой стоимости земельных участков. За рассмотренный период времени на оспаривание кадастровой стоимости зданий заявления подавались 13 раз. Кадастровая стоимость одобренных обращений пересматривалась на основании рыночной стоимости. В среднем результаты массовой оценки превышали установленные после оспаривания кадастровые стоимости на 31%. Максимальная разница составляла 77%.

Выводы

Оспаривание результатов массовой кадастровой оценки целесообразно в том случае, если стоимость необоснованно завышена и есть возможность представить достоверный отчет об оценке рыночной стоимости, соответствующий требованиям Федерального закона от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» и федеральным стандартами оценки.

Библиографический список

1. Васильева, Н. В. Кадастровый учет и кадастровая оценка земель : учебное пособие / Н. В. Васильева. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 149 с.
2. Сайт Росреестра; URL: <https://rosreestr.ru/>

References

1. Vasilyeva, N. V. Cadastral registration and cadastral valuation of land : a textbook / N. V. Vasiliev. - Moscow: Yurait Publishing House, 2017. - 149 p.
2. The Rosreestr website; URL: <https://rosreestr.ru/>

*Воронежский государственный
технический университет
Магистр гр. М502 А.О. Перепелкина
Россия, г. Воронеж, тел. +7(920) 441-84-44
e-mail: anast.panteleewa2016@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Master gr. M 502 A. O. Perepelkina
Russia, Voronezh, tel. +7 (920) 441-84-44
e-mail: anast.panteleewa2016@yandex.ru*

А.О. Перепелкина

СЕРВЕЙИНГ – РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К РАЗВИТИЮ И УПРАВЛЕНИЮ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

Сервейинг представляет собой реализацию системного подхода по развитию и управлению недвижимостью. В данной статье рассмотрена сервейинговая деятельность, ее сущность и перспективы развития в России.

Ключевые слова: сервейинг, управление, недвижимость, планирование.

A.O. Perepelkina

SERVEYING THE IMPLEMENTATION OF A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF REAL ESTATE

Serving is the implementation of a systematic approach to the development and management of real estate. This article describes servejinha activities, its essence and prospects of development in Russia.

Keywords: serving, management, real estate, planning.

Обеспечение системного подхода к недвижимости, ее детальный анализ, выработка эффективных стратегий по управлению являются актуальнейшей задачей для России, формирующей рыночную экономическую систему. Поэтому рассмотрение вопросов экономики недвижимости осуществляется в соответствии с концепцией сервейинга.

Сервейинг впервые получил распространение в Англии в XV-XVI вв. и на начальном этапе включал в себя функции по межеванию земельных участков, регистрации объектов земельной собственности и прав на них, которые выполнялись специально уполномоченными государственными чиновниками. Земля в тот период времени рассматривалась как главное богатство, основа жизнедеятельности и главный источник получения доходов. Сервейеры выполняют множество функций, таких как:

- сбор, предоставление и обработку информации об объектах недвижимости и городскому планированию;
- подготовка и внедрение проектов по застройке, оценке и управлению недвижимостью;
- ремонт, реконструкция и модернизация зданий;
- строительная инспекция;
- принятие участия в продаже и аренде коммерческой недвижимости.

Таким образом, деятельность сервейеров охватывает все этапы и формы проявления жизненного цикла недвижимости, обеспечивает взаимосвязанное решение всех практических вопросов. [1]

Как вид профессиональной деятельности на рынке недвижимости в современном понимании сервейинг вообрал в себя целый ряд специализаций, которые показаны на рисунке [2]



Рис. Специализации, в которых используется сервейинг

Объект недвижимости или их совокупность являются сложной системой, испытывающей влияние различных факторов в течение жизненного цикла. Определение стоимостного эквивалента в таком случае становится возможным только при применении системного подхода к анализу недвижимости, чем и является сервейинг. Результатом сервейинга в данном случае является оценка объекта недвижимости – определение уровня потребительской стоимости, общей стоимости или стоимости в использовании по сравнению с максимальным значением. Сервейинг позволяет с помощью планирования выбрать наиболее эффективный вариант функционирования недвижимости для получения максимальной полезности. Услуги сервейинга предоставляют специализированные компании, которые разрабатывают программы управления недвижимостью, которые носят обязательный характер, т.к. они направлены на увеличение дохода от рационального использования объекта (коммерческой недвижимости). Для некоммерческой недвижимости и объектов социального назначения основная задача стоит в том, что необходимо минимизировать затраты на содержание объекта.[3]

В настоящее время существуют факторы, сдерживающие развитие сервейинговых услуг и вызывающие противоречия в организации предпринимательской деятельности в сфере недвижимости. Например, отсутствуют специальные законы, посвященные регулированию именно сервейинговой деятельности. В то же время на рынке управления недвижимостью работают сервейинговые компании, предлагающие весь набор работ по реализации проектов строительства и эксплуатации объектов недвижимости. Сервейинговые компании в России функционируют в Москве, Санкт-Петербурге, Сочи, Казани, а также в крупных городах Сибирского и Уральского федеральных округов. [4]

Выводы

Сервейинг - хороший путь для формирования экономики Российской Федерации. При взаимодействии с сервейингом наше государство может получить хорошую опору в развитии рыночной экономической среды, а в свою очередь, сервейинговая деятельность получит поддержку в развитии от государства. Сервейинг – это реализация системного подхода к развитию и управлению недвижимостью.

Библиографический список

1. Экономика и управление недвижимостью: учебник для вузов / под общ. ред. П. Г. Грабового. М., 2012. – 55с.
2. Кулаков К.Ю., Кулаков К.Ю. Особенности современного развития теории и практики концепции сервейинга в мировой экономике // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16324>.
3. Грабовый П.Г. Современное строительство- организация и управление/ / Вестник МГСУ.2008. №1. С.1-4
4. Сервейинг: организация, экспертиза, управление. Часть первая. Организационно-технологический модуль системы сервейинга/С.А. Болотин, П.Г. Грабовый, Е.А. Гусакова, Г.М. Загидуллина и др.; под общ. ред. П.Г. Грабового. Москва: АСВ, Просветитель, 2015.

References

1. Economy and management: textbook for universities / under the General editorship of G. P. Grabovoi. M., 2012. - 55C.
2. Features of the modern development of the theory and practice of the concept of serving in the world economy // Modern problems of science and education. - 2014. – No. 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16324>.
3. Hornbeam p. G. the Modern construction organization and management/ / Vestnik MGSU.2008. No. 1. C. 1-4
4. Serving: organization, expertise, management. Part one. Organizational - technological system module surveying/S. A. Bolotin, P. G. Grabow, E. A. Gusakova, G. M. Zagidullina, etc.; under the General editorship of G. P. Grabovoi. Moscow: ACB, Educator, 2015.

*Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова
заведующий кафедрой
"Промышленного транспорта,
строительства и геодезии"
д.т.н., профессор Сушков С.И.
e-mail: s.i.sushkov@mail.ru
Воронежский государственный
технический университет
доцент кафедры технологии,
организации, экспертизы и управления не-
движимостью Болотских Л.В.
e-mail: Leonb@rambler.ru
Воронежский государственный
технический университет
кафедра автомобильных дорог
кандидат технических наук
Каратаева Т.В.
e-mail: almateri@yandex.ru*

*Voronezh state University
forestry University
G.F. Morozova
head of the Department of
"Industrial transport, construction
and geodesies" doctor of technical Sciences,
Professor Sushkov S.I.
e-mail: s.i.sushkov@mail.ru
Voronezh state
technical University
associate Professor of technology,
organization, expertise and property manage-
ment Department Bolotskikh L.V.
e-mail: Leonb@rambler.
Voronezh state
technical University
Department of roads candidate
of technical Sciences
Karataeva T.V.
e-mail: almateri@yandex.ru*

С.И. Сушков, Л.В. Болотских, Т.В. Каратаева

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСТАВОК ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

Для рациональной организации ресурсного обеспечения дорожно-строительного объекта (дороги) в условиях нестабильности цен весьма важно оценить влияние сроков поставки материалов на их общую стоимость с учетом роста закупочных цен, транспортных затрат и стоимости заготовительно-складских работ.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожно-строительные материалы, затраты, стоимость работ, объект, функция, запасы.

S.I. Sushkov, L.V. Bolotskykh, T.V. Karataeva

IMPROVING THE SUPPLY OF ROAD CONSTRUCTION MATERIALS IN THE CONDITIONS OF INSTABILITY AND LARGE-SCALE NEWS PRICING

For the rational organization of resource provision of high-cost construction object (road) in the conditions of price instability it is very important to estimate influence of terms of delivery of materials on their total cost taking into account growth of purchase prices, transport costs and cost of procuring and warehouse works.

Keywords: road, road-building materials, costs, cost of works, object, function, stocks.

В современных экономических условиях хозяйствования вопрос исследования взаимосвязи между временем поставок дорожно-строительных материалов и их общей стоимостью в условиях нестабильности цен имеет особую актуальность. Цены на используемые дорожно-строительные материалы представляют собой монотонно возрастающую функцию времени. Период времени между началом поставок дорожно-строительных материалов на дорогу и завершением дорожно-строительных работ весьма значителен, превышает, как правило, продолжительность строительства (t_p), а иногда и летнего строительного сезона. Для рациональной организации ресурсного обеспечения дорожно-строительного объекта (дороги) в условиях нестабильности цен весьма важно оценить влияние сроков поставки материалов на их общую стоимость с учетом роста закупочных цен, транспортных затрат и стоимости заготовительно-складских работ[1].

Функция $C(t)$ - зависимость, описывающая изменение стоимости единицы дорожно-строительного материала (щебень, гравий, битум, цементобетон, лесоматериалы) во времени, включающая все затраты на поставку на дорожно-строительный объект, может быть определена статистически с большой степенью надежности.

Обозначим $V(t)$ как функцию, описывающую изменение объема поставки материала во времени - график поставки материалов. Так как заготовка материалов производится собственными силами дорожно-строительных организаций, основной объем заготовительных и транспортных работ целесообразно выполнять зимой, а летом сосредотачивать большую часть ресурсов на производство строительных работ. Такие материалы, как цемент, битум, потребляют преимущественно летом, а их поставку планируют в течение всего года. Фактически поставка осуществляется сосредоточенно в течение нескольких дней. Поэтому при разработке организации дорожно-строительных работ заранее предусматривают создание определенных запасов материалов [2].

График поставки материалов на объект $V(t)$ должен учитывать имеющиеся на начало строительства запасы материалов, в том числе оставшиеся с предыдущего строительного сезона. При этом, запаса каждого материала должно быть достаточно для обеспечения нормального хода работ в период между его поставками, а также в случае каких-либо непредвиденных задержек в его поступлении. В то же время запас каждого материала должен быть минимальным, чтобы не вызвать излишнего привлечения оборотных средств и увеличения складских расходов.

Различают следующие виды производственного запаса материалов: текущий, подготовительный, гарантийный (или страховой) и сезонный.

Текущий запас предусматривает обеспечение работ необходимыми материалами в период между смежными поставками их на строительство. Его величина определяется частотой и ритмичностью поставок в соответствии с договорами (графиками поставок) между поставщиком и потребителем.

Подготовительный запас должен обеспечивать потребность производства в период приемки, разгрузки, испытаний, сортировки и прочих операций с прибывшей партией материала. В ряде случаев объемы подготовительных запасов отдельно не выделяют, а учитывают при определении объемов текущих запасов. Гарантийный запас должен обеспечивать производство работ в случае нарушения графика поставок материалов и задержек очередной поставки.

Длительность задержек прогнозировать весьма трудно. Иногда их принимают по опыту работы в аналогичных условиях. Можно определять его величину исходя из положения, что дополнительные затраты на создание гарантийного запаса не должны превышать убытки от простоев, которые могут возникнуть при наибольших предполагаемых задержках в поставках материалов. Дополнительные затраты на создание гарантийного запаса возникают вследствие «замораживания» средств, вложенных во временно не используемые материалы, и повышенных складских расходов в связи с увеличением вместимости стационарных и притрас-

совых складов. Следует отметить, что значительных затрат требует увеличение складов промышленных материалов (цемента, битума). Такие материалы, как щебень, песок, гравий обычно хранятся на открытых площадках и увеличение их объемов, как правило, не требует больших дополнительных затрат, исключение составляют склады для хранения инертных каменных материалов и песка, где для снижения расхода энергии на 30...40 % на прогревание минеральной части битумокаменеральных смесей рекомендуется хранение щебня и песка в сухом состоянии под навесом.

Сезонный запас должен обеспечивать потребность в материалах на один строительный сезон (или его значительную часть). Такие запасы необходимы в местах, снабжаемых при-возными материалами по воде, а иногда и по железной дороге. Значительные запасы местных материалов обычно накапливаются к началу летнего строительного сезона в результате за-готовок их строительными организациями своими силами в зимний период. На ряде объектов зимние заготовки таких материалов, как щебень, песок, камень, гравий, шлак достигают 60...80 % от годовой потребности. Материалы промышленности (битум, деготь, ле-соматериалы) обычно заготавливают в пределах 20...50 % потребности, цемент - учитывая потери его активности во времени, в пределах 15...20 %.

Создание запасов материалов и равномерное использование всех трудовых и матери-ально-технических ресурсов строительной организации в течение всего года следует рас-сматривать совместно. Использование этих ресурсов зимой на заготовительных и транспорт-ных работах позволяет обеспечить круглогодичную загрузку погрузочной техники и авто-транспорта, снижает затраты на субподрядные организации, выполняющие транспортные операции[2].

Так как вид функции $C(t)$ известен, устанавливается на основе мониторинга регио-нального строительного рынка, то в отсутствие каких-либо требований к величине поставок дорожно-строительных материалов можно считать, что в определенном смысле функции $C(t)$ и $V(t)$ имеют обратный характер изменения: увеличение $C'(t)$ в подготовительный период и во времени производства работ должно сопровождаться снижением интенсивности закупки и поставки материалов $V'(t)$ (чем быстрее возрастает стоимость материала в период строитель-ства объекта, тем значительнее должно быть снижение объема поставок во времени, т.е. ос-новной объем экономически целесообразно производить в подготовительный период или в начале строительства, когда затраты на закупку и перевозку ресурсов минимальны).

Можно различным образом выбирать вид функции $C(t)$, но исследования характера из-менения цен на дорожно-строительные материалы и услуги показали, что $C(t)$ достаточно точно можно описать в виде

$$c_{(t)} = at^2 + bt + c_o, \quad (1)$$

где $t \in [0;]$ что облегчает использование метода наименьших квадратов;

c_o - стоимость закупки и поставки ресурса на объект в начале рассматриваемого периода t ;

a и b - коэффициенты уравнения, характеризующие интенсивность изменения цен на строительные материалы и услуги в прогнозируемый период t , определяются методом на-именьших квадратов путем обработки результатов мониторинга региональных цен за пред-шествующий период времени.

Анализ графиков поставки различного вида ресурсов на дорожно-строительные объекты показывает, что функция $V(t)$ может быть описана зависимостью вида

$$V_t = \zeta t^2 + \eta t + V_o, \quad (2)$$

где V_o - запас строительных материалов и других ресурсов на начало строительства объекта или строительного сезона;

ζ, η - соответственно коэффициенты, характеризующие интенсивность поступления материалов и полуфабрикатов на объект.

Зависимость (2) может иметь и другой вид, что никак не повлияет на характер рассуждений. При планировании стратегии закупок дорожно-строительных материалов примем условие, что поставка ресурсов на объект по ценам C_0 на начало рассматриваемого периода t зачастую нерациональна. Это объясняется тем, что интенсивность поступления определенных ресурсов на объект (цементобетон, цементогрунт и др.) определяется их потреблением технологическими процессами в ходе строительства дороги. Кроме того, заблаговременная закупка щебня, железобетонных конструкций и других инертных материалов экономически нецелесообразна до момента проведения торгов и получения контракта на строительство или ремонт объекта. Создание значительных запасов вяжущих сдерживается объемами битумо-хранилищ и снижением активности цемента во время длительного хранения. В условиях неопределенности разумная политика цен выбирается с помощью критерия пессимизма- оптимизма Гурвица, согласно которому оптимальной является стратегия A_{i0} , максимизирующая величину

$$H_i(\lambda) = (1-\lambda) \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + \lambda \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}, \quad (3)$$

где λ - коэффициент оптимизма.

Примем допущение, что при выборе решения по поставкам ресурсов на объект руководствуемся наиболее реалистичными соображениями, т.е. принимаем $\lambda = 1/2$. Тогда все расчеты можно произвести по так называемой «средней» цене на ресурсы за рассматриваемый период t .

Обозначим: $\zeta_k > \eta_k$ - коэффициенты, определенные для периода поставок ресурсов, продолжительностью t_k , характеризуют интенсивность поступления материалов и полуфабрикатов на объект.

Составим схему для определения ζ_k, η_k .

$$\begin{cases} \int_0^{K_{t_0}} (at^2 + bt + c)(\zeta_k k^2 + \eta_k t + V_0) dt = \frac{1}{K_{t_0}} \iint_D dV dt \cdot \int_D dC dt; D: \begin{cases} t \in [0; K_{t_0}] \\ C \in [0; C_{(t)}] \end{cases} \\ \int_0^{K_{t_0}} (\zeta_k t^2 + \eta_k t + V_0) dt = V \end{cases}, \quad (4)$$

Второе уравнение системы (4) отражает тот факт, что какова бы ни была величина K , объем поставок должен оставаться постоянным и равным V . Первое уравнение есть математическая формулировка критерия Гурвица для $\lambda=1/2$ предполагается поставка материалов на объект по «средней» на период t по цене C_{cp} .

Средняя удельная стоимость за единицу поставляемого материала будет

$$C_{cp} = \frac{1}{K_{t_0}} \iint_D dcdt, D: \begin{cases} t \in [0; K_{t_0}] \\ C \in [0; C_{(t)}] \end{cases}, \quad (5)$$

$V_{ok} = \zeta_k t_k^2 + \eta_k t_k + V_0$ - объем последней в период t_k поставки строительного материала.

Проиллюстрируем приведенные рассуждения на примере снабжения фракционным щебнем строительства основания толщиной 18 см участка лесовозной автомобильной дороги IV технической категории в Республике Коми. Общая потребность в щебне для строительства 3 км дорожного основания составляет 4809 м³. До начала строительства на объекте в виде переходящего объема находится 800 м³ щебня. На основе статистического анализа рынка строительных материалов и услуг за период с 2010 по 2012 гг. установлено (рис. 1), что изменения стоимости щебня во времени можно описать зависимостью вида [1]

$$C_{щ}(T) = 0,316T^2 + 2,59T + 105,87, \quad (6)$$

где T - порядковый номер квартала.

Строительство основания из щебня планируется выполнить за период с 28.04.12 по 28.12.12 в течение 9-ти месяцев. Строительство основания выполняется с «колес», не требует дополнительных складских затрат.

Согласно прогнозу, стоимость щебня за период строительства может увеличиться от 300 до 350 р/м³. Изменения прогнозируемой удельной стоимости щебня в период строительства описывается функцией вида

$$C(t) = 2,84t^2 + 48,26t + 305,1, \quad (7)$$

где t - относительная продолжительность строительства, в рассматриваемом примере рассчитывается по формуле $t=T/24$, ($0 \leq t \leq 1$).

Выполним исследование влияния относительной продолжительности поставок щебня K на закономерности изменения графика поставки материала и среднюю удельную стоимость C завезенного на объект щебня.

Результаты расчетов параметров оптимального графика поставки щебня, при изменении K_{t0} от 1 до 0,2, приведены в табл. 1. Анализ полученных результатов подтверждает ранее изложенную гипотезу о том, что сокращение относительной продолжительности поставки щебня K_{t0} позволяет снизить среднюю стоимость материала C_{cp} (рис. 1).

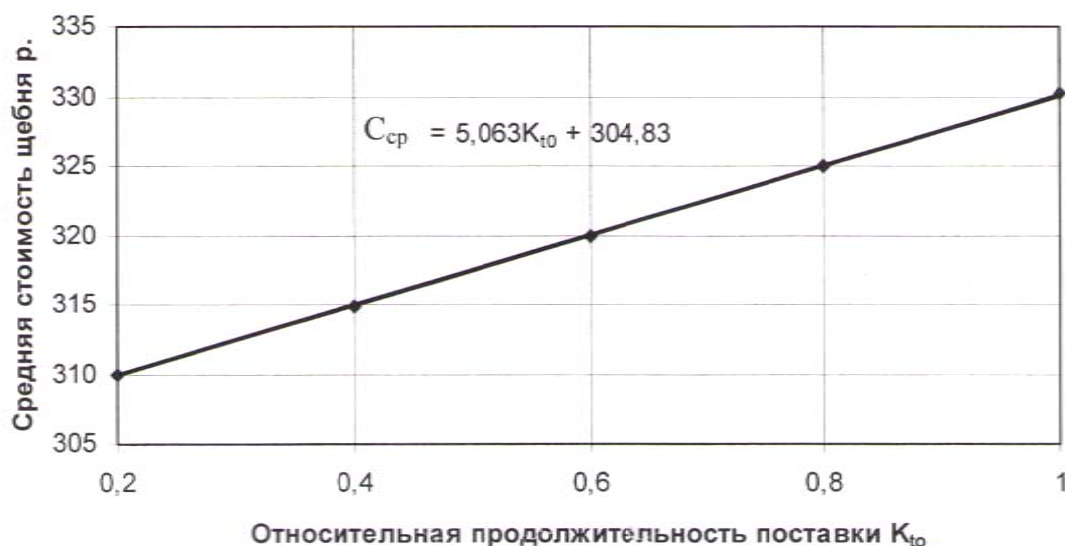


Рис. 1. Зависимость средней стоимости щебня от относительной продолжительности его поставки K_{t0} на объект

Таблица 1

Зависимость средней стоимости щебня от его поставки

Относи- тельная продол- житель- ность по- ставки K_{t0}	Коэффициенты урав- нения		Параметры графика поставки			Средняя удельная стоимость по- ставляемого щебня $C_{cp}, \text{м}^3$
	ζ_k	η_k	Макси- мальный объем пар- тии $V_{sk}, \text{м}^3$	Относитель- ный срок мак- симальной партии постав- ки, t_{sk}	Объем по- следней поставки, V_{ok}	
1	-23789	23877	6792	0,50	888	330,22
0,8	-48419	38852	8594	0,40	893	325,05
0,6	-119434	71824	11598	0,30	898	319,95
0,4	-418914	167823	17608	0,20	903	314,92
0,2	-3478644	696269	35641	0,10	908	309,97

Экономический эффект от сокращения продолжительности поставки материала на объект составляет 81194 р. (рис. 2), определяется величиной снижения общих затрат на закупку и транспортировку щебня на объект, которая рассчитывается по формуле

$$\Delta C_{\text{ш}} = V_{\text{об}} [(C_{\text{ср.к}} - (aK_{\text{то}} - b))] \quad (8)$$

где $V_{\text{об}}$ - общий объем поставляемого материала;

$C_{\text{ср.к}}$ - средняя удельная стоимость материала в конце строительства объекта;

a и b - коэффициенты уравнения, описывающие зависимость средней стоимости щебня от относительной продолжительности его поставки на объект (зависят от уровня прироста удельной стоимости материала в период строительства объекта).

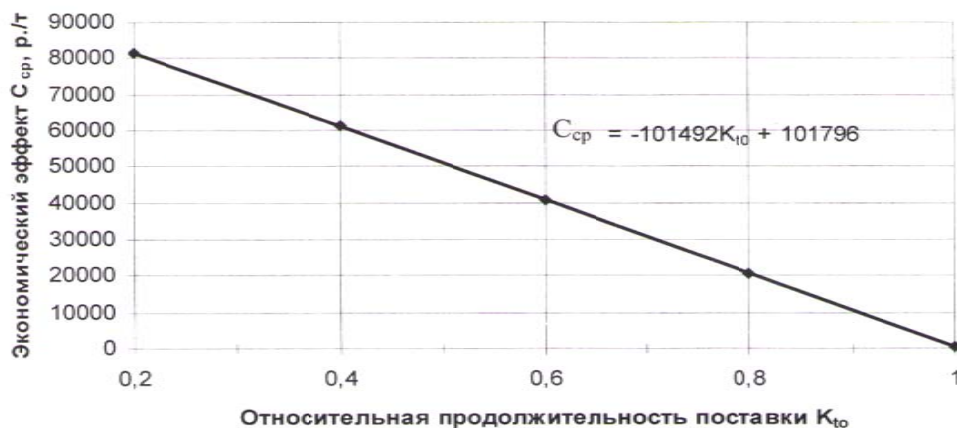


Рис. 2. Экономический эффект от сокращения сроков поставки щебня

Вывод

Предложенный вариант выбора стратегии поставок материалов имеет практическую значимость, позволяет на основе мониторинга стоимости материалов и транспортных услуг выполнить менеджмент ресурсного обеспечения дорожно-строительных объектов в условиях неопределенности, с учетом различного рода рисков и ограничений на поставки материалов по времени, объему, номенклатуре.

Библиографический список

1. Сушков С.И. Методы оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог для транспортировки лесоматериалов [Текст] / Сушков С.И., Бурмистрова О.Н., Бухтояров В.Н. // Строительные и дорожные машины. - 2017. - № 6. - С. 30-32.
2. Сушков, С.И. Разработка методики и алгоритма решения задачи безубыточности лесопромышленного производства [Текст] / Сушков С.И., Бурмистрова О.Н., Пильник Ю.Н. // Лесотехнический журнал. - 2016. . Т. 6. № 4 (24). С. 147-152.

References

1. Methods of assessment of transport and operational condition of roads for transportation of timber [Text] / Sushkov S. I., Burmistrova O. N., Bukhtoyarov VN // Construction and road machines. - 2017. - No. 6. - P. 30-32.
2. Sushkov, S. I. development of methods and algorithms for solving the problem of break-even timber production [Text] / Sushkov, S. I., Burmistrova, O. N., Yu. N. Sawmill // Forest technical journal. - 2016. . Vol.6. No. 4 (24). С. 147-152.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 699.86

*Воронежский государственный
технический университет*

*Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого
И.Е. Власов*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры проектиро-
вания зданий и сооружений им. Н.В. Троиц-
кого М.В. Новиков*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-54-21;

*Voronezh State Technical
University*

*Magistrate of Dept. of designing buildings
and constructions the name of N.V. Troitsky
I.E. Vlasov*

*D.Sc.(Engineerin), associate professor of Dept.
of designing buildings and constructions the
name of N.V. Troitsky M.V. Novikov*

Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-53-21

И.Е. Власов, М.В. Новиков

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОКОННОГО БЛОКА НА ТЕПЛОПТЕРИ ЧЕРЕЗ УЗЕЛ ПРИМЫКАНИЯ К СТЕНОВОМУ ПРОЁМУ

Рассмотрен узел примыкания оконного блока к стеновому проёму. Исследованы дополнительные теплотери через теплотехническую неоднородность с применением моделирования температурных полей. Выявлена зависимость величины дополнительных удельных теплотерь от положения оконного блока относительно плоскости стены.

Ключевые слова: Теплотери, температурное поле, стена, окно, моделирование.

I.E. Vlasov, M.V. Novikov

INFLUENCE OF THE WINDOW UNIT POSITION ON THERMAL LOSS THROUGH THE UNIT OF JOINT TO THE APERTURE OF WINDOW

The knot of an adjunction of the window block to a wall aperture is considered. Additional heatlosses through heattechnical heterogeneity with application of modeling of temperature fields are investigated. The dependence of size of additional specific heatlosses on position of the window block concerning the wall plane is revealed.

Keywords: heat loss, temperature field, wall, window, simulation .

Теплозащитная оболочка зданий представляет собой совокупность вертикальных, горизонтальных, наклонных, прозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций. В расчёте приведённого сопротивления теплопередаче они учитываются как некие крупные участки – наружные стены, кровля, перекрытия над неотапливаемым подвалом и. т. д., а также их фрагменты. Последние содержат в себе теплотехнические неоднородности. По материалу такие неоднородности делятся на следующие:

- теплопроводные включения, вызванные наличием материалов с разными теплопроводностями (анкерные крепления, гибкие связи и т.п.);
- неоднородности формы – изломы и изгибы в ограждениях с однородными слоями;
- смешанного типа;

По геометрии неоднородности могут быть:

- точечные (анкер, дюбель-гвоздь) с единицей измерения Вт, в плоскости или в контуре могут учитываться как количество на m^2 и на m соответственно;
- линейные (швы ограждающих конструкций, в определённых условиях – откосы проёмов), единица измерения Вт/м;
- объёмные – неоднородности, которые невозможно описать точно, в пределах поверхности или по контуру (например, парапетные углы на стыке стен и перекрытия).

Учёт теплотехнических неоднородностей позволяет наиболее точно определить приведённое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций и теплопотери здания [1-5]. Первые два геометрических вида учтены в формуле Е.1 СП 50.13330.2012 [6]

$$R_0^{np} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{ysl}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} \quad (1)$$

Последний вид неоднородности предлагается в [4] как дополнение к (1):

$$R_0^{np} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{np}} + \sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} \quad (2)$$

где R_0^{ysl} – сопротивление теплопередаче плоского участка стены ($m^2 \cdot ^\circ C / Bm$);

l_j , n_k – геометрические параметры элементов, определяемые для конкретного случая, м/м², 1/м;

Ψ_j , χ_k – удельные потери теплоты через элементы, $Bm / (m \cdot ^\circ C)$, $Bm / ^\circ C$;

U_i – коэффициент теплопередачи однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания, $Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$;

a_i – площадь плоского элемента конструкции i -го вида, приходящаяся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м²/м²;

R_0^{np} – приведённое сопротивление теплопередаче объёмной теплотехнической неоднородности или объёмного элемента.

В данной статье исследуется узел примыкания оконного блока к стеновому проёму. Оценивается зависимость теплопотерь, вызванных влиянием откосов, от расположения оконного блока в толще стены. Рассмотрено несколько положений когда блок смещается по направлению снаружи вовнутрь помещения. Расчёт удельных теплопотерь производился в упрощённом виде. Влияние крепежа и изменение потока в углах проёма не учитывались.

Откос рассматривался как линейная теплотехническая неоднородность с удельными потерями Ψ_j , характеризующимися дополнительной мощностью теплового потока $Q_{дон}$, $Bm / м$.

Дополнительная мощность потока через рассматриваемую теплотехническую неоднородность определялась с помощью расчёта температурных полей. Для этого применялась плоская расчётная схема. Моделирование поля производилось в программе «ELCUT Student» [7].

Методика исследования заключалась в следующем.

Исходя из заданных параметров – назначения здания, характеристик внутреннего воздуха и отопительного периода, в том числе наружного воздуха места строительства, определялась требуемая толщина утеплителя (таблица 1) в соответствии с требованиями норм [6, 8].

Определялось условное сопротивление теплопередаче ($m^2 \cdot ^\circ C / Bm$) по выражению (3):

$$R_0^{ysl} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (3)$$

где α_b , α_n коэффициенты тепловосприимчивости внутренней и теплоотдачи наружной поверхностей ограждающей конструкции, $Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

δ_i и λ_i – толщина (м) и коэффициент теплопроводности ($Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$) i -го слоя стены.

Вычислялась температура внутренней поверхности $\tau_{вп}$ ($^\circ C$) удалённого плоского участка стены

$$\tau_{вп} = t_b - (t_b - t_n) \frac{l}{R_0^{усл} \cdot \alpha_b} \quad (4)$$

Проводилось моделирование температурного поля путём создания геометрии, задания параметров материалов и привязки их к графическим блокам и граничных условий. Далее определялась средняя температура внутренней поверхности стены $\tau_{вп}^{mn}$ в зоне искажения температурного поля (зона “а”) и для поверхности откоса $\tau_{вп}^{отк}$ (зона “b”) – см. рис.1.

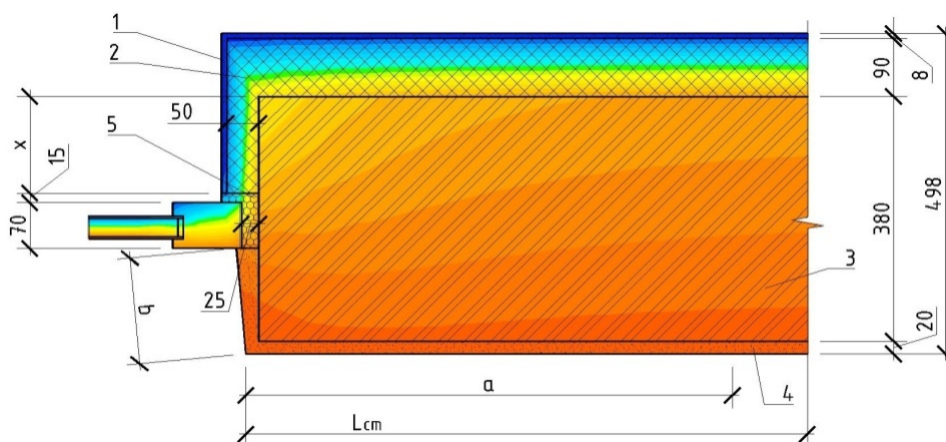


Рис. 1. Узел примыкания оконного блока к стеновому проёму:

1, 4 – штукатурка, 2 – утеплитель, 3 – несущий слой, 5 – монтажная пена;

а – зона влияния узла примыкания (участок с искажением температурного поля), b – размер внутреннего откоса, $L_{сч}$ – длина расчётной области стены, x – параметр, характеризующий заглубление оконного блока

Мощность потока (Вт/м) через участок «а» вычислялась по выражению (5)

$$Q_a = \alpha_b (t_b - \tau_{вп}^{mn}) a, \quad (5)$$

Мощность теплового потока, $Q_{усл}$ (Вт/м), который проходит через удалённый плоский участок (условную конструкцию с сопротивлением $R_0^{усл}$) может быть определена по выражению (6)

$$Q_{усл} = \frac{(t_b - t_n)}{R_0^{усл}} a, \quad (6)$$

где a – длина зоны искажения температуры наружной поверхности, которую требуется определять через сравнение результатов компьютерного моделирования с вычисленной величиной $\tau_{вп}$.

Сравнение производилось по графику температуры наружной поверхности или по таблице. Такой подход требует определения параметра «а» при расчёте дополнительной мощности для каждого положения оконного блока. Доля мощности теплового потока (Вт/м) через внутреннюю поверхность стены, вызванная оконным откосом, вычислялась как разность:

$$\Delta Q_a = Q_a - Q_{усл}, \quad (7)$$

Помимо формулы (6), величину $Q_{усл}$ (Вт/м) можно определить также по выражению (7.1)

$$Q_{усл} = \frac{(t_{\theta} - \tau_{\theta n})}{R_{\theta}} a \quad (7.1)$$

где R_{θ} - сопротивление теплопередаче на внутренней поверхности стены ($m^2 \cdot ^\circ C / Bm$)

$$R_{\theta} = \frac{1}{\alpha_{\theta}} \quad (7.2)$$

Из (7.1) и (7.2) получена формула (7.3), которая соответствует выражению (5)

$$Q_{усл} = \alpha_{\theta} (t_{\theta} - \tau_{\theta n}) a \quad (7.3)$$

Тогда формулу (7) можно представить в виде (7.4)

$$\Delta Q_a = \alpha_{\theta} (\tau_{\theta n} - \tau_{\theta n}^{mn}) a \quad (7.4)$$

На условном графике температуры внутренней поверхности (рис.2), где « $L_{ст}$ » - ось с началом на углу откоса, можно увидеть зону «а» влияния узла со средней температурой $\tau_{\theta n}^{mn}$ в этой зоне и участок равной температуры $\tau_{\theta n}$ на удалении от окна.

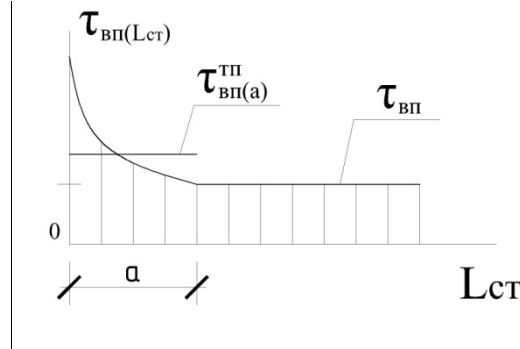


Рис. 2. Условный график распределения температуры по внутренней поверхности стены

Среднюю температуру $\tau_{\theta n}^{mn}$ ($^\circ C$) можно представить в виде (7.5)

$$\tau_{\theta n}^{mn}(L_{cm}) = \frac{a \tau_{\theta n}^{mn}(a) + \tau_{\theta n} (L_{cm} - a)}{L_{cm}}, L_{cm} \geq a \quad (7.5)$$

Изменение мощности температурного потока (Вт/м) в зависимости от L записали как

$$\Delta Q_a(L_{cm}) = \alpha_{\theta} (\tau_{\theta n} - \tau_{\theta n}^{mn}(L_{cm})) L_{cm} \quad (7.6)$$

После подстановки (7.5) в (7.6) и преобразований получено выражение (7.7)

$$\Delta Q_a(L_{cm} \geq a) = \alpha_{\theta} (\tau_{\theta n} - \tau_{\theta n}^{mn}(L_{cm})) a, \quad (7.7)$$

Из (7.7) видно, что ΔQ_a не будет зависеть от изменения размера расчётной области L_{cm} при $L_{cm} \geq a$. Данный факт позволяет исключить сравнение значений графиков температуры внутренней поверхности для точного поиска величины «а» при каждом изменении координаты « L_{cm} » при использовании расчётной программы, описанной в [7]. По результатам анализа графиков расстояние от угла откоса до конца области стены было принято равным 2,5 м, что превышает размер зоны влияния «а». Именно на таком участке определялась $\tau_{\theta n}^{mn}$.

Мощность потока через откос (Вт/м) – зону «б» вычислялась аналогично выражению (5):

$$Q_b = \alpha_{\theta} (t_{\theta} - \tau_{\theta n}^{omk}) b, \quad (8)$$

Далее по формуле (9) определялась мощность дополнительного потока для узла.

$$Q_{don} = \Delta Q_a + Q_{b_6} \quad (9)$$

Вычислили суммарную удельную расчётную длину оконных откосов на $1 \text{ м}^2 (\text{м}/\text{м}^2)$

$$L = \frac{l}{F_p}, \quad (10)$$

где l (м) – общая длина расчётных участков;

$F_p (\text{м}^2)$ – расчётная площадь фрагмента фасада, взятая без учёта светопрозрачных конструкций.

Общую длину l (м) расчётных участков определим как сумму периметров P_i окон по выражению (11), а F_p – по выражению (12)

$$l = P_{\text{окон}} = \sum P_i \quad (11)$$

$$F_p = F_{\text{фасада}} - \sum F_i, \quad (12)$$

где $F_{\text{фасада}}$ – общая площадь фасада;

F_i – площадь i -го проёма (окна, двери и прочих аналогичных элементов).

Дополнительную плотность теплового потока $q_{don} (\text{Вт}/\text{м}^2)$, вызванную рассматриваемой теплотехнической неоднородностью, определили по формуле (13):

$$q_{don} = Q_{don} L \quad (13)$$

Исходные данные: тип здания – жилое, место строительства г. Воронеж, зона влажности – 3, сухая (прил. В [6]). Температура наиболее холодной пятидневки $t_n = t_5^{0,92} = -24^\circ\text{C}$, температура отопительного периода $t_{om} = -2,5^\circ\text{C}$, продолжительность отопительного периода $z_{от} = 190$ сут; параметры внутреннего воздуха: $t_v = 20^\circ\text{C}$, $\phi = 55\%$. Размеры расчётного фрагмента фасада составляют $3 \times 2,8(\text{h})\text{м}$, окна – $1,2 \times 1,2\text{м}$.

Конструкция стены состоит из четырёх слоёв, расположенных в порядке от 1 до 4 (рис. 1, таблица 1). Оконный профиль представлен условно с параметрами ПВХ (поз. 6), стеклопакет одинарный, с воздушной прослойкой.

Таблица 1

Расчётные характеристики материалов фрагмента наружной ограждающей конструкции

№	Наименование материала	Толщина слоя δ , мм	Плотность ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Теплопроводность λ , $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$
1	Штукатурка – известково-песчаный раствор	20	1600	0,7
2	Кладка из полнотелого силикатного кирпича на ц/п растворе	380	1800	0,76
3	Утеплитель – минераловатные плиты	90*	120	0,042
4	Штукатурка – цементно-песчаная	8	1800	0,76
5	Пенополиуретан	-	80	0,042
6	ПВХ	-	1430	0,19
7	Стекло оконное	4	2500	0,76
8	То же, 20 мм	20**	-	0,05

* – величина, полученная теплотехническим расчётом по [6] с учётом коэффициента теплотехнической неоднородности $g = 0,95$; ** – величина, полученная из данных табл. Т.1 приложения Т [6]

По результатам моделирования наблюдается трёхкратное увеличение дополнительного удельного линейного теплового потока $Q_{дон}$ (Bm/m) и удельного теплового потока $q_{дон}$ (Bm/m^2), вызванного оконным откосом при пошаговом смещении к внутренней поверхности стены (таблица 2). Также уменьшаются средняя температура на внутренней поверхности стены вблизи откоса $\tau_{вн(a)}^{mn}$ и на самом откосе $\tau_{вн(b)}^{mn}$. Вместе с этим происходят незначительные колебания минимальной температуры на откосе $\tau_{вн(b)}^{min}$, которые возможно рассмотреть в отдельном исследовании. Стоит заметить необходимость учёта гигиенических требований при проектировании узлов примыкания.

Таблица 2

Результаты моделирования температурных полей

Вариант	Геометрические величины (заданные)			Температура (результаты расчёта на ЭВМ)			Тепловой поток (вычисленные параметры)					
	x, мм	a, м	b, м	$\tau_{вн(a)}^{тп}$, °C	$\tau_{вн(b)}^{тп}$, °C	$\tau_{вн(b)}^{тп min}$, °C	Qa, Вт/м	Q _{усл} , Вт/м	ΔQa , Вт/м	Qb, Вт/м	Q _{доп} , Вт/м	$q_{доп}$, Вт/м ²
1*	-85	2,5	0,4	18,38	18,16	13,55	35,24	38,76	-3,52	6,4	2,88	1,99
2	0	2,5	0,314	18,32	17,77	13,51	36,54		-2,22	6,09	3,87	2,67
3	50	2,5	0,264	18,26	17,5	13,28	37,85		-0,91	5,74	4,83	3,33
4	100	2,5	0,214	18,2	17,24	13,35	39,15		0,39	5,14	5,53	3,81
5	150	2,5	0,165	18,13	16,88	13,52	40,67		1,91	4,48	6,39	4,41
6**	295	2,5	0,025	17,86	14,39	13,2	46,55		7,79	1,22	9,01	6,21
* – Оконный блок в утеплителе; ** – оконный блок вровень с несущим слоем; L = 2,5 м.												

Библиографический список

1. Новиков М.В. Применение ячеистых бетонов низкой плотности в ограждающих конструкциях / М.В. Новиков, В.Н. Осипов // Научный Вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология. 2015. - №1. – С. 101-105.
2. Новиков М.В. Оценка энергоэффективности кладки наружных стен из крупноформатных теплоэффективных блоков / М.В. Новиков, А.А. Зарубина // Академическая наука – проблемы и достижения: матер. XIV междунар. Науч.-практ. Конф. 2017. – С. 65-73.
3. Гойкалов А.Н. Исследование способов использования пассивной солнечной энергии в архитектуре / А.Н. Гойкалов, С.Ю. Пакуш // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология. 2016. - № 1. - С. 317-321.
4. Вязова Т.О., Овсянников С.Н. Влияние объемных теплопроводных включений на расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции // Вестник ТГАСУ. 2015. - № 2. – С 130-134.
5. Круссер А.И. Пути повышения энергетической эффективности зданий и сооружений / А.И. Круссер, В.И. Милованова, М.В. Новиков // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. – №1 (22). – С. 220-223.
6. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

7. ELCUT. Моделирование электромагнитных, тепловых и упругих полей методом конечных элементов. Версия 6.3.1. Руководство пользователя // elcut.ru URL: https://elcut.ru/downloads/manual_r.pdf.

8. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*.

References

1. Novikov M. V., Osipov V. N. Use of low-density cellular concrete in enclosing structures. Nauchnyj Vestnik Voronezhskogo GASU. Vysokie tehnologii. Jekologija. [Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology], 2015, no 1, pp. 101-105 (in Russian)

2. Novikov M. V., Zarubina A.A. Estimation of energy efficiency of external wall masonry from large-format heat-efficient blocks. Akademicheskaja nauka – problemy i dostizhenija: mater. XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Academic Science - Problems and Achievements: Materials of the 14th International Scientific and Practical Conference], 2017, pp 65-73.

3. Gojkalov A.N., Pakush S.Ju. Study of ways to use passive solar energy in architecture. Nauchnyj Vestnik Voronezhskogo GASU. Vysokie tehnologii. Jekologija. [Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology], 2016, no1, pp 317-321.

4. Vjazova T.O., Ovsjannikov S.N. Thermally conductive inclusions affecting the analysis of reduced thermal wall resistance. Vestnik TGASU [Newsletter Of the TSUAB], 2015, no2, pp 130-134.

5. Krusser A.I., Milovanova V.I., Novikov M.V. Ways to improve the energy efficiency of buildings and structures. Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. [Science Magazine. Engineering systems and facilities.], 2016, no1, pp 220-223.

6. СП 50.13330.2012. Teplovaja zashhita zdaniy. Aktualizirovannaja redakcija SNIП 23-02-2003 [Thermal protection of buildings. Updated version of SniP 23-02-2003]

7. ELCUT. Modelirovanie jelektromagnitnyh, teplovyh i uprugih polej metodom konechnyh jelementov. Versija 6.3.1. Rukovodstvo pol'zovatelja [ELCUT. Modeling of electromagnetic, thermal and elastic fields by the finite element method. Version 6.3.1. User guide] Available at: https://elcut.ru/downloads/manual_r.pdf.

8. SP 131.13330.2012 Stroitel'naja klimatologija. Aktualizirovannaja redakcija SNIП 23-01-99* [SP 131.13330.2012 Construction climatology. Updated version of SNIП 23-01-99 *]

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры
проектирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Магистр кафедры проектирования
зданий и сооружений Е.О. Логвинова
Россия, г. Воронеж, тел. +7906 581 56 81
e-mail: logvinova_ekater@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc. (Engineer in), Prof. of the
designing of buildings constructions faculty and
E.E. Semenova;
Master of the designing of buildings and
constructions faculty E. O. Logvinova
Russia, Voronezh, tel. +7 906 581 56 81
e-mail: logvinova_ekater@mail.ru*

Э.Е. Семенова, Е.О. Логвинова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Представлен анализ применения энергоэффективных светопрозрачных конструкций гражданских зданий. Проанализированы материалы, которые применяются для изготовления данных конструкций.

Ключевые слова: энергоэффективное остекление, стеклокомпозит, искусственная, низко-эмиссионное стекло, электрохромное стекло, солнцезащитное стекло, инертный газ, аэрогель.

E.E. Semenova, E. O. Logvinova

A STUDY OF THE USE OF ENERGY-SAVING GLASS STRUCTURES OF BUILDINGS

The article provides an overview of different types of energy efficient translucent structures. Materials that can be used for the manufacture of frames are considered.

Keywords: energy-efficient glazing, glass composite, low-emission glass, electrochromic glass, sunscreen, inert gas, aerogel.

Повышение энергоэффективности зданий и сооружений является одним из ключевых направлений в строительстве, в связи с сокращением запасов топлива и его постоянным удорожанием. В России здания находятся в условиях суровых зим и требуют в несколько раз большего расхода энергии, чем в Европе. Снижение энергопотребления в процессе строительства и эксплуатации зданий возможно за счет применения энергоэффективных светопрозрачных конструкций. В последнее время стекло стали использовать не только для заполнения оконных проемов, но и как конструкционный материал наружных ограждающих конструкций. Поэтому повышение теплотехнических качеств остекления является одной из главных задач в строительстве.

Переход на новый уровень энергоэффективности невозможен без применения новых материалов и технологий, в том числе современных энергоэффективных стеклопакетов и специальных стекол. Одним из факторов влияющим на энергоэффективность здания является конструкция стеклопакетов. В настоящее время на рынке представлены деревянные, алю-

минирующие, поливинилхлоридные, стеклокомпозитные рамы, рамы из пористой искусственной древесины ПИД-IV (ВИНИЗОЛ). Основой производства стеклокомпозита, как и стеклопластика является стекловолокно (70%), только в качестве связующих компонентов используются полиэфирные смолы (30%). Основными особенностями являются высокие показатели прочности, устойчивости к температурным и атмосферным воздействиям, низкий показатель теплопроводности, длительный срок эксплуатации, а также увеличение светопропускной способности окон. Однако, на данном этапе стоимость готового изделия слишком высока.

Пористая искусственная древесина ПИД-IV (ВИНИЗОЛ) также относится к композитным материалам. В ПИД-IV («ВИНИЗОЛ») в качестве наполнителей входят твердые отходы топливно-энергетической индустрии и камнедобывающей промышленности, в связи с этим материал имеет низкую себестоимость. Этот материал лишен основных недостатков натуральной древесины: не подвергается гниению, горению, влагостойкий, устойчив к плесени и грибкам.

Одним из важнейших этапов в создании энергосберегающих светопрозрачных конструкций стало изобретение энергоэффективных стекол: низкоэмиссионные, электрохромные, солнцезащитные и т.д.

Низкоэмиссионные стекла имеют высокую светопропускную способность и прозрачность, но при этом обладают способностью отражать тепловую энергию. Низкоэмиссионное стекло бывает двух типов: К-стекло и I-стекло. На К-стекло наносится стойкое прозрачное пиролитическое покрытие, которое пропускает коротковолновую солнечную энергию в помещение, но не пропускает наружу длинноволновое тепловое излучение. На I-стекло наносится покрытие методом электромагнитного напыления в вакууме. Преимущество данного метода состоит в получении стекла, покрытого равномерным качественным теплозащитным слоем [1]. В качестве примера эффективности применения низкоэмиссионного стекла можно привести сравнение коэффициента теплопередачи: однокамерный стеклопакет с чистым флоат-стеклом - 2,8 Вт/м²К; однокамерный стеклопакет с К-стеклом - 1,9 Вт/м²К, а с I-стеклом при заполнении стеклопакета аргоном составит 1,3 Вт/м²К. За счет более высоких показателей теплозащиты и демократичной стоимости использование I-стекла является более выигрышным вариантом [2]. Применение низкоэмиссионных стекол существенно сокращает расходы на отопление.

Еще одним решением по повышению энергоэффективности здания является использование электрохромных стекол. Под действием электрического напряжения, стекло переключается между двумя фиксированными состояниями: прозрачное (выключенное) и затемненное (включенное). Неотъемлемыми элементами такого стекла является либо жидкокристаллический слой, либо напыление металла (лития и т.п.), ионы которого обладают соответствующими свойствами. «Электрохромные окна обеспечивают 44 % экономии расхода энергии на освещение по сравнению с базовым сценарием (без осуществления контроля дневного освещения). Кроме того, за счет охлаждающих возможностей «умных» окон, в ясные солнечные дни отмечено снижение на 19–26 % пиковых нагрузок, связанных с работой систем кондиционирования воздуха».

Солнцезащитные стекла позволяют значительно снизить процент попадания ультрафиолетовых лучей в помещение, тем самым снижая расходы на охлаждение помещения. Покрытия солнцезащитных стекол подразделяются на селективные и неселективные. Неселективное покрытие обладает свойством отражать весь спектр солнечного излучения, в том числе и видимый свет. В состав покрытия, толщина слоя 5–30 нм, входят оксиды хрома, титана, железа и никеля. Селективное покрытие частично отражает инфракрасное излучение и выполняется на основе серебристого слоя толщиной 10–20 нм, благодаря наличию в серебре свободных электронов и происходит отражение коротковолнового излучения. Установка солнцезащитного стекла способствует снижению перегрева в помещении.

Одним из эффективных методов повышения теплоизоляционных характеристик стеклопакетов является заполнение пространства между стеклами легкими газами, которые яв-

ляются инертными. Чаще всего, применяют два вида инертных газов: аргон и криптон. Газ криптон, менее используется и стоит дороже. Криптон не горюч, не ядовит, он в микроскопических количествах присутствует в воздухе и обладает теплопроводностью, которая в 1,8 раз меньше, чем у аргона и в 2,6 раз ниже, чем у воздуха. Аргон - самый распространенный газовый наполнитель, который достаточно дешев. Стеклопакет заполненный инертным газом, по своим теплоудерживающим свойствам соответствует кирпичной стене, имеющей толщину 90 см. Также заполнение инертным газом позволяет снизить проникновение с улицы шума на 40-50 дБ. Кроме повышения сопротивления теплопередаче стеклопакета, введение в межстекольное пространство инертных газов позволяет снизить вероятность появления конденсата внутри стеклопакета. В таблице представлены результаты влияния на температурный режим краевых зон стеклопакетов заполнения межстекольного пространства инертными газами – аргонном, криптоном и др.

Таблица

Результаты расчета замкнутых прослоек при различных газовых заполнениях

Тип газового заполнения	Температура на внутренней поверхности, °С		Коэффициент $\theta \times 10^3$
	в центральной зоне $\tau_{ц}$, °С	в нижней краевой зоне τ_{min} , °С	
4-8-4			
воздух	1,9	4,7	70
аргон	4,4	5,8	35
криптон	4,3	7,1	70
4-14-4			
воздух	1,5	6,2	118
аргон	2,6	6,8	105
криптон	3,7	7,5	95
4-20-4			
воздух	0,8	6,3	138
аргон	2,2	7,1	123
криптон	4,3	6,2	48

Одним из серьезных шагов в изготовлении энергосберегающих светопрозрачных конструкций стало заполнение пространства между стёклами аэрогелем диоксида кремния. Аэрогель более чем на 96% содержит в своих порах воздух, оставшиеся 4 % это тонкая матрица SiO_2 . В настоящее время технология изготовления аэрогеля остается дорогостоящей.

К основным способам повышения энергосбережения относится увеличение количества камер, замена стекол на более технологичные, улучшение качества монтажа. Однако наиболее перспективным является применение современных энергосберегающих стекол (низкоэмиссионных, электрохромных, солнцезащитных и т.д.) и стеклопакетов (вакуумных, с заполнением внутреннего пространства аэрогелем). Современные оконные системы позволяют значительно снизить коэффициент теплопередачи наружных ограждающих конструкций.

Библиографический список

1. Семенова Э.Е., Котова К.С., Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 84-86;

2. Семенова Э.Е., Коратыгина А.Ю., Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 135-137;
3. Давыдова Е.И., Гнам П.А., Тарасова Д.С. Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015, №5 (32). 2015. С.113-122;
4. Электронный адрес: <http://www.tybet.ru/content/articles/index.php>;
5. Электронный адрес: <http://engstroy.spbstu.ru/eng/index.html>.

References

1. Semenova EE, Kotova KS, Scientific herald of the Voronezh State Architectural and Construction University. Series: High technology. Ecology. 2013. №1. Pp. 84-86;
2. Semenova EE, Koratygina A.Yu., Scientific herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technology. Ecology. 2013. №1. Pp. 135-137;
3. Davydova EI, Gnam PA, Tarasova DS Construction of unique buildings and structures, 2015, No. 5 (32). 2015. P.113-122;
4. E-mail address: <http://www.tybet.ru/content/articles/index.php>;
5. E-mail address: <http://engstroy.spbstu.ru/eng/index.html>.

Воронежский государственный технический университет
Профессор кафедры проектирования
зданий и сооружений Э.Е.Семенова
Доцент кафедры проектирование зданий
и сооружений Е.Д.Мельников
Магистр кафедры проектирование зданий
и сооружений Г.В.Пономарева
Россия, г. Воронеж, тел. +7(980)534-97-56
e-mail: galyya2995@gmail.com

Voronezh State Technical University
Professor of the Department of Design
of Buildings and Structures E.E. Semenova
Associate Professor of the Department
of Design of Buildings and Structures
E.D. Melnikov
Master of the chair design of buildings
and structures G.V. Ponomareva
Russia, Voronezh, tel. +7 (980) 534-97-56
e-mail: galyya2995@gmail.com

Э.Е. Семенова, Е.Д. Мельников, Г.В. Пономарева

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

В статье рассматриваются проектные решения, повышающие энергетическую эффективность здания. Подробно рассмотрено влияние геометрической формы здания на площадь вертикальных наружных ограждающих конструкций, а также влияние уширения корпуса здания на энергетическую эффективность.

Ключевые слова: архитектурно-планировочные решения, корпусные здания, энергоэффективность, гражданские здания, ограждающие конструкции.

E.E. Semenova, E.D. Melnikov, G.V. Ponomareva

ANALYSIS OF DESIGNING RESIDENTIAL BUILDINGS WITH ENERGY CONSERVATION ACCOUNT

The article considers design solutions that increase the energy efficiency of the building. The influence of the geometric shape of the building on the area of vertical external enclosing structures, as well as the influence of the building shell broadening on energy efficiency, is considered in detail.

Keywords: architectural and planning solutions, hull buildings, energy efficiency, civil buildings, enclosing structures.

В настоящее время в России проблема рационального использования ресурсов становится главной для стабилизации российской экономики. Большое внимание уделяется энергосбережению в строительстве жилых зданий, которые на вложенные средства будут в течение десятков лет создавать экономию тепловой энергии.

Задача энергосбережения – обеспечение комфортных условий пребывания людей в здании с максимальной возможной минимальной затратой ресурсов на поддержание этих условий. Истощение ресурсов всё более стимулирует рост цен на энергоресурсы и поиск альтернативных источников энергии.

Проектирование энергоэффективного здания включает в себя несколько факторов, совокупность которых обеспечивает общество энергоэкономичными зданиями. К ним относят: архитектурно-планировочные решения, эффективные инженерные системы, теплоэффектив-

ные ограждающие конструкции, система качества строительно-монтажных работ. При проектировании необходимо проводить финансово – стоимостной анализ выбора совокупности энергосберегающих решений.

В 1980-1990-х гг. в зарубежных странах начался активный поиск альтернативных решений в области энергосбережения, позволяющий частично или полностью удовлетворить энергопотребности за счет применения: солнечной энергии и гелеосистем; ветровой энергии; тепловой энергии земли; котельных установок; лучистых систем отопления; оборотных систем вентиляции; эффективных стройматериалов.

На территории России массовое внедрение указанных технологий на данный момент является перспективным направлением, но не постоянной практикой.

В современном строительстве преобладают следующие тенденции: строительство высотных односекционных домов (ориентация по всем сторонам, большая ширина в сравнении с многосекционными, использование одного лестнично-лифтового узла (9-22 эт.); строительство ширококорпусных зданий; повышение уровня комфортности и безопасности всех решений; использование новых проектных решений (повышение теплозащитных характеристик ограждающих конструкций); переход от полносборного (параллельного) домостроения к сборно-монолитному с использованием штучных стеновых материалов; применение эффективных инженерных систем.

Основными рекомендациями по энергоэффективному проектированию зданий являются следующие:

- ориентация здания на южную сторону;
- сосредоточение остекления на южной стороне;
- использование авторегулируемой зональной системы отопления;
- уменьшение влияния затенения от других зданий;
- обеспечение теплоустойчивости конструкции здания, чтобы избежать перегрева в летнее время и охлаждения в зимнее;
- использование теплоэффективных ограждающих конструкций;

В настоящее время возникла необходимость в разработке новых принципов проектирования зданий, отвечающих требованиям экономичности, экологичности, высокой комфортности, энергоэффективности.

Снижение расчетной величины удельного потребления тепловой энергии здания может быть достигнуто за счет: изменения объемно-планировочного решения, обеспечивающих наименьшую площадь наружных ограждений, уменьшение числа углов, увеличение ширины зданий, использования ориентации и рациональной компоновки многосекционных зданий; блокирования зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий; возможности размещения зданий с меридиальной или близкой к ней ориентацией фасада.

За счет различных объемно-планировочных, архитектурных, конструктивных решений появляется возможность по-разному определять тепловой режим здания.

Здания одного функционального значения имеют разную типизацию в зависимости от климатических, гигиенических, технических особенностей региона строительства. Это определяет их компоновку.

В строительных нормах предусмотрен геометрический параметр, влияющий на энергопотребление того или иного планировочного решения – коэффициент компактности, который равен отношению общей площади поверхности наружных ограждающих конструкций к объёму, заключенному внутри них.

Форма здания оказывает влияние не только на архитектурные особенности, но и на энергоэффективность здания. Процесс проектирования энергоэкономичных зданий необходимо начинать с анализа объемно-планировочных решений. К мероприятиям по увеличению энергоэффективности относятся: уменьшение показателя удельного периметра наружных стен м/м^2 (отношение периметра наружных ограждающих конструкций к площади этажа); уменьшение значения коэффициента компактности; увеличение ширины корпуса здания.

Моделирование линейных параметров здания (длина, ширина, высота) имеет результатом различную суммарную площадь оболочки здания и, как следствие, различные теплопотери. Важно количественно оценить влияние энергосберегающих мероприятий, связанных с моделированием архитектурно-планировочных решений.

Для выявления закономерностей изменения площади вертикальных наружных ограждений (ВНОК) в зависимости от изменения площади этажа примем ряд условных объектов с разными значениями площадей этажа. В сравнении приняты наиболее распространенные значения площадей этажа при различных планировочных решениях. Диапазон значений площадей этажа от 200 до 400 м² (табл.) включает соответствующие значения наиболее распространённых в нашей стране типовых планировочных решений.

Таблица

Зависимость сокращения площади ограждения от ширины здания, %

Площадь, м ²	Ширина здания 12-18 м	Ширина здания 18-24м
200	-1.6	-11.2
400	11.3	-1
600	17.2	3.8
800	20.6	6.5
1000	22.8	8.3
1500	26	10.9
2000	27.7	12.3
6000	31.4	15.1

Значение больше 400 м² соответствуют сблокированным протяженным зданиям. Для одновременного анализа влияния геометрической формы здания на энергоэффективность для каждого значения площади этажа будем рассматривать различные геометрические формы этажа (квадрат, круг, прямоугольник с шириной 12 м, прямоугольник шириной 18 м, равносторонний треугольник, шестигранник, восьмигранник). Принятые к рассмотрению геометрические формы и значения площади этажа достаточно условны, так как в реальном проектировании объемная планировка более сложная, что обуславливает степень отклонения от полученных зависимостей. Так как основная база сборного домостроения ориентирована на значение высоты этажа 2.8 м, то примем высоту этажа постоянной и равной 2.8 м (табл.).

Анализ результатов позволяет сформулировать следующие выводы:

- при одинаковой площади этажа различие геометрических форм определяет различные значения площади вертикальных наружных ограждающих конструкций;
- наиболее целесообразной является круглая геометрическая форма, так как она дает минимальные значения площади ограждения;
- многогранные формы более целесообразны по сравнению с квадратом, но большое число углов увеличивает количество теплопотерь здания, а значит, наиболее рациональными формами являются квадрат и прямоугольник;
- уширение корпуса прямоугольного здания уменьшает теплопотери, что демонстрирует диаграмма для значений ширины прямоугольного здания в 12м и 18м;
- традиционная прямоугольная форма здания шириной 12м является наименее предпочтительной.

Следовательно, вариация объемно-планировочных решений с целью уменьшения отношения площади ВНОК к площади этажа является актуальным направлением в энергосбережении.

Представляет интерес вариация компоновки прямоугольного здания как наиболее распространённой геометрической формы с целью выявления зависимостей снижения площади вертикальных ограждающих конструкций от изменения ширины корпуса здания. Решение достигается перебором значений ширины здания от 12 до 24 м, при увеличении площади этажа от 200 до 6000 м² и определении площади вертикальных ограждающих конструкций в каждом варианте. Для каждого варианта определим в пределах одного этажа площадь верти-

кальных наружных ограждающих конструкций при ширине корпуса здания 12, 15, 18, 21, 24 м. За базовую ширину принята ширина здания 12 м, что соответствует наиболее распространенной в типовых решениях узкокорпусной планировке. Определим процентное сокращение площади ограждения при изменении ширины от 12 до 24 м.

Как видно, эффективность увеличения ширины здания повышается с увеличением площади этажа. При значении ширины здания 21 м для площади этажа 400 м² эффективность сокращения площади по отношению к базовым 12 м составит 11.6%, для площади этажа 800 м² – 25%, для площади этажа 1500 м² – 32.5%.

При неизменной площади этажа прирост эффективности снижается по мере увеличения ширины здания. При площади этажа 600 м² изменение ширины здания от 12 до 18 м дает процент эффективности сокращения площади ограждения в 17.2%, дальнейшее увеличение ширины от 18 до 24 м даст только 3.8% (табл.1). Отрицательные значения, например, при площади этажа 200 м², обусловлены влиянием формы здания, когда более эффективная квадратная форма преобразуется в прямоугольную форму с большим значением площади ограждения.

В рассмотренных границах здания от 200 до 6000 м² эффективность увеличения ширины здания дает уменьшение площади вертикальных наружных ограждений до 47%. Как следствие, сокращается количество теплопотерь и общая стоимость здания, так как стоимость вертикальных наружных ограждающих конструкций составляет от 20 до 40% общей стоимости здания.

Вывод

При проектировании с учетом энергосбережения необходимо учитывать влияние объемно-планировочного решения с целью повышения энергоэффективности и уменьшения общей стоимости. Геометрическая форма здания влияет на значение площади вертикальных наружных ограждающих конструкций. Эффективность увеличения ширины здания повышается с увеличением площади этажа (в диапазоне площадей от 200 до 6000 м² эффективность увеличения ширины здания дает уменьшение площади вертикальных наружных ограждений до 47%). При неизменной площади этажа прирост эффективности снижается по мере увеличения ширины здания (для площади этажа 800 м² изменение ширины от 12 до 18 м – 20.6 %, дальнейшее увеличение ширины от 18 до 24 м – 6.5%).

Библиографический список

1. Семенова Э.Е., Карманов А.В. Проблемы решения энергоэффективности зданий 2017. С.34-37
2. Семенова Э.Е., Буданов И.А., Пискунов М.В. Анализ энергосберегающих архитектурных решений при проектировании гражданских зданий. 2016. С. 191-194
3. Булгаков С.Н., Виноградов А.И., Леонтьев В.В. Энергоэкономичные ширококорпусные жилые дома XXI века. М., 2006. С.75.

References

1. Semenova EE, Karmanov A.V. Problems in the Solution of Energy Efficiency in Buildings 2017. P.34-37
2. Semenova EE, Budanov IA, Piskunov MV Analysis of energy-saving architectural solutions in the design of civil buildings. 2016. pp. 191-194
3. Bulgakov SN, Vinogradov AI, Leontiev VV Energy-efficient, wide-panel residential houses of the 21st century. M., 2006. p.75.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики им.проф.
Н.А. Ульянова А.А. Серов,
магистрант Д.С. Гетьман
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: serov-andrey76@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), docent of the construction
technical and engineering mechanics Dept.
name's N.A. Ulyanov A.A. Serov,
mag. D.S. Getman
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-59-18
e-mail: serov-andrey76@yandex.ru*

А.А. Серов, Д.С. Гетьман

РЕЖИМЫ РАБОТЫ РЕГУЛИРУЕМОГО ГИДРОПРИВОДА В ТРАНСМИССИИ КОЛЕСНЫХ МАШИН

Одним из путей повышения эффективности использования сцепного веса колесных землеройно-транспортных машин является применение в тяговом приводе ведущего управляемого переднего моста. Данная задача может быть решена путем применения объемного гидропривода для активизации передних управляемых колес.

Ключевые слова: гидрообъемный, гидромотор, объемный гидропривод, тяговая характеристика, коэффициент буксования.

A.A. Serov, D.S. Getman

MODES OF OPERATION OF THE ADJUSTABLE HYDRAULIC TRANSMISSION OF WHEELED VEHICLES

One of the ways to improve the efficiency of the use of coupling weight of wheeled earth-moving vehicles is the use of a drive driven front axle in the traction drive. This problem can be solved by using a volumetric hydraulic drive to activate the front wheels.

Keywords: hydraulic lift, hydraulic motor, volumetric hydraulic drive, traction characteristics, the coefficient of slipping.

Важнейшим фактором, влияющим на эффективность работы колесных землеройно-транспортных машин (ЗТМ), является максимально возможное увеличение их сцепного веса. Наиболее рациональным способом решить данную задачу можно путем активизации управляемых мостов.

В связи с созданием и массовым выпуском нового поколения надежных и высокоэффективных гидромашин все большее применение в качестве тягового привода получает объемный гидропривод (ОГП). В сравнении с механическим и гидромеханическим типами привода хода ОГП обладает рядом преимуществ такими, как меньшей удельной массой и воз-

возможностью свободной компоновки, что особенно важно для управляемых мостов расположенных, как правило, на значительном расстоянии от основного двигателя.

Рассмотрим работу ОГП в тяговом приводе переднего моста автогрейдера ГС – 10.01, функционирующей совместно с механическим приводом заднего моста. Привод переднего моста с гидрообъемной передачей, включающей в себя насос с регулятором мощности и нерегулируемый гидромотор, работает следующим образом: гидронасос создает поток рабочей жидкости, приводящий в действие гидромотор, на вал которого действует момент сопротивления M_C . Момент M_C включает в себя крутящие моменты, обеспечивающие силу тяги T_A и преодоление сопротивления качению P_{fn} .

Давление, развиваемое насосом, определяется моментом сопротивления M_C , который равен

$$M_C = \frac{P_K}{r_c i_p \eta_p}, \quad (1)$$

где $P_K = T_n + P_{fn}$ – окружное усилие на ведущих колесах;

r_c – силовой радиус колес;

i_p и η_p – передаточное число согласующего редуктора.

По мере возрастания силы тяги T_n крутящий момент на гидромоторе M_C также увеличивается, при этом повышается и давление в гидросистеме. Когда оно достигнет 18 МПа включается регулятор мощности насоса (313.16), уменьшается его рабочий объем и снижается подача, тем самым снижается частота вращения и теоретическая скорость V_{Tn} передних колес. Предельное усилие, развиваемое объемным гидроприводом, ограничивается давлением срабатывания предохранительного клапана, после чего жидкость перекачивается в бак, что приводит к падению частоты вращения вала мотора до нуля.

Для анализа работы ОГП в приводе передних колес автогрейдера ГС – 10.01 на его экспериментальную тяговую характеристику [1, 4] нанесены луч P_K и выходная характеристика гидрообъемного привода, представленные на рис. 1.

Сила сопротивления качению колесного движителя переднего моста равна

$$P_{fn} = G_n f_k, \quad (2)$$

где G_n – сила тяжести автогрейдера, приходящаяся на передний мост;

f_k – коэффициент сопротивления качению ($f_k = 0,07$ [2]).

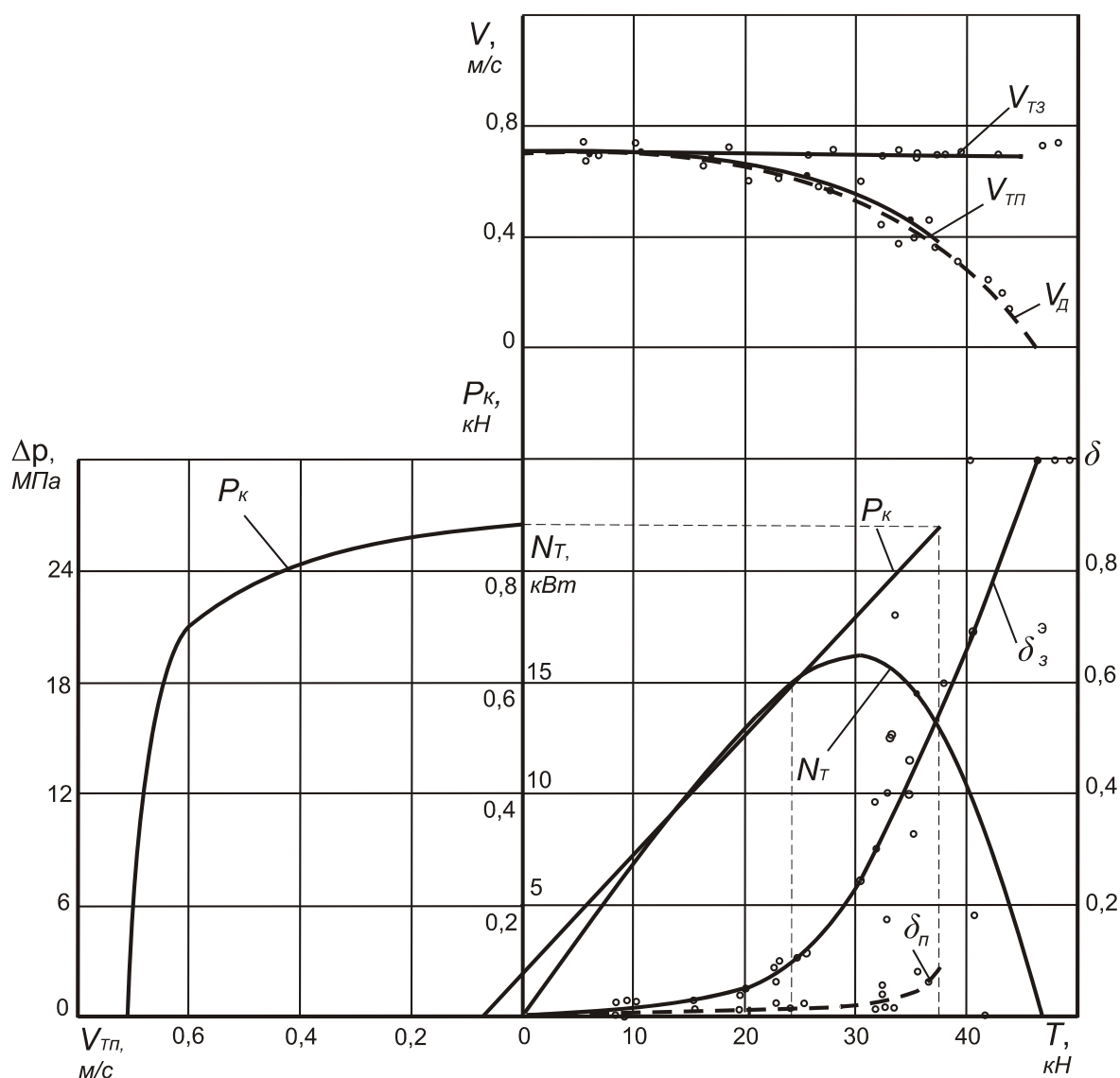


Рис. 1. Тяговая характеристика автогрейдера ГС-10.01

Анализ представленных графических зависимостей показывает, что начальный (линейный) участок работы гидропривода, без действия регулятора насоса, соответствует значениям $V_{мп} = 0,71 \dots 0,63$ м/с, $P_{кп} = 0 \dots 0,7$ кН, $\Delta p = 0 \dots 20$ МПа; дальнейшее увеличение нагрузки вызывает интенсивное снижение частоты вращения и теоретической скорости колес переднего моста. Предельное значение силы тяги движителя, ограничиваемое давлением срабатывания предохранительного клапана $p_{max} = 25$ МПа, равно $T_{nmax} = 0,775$ кН, что соответствует коэффициенту буксования $\delta_{nmax} = 8,2\%$. При таком малом коэффициенте буксования колесный движитель переднего моста не может реализовать свои потенциальные тягово-сцепные качества.

Таким образом, установленный на автогрейдере ГС – 10.01 ОГП не обеспечивает должного использования потенциальных тягово-сцепных качеств колесного движителя переднего моста [5, 6, 7, 8]. Установка более мощного объемного гидропривода позволит существенно повысить эффективность работы автогрейдера ГС – 10.01.

Наиболее рациональным решением данной проблемы является установка регулируемого гидромотора привода переднего ведущего моста или замена ведущего моста на привод при помощи мотор колес основанных на гидромоторах. При этом возникает необходимость обеспечить согласованность работы переднего и заднего ведущих мостов.

Библиографический список

1. Луневич В. П. Двухосный автогрейдер ГС-10.01 / В.П. Луневич, А.А. Иванюк, Д.Х. Дачковский, Л. Х. Шарипов, В. А. Жулай, А. А. Серов // Строительные и дорожные машины. – 2000. – № 12. – С. 10–11.
2. Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин: Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1982. – 279 с.
3. Гордыч Д.С., Брыль Т.В. Анализ совместной работы движителей автогрейдера ДЗ-140, Омск – 1984. – 25.
4. Жулай В.А. Мощностной и топливный балансы колёсных землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин // Строительные и дорожные машины. – 2014. – №9. – С. 42-45.
5. Жулай В.А. Моделирование работы автогрейдера с объемным гидроприводом переднего моста / В.А. Жулай, В.И. Енин, А.А. Серов // Строительные и дорожные машины. – 2007. – №10. – С. 44-45.
6. Никулин П.И. К вопросу оценки тяговых качеств землеройно-транспортных машин / П.И. Никулин, Ю.М. Бузин, В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. – 1993. – №2. – С. 22-23.
7. Шарипов Л.Х. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ДЗ-146 / Л.Х. Шарипов, Ю.М. Бузин, В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. – 1986. – №10. – С. 4-5.
8. Жулай В.А. Режимы работы регулируемой гидрообъемной передачи в тяговом приводе автогрейдера / В.А. Жулай, В.И. Енин, А.А. Серов // Механизация строительства. – 2008. – №7. – С. 15-16.

References

1. Lulevich, V. P. Two-Axle motor grader GS-10.01 / VP Lutsevich, A. A. Ivanyuk, D. H. Dackowski, L. H. Sharipov, V. A. July, A. Serov // Construction and road machines. - 2000. - No. 12. – Pp. 10-11.
2. Ulyanov N. Ah. Wheel movers of construction and road machines: Theory and calculation. - Moscow: Mechanical Engineering, 1982. - 279 p.
3. Gordic D. S., Bryl T. V. Analysis of joint operation of the propulsion motor grader DZ-140, Omsk – 1984. - 25.
4. Zhulai V.A. Power and fuel balances of wheeled earth-moving machines / V.A. Zhulai, V.L. Tyunin // Construction and road machines. - 2014. - №9. - P. 42-45.
5. Zhulai V.A. Modeling of the work of the motor grader with the hydraulic front axle hydraulic drive / V.A. Zhulay, V.I. Enin, A.A. Serov // Construction and road machines. - 2007. - №10. - P. 44-45.
6. Nikulin P.I. To the issue of evaluation of traction qualities of earth-moving machines / P.I. Nikulin, Yu.M. Buzin, V.A. Zhulai // Construction and road machines. - 1993. - №2. - P. 22-23.
7. Sharipov L.KH. Study of traction and performance parameters of the motor grader DZ-146 / L.Kh. Sharipov, Yu.M. Buzin, V.A. Zhulai // Construction and road machines. - 1986. - №10. - P. 4-5.
8. Zhulai V.A. Operating modes of the adjustable hydrovolume transmission in the traction drive of the motor grader / V.A. Zhulay, V.I. Enin, A.A. Serov // Mechanization of construction. - 2008. - №7. - P. 15-16.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 666.1

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
технологии строительных материалов,
изделий и конструкций Е.В. Баранов
Россия, г Воронеж, тел +7(473)271-52-35
e-mail: baranov.evg@mail.ru
Канд. техн. наук, доцент кафедры
технологии строительных материалов,
изделий и конструкций Т.И. Шелковникова
Россия, г Воронеж, тел +7(473)271-52-35
e-mail: tschelk@mail.ru
Доцент кафедры технологии
строительных материалов, изделий и
конструкций С.В. Черкасов
Россия, г Воронеж, тел +7 (473)271-52-35
e-mail: s_v_cherkasov@mail.ru
Магистрант кафедры технологии
строительных материалов, изделий и
конструкций Пряженцева Е.А.
Россия, г Воронеж, тел +7(473)271-52-35
e-mail: priajintsewa.kat@mail.ru*

*Voronezh State Technical University
Ph.D., Associate professor of the department of
materials and technology of building materials
and construction E.V. Baranov
Russia, Voronezh, tel. + 7 (473)271-52-35
e-mail: baranov.evg@mail.ru
Ph.D., Associate professor of the department of
materials and technology of building materials
and construction T.I. Shelkovnikova
Russia, Voronezh, tel. + 7 (473)271-52-35
e-mail: tschelk@mail.ru
Associate professor of the department of
materials and technology of building materials
and construction S.V. Cherkasov
Russia, Voronezh, tel. + 7 (473)271-52-35
e-mail: s_v_cherkasov@mail.ru
Master of the department of materials and
technology of building materials and
construction Ye.A. Pryazhentseva
Russia, Voronezh, tel. + 7 (473)271-52-35
e-mail: priajintsewa.kat@mail.ru*

Е.В. Баранов, Т.И. Шелковникова, С.В. Черкасов, Е.А. Пряженцева

СТЕКЛОБОЙ – ТЕХНОГЕННОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Использование промышленных отходов обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья. В связи с этим в статье рассмотрена целесообразность использования стеклобой в виде техногенного сырья для производства строительных материалов с обоснованием механизмов его участия в процессах структурообразования.

Ключевые слова: ресурсосбережение, техногенные отходы, стеклобой, строительные материалы на основе стеклобоя.

E.V. Baranov, T.I. Shelkovnikova, S.V. Cherkasov, Ye.A. Pryazhentseva

CULLET – INDUSTRIAL RAW MATERIALS FOR THE BUILDING MATERIALS MANUFACTURE

The use of industrial waste provides a rich source of manufacture of cheap and often prepared raw materials. In this regard, the article considers and substantiates the possibility of using a cullet in the form of man-made raw materials for the manufacture of building materials with the substantiation of mechanisms of its participation in the processes of structure formation.

Keywords: resource saving, industrial waste, cullet, building materials based on cullet.

На современном этапе развития общества, в связи с развитием строительной индустрии, возросшим потреблением различных строительных материалов, постоянно увеличивается нагрузка на существующие месторождения полезных ископаемых. На предприятиях горнодобывающей, металлургической, химической, деревообрабатывающей, энергетической, строительных материалов и других отраслей промышленности России ежегодно образуется около 7 млрд. т отходов, а используется же лишь около 2 млрд. т. (28% от общего объема) [1,2]. При столь значительных объемах образования отходов в стране мало решаются вопросы вторичного использования и безопасной переработки отходов в производстве строительных материалов. Промышленную переработку в настоящее время проходит лишь незначительная часть отходов, а остальное сжигается или захоранивается. Особо остро стоит вопрос по переработке и утилизации твердых бытовых отходов. Индустрия рециклинга отходов практически не развита и нуждается в государственной поддержке. В связи с этим в отвалах страны накоплено около 80 млрд. т только твердых отходов, под полигоны для их хранения ежегодно отчуждается около 10 тыс.га пригодных для сельского хозяйства земель [1,2].

Для обеспечения рационального природопользования и воспроизводства природно-ресурсного потенциала страны необходимо обеспечить сбалансированное потребление, развитие прогрессивных технологий, использование техногенных отходов в производстве строительных материалов [3].

Использование промышленных отходов обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья, аккумулирующего в себе ранее затраченные инвестиционные и энергетические ресурсы, способствует высвобождению значительных площадей земельных угодий, что позволит уменьшить их отрицательное воздействие на окружающую среду и решить основные задачи по сбережению ресурсов [1,2].

Таким образом, понятие «отходы производства и потребления» для многих материальных продуктов превращается в понятие ценное, порой даже дефицитное техногенное сырье [1,2]. Д.И.Менделеев по этому поводу писал: "в химии нет отходов, а есть неиспользованное сырье".

Согласно ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»:

- отход - это остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью;
- вторичные материальные ресурсы (ВМР) - отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки.

Следовательно, принципиальное отличие отхода от вторичных материальных ресурсов (техногенного сырья) заключается в наличии потребительских свойств и возможности их использования в данный момент времени, на данном этапе развития науки и техники. Таким образом, отходы производства и потребления, пригодные для переработки в товарную продукцию будут относиться к вторичным материальным ресурсам.

В связи с этим, целесообразно рассматривать стеклобой уже не как отход не способный к разложению в естественных условиях, а как ценный вторичный материальный ресурс в виде техногенного сырья.

Стеклобой является отходом применения и использования стекла и обладает теми же свойствами что и само стекло. Материальную основу стеклобоя составляет стекломасса в виде аморфной массы различного химического состава, а сам стеклобой образуется в виде обрезков и брака при раскройке листового стекла, в виде боя стеклянной посуды на предприятиях производящих фасовку изделий (консервы, напитки и др.) в стеклянную тару, в виде брака или исчерпавшего свой потенциальный ресурс продукта, содержащего

стекломассу, на электроламповых заводах, в медицинской и фармацевтической промышленности. Большая часть стеклобоя приходится на бытовой, находящийся в городском и бытовом мусоре. В последнее время, стремясь уйти от подделок, производители элитных напитков используют емкости оригинальной формы. Вторично такая тара нигде в мире не используется и поэтому превращается в стеклобой. Доля стеклобоя только в твёрдых бытовых отходах составляет около 8...10 % от общего количества отходов по массе [2].

При этом стеклобой - это эффективный вторичный ресурс в виде частично уже подготовленного сырья (не требуются затраты энергии на варку стекла), который может быть использован промышленностью строительных материалов [2-9].

В соответствии с нормативно-технической документацией сбор стеклобоя осуществляется по маркам (по цвету) и делится на 2 сорта: 1-й и 2-й в зависимости от допустимого содержания различных примесей. В партии стеклобоя допускается содержание стеклобоя других марок по цвету от 0,5 до 15 % в зависимости от марки и сорта. В связи с этим перед применением стеклобой должен проходить операции по обогащению:

- удаление металлических включений с помощью электромагнита;
- удаление остальных включений при промывке в моечных барабанах и последующей сортировке [5].

Агрегатное состояние техногенного сырья (стеклобой) может быть представлено в виде крупно- и мелкозернистого боя стекла, а так же в виде целых стеклянных изделий (стеклянные бутылки, стеклянные банки, ампулы и др.).

Стеклобой, как правило, представлен в виде смеси фракций характерных для щебня и песка. Согласно ГОСТ Р 52233-2004 «Тара стеклянная. Стеклобой. Общие технические условия» для стеклобоя 1-го сорта размеры кусков допускаются от 10 до 50 мм. Содержание в партии стеклобоя кусков размером более 50 мм должно быть не более 5 %, размером менее 10 мм - не более 1 %. Размер кусков стеклобоя 2-го сорта не нормируют, масса кусков - не более 2 кг.

Механическое измельчение в различных агрегатах позволяет доводить бой стекла до фракций щебня (дробление в щековой дробилке), а также до порошкообразного состояния (помол в мельницах).

Фазовый состав представлен твердым переохлажденным расплавом, имеющим в основном аморфную структуру. Стекло (в данном случае стеклобой) обладает свойствами твердых тел, причем переход из жидкого состояния в стеклообразное представляет собой обратимый процесс.

Химический состав стеклобоя представлен оксидами SiO_2 , Na_2O , CaO , Al_2O_3 , MgO , K_2O и некоторых других элементов в незначительном количестве. Более 95 % масс. доли составляют окислы Na_2O , SiO_2 , CaO поэтому стекло можно рассматривать как систему $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2\text{-CaO}$. [7,8,11] Однако в составе кинескопного стеклобоя (объемы данного вида стеклобоя на сегодняшний день незначительны) содержится более 10-16 % свинца, медицинский стеклобой (ампульный), из-за малого количества щелочных компонентов, имеет температурный интервал размягчения значительно выше, чем у обычных стекол.

По термодинамическому состоянию стеклообразные вещества, в том числе и стеклобой, являются метастабильными неравновесными системами с избыточным запасом внутренней энергии, поскольку образуются путем переохлаждения расплава. Второй особенностью стекол, отличающих их от кристаллических веществ, является их изотропность. Третьей характерной особенностью стекол является их способность к постепенному и обратимому затвердеванию при переходе из расплавленного в механически твердое состояние без появления новой фазы при одновременном непрерывном изменении свойств. Четвертой особенностью стекол является наличие у стекол температурного интервала, в котором довольно резко изменяются физико-химические свойства стекла (например, вязкость, теплоемкость, коэффициент термического расширения и др.) [5, 7-10].

При различных видах переработки стеклобоя в процессах структурообразования можно выделить следующие механизмы его участия:

механический:

- при использовании стеклобоя в качестве заполнителей в бетонах;
- при использовании тонкомолотого порошка стеклобоя в асфальтобетонах в качестве минерального порошка;
- наполнитель красок, пластмасс, резины.
- основная сырьевая субстанция при производстве пеностекла и пористых заполнителей [4-11].

физико-химический:

- при использовании в виде плавня в керамической и стекольной промышленности;
- при получении нефритованных глазурей;
- при производстве известково-кремнеземистого вяжущего неавтоклавного твердения, что позволяет получать гидравлические вяжущие системы оксидов $R_2O - R_2O_3 - SiO_2$;
- при производстве наполненных цементов. Введение 15-30 % молотого кинескопного стеклобоя позволяет получать смешанные цементы, не уступающие по прочности исходному портландцементу, но обеспечивающие экономию цементного клинкера.
- при производстве бесклинкерных щелочных вяжущих веществ;
- при производстве пеностекла, пористых заполнителей и пористых пустотелых гранул из предварительно обводненного в процессе гидротермальной обработке тонкомолотого техногенного стекла. [3, 6, 8,9-11].

За рубежом уже реализованы эффективные системы сбора стеклобоя, разработаны законодательство и технологии его утилизации, сортировки, очистки и переработки. Для раздельного сбора стеклобоя применяются специальные контейнеры (белого, зеленого и коричневого цветов), устанавливаемые в местах возможного образования стеклобоя [4,5]. В России эта практика только начинает использоваться предприятиями по сбору вторсырья, на сегодняшний день имеются пункты по приему вторсырья (в том числе по тарному стеклу и стеклобою). Сортировка по цвету осуществляется на пункте приема стеклобоя. От пунктов сбора и хранения стеклобой автотранспортом доставляется на обогащение (дробление, удаление пробок, промывка), а далее потребителю.

В России стеклобой до сих пор используется, в основном, как «флюсующая» добавка при варке стекла, вводимая в количестве 10...20 %, а между тем область его применения должна быть существенно расширена.

Библиографический список

1. Опарина Л.А. Основы ресурс- и энергосбережения в строительстве: учеб. Иваново: Из-во ПресСто, 2014. 256 с.
2. Чупрова Л.В., Мишурина О.А. Экологические и экономические аспекты утилизации отходов стекла // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 11-2. С. 222-225.
3. Чернышов Е.М., Акулова И.И., Потамошнева Н.Д., Баранов Е.В. Управление утилизацией техногенных отходов в производстве строительных материалов при формировании территориально- промышленных кластеров региона // Известия юго-западного государственного университета. 2011. №5-2 (38). С. 19-32.
4. Мелконян Р.Г., Власова С.Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2013. 100 с.
5. Минько Н.И., Болотин В.И. Технологические, энергетические и экологические аспекты сбора и использования стеклобоя // Стекло и керамика. 1999. № 5. С. 3-5.

6. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В. Получение и свойства эффективных материалов на основе стеклобоя // Кровельные и изоляционные материалы. 2007. №1. С. 51-53.
7. Россомagina А.С., Пузанов И.С., Котов А.А. Химико-технологические основы производства пеностекла из стеклобоя. М.: Из-во Спутник. 2003. 64 с.
8. Мелконян Р.Г. Второе рождение стекла // Технологии строительства. 2003. № 6. С.70-73.
9. Соломин Н.А. Башнин В.Н. Выбор оптимальной технологии переработки ТБО // Экология и промышленность России. 2005. №9. С.41-44.
10. Кетов А.А., Россомagina А.С., Пузанов И.С. Стеклобой как сырье для получения теплоизоляционного материала // Экология и промышленность России. 2002. №8. С. 17-20.
- 11 Чернышов Е.М., Шелковникова Т.И., Баранов Е.В. Новый технологический принцип поризации и вспучивания стекла при получении легких заполнителей // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. 2009. №8. С. 95-102

References

1. Oparina L. A., Fundamentals of resource and energy saving in construction: proc. Ivanovo: from-in Pressto, 2014. 256 p.
2. Chuprova L. V., Mishurina O. A. Ecological and economic aspects of recycling the waste glass, international journal of applied and fundamental research. 2016. No. 11-2. Pp. 222-225.
3. Chernyshov E. M., Akulova I. I., Potamoshneva N. D., Baranov E. V. waste Management of industrial waste in manufacturing of construction materials in the formation of territorial industrial clusters of the region // news of southwest state University. 2011. No. 5-2 (38). Pp. 19-32.
4. Melkonyan R. G., Vlasova S. G. Ecological and economic problems of the use of cullet in glass production: a training manual. Ekaterinburg: Publishing house Ural. UN-TA. 2013. 100 p.
5. Minko N. And. Bolotin, V. I., Technological, energetic and environmental aspects of collection and use of broken glass // Glass and ceramics. 1999. No. 5. Pp. 3-5.
6. Shelkovnikova T. I., Baranov E. V. Production and properties of effective materials based on cullet // Roofing and insulation materials. 2007. No. 1. Pp. 51-53.
7. Rossomagina A.S., Puzanov I.S., Kotov A.A. Chemical and technological bases of production of foam glass from cullet. M.: from-in Satellite. 2003. 64 p.
8. Melkonyan R. G. rebirth of glass // construction Technologies. 2003. No. 6. Pp. 70-73.
9. Solomin A.N., Bashnin V. N. The choice of optimum technologies of processing solid waste // Ecology and industry of Russia. 2005. No. 9. Pp. 41-44.
10. Ketov A. A., Rossomagina S. A., Puzanov I. S. Cullet as a raw material for producing insulating material // Ecology and industry of Russia. 2002. No. 8. Pp. 17-20.
- 11 Chernyshov E. M., Shelkovnikova T. I., Baranov E. V. a New technological principle of pore development and expansion of the glass while obtaining lightweight aggregate // Bulletin of the Central regional office RAASN. 2009. No. 8. Pp. 95-102

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 728.51

*Воронежский государственный
технический университет
Ст. преподаватель кафедры проектирова-
ния зданий и сооружений
И.А. Войтенко
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений
Н.Д. Амичба
Россия, г. Воронеж, тел. +7(910) 3-47-95-90
e-mail: amichba98@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Senior Lecturer of the designing of buildings
and constructions faculty,
I. A. Voitenok
Master of the designing of buildings
and constructions faculty
N.D. Amichba
Russia, Voronezh, tel. +7(910) 3-47-95-90
e-mail: amichba98@mail.ru*

И.А. Войтенко, Н.Д. Амичба

АНАЛИЗ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ГОСТИНИЦ, МИРОВОЙ ОПЫТ

Рассмотрены основные объемно-планировочные схемы зданий гости-
ниц, применяемые в современном проектировании, на примере зданий, по-
строенных в период с 1994 года до настоящего времени

Ключевые слова: объемно-планировочные решения, гостиница, отель, жилой блок, общест-
венный блок, взаимосвязи помещений.

I.A. Voitenok, N.D. Amichba

ANALYSIS OF SPACE-PLANNING DECISIONS OF MODERN HOTELS. WORLD EXPERIENCE

The basic space-planning schemes of hotel buildings used in modern design
on the example of buildings in the period from 1994 to the present time are consi-
dered.

Keywords: space-planning solutions, hotel, apartment block, public, relations, space.

В современном мире в эпоху научно-технического прогресса и расцвета новых технологий, в период экономической интеграции и глобализации происходит бурное развитие туристического и гостиничного бизнеса и, следовательно, проектирование и строительство гостиниц и гостиничных комплексов.

Объемно-планировочное решение гостиниц тесно связано с поиском выразительной индивидуальной характеристики здания, так как оно, как правило, играет акцентную роль в застройке городской улицы, площади или курортного комплекса, а также имеет большое значение для привлечения гостей визуальным и функциональным комфортом.

Объемно-планировочное решение гостиницы в практике современного проектирования базируется на учёте различных требований. Оптимальным объемно-планировочным

решением здания считается такое, которое удобно для эксплуатации, эстетически выражено и экономически эффективно.

Основной типологический признак при классификации зданий гостиниц – это их назначение. Существует несколько основных типов гостиниц по назначению - общего типа, туристические, курортные, мотели и кемпинги.

По СП 257.1325800.2016 уровень комфорта гостиниц определяется по шести категориям, с учетом материально-технической оснащенности и уровнем предоставляемых услуг: "без звезд", "одна звезда", "две звезды", "три звезды", "четыре звезды", "пять звезд".

В соответствии с ГОСТ Р 51185 гостиница считается «мини» при вместимости до 15 номеров, малой называется гостиница при числе номеров от 16 до 50, средней – от 51 до 200 номеров, большой - свыше 200 мест. При необходимости строительства гостиниц вместимостью более 2000 мест чаще строят гостиничные комплексы, состоящие из нескольких зданий.

По этажности здания гостиниц определяют, как жилые дома: малоэтажные, средней этажности, повышенной этажности, многоэтажные и высотные.

Гостиницы в общей классификации занимают промежуточное положение между жилыми и общественными зданиями. Их особенность – наличие жилой части, занимающей максимальный объем здания, и развитой группы помещений общественной части, в связи с чем, функциональные связи помещений различного назначения достаточно сложны. Жилая и общественная части гостиничного предприятия могут быть расположены друг относительно друга следующим образом:

- с размещением в одном здании в едином габарите – централизованная система;
- с выносом общественной части за пределы основного габарита (встроенно-пристроенное и пристроенное) – блочная система;
- с размещением жилой и общественной частей в разных зданиях – павильонная система (рис.1).

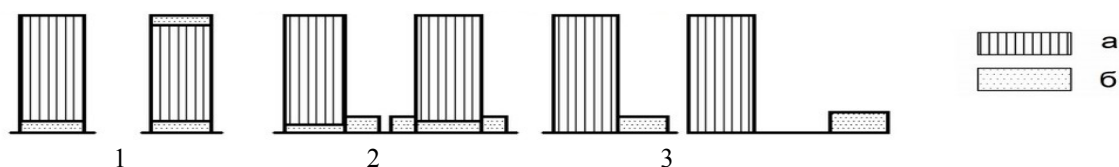


Рис. 1. Варианты взаимоположения жилых и общественных помещений в гостинице:

- 1 – централизованная система; 2 – блочная система (встроенно-пристроенная; пристроенная общественная часть); 3 – павильонная система; а - жилые помещения; б - общественные помещения

Централизованная система обеспечивает наибольшую экономию территории застройки, но сопровождается уменьшением свободы планировочного решения общественной части здания, недостаточной изолированностью функциональных групп помещений, нежелательным пересечением людских потоков, нередко увеличением этажности здания, и, как следствие, усложнением инженерных систем. Такой тип гостиниц характерен для размещения здания в существующей жилой застройке. Поэтому учет градостроительных требований значительно влияет на объемно-пространственную композицию таких гостиниц. Гостиницы должны органично вписываться в уличный ансамбль, что нередко приводит к ограничению их этажности для аккуратной интеграции в историческую застройку, или располагаться в районах с преобладающими высотными строениями, которые требуют укрупнения масштаба зданий. В качестве примера централизованной системы можно привести здание гостиницы «Интерконтиненталь» в г.

Москва (2012 год постройки), разработанное в стиле современной классики и размещающее в едином габарите общественные и жилые помещения.

Блочная система застройки требует большей площади участка для строительства, но позволяет изолировать функциональные группы помещений. Она может использоваться в условиях сложного рельефа и в условиях относительно сурового климата. Поэтому эта система наиболее широко применяется для любых типов гостиниц по назначению и комфорту. Такие гостиницы приемлемы как в антропогенном, так и в природном ландшафте. В городской застройке они могут выступать как доминанты на фоне улицы или микрорайона, иногда целого города, выделяется этажностью, оригинальностью архитектуры, как, например, отель «Radisson SAS Lazurnaya» в г. Сочи (1994 год постройки), здание которого образовано высотным жилым блоком и пристроенным общественным. При проектировании гостиниц в туристическо-оздоровительных районах среди природных ландшафтов характер окружающего пейзажа зачастую предопределяет выбор архитектурных форм. Примером блочной системы, вписанной в окружающий горный пейзаж по средствам малой этажности и соответствующих материалов наружной отделки, служит отель «Copperhill Mountain Lodge» в Швеции (2008 год открытия).

Павильонное размещение жилой и общественной частей ведет к максимальному расходу территории. Оно целесообразно при строительстве гостиничных предприятий преимущественно туристического и курортного назначения в условиях сложного рельефа, в наиболее благоприятных климатических условиях, или в условиях сезонной эксплуатации. Чаще всего павильонная система включает в себя несколько жилых корпусов и может считаться гостиничным комплексом.

Преобладающее значение в формировании объемно-планировочного решения гостиницы имеет жилая часть здания. Она занимает максимальный объем здания, включает главные функциональные помещения и в большей степени влияет на архитектурный облик объекта.

Известные возможные сочетания пространств внутри здания, в том числе жилых номеров, сводятся к следующим основным схемам: коридорной, галерейной, компактной (башенная), узловой или атриумной (рис. 2, рис. 3).

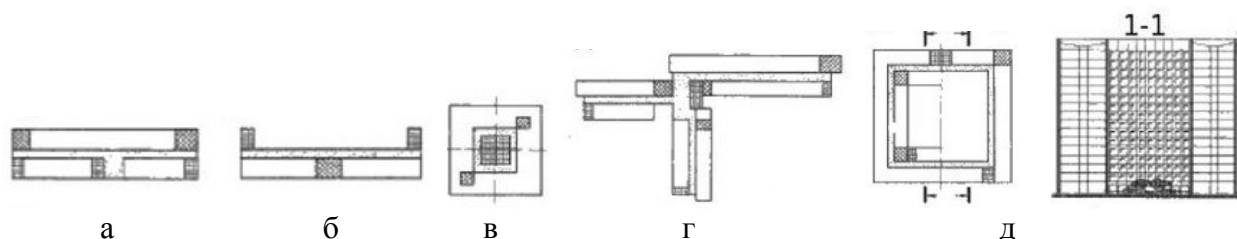


Рис. 2. Схемы планировочных решений жилой части гостиниц:
а - коридорная; б - галерейная; в - компактная; г - узловая; д - атриумная

Коридорная схема плана зданий гостиниц традиционная и наиболее массовая. При коридорной схеме возможно вариантное размещение жилых, обслуживающих и коммуникационных помещений вдоль горизонтальных коммуникаций.

Решение жилых этажей с двусторонним использованием коридора считается наиболее экономичным. Однако длинные коридоры способствовать ограничению естественного освещения в некоторых помещениях, однообразному ритму планировки, различным условиям инсоляции номеров по обе стороны коридора, а также неодинаковым видовым условиям жилых номеров.

Галерейная планировочная схема дает лучшие показатели для внутренних помещений, когда можно избежать темных коридоров и создать одинаковые видовые и световые условия для жилых номеров.

Но эта система заведомо определяет технико-экономическую неэффективность проектного решения в связи с малой шириной корпуса, максимальной удельной величиной наружных ограждений и горизонтальных коммуникаций. В связи с этим галерейная структура применяется относительно редко, преимущественно в жарком климате или, например, для проектирования мотелей.

Компактная планировочная схема используется обычно при проектировании многоэтажных и высотных башенных зданий гостиниц.

Наиболее популярны планировочные схемы таких зданий с квадратной, прямоугольной (с отношением сторон не более 2:1), круглой, овальной или треугольной формой плана. В зданиях с круглой формой плана применяют как радиальное, так и ортогональное размещение номеров.

Узловая (смешанная) планировочная схема характерна для многоэтажных гостиниц большой вместимости.

Ей присуще центральное размещение основного узла вертикальных коммуникаций, от которого ответвляются протяженные участки коридорной или галерейной структуры. Число, протяженность, размещение ветвей по отношению к центру и углы их примыкания к нему весьма разнообразны. Применяют лучевые, тавровые и двутавровые схемы планов, эффективными считаются планы Y-формы, E-формы, T-формы (появились в 60-е гг. XX в., видным представителем этого направления в планировке гостиниц считается американский архитектор Р. Тейблер).

Атриумная схема основана на кольцевой компоновке жилых номеров вокруг дворового пространства - открытого или закрытого.

Широкое распространение гостиниц с закрытым атриумом в основном объясняется преимуществами функционального порядка, а также композиционного и экономического, более тесным слиянием жилой и общественной частей гостиницы и выразительностью масштаба внутреннего пространства крупных зданий. При атриумной схеме жилая часть гостиницы может иметь галерейную, коридорную структуру, полностью компоноваться вокруг атриума или частично выноситься в другой блок.

На рисунке 3 приведены примеры внешнего облика зданий современных гостиниц и отелей, в которых внутреннее пространство организовано в соответствие с основными вышеупомянутыми объемно-планировочными схемами жилой части.



Рис. 3. Современные примеры объемно-планировочных схем организации жилой части гостиниц: а – коридорная (отель «SOLIS SOCHI», Сочи, Россия, 2012г.); б – галерейная (мотель «New Yorker», Майами, США, 2000-е гг.); в – узловая (отель Mriya Resort & Spa, Ялта, Россия, 2015г.); г - атриумная (отель Бурдж-эль-Араб – внешний вид и атриум, Дубай , ОАЭ, 1999г.); д - башенная (отель «Meliá Vienna», Вена, Австрия, 2013)

Благодаря современным технологиям строительства, разнообразию материалов и конструкций, усовершенствованию инженерных систем и коммуникаций в строительстве гостиниц в настоящее время почти не используются типовые проекты. При проектировании гостиниц архитекторы обычно ищут интересную, выразительную, своеобразную форму.

Взаимосвязи жилой и общественной частей гостиницы в плане и схема расположения номеров являются источником многовариантных объемно-планировочных решений в практике современного проектирования (рис.4).

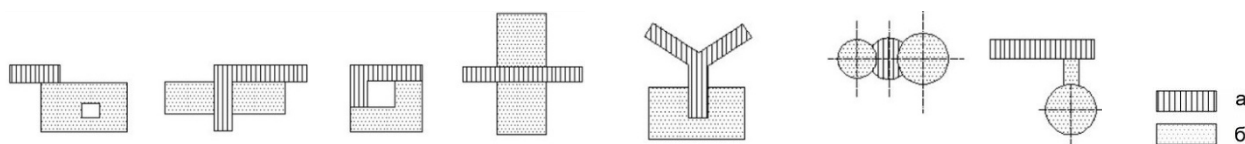


Рис. 4. Примеры распространенных схем гостиниц в плане:
а - жилые помещения; б - общественные помещения

Не смотря на разнообразие новейшей архитектуры, постоянный поиск нестандартных решений, здания современных гостиниц, так или иначе, относятся к одному из выше перечисленных типов объемно-планировочных решений. Основная роль в примерах современного строительства отводится коридорному и башенному типу расположения жилых номеров и к блочному сочетанию жилой и общественной частей.

Библиографический список

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий: в 5-ти т. : учеб. для вузов. Т.II. Основы проектирования / Л.Б. Великовский, Н.Ф. Гуляницкий, В.М. Ильинский и др. Под общ. ред. В.М. Предтеченского. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 2013. - 215с.
2. Круль Г. Я. Основы гостиничного дела. Учеб. пособие. - К.: Центр учебной литературы, 2011. - 368 с.
3. Семенова Э.Е., Котов П.Н., Разработка объемно-планировочного решения общественного корпуса домов престарелых / Семенова Э.Е., Котов П.Н. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. - 2012. - №2. – С. 115-118.
4. Э.Е. Семенова, О.Н. Горбачёва. Повышение энергоэффективности зданий туристических баз старой постройки/ Э.Е. Семенова, О.Н. Горбачёва. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Высокие технологии. Экология. - 2017. – С. 143-146

References

1. Architecture of civil and industrial buildings: in 5 tons.: Textbook. for universities. T.II. Fundamentals of Design / L.B. Velikovskiy, N.F. Gulyanitsky, V.M. Ilinsky, etc. Under the general. Ed. V.M. Predtechensky. Ed. 2 nd, revised. and additional. M., Stroiizdat, 2013. - 215s.
2. G. Ya. Krul Fundamentals of hotel business. Textbook. allowance. - K. : Center for Educational Literature, 2011. - 368 с.
3. E.E. Semenova , P.N. Kotov , Development of the volumetric and planning decision of the public building of old people's homes / E.E. Semenova, P.N. Kotov// Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. - 2012. - №2. - P. 115-118.
4. E.E. Semenova, O.N Gorbachev. Increase of energy efficiency of buildings of tourist bases of old construction / E.E. Semenova, O.N. Gorbachev. // Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. High tech. Ecology. - 2017. - P. 143-146.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 330:504

*Воронежский государственный техниче-
ский университет
Профессор кафедры Техносферной и по-
жарной безопасности
канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)369350
e-mail: lenag66@mail.ru
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений Е.Н. Костин
Россия, г. Воронеж, тел. 8 951 862 36 35
e-mail: evgeniykostin95@mail.ru*

*Voronezh state technical
University
Professor of the Department of fire and indus-
trial security candidate of engineering science,
associate Professor E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 369350
e-mail: lenag66@mail.ru
Master of the designing of building
and constructions faculty E.N. Kostin
Russia, Voronezh, tel. 8 951 862 35
e-mail: evgeniykostin95@mail.ru*

Е.Н. Костин, Е.А. Жидко

ВЕНТИЛИРУЕМЫЙ ФАСАД КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ОГРАЖДАЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ

В статье дано общее представление о энергоэффективной ограждающей конструкции как вентилируемый фасад, рассмотрены её преимущества и недостатки.

Ключевые слова: вентилируемый фасад, энергоэффективная ограждающая конструкция, коэффициент теплотехнической однородности, утеплители, облицовочные панели.

E.N. Kostin, E.A. Zhidko

VENTILATED FACADE AS AN ENERGY-EFFICIENT ENCLOSURE

The article gives an overview of the energy-efficient fencing structure as a ventilated facade, its advantages and disadvantages are discussed.

Keywords: ventilated facade, energy-efficient refractory design, coefficient of heat engineering uniformity, heaters, cladding panels.

Энергоэффективные ограждающие конструкции – это прежде всего конструкции с повышенными теплотехническими характеристиками. В современных реалиях вопрос о целесообразности их применения поднимается все чаще. Одним из самых распространенных способов достижения требуемых характеристик, является применение различных утеплителей с низким коэффициентом теплопередачи. Однако, относительно недавно, в России стали получать широкое распространение вентилируемые фасады, особенностью которых является вентилируемая воздушная прослойка.

Вентилируемый фасад – это конструкция, состоящая из материалов облицовки, несущего каркаса, воздушной прослойки и слоя утеплителя. В качестве облицовочного материала могут выступать: бетонные, алюминиевые, стальные, фиброцементные панели, а также керамический или натуральный гранит, деревянная фасадная доска, металлический или виниловый сайдинг, стеклопанели, облицовочный кирпич, клинкерная плитка, солнечные панели и многие другие материалы. Облицовочные панели крепятся с помощью каркаса к наружной стене так, чтобы образовывалась вентилируемая воздушная прослойка. Схема расположения элементов вентилируемого фасада представлена на рис. [1].

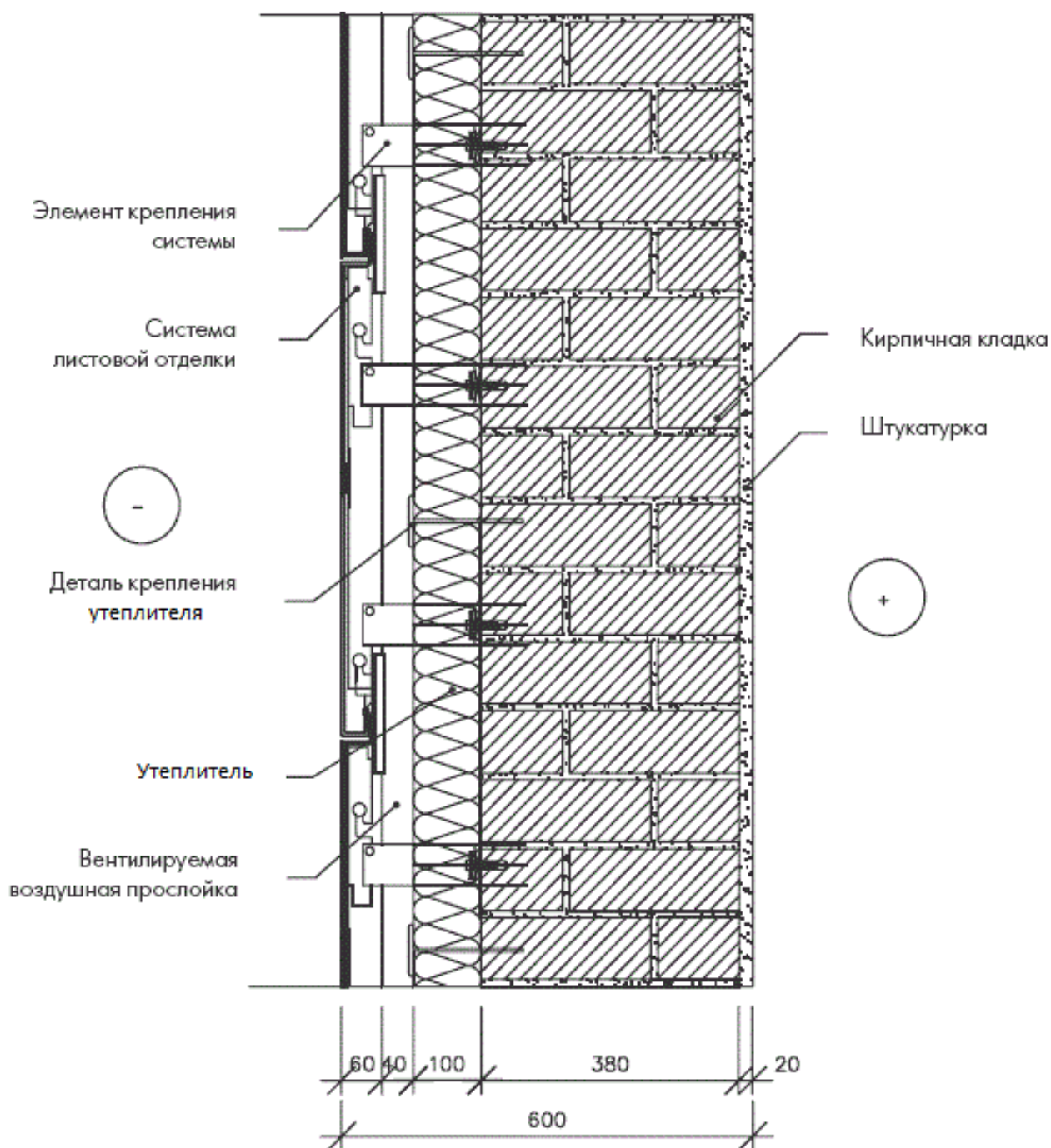


Рис. Схема расположения элементов вентилируемого фасада

В такой конструкции удастся решить проблему конденсации пара, вследствие чего не происходит увлажнения материалов стены. Система утепления обеспечивает защиту и перемещение образования точки росы из несущей конструкции. Накопленная влага освобождается в вентилируемый зазор, в котором циркулирующие потоки воздуха не дают образовываться конденсату – главной причине разрушения утеплителя и снижения сопротивления теплопередачи конструкции. Так же известны звукоизолирующие достоинства данной системы, что позволяет применять конструкцию в городской застройке.

Рассматриваемая конструктивная система стала набирать популярность в Европе еще в 40-х годах. Главной особенностью конструкции того времени был водоотталкивающий эк-

ран, одновременно меняющий в лучшую сторону внешний вид здания. В России эта технология активно используется последние 15 лет как при возведении новых зданий, так и при реконструкции существующих объектов [2]. В нашей стране вопрос внедрения новых технологий строительства, позволяющих рационально использовать энергоресурсы, экономить средства и минимизировать затраты на эксплуатацию зданий и сооружений, становится все более актуальным.

В настоящее время происходит поиск новых возможностей для повышения энергоэффективности вентилируемых фасадных систем. Одним из наиболее эффективных способов является повышение коэффициента теплотехнической однородности. Этого можно достичь, применяя кронштейны из коррозионностойкой стали, теплопроводность которой значительно ниже, чем теплопроводность оцинкованной стали или алюминиевых сплавов (для сравнения: коэффициент теплопроводности антикоррозионной стали составляет 20 Вт/м·°С, оцинкованной – 47 Вт/м·°С, алюминиевых сплавов – 209 Вт/м·°С). Фасады с применением несущих систем, выполненных из коррозионностойкой стали, считаются дорогими, но более долговечными в эксплуатации. Так же анкерные резьбовые шпильки можно изготавливать из стеклопластика, что значительно повысит коэффициент однородности системы. Однако применение стеклопластика в конструкции навесного вентилируемого фасада требует дополнительных исследований в области их пожарной безопасности, долговечности и надежности. Ещё одним из наиболее приемлемых, с точки зрения экономии денежных средств, способов, является выбор оптимальной толщины утеплителя. Расчеты позволяют устанавливать минимальные значения его толщины, что в свою очередь помогает более рационально подходить к выбору слоя теплоизоляции[3].

Система вентилируемого фасада позволяет достичь не только высоких тепло- и звукоизоляционных характеристик, но и дает возможность использования различных облицовочных материалов и цветовых комбинаций. Конструкция имеет высокий срок долговечности, возможность быстрого монтажа в любое время года, хорошую ремонтпригодность в случае частичного повреждения, устойчивость к атмосферным воздействиям, а также снимает проблему перегрева стен в летние месяцы [4].

Что касается известных отрицательных аспектов, то на данный момент известны проблемы в сертификации по пожарно-техническим характеристикам и нормативной документации по возведению, во многих случаях сказывающиеся на устойчивости конструкции при пожаре. Для универсального применения данной конструкции крайне необходимо проведение испытаний и расчетов по определению характеристик ее пожарной опасности, а так же исследований, связанных с подбором системы утепления и противопожарных мер для воздушного зазора при имитации теплового воздействия на ограждение стены, которые будут соответствовать принятым нормам. Так же возведение таких систем требует высокой квалификации рабочих при монтаже, так как любое несоответствие может привести к неправильной работе всей конструкции в целом, вследствие чего потери её энергоэффективных характеристик [5].

Выводы

Вентилируемые фасады – сложные конструкции, в которых используются разные по своим свойствам материалы. Ошибки при возведении таких систем, кажущиеся, порой, несерьезными, могут иметь значительные последствия. Выше приведены некоторые ошибки, которые касаются теплофизических аспектов. Не стоит забывать, что кроме теплофизических проблем существуют и другие (например, коррозионные, прочностные и т.д.). Их решение необходимо для надежного и долгосрочного использования вентилируемых фасадов зданий. Проектируя вентилируемый фасад, стоит учесть взаимное влияние многих аспектов.

Библиографический список

1. Адамович Е. Облицовка вентилируемого фасада: множество вариантов // Будмаистер. 2002. №3 (23/24). С. 32-33.
2. Навесные фасадные системы с утеплением и воздушным зазором / Цыкановский Е., Гагарин В., Грановский А., Павлова М. // Технологии строительства. 2002. №6. С.34-37.
3. Протасевич А.М., Крутилин А.Б. Классификация вентилируемых фасадных систем. Влияние теплопроводных включений на их теплозащитные характеристики // Инженерно-строительный журнал. 2011. №8(26). 57-62.
4. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // Строительство уникальных зданий и сооружений. №3 (8). 2013. С. 1-11.
5. Глинкин С.М. Разработка и совершенствование эффективных ограждающих конструкций // Промышленное и гражданское строительство (ПГС): Ежемесячный научно-технический и производственный журнал / Российское общество инженеров строительства; Российская инженерная академия. 2004. №6. С. 20-21.

References

1. Adamovich E. Facing the ventilated facade: many options // Budmeister. 2002. №3 (23/24). Pp. 32-33.
2. Suspended façade system with insulation and air gap / Tsykanovskiy E., Gagarin V., Granovsky A., Pavlova M. // Construction technologies. 2002. №6 P.34-37.
3. Protasevich AM, Krutinin A.B. Classification of ventilated facade systems. Influence of heat-conducting inclusions on their heat-shielding characteristics // Engineering-building magazine. 2011. № 8 (26). 57-62.
4. Vatin NI, Gorshkov AS, Nemova DV Energy efficiency of enclosing structures during major repairs // Construction of unique buildings and structures. №3 (8). 2013. pp. 1-11.
5. Glinkin S.M. Development and improvement of effective enclosing structures // Industrial and civil construction (PGS): Monthly scientific and technical and production magazine / Russian Society of Building Engineers; Russian Engineering Academy. 2004. № 6. Pp. 20-21.

*Воронежский государственный
технический университет
Д.т.н., главный научный сотрудник
лаборатории инновационных проектов
и наукоёмких технологий Ю.Н. Шалимов
Россия, г. Воронеж, тел. +79050534573
e-mail: shalimov_yn@mail.ru
К.т.н., доц. кафедры гидравлики,
водоснабжения и водоотведения (ГВУВ)
ВГТУ И.В. Журавлева
Россия, г. Воронеж; тел. +79107444123
e-mail: ira_j@list.ru
К.ф.-м.н., доц. кафедры ГВУВ ВГТУ, дирек-
тор ООО «ИФ «МЕЛН» Е.П. Евсеев
Россия, г. Воронеж; тел. +79103413370
e-mail: epevseev@gmail.com
Инженер-проектировщик 1 категории
ООО «Бристоль-проект» П.Д. Захаров
Россия, г. Воронеж, тел. +79066718530
e-mail: zpd90@yandex.ru
Инженер-исследователь лаборатории
инновационных проектов и наукоёмких
технологий при каф. самолётостроения
ВГТУ А.В. Руссу
Россия, г. Воронеж; тел. +7951872356
e-mail: arussu@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr.Sci.Tech., chief researcher of laboratory
of innovative projects and high technologies at
departments aircraft construction of VGTU
Yu.N. Shalimov
Russia, Voronezh, tel. +79050534573
e-mail: shalimov_yn@mail.ru
PhD in Tech. Sc., GVIV departments of VGTU
I.V. Zhuravleva
Russia, Voronezh; tel. +79107444123
e-mail: ira_j@list.ru
PhD in phys.-math. GVIV departments of VGTU,
director of ООО «IF «MELN» E.P. Evseev
Russia, Voronezh, tel. +79103413370
e-mail: epevseev@gmail.com
The engineer -designer of 1 category of ООО
«Bristol- project» P.D. Zakharov
Russia, Voronezh, tel. +79066718530
e-mail: zpd90@yandex.ru
Engineer of laboratory of innovative projects
and high technologies at departments aircraft
construction
of VGTU A. V. Russu
Russia, Voronezh, tel. +79518723560
e-mail: arussu@mail.ru*

Ю.Н. Шалимов, И.В. Журавлева, Е.П. Евсеев, П.Д. Захаров, А.В. Руссу

РЕКОНСТРУКЦИЯ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД СОВРЕМЕННЫМИ НЕСТАНДАРТНЫМИ МЕТОДАМИ

В предлагаемом пилотном проекте реконструкции станции очистки городских сточных вод рассматривается её модернизация за счёт оптимизации технологического процесса удаления загрязнений и повышения коэффициента объёмного использования первичных отстойников; применения электродинамической флотационной установки для разделения сточной воды и активного ила во вторичных отстойниках, а также совершенствования технологии обеззараживания очищенных стоков после электрохимической очистки; утилизации твердой фазы осадков путём их газификации в системах газогенерации; получение дополнительной энергии за счёт установок газификации.

Ключевые слова: реконструкция, коэффициент объёмного использования, иловые площадки, отстойники, электродинамическая флотация, обеззараживание.

RECONSTRUCTION OF A CITY WASTEWATER TREATMENT PLANT BY THE MODERN NON-STANDART METHODS

In the offered pilot project of a city wastewater treatment plant reconstruction, the station modernization is considered due to optimization of the technological process of removing contaminants and increasing the coefficient of volumetric use of primary settlers; the application of electrodynamic floatation installation for the division of sewage and active sludge in secondary settlers, and also improvement of the disinfection of the cleared drains technology after electrochemical cleaning; utilization of a firm phase of the rainfall by their gasification in systems of gas generation; obtaining additional energy due to gasification installations.

Keywords: reconstruction, coefficient of volume use, silt platforms, settlers, electrodynamic floatation, disinfecting.

Основное количество станций очистки сточных вод в российских городах эксплуатируется с 60–80-х годов 20 века. Далеко не все станции имеют сооружения по доочистке сточных вод, что приводит к загрязнению водоёмов. На основании анализа эксплуатационных данных выявлены основные причины сложившейся ситуации [1, 2]:

- в основу проектирования станций положены старые нормативные документы, которые со временем были пересмотрены в сторону ужесточения;
- проекты станций выполнены по старым типовым проектам, сохранившим гидравлическое несовершенство конструктивных элементов;
- высокий износ существующих сетей и сооружений;
- износ многих элементов самой водоочистной системы;
- отсутствуют устройства, позволяющие повысить степень равномерности загрузки станции очистки;

- в связи с дефицитом персонала высокой квалификации в процессе эксплуатации водоочистного оборудования и агрегатов водоочистных станций не всегда своевременно составляются технологические регламенты на случаи отключения элементов станции на ремонты и графики работы вспомогательного оборудования;

- осадки по-прежнему подсушиваются на иловых площадках, основание которых зачастую естественное, без предварительной их стабилизации. Накопившиеся запасы высушенных на картах осадков в настоящее время составляют только в г. Воронеже 1 000 000 тонн в пересчёте на обезвоженный продукт.

Проблема осадков носит мировой характер. Президент РФ В.В. Путин в своём выступлении по случаю 2017 года экологии в России отмечал, что отходы надо перерабатывать, а не хранить и не захоранивать!

Переработка твёрдой фазы отходов должна исключать возможность существования в продуктах переработки опасных для окружающей среды компонентов. Тогда можно осуществить переход к технологиям завершённого цикла переработки отходов производства. В традиционной схеме требуется осуществить эффективное отделение активного ила от очищенной воды, обеззаразить и утилизировать, образованный в результате очистки, осадок.

Этап утилизации осадков имеет большой энергетический потенциал в масштабах Российской Федерации и мировом, так как позволяет из твёрдого продукта получить газообразное топливо (энергию), что сделает станции очистки городских сточных вод самоокупаемыми. Для этих целей предлагаем использовать газогенераторы, опробованные в тылу ещё во время Великой Отечественной войны для работы транспортных средств [3-6].

С целью оптимизации процессов энерго- и ресурсосбережения станций очистки сточных вод, нами предлагается модернизация существующей технологии изъятия осадков из сточных вод нестандартными для данной отрасли методами [1], флотация твёрдофазных компонентов непосредственно во вторичных отстойниках. Преимущества этой технологии в повышении качества очистки воды, за счёт извлечения мельчайших частиц ила, и более полного использования энергоресурса твёрдой фазы сточных вод. Модернизация процессов извлечения загрязнений из сточных вод может быть реализована по приведённой на рис. 1 функционально-технологической схеме.

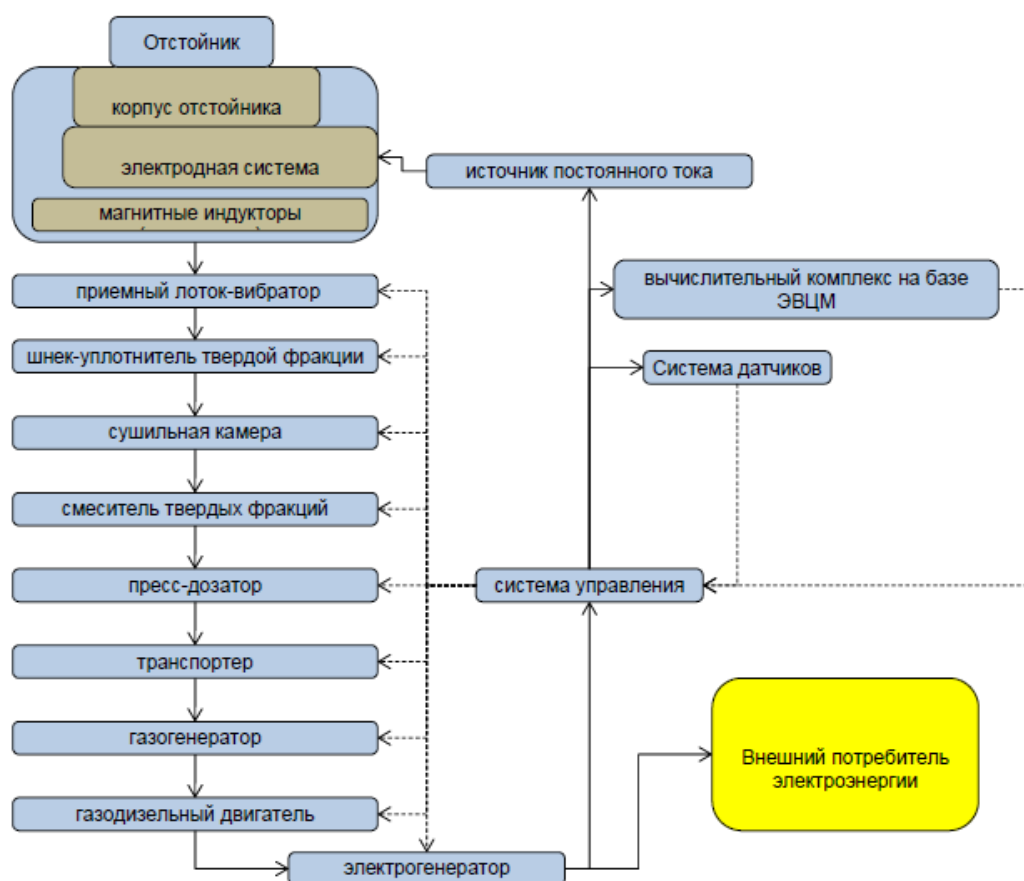


Рис. 1. Функционально-технологическая схема модернизации работы отстойников

В отстойнике под действием постоянного поля потоки гидратированных ионов электролита движутся с различными скоростями. За счёт различной магнитной восприимчивости и знаков зарядов ионов в системе реализуются два встречных потока. Суммарный момент количества движения зависит от многих факторов: степени однородности частиц, природы ионов, их подвижности, а также заряда и степени гидратации. Движение можно считать как ламинарное с встроенными потоками турбулентности (аналог - сходен с импульсным воздействием на ламинарное течение «Теории сохранения импульса движения Эйлера»). Эффективность перемешивания повышается, и устраняются дорогие и энергоёмкие электро-механические системы. Осуществляется переход к более эффективным технологиям очистки сточных вод. Увеличивается вероятность извлечения методом флотации из общего объёма раствора концентрации твёрдофазных компонентов ограниченных размеров. Для извлечения из общего объёма раствора на поверхность частиц микроскопических размеров, нами было предложено использовать электролитический водород, размеры пузырьков которого могут варьироваться в широком интервале. Механизм процесса флотирования представлен на рис. 2.

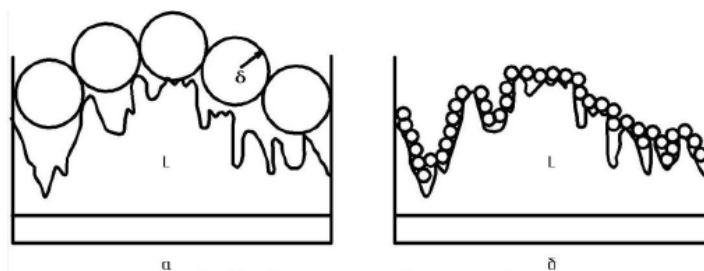


Рис. 2. Механизм флотирования частиц пузырьками водорода:
а – крупный размер пузырьков; б – мелкие пузырьки

Использование в качестве флотирующего реагента электролитического водорода имеет целый ряд преимуществ по сравнению с воздухом:

- *во-первых*, минимальный размер извлекаемых частиц должен быть соизмерим с размерами микропузырьков газа. Размеры микропузырьков электролитического водорода на порядок меньше пузырьков воздуха при использовании напорной флотации, и степень извлечения загрязнений, естественно, выше;
- *во-вторых*, варьирование размерами водородного пузырька расширяет диапазон геометрических размеров твердофазных компонентов, извлекаемых из раствора;
- *в-третьих*, энергозатраты на 1 м³ очищенной воды, по результатам промышленных опытов, составляют по водородной технологии 80-85 Вт*ч, а по классической - более 1 кВт*ч.

В предлагаемой на рис. 1 схеме, электродная система реализует круговое движение электролита за счёт магнитного взаимодействия электрического и магнитного полей в электрохимической системе магнетогидродинамический электродвигатель Фарадея - МГД). Принцип его действия поясняется схемой, приведенной на рис. 3

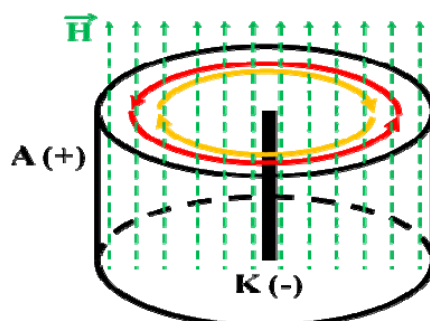


Рис. 3. Принцип действия МГД-двигателя

Эффективность очистки сточных вод в нашей технологии в значительной мере определяется температурными условиями, так как микробиология и её интенсивность весьма чувствительны к температуре и к наличию её градиентов в реакторах переработки. Поэтому в процессе утилизации твёрдофазных отходов очистных сооружений избыток тепловой энергии газогенераторов вполне можно использовать для стабилизации теплового режима в системах биоэнергетики, сушки отходов с целью формирования из них топливных брикетов для газогенераторов.

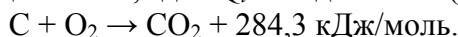
В общем виде *конструкция газогенератора* представляет собой устройство, в состав которого входят следующие основные узлы: приёмный бункер топлива, шиберное устройство, корпус генератора с теплоизоляционной оболочкой, фурменный пояс, зольник, система газоходов, колосниковая решётка, шнековый золоудалитель, обвязка датчиковых систем, пульт управления генератором, системы электророзжига, обратной связи, и автоматики.

Корпус генератора – главный узел, где размещаются основные компоненты, место реакционной зоны. Приёмный бункер обеспечивает хранение запасов твёрдого топлива. Загрузочный люк обеспечивает герметизацию между бункером и рабочим объёмом генератора. Фурменный пояс – основной узел, где происходит разложение твёрдого топлива. Колосниковая решётка служит для удержания твёрдого топлива в зоне фурменного пояса. Основным продуктом работы газогенератора – генераторный газ, побочный продукт переработки – зольный остаток. Он накапливается в зольнике и передаётся в приёмный бункер золы, прикрепленным к зольнику золоудалителем с электродвигателем. Начальное воспламенение топлива и запуск химической реакции производится системой электрического розжига, которая конструктивно состоит из нержавеющей жаропрочной трубы, спирали (нагрев производится до уровня 700- 800 °С) и внешнего источника тока.

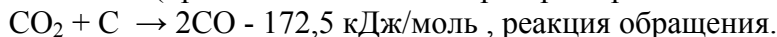
Контроль температуры, давления, уровня топлива и наличия пламени осуществляется комплексом датчиков. Для реализации функции управления используется пульт, включающий в себя щит с показателями всех датчиков, автоматику, систему обратной связи для систем генерации электрической энергии. Пульт управления обеспечивает непрерывную работу с выдачей контрольных данных на центр управления энергетическим комплексом (ЦУЭК).

Генераторный газ представляет собой смесь монооксида углерода, водорода и метана. Эта газовая смесь на выходе обладает высокой температурой ~ 1200-1300°С. Примерный состав газа, получаемый в газогенераторах обращенного типа на древесном топливе (в процентах по объему): азот (N₂) ~ 50%, монооксид углерода (CO) ~ 21%, водород (H₂) ~ 16%, углекислый газ (CO₂) ~ 9%, метан (CH₄) ~ 2,3%, кислород (O₂) ~ 1,6%.

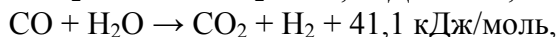
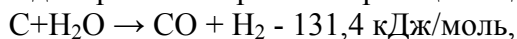
Образование генераторного газа происходит в результате сгорания топлива по следующей схеме, где $\pm Q_i$ – выделяемая (+) или поглощаемая (-) тепловая энергия:



Углекислый газ в зоне фурменного пояса при взаимодействии с углеродом и восстанавливается до СО (принцип действия генератора обращенного типа):

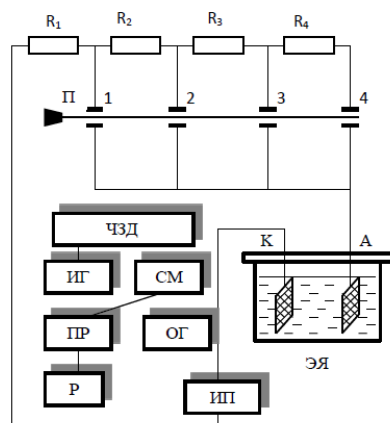


Одновременно протекает реакция водяного газа:



Также в небольших количествах образуется метан (CH₄).

Для определения количества электричества, проходящего через электролитическую ячейку, нами разработана схема электронного кулонометра. Используемый вариант схемы позволяет исключить ручную операцию взвешивания, а так же снизить затраты на реактивы и материалы для электродов. Функциональная схема и основные компоненты прибора представлены на рис. 4.



R1, R2, R3, R4 - эталонные сопротивления аттенюатора (множителя тока);

П - переключатель диапазонов; А - анод; К - катод;

ЭЯ - электрохимическая ячейка;

ЧЗД - частотно-зависимые диоды (стабилитроны);

ИГ - измерительный генератор;

ОГ - опорный генератор;

СМ - смеситель сигналов;

ПР - преобразователь (формирователь) импульсов;

Р - регистратор количества электричества;

ИП - источник питания

Рис. 4. Блок-схема электронного кулонометра

Процессы газификации - преобразования топлива из твердой фазы в газообразную, имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными установками:

- более высоким КПД по сравнению с традиционными котельными установками и отопительными устройствами;
- высокая универсальность, простота и экологичность данного типа систем,
- отличаются большим рабочим ресурсом от 100 000 часов;
- не требуют затрат на обслуживание и ремонт [7, 8]. Поскольку в газогенераторах (обращенного типа) двуокись углерода (CO_2) повторно восстанавливается до генераторного газа (CO) за счёт внутренних ресурсов топлива, работающего в условиях высоких температур.

Таким образом, данная технология имеет большие резервы по обеспечению энергоресурсами территорий лишённых в естественном виде таких источников.

Исходное топливо для работы газогенератора – сформованные топливные брикеты (рис. 5), на основе сухого остатка осадков станций очистки сточных вод с добавлением древесных опилок, лузги, стеблей подсолнечника, кукурузы, соломы зерновых и масличных культур, фузы (продукта переработки сточных вод мясокомбинатов). Это позволяет увеличить теплотворную способность топлива на 20 % по сравнению с сухим остатком иловых полей, а также увеличивает устойчивость топлива к процессам деструктуризации (изменение геометрических размеров в процессе старения). Брикеты получают разными способами прессования. По своим эксплуатационным параметрам это топливо соответствует теплотворной способности тяжёлых мазутов, и превосходит теплотворную способность опилок примерно в 1,5 раза.



Рис. 5. Образец топливного брикета

В предлагаемой нами технологии срок хранения брикетов составляет больше 3-х лет без изменения структуры. Как показали результаты исследований топливо такого типа практически не подвержено процессам деструкции. Длительное хранение в условиях атмосферного воздействия показало, что они не теряют форму и не подвержены эрозионным процессам.

Другим неоспоримым преимуществом брикетов нового типа является тот факт, что продукты в составе исходящих газов не содержат вещества, ухудшающие экологическое состояние окружающей среды.

Один из вариантов стационарной энергоустановки приведен на рис. 6 [7]. Возможны также мобильные варианты исполнения.

Использование золы для производства удобрений может осуществляться только из зольников тех агрегатов, которые работают на отходах, не содержащих тяжёлых металлов и других вредных компонентов. Зола с остальных газогенераторов после анализа зольных остатков, должна быть подвергнута обработкой растворами, содержащими водорастворимые комплексы тяжелых металлов.



- 1 – газогенерирующий реактор;
- 2 – газгольдеры;
- 3 – энергоблок с дизель-генератором;
- 4 – градирни;
- 5 – обменный водоём;
- 6 – трансформаторная подстанция;
- 7 – контейнеры с топливом;
- 8 – бойлерная;
- 9 – накопитель жидкофазных фракций

Рис. 6. Стационарный энергетический комплекс по утилизации отработанных илов

Предполагаемая авторами реконструкция станций очистки сточных вод современными нестандартными методами должна осуществляться в силу следующих обстоятельств:

1) в большинстве городов очистные сооружения работают по технологиям, предложенным в начале 20-го века, в основе которых лежат биохимические и микробиологические процессы. Климатические условия довольно сильно различаются по широтным поясам России, поэтому конструкции должны иметь значительные различия в зависимости от температурных условий в регионе. Как правило, степень очистки сточных вод эффективнее осуществляется в летний период, когда температура воды обеспечивает нормальную работу микроорганизмов, входящих в основу иловых отложений. Поэтому нами предполагается, прежде всего, стабилизировать в первом приближении температурные режимы за счёт использования избыточного ила в системах газогенерации, тепло от которых с помощью теплообменников будет аккумулировано в системах илопроводов;

2) по самым приближенным расчётам переработка 1 000 000 тонн, в пересчёте на обезвоженный продукт, осадков в энергию (тепловую, электрическую) даст возможность дополнительно получить примерно 1000 ГВт*ч электрической и 3000 ГВт*ч тепловой энергии. Сократятся площади иловых карт;

3) предполагается модернизация систем автоматики с использованием компьютерного управления технологическими процессами очистки сточных вод. А для этого потребуется стабилизация расходов и количества загрязнений в сточной воде, которую целесообразно осуществить за счёт установки усреднителя -накопителя [9, 10] после песколовок;

4) для эффективного сбора нерастворимых органических веществ предполагается повысить коэффициент объёмного использования первичных отстойников [2], модернизацией и реконструкцией водораспределительных и водосборных устройств, оборудованием полочными или трубчатыми вставками, предварительной аэрацией сточных вод в сочетании с биокоагуляцией, устройством камеры осветления во взвешенном слое;

5) процесс накопления зольного остатка можно обратить в полезное свойство. Например, для топлива, не содержащего токсичных компонентов (солей тяжелых металлов, соединений ртути) можно использовать зольный остаток для удобрения и для раскисления почвы. В остальных случаях зольный остаток является ценным сырьём для химической промышленности;

6) современные разработки в области отечественного двигателестроения позволили создать новые уникальные дизели, работающие на газообразном топливе. Предложенная технология позволит сделать новый качественный переход на дизельные двигатели, работающие на газообразном топливе, заменяя дорогие и сложные в эксплуатации газотурбинные установки;

7) дезинфекция очищенных сточных вод, прошедших обработку кислородной ионизацией в электрофлотаторе [11], позволит отказаться от хлорирования или УФ-обработки таких вод перед сбросом в водоём.

Непременным условием проводимой реконструкции является повышение эффективности процесса очистки сточных вод при одновременном улучшении экологической обстановки в регионе. В качестве обязательного компонента в системе очистки городских сточных вод предлагаем дополнительно на освободившихся до 80 % территорий иловых площадок, малых и средних населённых пунктов, устроить искусственные водоёмы с биологической культурой высокой степени развития поверхности и максимальной эффективностью поглощения микробной флоры (например, мох, камыш, кувшинки). Выбор типа свойств таких растений определяется климатическими условиями регионов.

Предварительный научный поиск и экспериментальная апробация разработанных технологических процессов и конструкций элементов установок дают твёрдую уверенность в том, что при реализации проекта реконструкции будут решены основные задачи:

1. Повышено качество очистки сточных вод в соответствии с требованиями ПДК сброса.
2. Снижены энергозатраты на очистку воды за счёт использования энергоустановок, работающих на отходах очистных сооружений.
3. Повышена степень экологической безопасности.
4. Современный нестандартный метод газификации в системах газогенерации позволит исключить потребление энергоресурсов от внешних источников.
5. Предлагаемые методы исключают возможность использования химических реагентов, основаны на завершённых циклах переработки отходов производства.
6. Основные экономические показатели по предварительным расчётам составили: себестоимость 1 кВт·ч – 1,70-1,85 рублей, стоимость 1 Гкал – около 500 рублей (существующие тарифы: 1 кВт·ч от 4,5 до 6 рублей, 1 Гкал – 2500 рублей).

Библиографический список

1. Колодяжный С.А. Новые технологии утилизации отходов карт хранения очистных сооружений/ С.А. Колодяжный, В.И. Ступин, В.Ф. Бабкин, Ю.Н. Шалимов, М. Лутовац, В.И. Кудряш, Е.П. Евсеев, И.В. Журавлева, П.Д. Захаров, М.В. Бородин, В.С. Остриков, А.В. Руссу // Российский инженер № 2 (5) 2016. – С. 6-21.
2. Журавлева, И.В. Реконструкция инженерных сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие/ И.В. Журавлева, Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2011. – 146 с.
3. Токарев Г.Г. Газогенераторные автомобили: М. 1955, - 207 с.
4. Самылин А., Яшин М. История развития транспортных газогенераторов.//Леспром-информ, 2010. № 7. - С. 158-166.
5. Копытов В.В. Газификация конденсированных топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития – М.: Инфра-Инженерия, 2014. – 504с.
6. Руссу А.В. Использование метода функционального моделирования при исследовании работы газогенератора/ Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. IX междунар. конф. «ПМТУКТ-2016» / под ред. И.Л. Батаронова, А.П. Жабко, В.В. Провоторова; Воронеж. гос. техн. ун-т., Моск. гос. ун-т., С.-Петербург. гос. ун-т., Воронеж. гос. ун-т., Пермск. гос. нац. исслед. ун-т, Пермск. нац. исслед. политех. ун-т. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2016. – 468 с., с. 289-293.
7. Колодяжный С.А. Использование новых принципов утилизации отходов при разработке технологий очистных сооружений // Колодяжный С.А., Лутовац М., Шалимов Ю.Н., Бабкин В.Ф., Кудряш В.И., Евсеев Е.П., Захаров П.Д., Руссу А.В.//Новые функциональные материалы и высокие технологии, IV Международная научная конференция, Тиват, Черногория, 4-10 июля 2016г.: тезисы докладов. — Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2016. — С. 48-50.

8. Шалимов, Ю.Н. Микробиология сточных вод очистных сооружений / Ю.Н.Шалимов, А.В.Епифанов, В.Д. Епифанов, М. Лутовац, В.Ф. Бабкин, Е.П. Евсеев, А.В. Руссу// Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 28-29 апр. 2016 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2016. — С. 36–374.

9. Патент РФ № 2138317 (В 01Д 21/00). Резервуар–накопитель./В.Д. Журавлев, И.В. Журавлева, В.Ф. Бабкин, М.И. Алексеев. – Бюл. № 27 от 27.09.1999.

10. Журавлев, В. Д. Резервуар –накопитель/В.Д. Журавлев, И.В. Журавлева, В.Ф. Бабкин, М.И. Алексеев.// Журн. Строительство, 2002, № 5. – С. 132.

11. Патент РФ № 2226180 (МПК C02F1/467). Устройство для электрохимического обеззараживания жидкости/Евсеев Е.П., Ненно В.Э., Ступин В.И.–Бюл. № 9 от 27.03.2004.

References

1. Kolodyazhny S.A. New technologies of waste disposal card storage treatment facilities / S.A. Kolodyazhny, V.I. Stupin, V.F. Babkin, Yu.N. Shalimov, M. Lutovats, V.I. Kudryash, E.P. Evseev, I.V. Zhuravleva, P.D. Zakharov, M.V. Borodin, V.S.Ostrikov, A.V. Russu // Russian Engineer № 2 (5) 2016. – p. 6-21.

2. Zhuravleva, I.V. Reconstruction of engineering networks and constructions of water supply and water disposal: studies. grant / I.V. Zhuravleva, Voronezh. the state. arkh. - builds. un-t. – Voronezh, 2011. – 146 pages.

3. Tokarev G.G. Gas-generating cars: M. 1955, - 207 p.

4. Samylin A. Istoriya of development transport газогенераторов.// A. Samylin, M. Yashin - Lesprominform, 2010. No. 7. - Page 158-166.

5. Kopytov V. V. Gasification of the condensed fuels: the retrospective review, a current state of affairs and prospect of development – М.: Infra-Inzheneriya, 2014. – 504 p.

6. Russu A.V. The use of functional modeling in the study of the work of the gasifier / Modern methods of applied mathematics, control theory and computer technology: Sat. tr. IX Intern. Conf. "PMTUKT 2016" / ed. IL Bataronova, A.P. Zhabko, V.V. Provotorova; Voronezh. state. tehn. Univ., Moscow. state. Univ., St.- Petersburg. state. Univ., Voronezh. state. Univ., the Perm. state. nat. issled. Univ. of Perm. nat. issled. Polytechnic. Univ. - Voronezh: Publishing house "Science Book", 2016.- pp 289-293.

7. Kolodyazhni S.A. The use of new waste management principles in the design of treatment facilities technologies // Kolodyazhni S.A., Lutovats M., Yu. Shalimov, V.F. Babkin, Kudryash V.I. Evseev E.P., Zakharov P.D., Russu A.V. // New functional materials and high technology, IV of the International Scientific Conference, Tivat, Montenegro, 4-10 July 2016 .: abstracts. - Ivanovo: Ivanovo State University of Chemistry and Technology, 2016. - P. 48-50.

8. Shalimov Y.N. Microbiology of waste water treatment plants / Shalimov Y.N., Epifanov A.V. Epifanov V.D. Lutovats M. Babkin V.F, E.P. Evseev, A.V. Russu // Modern technologies providing civil defense and disaster management: Sat. Art. Materials VII All-Russia. scientific-practical. Conf. with int. Ouch. 28-29 April. 2016 .: in 2 hours. Part 1 / FGBOU IN Voronezh Institute of Russian Ministry for Emergency Situations. - Voronezh, 2016. — P. 36–374.

9. The patent Russian Federation № 2138317 (B 01D 21/00). Rezervuar-nakopitel./V.D. Zhuravlev, I.V. Zhuravleva, V. F. Babkin, M. I. Alekseev. – Bulletin No. 27 of 27.09.1999.

10. Zhuravlev, V. D. The tank – store/V.D. Zhuravlev, I.V. Zhuravleva, V. F. Babkin, M. I. Alekseev.//Zhurn. Construction, 2002, No. 5. – Page 132.

11. Pat. Russian Federation № 2226180, IPC C02F1/467, Device for electrochemical disinfection liquid / Yevseyev EP, VE Nenno, Stupin V. – bulletin voting paper № 9 of 27.03.2004.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 692.4:711.62

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент Кафедры
проектирование зданий и сооружений
им. Н.В. Троицкого Т.В. Макарова
Тел. 8-(920)-416-73-35
Магистранты кафедры проектирования
зданий и сооружений М.С. Панова,
Д.С. Жарких
Россия, г. Воронеж, тел. +7(903)-420-21-05
e-mail: panova.mari2011@yandex.ru*

*Voronezh state
technical University
Kand. tech. Sciences, associate Professor
of the Department of design of buildings
and constructions. H.V. Troitskogo T.V. Makarova
Tel. 8-(920)-416-73-35
Undergraduates of the Department of design
of buildings and structures MS Panova,
D.S. Zharkikh
Russia, Voronezh, tel. +7(903)-420-21-05
e-mail: panova.mari2011@yandex.ru*

Т.В. Макарова, М.С. Панова, Д.С. Жарких

МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ КРОВЕЛЬ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Рассматриваются аспекты комфортного городского пространства, важные экологические достоинства озеленения крыш зданий. Проведено исследование жилого комплекса на озеленение кровли и прилегающей территории со сравнением коэффициента озеленения. Также рассмотрены используемые типы конструктивных решений на территории жилого комплекса такие как: зеленая кровля, кровля-терраса, кровля-паркинг.

Ключевые слова: экология, окружающая среда, ландшафт, озеленение территории, общественное пространство, конструктивные решения, зеленая кровля, кровля-терраса, кровля-паркинг.

T.V. Makarova, M.S. Panova, D.S. Zharkikh

METHODS OF USING GREEN ROOFS TO PROVIDE COMFORT AND ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF URBAN ENVIRONMENT

The aspects of comfortable urban space, important ecological advantages of greening roofs of buildings are considered. The study of the residential complex on the landscaping of the roof and the surrounding area with a comparison of the coefficient of landscaping. Also considered are the types of structural solutions used in the residential complex such as: green roof, roof terrace, roof Parking.

Key words: ecology, environment, landscape, landscaping, public space, design solutions, green roof, roof terrace, roof Parking.

Современный мир стремится к модернизации и новым технологиям, часто забывая в этой погоне о природной составляющей – экологии. Из-за стремительного строительства новых домов не остается места для скверов и парковых зон.

С ростом городов, развитием промышленности становится все более сложным решение проблемы охраны окружающей среды, создания нормальных условий для жизни и деятельности человека. В последние десятилетия усилилось отрицательное влияние человека на окружающую среду и, в частности, на зелёные насаждения, которые обеспечивают комфортность условий проживания людей в городе, регулируют газовый состав воздуха и степень его загрязненности, климатические характеристики городских территорий, снижают влияние шумового фактора и являются источником эстетического отдыха людей [1]. Немаловажную роль комфортного пребывания человека в городской среде играет экология, а также и другие аспекты, которые представлены на рис. 1.

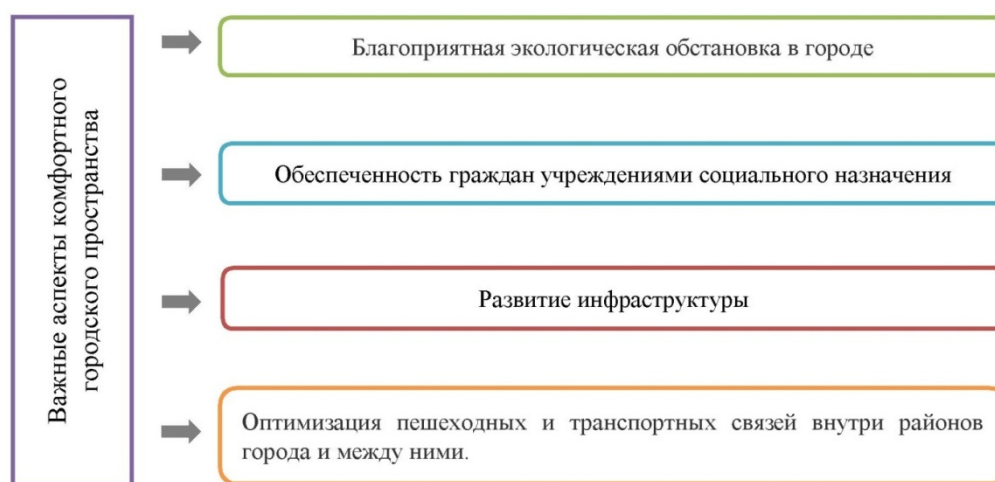


Рис. 1. Важные аспекты комфортного городского пространства

Для решения проблемы озеленения города необходим поиск новых способов возвращения природных ландшафтов в структуру города. Методом данного направления является озеленение фасадов зданий, плоских кровель жилых, офисных и частных зданий и сооружений, а также озеленение дворовых территорий. Все эти методы помогут не только существенно повысить площадь озеленённой территории, эстетичность самих зданий, но и города в целом. Примеры вариантов озеленения зданий представлены на рис. 2 и рис. 3.



Рис. 2. Вариант озеленения фасада общественного здания



Рис. 3. Вариант озеленения эксплуатируемой кровли жилого дома

Озеленение крыш зданий дает не только красивый их облик, но и имеет ряд положительных качеств. Некоторые рассмотрим ниже:

- ❖ Создает пассивное теплосбережение – гарантируется благодаря отличным теплоизолирующим качествам зеленой кровли. То есть энергия сохраняется в зимние периоды, а в жаркое время года кровля не перегревается;
- ❖ Растения на крыше сокращают степень отражения от поверхности крыши звуковых волн и существенно повышает уровень звукоизоляции;
- ❖ Дополнительная зона для отдыха;
- ❖ Предупреждает сползание грунта;
- ❖ Создается воздушная противокоревая прослойка для защиты гидроизоляции от корней;
- ❖ Снижается нагрузка на водосточную систему и ливневую канализацию;
- ❖ Нейтрализует пыль и вредные газы в окружающей среде при помощи их абсорбции;
- ❖ Создает естественную зеленую зону;
- ❖ Регулирует влажность воздуха;
- ❖ Поглощает дождевую воду;
- ❖ Отдает атмосферную влагу;

Все эти достоинства можно применять в городских условиях так как существует большое количество крупных зданий, крыши которых можно озеленить, что существенно повлияет на экологию города и его внешний облик в целом, что является актуальным в наше время.

Исследование жилого комплекса на озеленение кровли и прилегающей территории.

Проведем сравнительный анализ с целью определения влияния зелёной кровли с точки зрения улучшения экологической обстановки вокруг выбранного здания. Для этого определим коэффициент озеленения территории для двух разных вариантов. Первый вариант подразумевает территорию, представленную на рис.4, но без озеленения эксплуатируемых крыш, второй с элементами озеленения фрагментов кровли, которое полностью показано на рис.4. Расчет коэффициента озеленения территории без применения озеленения на кровле представлен ниже.

$$K_{оз.} = \frac{S_{оз.}}{S_{уч.}} \times 100\%,$$

где $S_{оз.}$ – площадь зелёных насаждений, m^2 ;

$S_{уч.}$ – площадь участка, m^2 ;

$$K_{оз.} = \frac{776,5}{24884} \times 100\% = 3,1\%.$$

Концепция озеленения многих новых комплексов предусматривает не только посадку деревьев вокруг домов и на «зеленых островках», разбросанных по территории, но и создание общественных пространств для отдыха и прогулок на свежем воздухе. Ими могут быть собственные бульвары, аллеи, парки, скверы, что мы и используем для озеленения нашей территории. Применим максимальное озеленение территории жилого комплекса. Насаждения будут применяться на крыше здания и на крыше над подземной парковкой, что придаст территории оригинальности и будет предпочтительным и практически значимым для городской застройки. Наглядные изменения показателей в ходе озеленения территории можно рассмотреть на рис. 5 и рис. 6.

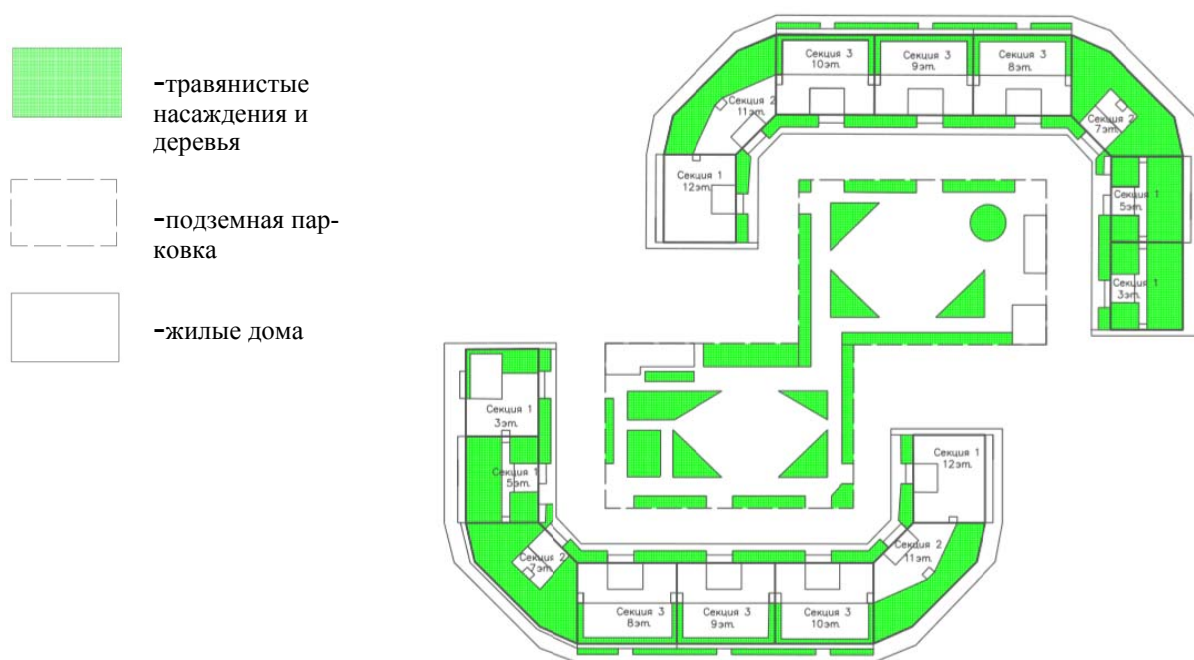


Рис. 4. План территории жилого комплекса с озеленением крыш секций и эксплуатируемой крышей над подземной парковкой

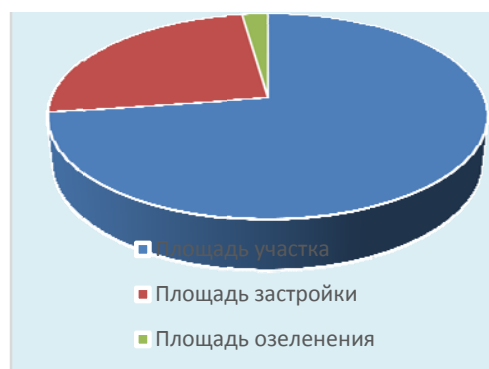


Рис. 5. Диаграмма технико-экономических показателей участка

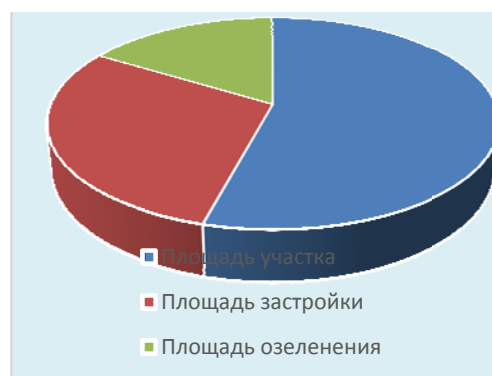


Рис. 6. Диаграмма технико-экономических показателей участка после озеленения территории

Чтобы наглядно показать увеличение K_{03} для используемого участка, проведем расчет K_{03} для секций дома.

Таблица

Результаты расчёта K_{03} проектируемого здания для секций

Номер секции	Площадь покрытия, м ²	Площадь озеленения, м ²	$K_{03.секции}$ %	Общая площадь покрытия, м ²	Общая площадь озеленения, м ²	$K_{03.здания}$ %
№1	366,69	66,84	18,22	3384,49	1136,34	33,5
№1	366,69	268,8	73,3			
№2	420,5	370,4	88,08			
№3	481,14	33,3	6,9			
№3	481,14	33,3	6,9			
№3	481,14	33,3	6,9			
№2	420,5	330,4	78,57			
№1	366,69	-	-			

Из таблицы видно, что применение приёма озеленения кровли повысило коэффициент озеленения здания.

Установим степень влияния озеленения кровли на озеленение всей территории застройки. Для этого вычислим коэффициент озеленения участка с учётом площади озеленения кровли:

$$K_{oz2} = \frac{1447,5 + 1136,34}{24884} \times 100\% = 10,3\%.$$

Коэффициент озеленения территории над парковкой

$$K_{oz3} = \frac{3578}{24884} \times 100\% = 14,37\%.$$

Определим разницу между до озеленения и после, и составим сравнительную диаграмму исходя из данных:

$$K_{oz2} + K_{oz3} - K_{oz1} = 10,3\% + 14,7\% - 3,1\% = 21,58\%.$$

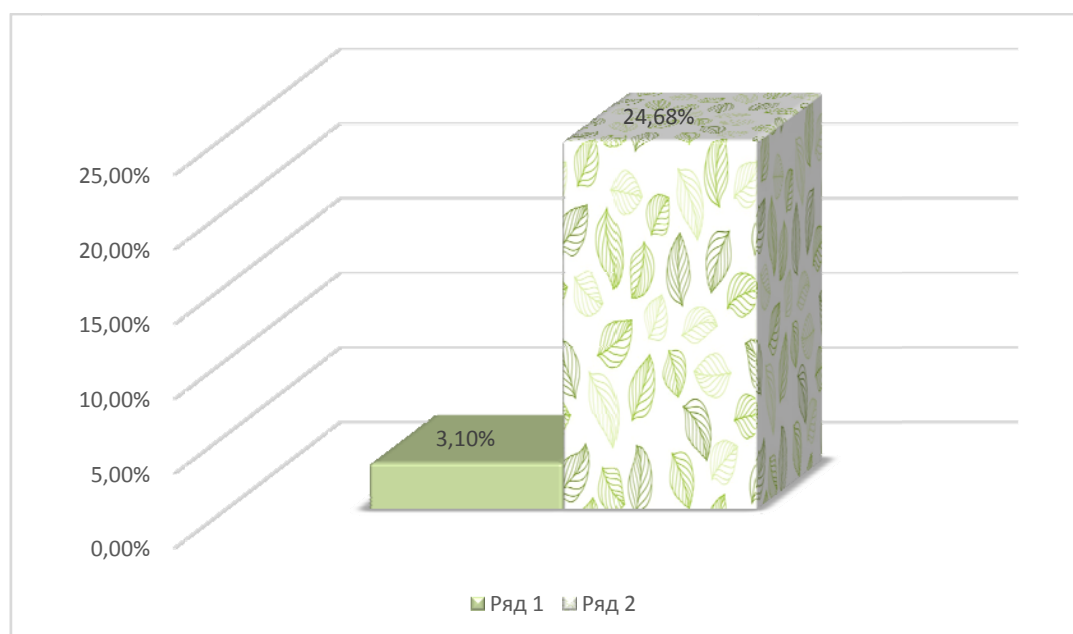


Рис. 7. Диаграмма сравнения степени озеленения территории

Таким образом можно сделать вывод, что озеленение кровли повысило общее озеленение территории на 21.58%, что благоприятно влияет на экологическую обстановку территории жилого комплекса.

Конструктивное устройство «зеленых» кровель имеет большое количество деталей, целью применения которых является обеспечение низких статических нагрузок и максимальной защиты ресурсов (главным образом – воды). Недостаточно просто уложить грунт на крышу, необходимо создать защитные слои, дренаж, систему удержания влаги, фильтрующий слой, грамотно сформировать растительный покров.

Используемые конструктивные решения на территории жилого комплекса.

Здания, оснащенные эксплуатируемой кровлей пользуются огромным спросом на рынке недвижимости. В России интенсивное применение плоских крыш началось только после появления подходящих материалов, способных выдерживать дополнительные нагрузки, и максимально адаптированных к достаточно суровому климату нашей страны.

В зависимости от покрытия различают следующие два основных вида плоских кровель:

- Неэксплуатируемая кровля;
- Эксплуатируемая кровля;

Неэксплуатируемая кровля - кровля которая не будет подвергаться нагрузкам в процессе эксплуатации. Например, кровля не будет использоваться как дополнительная жилая эксплуатируемая площадь.

Эксплуатируемая кровля – кровля, которая в процессе эксплуатации подвержена дополнительным нагрузкам. Например, кровля используется как дополнительная жилая площадь, на кровле будет устроена смотровая площадка или кафе.

Эксплуатируемая кровля в свою очередь подразделяется на три типа:

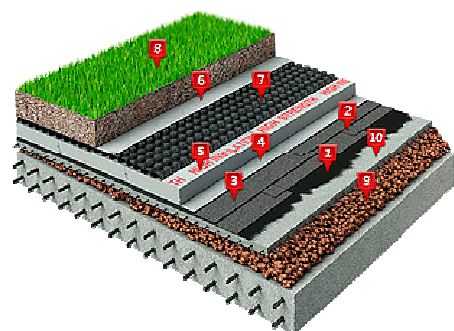


Рис. 8. Конструкция зелёной кровли:

- 1 - праймер битумный (клеевой слой); 2 - нижний слой наплавляемого материала (1-й слой гидроизоляции);
- 3 - наплавляемый материал (2-й слой гидроизоляции);
- 4 - геотекстиль 300 гр/м² (разделяющий слой);
- 5 - экструзионный пенополистирол (утеплитель);
- 6 - геотекстиль 150 гр/м² (разделяющий слой);
- 7 - профилированная мембрана (дренажный слой);
- 8 - плодородный грунт с насаждениями;
- 9 - уклонообразующий слой керамзита;
- 10 - цементно-песчаная стяжка.

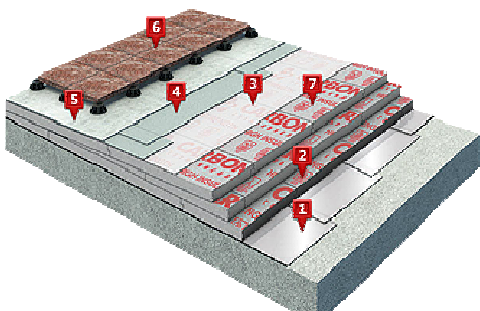


Рис. 9. Конструкция кровли-террасы:

- 1 - пароизоляция; 2 - утеплитель; 3 - стеклохолст; 4 - гидроизоляция;
- 5 - геотекстиль 300 гр/м² (защитный слой);
- 6 - плитка на регулируемых опорах; 7 - утеплитель

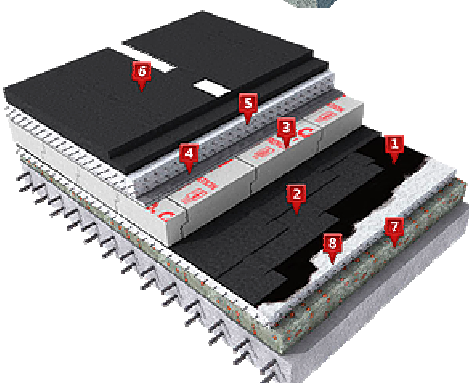


Рис. 10. Конструкция кровли-паркинга:

- 1 - праймер битумный (клеевой слой);
- 2 - слой наплавляемого материала (слой гидроизоляции);
- 3 - экструзионный пенополистирол (утеплитель); 4 - плёнка 200 мкр;
- 5 - распределительная плита; 6 - два слоя асфальта;
- 7 - уклонообразующий слой (керамзитобетон);
- 8 - цементно-песчаная стяжка

Зеленая кровля применяется как площадка с покрытием с плодородным слоем для посадки деревьев, кустарников, газона или цветочных клумб (рис. 8).

Кровлю-террасу - применяется в качестве площадки для отдыха или занятий спортом, имеет натуральное или искусственное покрытие. В зависимости от того, из какого материала выполнен верхний слой, задается общий тон ее применения. Подготовительным основанием часто служит цементно-песчаная стяжка, финишный слой может быть выполнен из деревянного настила, тротуарной плитки и других аналогичных материалов. Эксплуатируемая кровля в этом случае распределяет нагрузку между жесткими железобетонными плитами перекрытия (рис. 9).

Кровля-паркинг - образует дополнительное пространство для парковки автомобилей. Устройство такой кровли схоже с террасой, однако необходимо учитывать нагрузки, связанные с движением и стоянкой автомобилей (рис.10).

Вывод

Современный город стремится одеться в зелень и при этом хочет выглядеть ярко, стильно и необычно, а нетрадиционные виды озеленения ему в этом очень помогают. Эксплуатируемая кровля с интенсивным озеленением решает проблему экологии в городской застройке. Использование «Зеленой» кровли в России все больше набирает обороты в строительстве и является практически значимым. Для грамотного применения конструктивных вариантов улучшения ландшафта плотной городской застройки надлежит выполнять комплексное исследование касающиеся изучения объемно-планировочного решения зданий, разнообразных конструктивных решений, экологической ситуации и климатических условий, где применяется кровля. Из исследования влияния зеленой кровли на озеленение территории явно видно значимое повышение коэффициента озеленения всей территории, что благоприятно влияет на обстановку экологии жилого комплекса, что рекомендуется внедрять в технологии по благоустройству прилегающей территории и эксплуатируемых крыш возводимых зданий. Для благоприятной жизни населения целесообразно использовать определенные методы для создания комфортной среды, такие как озеленение фасадов зданий, плоских кровель жилых, офисных и частных зданий и сооружений, а также озеленение дворовых территорий. Климатические условия Краснодарского края (предполагаемая территория застройки) позволяет использовать большинство из конструктивных вариантов возведения зеленых эксплуатируемых покрытий. К ним относятся и кровля-терраса, и кровля с озеленением (зелёная кровля) и кровля-паркинг, а также возможно озеленение фасадов зданий. Все представленные исследования и методы приемлемы для условий всей средней полосы РФ. Использовать вышеописанные варианты мы предполагаем при разработке детальных проектов жилых и общественных зданий, размещаемых в условиях плотной городской застройки. Разнообразие технологий зеленых эксплуатируемых кровель востребовано и являются практически значимо в современном мире.

Библиографический список

1. Карасёв В.Н. Урбоэкология и мониторинг городских насаждений: учебное пособие / В.Н. Карасев, М.А. Карасева. – Йошкар-Ола: Марийск. гос. техн. ун-т, 2009. – 184 с. – ISBN 0-3-076708-3
2. <http://www.gosthelp.ru/text/PosobiePosobiepoozeleneni.html>
3. Горохов В. А. Городское зеленое строительство, М.: Стройиздат, 1991 год
4. В.И. Назарова » Современная крыша и кровля » Рипол Классик, 2013 год, 64 стр..
5. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. / москомархитектура/2001г.

References

1. Karasev V. N. Urboekologija and monitoring of urban green plantations: study guide / V. N. Karasev, M. A. Karasev. - Yoshkar-Ola: MaRisk. state tech. UN-t, 2009. – 184 S. – ISBN 0-3-076708-3
2. <http://www.gosthelp.ru/text/PosobiePosobiepoozeleneni.html>
3. Gorokhov V. A. City green building, M.: stroizdat, 1991
4. V. I. Nazarova "Modern roof and roof" Ripol classic, 2013, 64 pages. .
5. Manual on landscaping and improvement of operated roofs of residential and public buildings, underground and semi-underground garages, civil defense facilities and other facilities. / the Committee/2001.

*Воронежский государственный
технический университет
Кандидат технических наук, доцент кафедры
строительства и эксплуатации
автомобильных дорог А.С. Строкин
e-mail: alexmech23@gmail.com
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 236-18-89.
Студент 4 курса строительного
факультета А.Ю. Калгин
e-mail: aleksejkalgin@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Pulpit
construction and usages
of the car roads A.S. Strokin
e-mail: alexmech23@gmail.com
Russia, Voronezh, ph +7(473) 236-18-89.
4th year student of the faculty
of construction A. YU. Kalgin,
e-mail: aleksejkalgin@yandex.ru*

А.С. Строкин, А.Ю. Калгин

РАЗРАБОТКА ЩЕБЁНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫХ ДОРОГ И ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Рассматривается задача разработки щебёночно-мастичных смесей с повышенными деформативно-прочностными показателями, отличающимися низкой шумностью при автомобильном движении, что позволяет устраивать с их применением дорожные покрытия внутриквартальных дорог и придомовых территорий. Представлены результаты анализа влияния основных структурообразующих факторов на деформативно-прочностные показатели щебёночно-мастичных асфальтобетонных смесей для устройства дорожных покрытий внутриквартальных дорог и придомовых территорий.

Ключевые слова: асфальтобетон, битум, дорожное покрытие, благоустройство.

A.S. Strokin, A. YU. Kalgin

DEVELOPMENT OF STONE MASTIC ASPHALT MIXES FOR ROAD COATINGS ROADS AND ADJOINING AREAS

The problem of the development of crushed stone-mastic mixtures with high strain-strength parameters, characterized by low noise in road traffic, which allows them to arrange the road surface of the roads and adjoining territories. The article presents the results of the analysis of the influence of the main structure-forming factors on the deformation-strength characteristics of crushed-stone-mastic asphalt mixtures for the device of road surfaces of roads and house adjoining territories.

Keywords: asphalt concrete, bitumen, road surface, landscaping.

Одной из актуальных проблем строительной отрасли является повышение качества строительства дорожных покрытий при благоустройстве придомовых территорий и строительстве внутриквартальных дорог. Применяемые в настоящее время технологии строительства асфальтобетонных покрытий с использованием традиционных плотных асфальтобетонных смесей имеют ряд существенных недостатков: низкую долговечность, недостаточные физико-механические асфальтобетона и эксплуатационные показатели устроенного дорожного покрытия (прочность, ровность, шероховатость) и т.д. [1]. Указанных недостатков лишены щебёночно-мастичные асфальтобетоны, однако, вследствие повышенного содержания щебня в минеральной части смеси дорожное покрытие при движении автотранспорта обладает повышенной шумностью, что является существенным недостатком при благоустройстве придомовых территорий и строительстве внутриквартальных дорог в жилых районах городов.

Благодаря повышенному содержанию битума (до 7 %) шумовыделение щебеночно-мастичного асфальтобетона при пористости близкой к 1,0-2,0 % может снижаться на 3...6 дБ в сравнении с покрытиями из горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона.

Уровень интенсивности звука шумовыделения при движении автотранспорта по дорожному покрытию определяется из выражения [2]

$$L = 10 \lg \frac{(E\rho)^{0.5} \cdot V_m^2}{2l_0},$$

где E - модуль упругости материала;
 ρ - плотность материала;
 V_m - колебательная скорость частиц;
 l_0 - стандартный порог слышимости.

Из формулы следует, что чем выше средняя плотность и модуль упругости, тем больше будет уровень интенсивности звука шумовыделения при движении автотранспорта.

Щебеночно-мастичные смеси характеризуются повышенным содержанием щебня, а показатели средней плотности и модуля упругости материала незначительно превышают аналогичные показатели плотных мелкозернистых асфальтобетонных смесей [1,3]. Однако, за счет применения минеральных материалов более мелкого зернового состава в модификаторах асфальтобетонных смесях можно уменьшить оптимизировать физико-механические показатели асфальтобетона, а следовательно достичь более низкой шумности дорожного покрытия при движении автотранспорта [1, 4].

В связи с принятием новой нормативной литературы по требованиям ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог» [5] щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси должны отвечать требованиям ПНСТ 183-2014 [6] и при их приготовлении следует применять: дорожные битумы по ГОСТ 33133-2014 [7], щебень по ГОСТ 32703-2014 [8], песок искусственный по ГОСТ 32730-2014 [9] и природный по ГОСТ 32824-2014 [10], порошок минеральный по ГОСТ 32761-2014 [11]. Одной из особенностей указанных стандартов является применение минеральных материалов с более мелкой гранулометрией. В частности, по требованиям ПНСТ 183-2014 [6] щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси с мелким щебнем различаются на марки ЦМАС-8, ЦМАС-11, что существенно отличается от требований ГОСТ 31015-2002 [3], в котором в зависимости от крупности применяемого заполнителя наименьшей по гранулометрии являлась марка ЦМАС-10. Исходя из вышесказанного, является актуальной разработка щебеночно-мастичных смесей с более мелкой гранулометрией, отличающихся повышенными деформативно-прочностными показателями, а также низкой шумностью в дорожном покрытии при автомобильном движении.

Разработка щебеночно-мастичных смесей с повышенными деформативно-прочностными показателями. Для проведения эксперимента был подобран по требованиям ПНСТ 183-2014 [6] состав щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМА 11. В качестве контрольного состава по требованиям ПНСТ 184-2014 [12] был подобран состав асфальтобетонной смеси А11ВТ. Указанные составы асфальтобетонных смесей приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Состав щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМА 11

№	Наименование материалов	Состав смеси (битум сверх 100%)	Состав смеси (битум в 100 %)
1	Щебень фр. 8-11,2	45,00	42,40
2	Щебень фр. 4-8	27,00	25,44
3	Отсев дробления гранита	18,00	16,96
4	Минеральный порошок активированный	10,00	9,42
5	Стабилизирующая добавка "СД 3 ГБЦ"	0,44	0,41
6	ПБВ 90 в т.ч. ПАВ - 0,5%	5,70	5,37
Итого		105,14	100,0

Таблица 2

Состав асфальтобетонной смеси А11ВТ

№	Наименование материалов	Состав смеси (битум сверх 100%)	Состав смеси (битум в 100 %)
1	Щебень фр. 8-11,2	22,00	20,96
2	Щебень фр. 4-8	38,00	36,19
3	Отсев дробления гранита	35,00	33,33
4	Минеральный порошок активированный	5,00	4,76
5	ПБВ 90 в т.ч. ПАВ - 0,5%	5,00	4,76
Итого		105	100

Результаты определения физико-механических показателей асфальтобетонов ЦМА 11 и А11ВТ по требованиям ПНСТ 183-2014, ПНСТ 184-2014, ПНСТ 109-2016[13] приведены на рисунках 1-3.

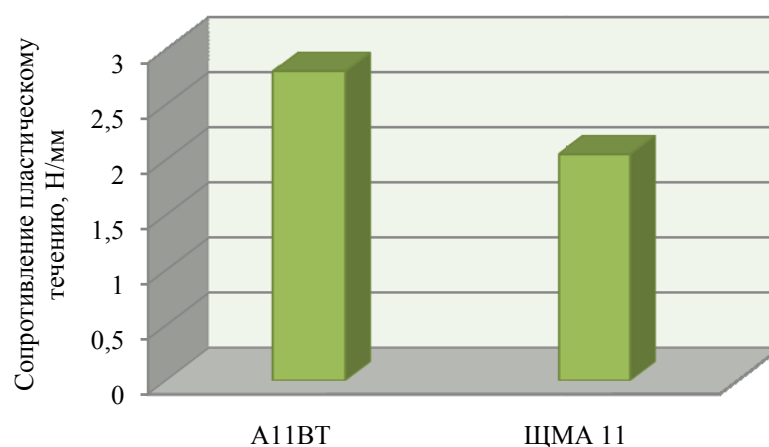


Рис. 1. Сопротивление пластическому течению асфальтобетона А11ВТ и ЦМА

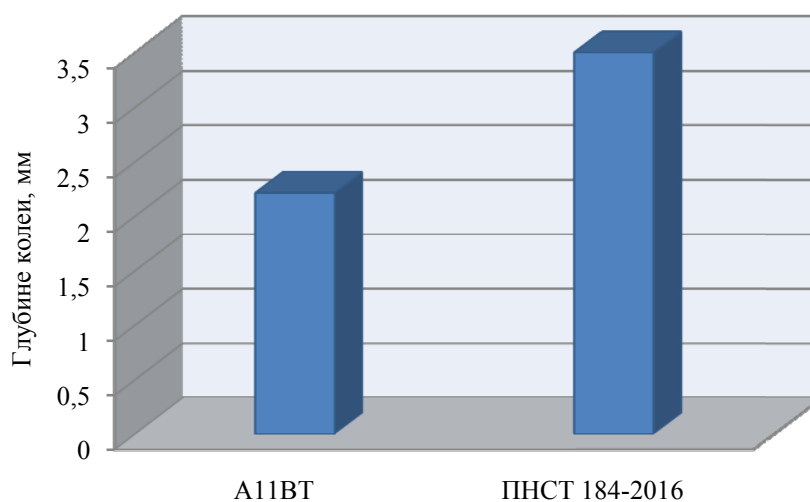


Рис. 2. Устойчивость к колееобразованию асфальтобетона А11ВТ

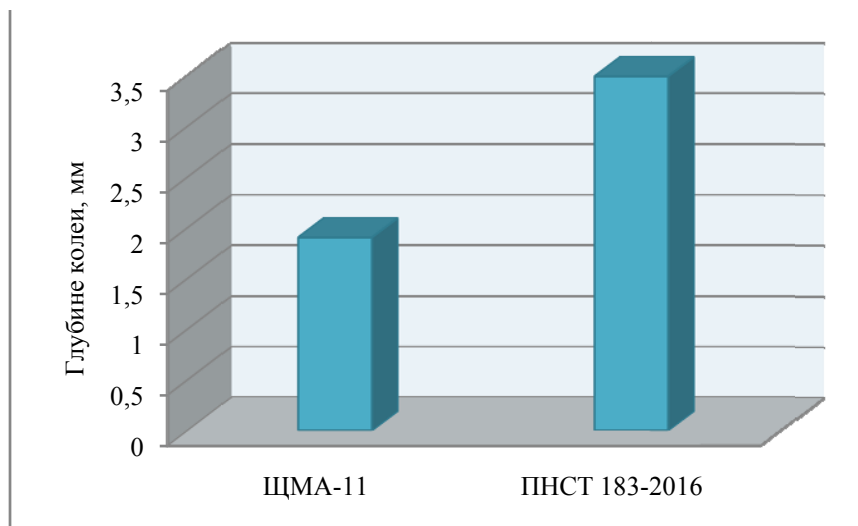


Рис. 3. Устойчивость к колееобразованию щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА 11

Выводы

1. Асфальтобетоны А11ВТ и ЩМА-11 соответствуют требованиям по показателям колееобразования по ПНСТ 184-2016, ПНСТ 183-2016 [6,12].
2. Повышение устойчивости к колееобразованию асфальтобетонов каркасной структурой с более мелкой гранулометрией экспериментально подтверждено.
3. Применения минеральных материалов более мелкого зернового состава в смесях можно оптимизировать физико-механические показатели асфальтобетона, а следовательно достичь более низкой шумности дорожного покрытия при движении автотранспорта.

Список использованных источников

1. Горелышев Н. В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н. В. Горелышев. — М. ; Можайск: Терра, 1995. — 176 с.
2. Трусихин А.В. Андронов С.Ю. Шумопоглощающий композиционный холодный вибролитой регенерированный асфальт / Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 4.
3. ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия [Текст]. Введ. 2003-04-30. — М.: МНПКС, 2003. — 22 с.
4. Кирюхин Г. Н. Повышение сдвигоустойчивости асфальтобетона с добавками полимеров / Г. Н. Кирюхин, В. М. Юмашев // Автомобильные дороги. — 1992. — № 7—8. — С. 18—22.
5. Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 014/2011. Безопасность автомобильных дорог. Решение Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 N 827 (ред. от 18.09.2012). Вступил в силу с 15-02-2015 г. — М.: 2014. — 30 с.
6. ПНСТ 183-2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия [Текст]. — Введ. 2016-12-20. — М.: Стандартиформ, 2017. — 18 с.
7. ГОСТ 33133-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования [Текст]. — Введ. 2015-10-01. — М.: Стандартиформ, 2015. — 8 с.
8. ГОСТ 32703-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования [Текст]. — Введ. 2016-06-15. — М.: Стандартиформ, 2015. — 12 с.
9. ГОСТ 32730-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Песок дробленый. Технические требования [Текст]. — Введ. 2015-02-01. — М.: Стандартиформ, 2014. — 8 с.
10. ГОСТ 32761-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Технические требования [Текст]. — Введ. 2015-02-01. — М.: Стандартиформ, 2014. — 10 с.

11. ГОСТ 32824-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования [Текст]. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8 с.
12. ПНСТ 184-2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические условия [Текст]. – Введ. 2017-01-06. – М.: Стандартинформ, 2017. – 40 с.
13. ПНСТ 109-2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения сопротивления пластическому течению цилиндрических образцов на установке Маршалла [Текст]. – Введ. 2016-06-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.

References

1. Gorelyshev N. B. Asphalt concrete and other bitumomineraljnykh materials / N. V. Gorelyshev. - М.; Mozhaisk: Terra, 1995. - 176 p.
2. Trushin A. V. Andronov S. Y. sound-absorbing composite vibrallite cold recycled asphalt / Modern problems of science and education. - 2012. – No. 4.
3. GOST 31015-2002 Mixes asphalt concrete and asphalt concrete crushed stone mastic. Technical conditions [Text]. Intr. 2003-04-30.- Moscow: ISTCS, 2003. - 22 p.
4. Kiryukhin G. N. The increase of shear resistance of asphalt concrete with additives of polymers / G. N. Kiryukhin, M. V. Yumashev // highways. - 1992. - №7-8. — P. 18-22.
5. Technical regulations of the Customs Union. TR CU 014/2011. Road safety. Decision of the Commission of the Customs Union of 18.10.2011 N 827 (edition of 18.09.2012). Entered into force from 15-02-2015– М.: 2014. - 30 p.
6. PST 183-2016 highway. Mixes asphalt concrete road and asphalt concrete crushed stone mastic. Technical conditions [Text]. – Intr. 2016-12-20. - М.: STANDARTINFORM, 2017. - 18 p.
7. GOST 33133-2014 highway. Bitumen oil road viscous. Technical requirements [Text]. – Intr. 2015-10-01.- Moscow: STANDARTINFORM, 2015. - 8 p.
8. GOST 32703-2014 highway. Crushed stone and gravel from rocks. Technical requirements [Text]. – Intr. 2016-06-15.- Moscow: STANDARTINFORM, 2015. - 12 p.
9. GOST 32730-2014 highway. Sand crushed. Technical requirements [Text]. – Intr. 2015-02-01.- Moscow: STANDARTINFORM, 2014. - 8 p.
10. GOST 32761-2014 highway. Mineral powder. Technical requirements [Text]. – Intr. 2015-02-01.- Moscow: STANDARTINFORM, 2014. - 10 p.
11. GOST 32824-2014 highway. Natural sand. Technical requirements [Text]. –]. 2015-07-01. - Moscow: STANDARTINFORM, 2015. - 8 p.
12. PST 184-2016 highway. Asphalt concrete road and asphalt concrete mixes. Technical conditions [Text]. – Intr. 2017-01-06. - М.: STANDARTINFORM, 2017. - 40 p.
13. PST 109-2016 highway. Asphalt concrete road and asphalt concrete mixes. Method of determination of resistance to plastic flow of cylindrical specimens at Marshall's installation [Text]. – Intr. 2016-06-01. - Moscow: STANDARTINFORM, 2016. - 12 p.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры жилищно-
коммунального хозяйства Т.В. Щукина
Канд. техн. наук, доц. кафедры жилищно-
коммунального хозяйства
М.Н. Жерлыкина
Старший преподаватель кафедры
жилищно-коммунального хозяйства
К.В. Гармонов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-28-92
e-mail: zherlykina@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the housing and
communal services Dept. T.V. Shchukina
D.Sc.(Engineerin), associate Prof. of the
housing and communal services Dept.
M.N. Zherlykina
senior lecturer of the housing and communal
services Dept.
K.V. Garmonov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: zherlykina@yandex.ru*

Т.В. Щукина, М.Н. Жерлыкина, К.В. Гармонов

КЛИМАТОЛОГИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ РАССЕЙВАНИЯ В АТМОСФЕРЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Проведен анализ рассеивания вредных веществ при выбросе промышленного предприятия на примере Воронежской области, и определены зоны экологического риска на территории городского округа. Проведен математический эксперимент и приведено уточнение в методике расчета загрязнения окружающей среды с учетом климатических особенностей региона. Предложена методика построения ситуационной карты-схемы в зависимости от действительной скорости ветра по румбам.

Ключевые слова: вредные вещества, окружающая среда, рассеивание вредных веществ, концентрация, экологический риск.

T.V. Shchukina, M.N. Zherlykina, K.V. Garmonov

CLIMATOLOGICAL FORMATION OF DISPERSION IN THE ATMOSPHERE OF EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES FROM INDUSTRIAL ENTERPRISES

The analysis of the dispersion of harmful substances during the discharge of an industrial enterprise on the example of the Voronezh region was carried out, and zones of ecological risk in the territory of the urban district were determined. A mathematical experiment was carried out and a refinement was made in the methodology for calculating environmental pollution, taking into account the climatic features of the region. A technique for constructing a situational map-scheme is proposed depending on the actual wind speed in the rhombuses.

Keywords: advharmful substances, environment, dispersion of harmful substances, concentration, ecological risk.

В настоящее время на территории Российской Федерации активно развивается промышленное производство, возрастает численность автопарка [1]. В то же время увеличивается число утилизируемых отходов. В результате возрастает техногенное давление на окружающую природную среду. Количество пыли и химических соединений, поступающих в атмосферу, измеряется миллионами тонн, а изъятие минеральных ископаемых – десятками миллиардов тонн.

Рост негативных последствий от неуправляемого техногенного воздействия на окружающую среду связан с повышением интенсивности и многообразием форм потребления ресурсов. Особый интерес с точки зрения оценки экологической обстановки представляют регионы, где активно ведется разработка месторождений и развивается тяжелая промышленность, стимулирующая расширение городских территорий и увеличение численности трудоспособного населения. Отделение зеленым массивом микрорайонов города не является гарантией экологической безопасности.

Необходимо отметить, что расчет загрязнения окружающей среды от источника поступления вредного вещества, предложенный в ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий», вызывает сомнение. Основное направление, на которое ориентирует нормативный документ – получение усредненных значений, обобщающих неравномерно изменяющиеся и накапливающиеся в течение года количества вредных веществ. Таким образом, настоящая методика вносит неточность в оценке экологической обстановки в городе [2].

С целью подтверждения и внесения корректировок в ОНД-86 проведены статистические и математические исследования. Для проведения эксперимента выбрана территория Воронежского городского округа, включающего промышленные производства разного характера технологического процесса.

В число крупных предприятий Воронежской области, вносящих дестабилизацию в баланс экосистем города, приводящих к накоплению вредных веществ, входят ОАО «Воронежсинтезкаучук», Воронежское акционерное самолетостроительное общество, ЗАО «Воронежский Шинный Завод».

На рис. 1 представлена карта города Воронежа с границами районов. Авторами проведен анализ состава атмосферного воздуха в Железнодорожном районе города Воронежа, который показал, что основными загрязняющими веществами являются окись углерода, окислы азота и летучие органические соединения такие как: ксилол, трихлорэтилен, бензин. Для Левобережного района характерно присутствие сернистого ангидрида, окислов азота, летучих органических соединений в виде: стирола, ксилола, толуола, бутадиена, ацетона, бензина. В Советском районе преобладают выбросы неорганической пыли, окиси углерода, окислов азота. В Центральном районе доминируют окислы азота, окись углерода, а в Ленинском районе основными загрязняющими веществами являются окись углерода и окислы азота [3].

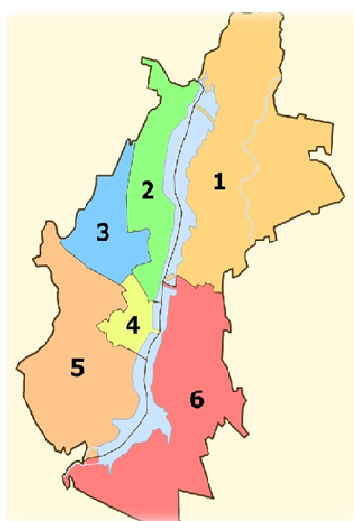


Рис. 1. Карта г. Воронежа с границами районов:
1 – Железнодорожный район; 2 – Центральный район; 3 – Коминтерновский район;
4 – Ленинский район; 5 – Советский район; 6 – Левобережный район

В результате оценки ситуационной обстановки Воронежского городского округа выделены четыре зоны экологического риска, обусловленные текущим загрязнением воздуха, представленные на рис. 2 [4].

Первая зона опасного экологического риска включает крупные автомагистрали, санитарно-защитные территории предприятий и прилегающие к ним участки жилой застройки промышленных микрорайонов правобережья и левобережья города.

Вторая зона повышенного экологического риска, требующая так же регулярного контроля, содержит территории автостоянок общественно-деловых центров правобережного и большую часть левобережного промышленно-транспортного секторов города.

Третья зона удовлетворительного экологического риска, не вызывающего беспокойства. К ней относятся: окраинная часть территорий, примыкающая к автомагистралям и промышленным зонам правобережного района.

В четвертую зону низкого, допустимого экологического риска входит северная непромышленная часть города.

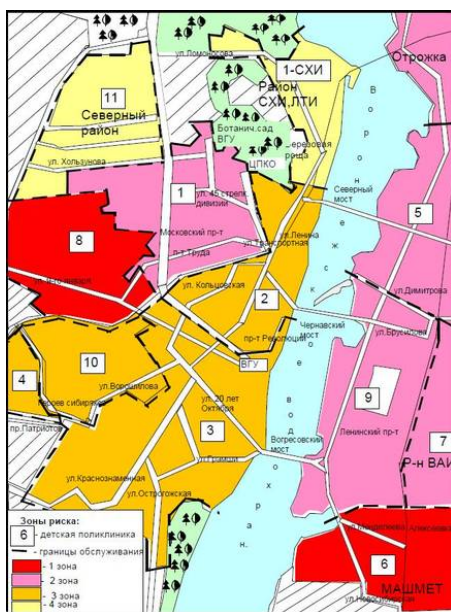


Рис. 2. Карта г. Воронежа с зонами экологического риска

Результаты статистических исследований показывают, что неудовлетворительной является экологическая обстановка в левобережной промышленной зоне, что связано с поступлением химических отходов, сливаемых ОАО «Воронежсинтезкаучук». В результате на прилегающих территориях образовались ядовитые водоемы, которые при расползании с высокой степенью вероятности могут достигнуть водозабора. Результаты обследования атмосферы говорят о том, что наибольшее влияние оказывают следующие вредные вещества: оксиды серы – SO_2 , SO_3 ; сероводород H_2S ; сероуглерод CS_2 ; оксиды азота; бензопирен; аммиак; соединения хлора; соединения фтора; сероводород; углеводороды; синтетические поверхностно – активные вещества; канцерогены; тяжелые металлы; оксиды углерода – CO , CO_2 . Производство синтетического каучука сопровождается поступлением в атмосферу стирола, дивинила, толуола, ацетона и многих других компонентов.

В ходе технологического процесса на химическом предприятии основными причинами выбросов являются неполная дегазация латекса или крошки каучука, отсутствие установок обезвреживания вредных веществ от агрегатов сушки и недостаточная герметичность технологического оборудования. В помещениях выделения каучука количество выбрасываемых из сушилок вредных примесей в отдельные периоды достигает 90 кг/ч. В местах сброса отходов

производственных помещений полимеризации обнаружено наличие в воздушной среде стирола и непредельных углеводородов в концентрациях, достигающих 0,5...1,0 мг/л, что превышает предельно допустимые нормы для закрытых помещений. Источники выбросов производственных вредных веществ на территории предприятия, как правило, расположены в зоне на высоте от 0,0 м до 35,0 м. Наибольшее количество выбросов производится на высоте 5,0...20,0 м, что свидетельствует о загазованности данной зоны.

Для расчета загрязнения атмосферы от одиночного источника выбрано поступление стирола C_8H_8 от ОАО «Воронежсинтезкаучук». Данное вредное вещество является общетоксическим слабым ядом, неприятный запах которого ощущается при концентрациях от 0,07 мг/м³. Стирол обладает нейротоксическим, наркотическим, раздражающим, судорожным действиями и относится ко второму классу опасности. Характеризуется высоким коэффициентом кумулятивности в организме 0,7005, то есть накопительной способностью для сравнения с окисью углерода – 0,1195.

При отказе и выходе из строя технологического оборудования вентиляционные выбросы часто содержат предельно допустимую концентрацию стирола, которая составляет 30 мг/м³ [4].

При таких условиях максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_M , мг/м³, при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_M , м, от источника и определяется по зависимости [5, 6, 7, 8]

$$C_M = \frac{n \cdot m \cdot h \cdot A \cdot M \cdot F}{H^2 \cdot \sqrt[3]{L \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где n, m – коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса;

A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M – выбросы вредного вещества в атмосферу в единицу времени, мг/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных загрязнений принимается равным 1;

h – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h=1$;

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газо-воздушной смеси T_1 и температурой окружающего атмосферного воздуха T_B , °C;

L – расход газо-воздушной смеси, м³/с, определяемый по зависимости;

$$L = \frac{\pi \cdot D^2}{4} w_0, \quad (2)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м;

w_0 – средняя скорость выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса, м/с.

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным: 180 – для Европейской территории РФ и Урала от 50 до 52° с.ш.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f и V_M

$$f = 1000 \frac{w_0 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (3)$$

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{L \cdot \Delta T}{H}}. \quad (4)$$

При $f < 100$, что характерно для рассматриваемой ситуации, параметр m определяется по зависимости

$$m = \frac{l}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (5)$$

при $f \geq 100$ по выражению

$$m = \frac{l}{\sqrt[3]{f}}. \quad (6)$$

Значение коэффициентов d и n принимаются равными:

при $f < 100$ и при $V_M \geq 2$:
 $n = 1$,

$$d = 7\sqrt{V_M} (1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad (7)$$

при $0,5 \leq V_M < 2$,

$$n = 0,532V_M^2 - 2,13V_M + 3,13, \quad (8)$$

$$d = 4,95V_M (1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad (9)$$

при $V_M < 0,5$,

$$n = 4,4V_M, \quad (10)$$

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}). \quad (11)$$

Расстояние x_M , м, от источника выбросов, на котором приземная концентрация c , мг/м³, при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_M , определяется по формуле

$$x_M = \frac{5 - F}{4} dH. \quad (12)$$

Значение опасной скорости, при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ принимается равным

при $V_M < 0,5$,

$$U_M = 0,5,$$

при $0,5 < V_M \leq 2$,

$$U_M = V_M,$$

при $V_M > 2$,

$$U_M = V_M (1 + 0,12\sqrt{f}), \quad (13)$$

При опасной скорости ветра U_M приземная концентрация вредных веществ в атмосфере на расстоянии от источника выброса x , м, в соответствии с ОНД-86 определяется по зависимости

$$C_x = S_1 C_M, \quad (14)$$

где S_1 – безразмерный коэффициент, который находится в зависимости от отношения x/x_M при $x/x_M \leq 1$

$$S_1 = 3\left(\frac{x}{x_M}\right)^4 - 8\left(\frac{x}{x_M}\right)^3 + 6\left(\frac{x}{x_M}\right)^2, \quad (15)$$

при $1 < x/x_M \leq 8$

$$S_1 = \frac{1,1}{0,1\left(\frac{x}{x_M}\right)^2 + 1}, \quad (16)$$

при $8 < x/x_M \leq 24$

$$S_I = \frac{2,55}{0,13 \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 + 9}, \quad (17)$$

при $24 < x/x_M \leq 80$ и $F \leq 1,5$

$$S_I = \frac{1}{4,75 \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 - 140 \frac{x}{x_M} + 1435} \cdot \frac{x}{x_M}, \quad (18)$$

при $x/x_M > 80$ и $F \leq 1,5$

$$S_I = \frac{1}{3,58 \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 - 35,2 \frac{x}{x_M} + 120} \cdot \frac{x}{x_M}. \quad (19)$$

Схема распределения приземных концентраций вредных веществ в зависимости от расстояния от источника выброса представлена на рис. 3.

Математическая зависимость (15) не учитывает повторяемость направлений атмосферных воздушных потоков и действительную скорость ветра по румбам. Однако, при учете представленных параметров, возможно оценить реальное рассеивание вредных веществ. Для уточнения методики расчета формула (15) преобразована и представлена в виде эмпирической зависимости

$$C_X = \frac{n_{CC}}{n_{min}} \cdot \frac{U_{min}}{U_{CC}} \cdot S_I \cdot C_M, \quad (20)$$

где n_{CC} , U_{CC} – повторяемость и скорость ветра, по странам света, м/с;

n_{min} , U_{min} – минимальные из значений повторяемости и скорости ветра, по странам света, м/с.

Результаты численного эксперимента представлены на рис. 3.

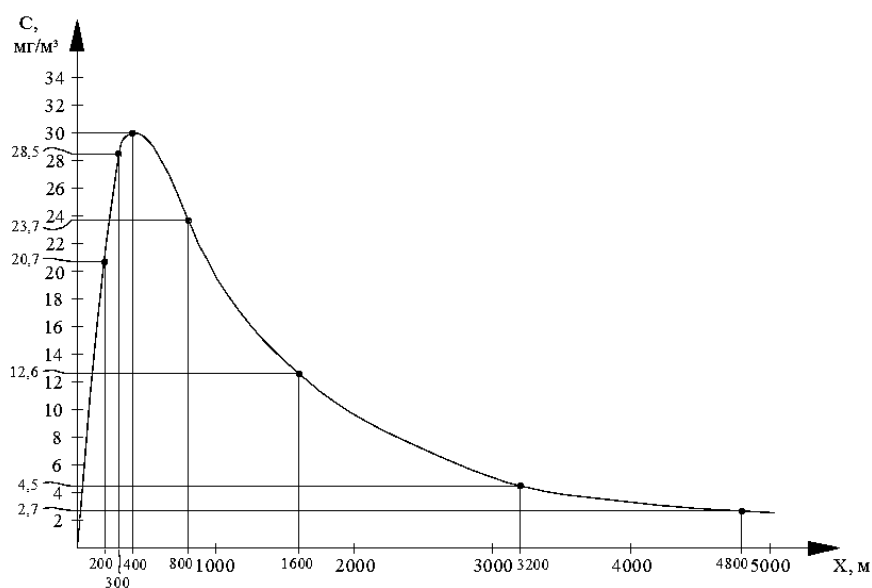


Рис. 3. Схема распределения приземных концентраций вредных веществ

Ситуационная карта-схема (рис.4) иллюстрирует рассеивание вредных веществ[9]. На этой схеме в виде колец цветами (красный-розовый-зеленый-синий-желтый), представлено существующее представление о распространении выброса вредных веществ по мере удаления от источника выброса. Однако, при учете действительной скорости ветра по румбам выше представленные области преобразуются в сложные фигуры, области которых не совпадают с искомыми. Так, в западном, юго-восточном, северо-восточном и восточном направлениях представлены зоны рассеивания, выходящие за пределы колец, и как следствие, на данной территории города при расчете по методике ОНД-86 не учтена экологическая обстановка. При этом северное, северо-западное, юго-западное и южное направление имеют завышенный запас площади.

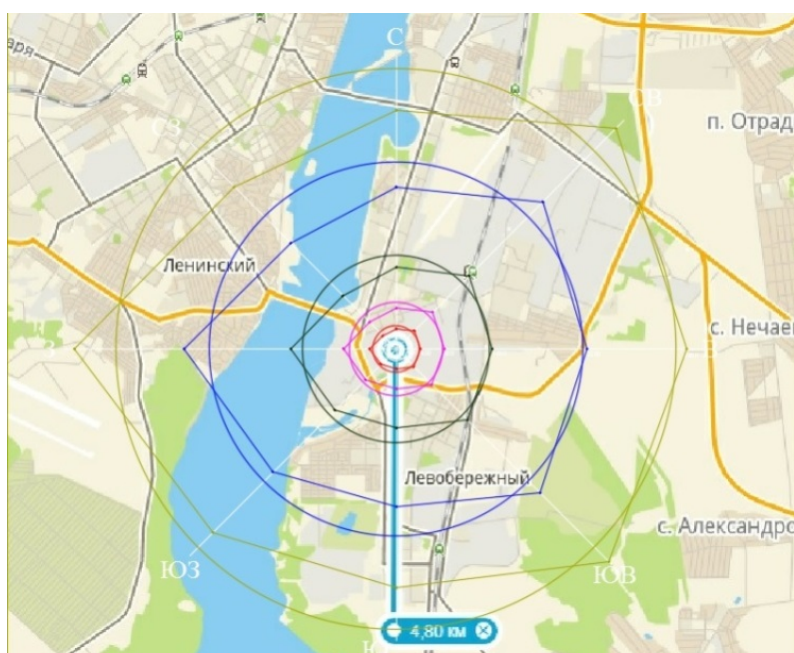


Рис. 4. Ситуационная карта-схема

Следует отметить, что при расчете рассеивания вредных веществ по методике, приведенной в ОНД-86, степень загрязнения окружающей среды одинакова по радиусу их распространения. Однако решить задачу для конкретного района строительства существующий подход не позволяет. С помощью предложенной методики возможно выполнять оценку распространения загрязнения объективно с учетом климатических особенностей региона.

Вывод

Установлено, что применительно к территории городских округов методика, представленная в ОНД-86, является неточной. Предложенные изменения в существующей оценке загрязнения окружающей среды от источника выброса вредных веществ позволяют выявить зоны экологического риска и снизить вероятность негативного воздействия на человека и окружающую природную среду. Результаты исследований с применением эмпирической зависимости позволяют прогнозировать области и территории, где необходимы мероприятия по усилению мероприятий по поддержанию экологической безопасности, а также наиболее чистые, где целесообразно размещение социальных объектов, жилой застройки.

Библиографический список

1. Полосин И.И. Влияние автозаправочных станций в черте городской застройки на экологическое состояние окружающей среды воздуха / И.И. Полосин, К.В. Гармонов, А.В. Плотников // Экология промышленного производства. – 2014. – № 1 (85). – С. 51-54.

2. Полосин И.И. Распространение аэрозолей пыли в приземном слое атмосферы при строительстве объектов гражданского и промышленного назначения / И.И. Полосин, К.В. Гармонов // Экология промышленного производства. – 2014. – № 3 (87). – С. 35-38.
3. Копытина М.Ю. Диагностика загрязнения окружающей среды и комплексный подход к ее защите / М.Ю. Копытина, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина, Е.А. Апойкова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 4. – С. 59-63.
4. Скрыпник А.И. Расчетная модель определения наиболее вероятной величины вентиляционного выброса химических веществ при аварийной ситуации / А.И. Скрыпник, М.Н. Жерлыкина // Известие ВУЗов. Строительство. – 2004. – Вып. 5. – С.72-75.
5. Полосин, И.И. Охрана атмосферы от выбросов промышленной вентиляции и котельных / И.И. Полосин. – Воронеж: ВГАСУ, 2007. – 192 с.
6. Полосин И.И. Прогнозирование предотвращенного экологического ущерба ресурсам внутригородских водоемов при охране атмосферного воздуха / И.И. Полосин, С. А. Яременко, Р.А. Черных, Т.Ю. Данилов // Научный журнал «Инженерные системы и сооружения». – 2011. – № 2. – С. 9-16.
7. Чуйкин С.В. Обеспечение экологической безопасности окружающей среды от выбросов пищевой промышленности / С.В.Чуйкин, М.Н.Жерлыкина // Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 288-295.
8. Дерепасов А.В. Исследование воздухообмена производственных помещений с проемами в перекрытиях / А.В. Дерепасов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 1-2 (1). – С. 18-25.
9. Гармонов К.В. Исследование загрязнения окружающей среды от выбросов вредных веществ промышленных предприятий с учетом климатических особенностей региона /К.В. Гармонов, Т.В. Щукина, М.Н. Жерлыкина, О.Б. Кукина, Ю.Р.Покромович// Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 3 (2). – С. 84-92.

References

1. Polosin I.I. Influence of oil stations in the precincts of the urban development on an ecological state of environment / I.I. Polosin, K.V. Garmonov, A.V. Plotnikov // Industrial ecology. – 2014. – № 1 (85). – P. 51-54.
2. Polosin I.I. The spread of dust aerosols in the atmospheric boundary layer during construction of civil and industrial / I.I. Polosin, K.V. Garmonov // Industrial ecology. – 2014. – № 3 (87). – P. 35-38.
3. Kopytina M.Y. Diagnostics of environmental pollution and the integrated approach to the protection / Y.M. Kopytina, D.N. Kitaev, T.V. Shchukina, E.A. Apalkova // Ecology and industry of Russia. – 2017. – T. 21. – № 4. – P. 59-63.
4. Skrypnik A.I. Calculation model for determining the most probable value of venting of chemical substances in an emergency situation / A.I. Skrypnik, M.N. Zherlykina // News of Universities. Building. – 2004. – Issue. 5. – P.72-75.
5. Polosin I.I. Protection of atmosphere from emissions of industrial ventilation and boiler / I. I. Polosin. – Voronezh: VGASU, 2007. – 192 pp.
6. Polosin I.I. Prediction of the prevented ecological damage to the resources of the local bodies of water if the atmospheric protection / I.I. Polosin, S.A. Yaremenko, R.A. Chernih, T.Y. Danilov // Scientific journal «Engineering systems and constructions». – 2011. – № 2. – P. 9-16.
7. Chuikin S.V. Ensuring environmental safety of the environment from food industry emissions / S.V. Chuikin, M.N. Zherlykina // The Bulletin of MGSU. – 2011. – № 7. – P. 288-295.
8. Derepasov A.V. Research air exchange production premises with holes in the overlappings / A. V. Derepasov// Housingand utilities infrastructure. – 2017. – № 1-2 (1). – P. 18-25.
9. Garmonov K.V. Study of pollution of environment from emissions of harmful substances in industrial enterprises with regarding climate peculiarities of the region/ K.V. Garmonov, T.V. Shchukina, M.N. Zherlykina, O.B. Kukina, Y.R. Pokramovich// Housingand utilities infrastructure. – 2017. – № 3 (2). – P. 84-92.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 621.879.3:621.221.002.2

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
имени профессора Н.А. Ульянова В.Н. Ге-
ращенко*

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473) 277-01-29;

e-mail: stim@ygasu.vrn.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

*Студент 551 группы, обучающийся по спе-
циальности НТТС А.Г. Востриков*

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473) 277-01-29;

e-mail: vostr95@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Cand. tech. Sciences, prof. Department of
construction equipment and engineering me-
chanics named after Professor N.A. Ulyanova
V.N. Gerashchenko*

Russia, Voronezh, tel. : +7 (473) 277-01-29;

e-mail: stim@ygasu.vrn.ru

Voronezh State

Technical University

*Student 551 of the group, studying on the spe-
cialty NTTS A.G. Vostrikov*

Russia, Voronezh, tel. : +7 (473) 277-01-29;

e-mail: vostr95@mail.ru

В.Н.Герашченко, А.Г. Востриков

ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ И УЗЛОВ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО РАБОТЫ

В статье описывается и предлагается применение в ходовом оборудовании гусеничных лент тракторного типа, что увеличивает срок службы и надёжность. Предлагается ряд действий для устранения недостатков, характерных для традиционных ходовых устройств. Кроме того, предложено внедрять в узлах ходового оборудования высокопрочные материалы, обладающие повышенной износостойкостью, использовать новейшие технологии, позволяющие увеличить надёжность, прочность и коррозионную стойкость. В работе предлагается использовать микропроцессорную технику, что возможно повысит эффективность работы одноковшовых экскаваторов, их производительность и надёжность.

Ключевые слова: ходовое оборудование, гусеничные ленты тракторного типа, одноковшовый экскаватор, каток, износостойкость.

V. N. Gerashchenko, A. G. Vostrikov

THE IMPACT OF MODERNIZATION COMPONENTS AND ASSEMBLIES UNDERCARRIAGE EQUIPMENT FOR HYDRAULIC EXCAVATOR ON ITS PERFORMANCE

The article describes and proposes the use of tractor-type crawler belts in running equipment, which increases the service life and reliability. A number of actions are proposed to address the shortcomings of traditional navigation devices. In addition, it is proposed to introduce high-strength materials with high wear resistance in the nodes of the running equipment, to use the latest technologies to increase reliability, strength and corrosion resistance. This paper proposes the use of microprocessor technology, which may increase the efficiency of shovel excavators, their performance and reliability.

Keywords: running equipment, tractor type crawler belt, single-bucket excavator, roller, wear resistance.

Выполнение большего объёма земляных работ одноковшовыми экскаваторами таких как: отрывка котлованов, траншей, отсыпка насыпей, возведение плотин, сооружение дорожного полотна предъявляет повышенные требования к узлам ходового оборудования вышеуказанных машин. Ходовое оборудование наземных транспортно-технологических комплексов оказывает значительное влияние на эффективность и безопасность работы машин данного класса [1].

В современных условиях решение этого вопроса не может быть выполнено без конструктивных предложений. Проблемы, возникшие в наши дни, могут быть решены только в централизованном порядке и при активном содействии субъектов федерации [2].

В настоящее время в экскаваторостроении применяются мало и многоопорные гусеничные ходовые устройства, каждое из которых предпочтительно в определённых условиях. Так малоопорные рекомендуется использовать на более плотных грунтах с каменистыми включениями. Такие типы чаще всего применяются на гидравлических экскаваторах шестой размерной группы с массой до 60 тонн.

Многоопорные ходовые устройства характерны для экскаваторов пятой размерной группы с массой до 40 тонн. Для экскаваторов различных размерных групп используются конструкции механизмов натяжения гусеничных лент и катков, отличающие друг от друга. Для пятой размерной группы предлагается компактный механизм натяжения с применением в качестве демпфирующих элементов гостированных тарельчатых пружин, а катки опорные выполняются по лицензии фирмы Катерпилер с торцевыми уплотнениями [2].

Для экскаваторов шестой размерной группы предлагается механизм натяжения с использованием авторского свидетельства № 536084 и возможностью натяжения с помощью гидроцилиндра. Необходимо отметить, что давление, подаваемое в гидроцилиндр из общей гидросистемы, должно с помощью редукционного клапана уменьшено до расчётной величины. Для повышения эффективности работы такой системы можно использовать схему-автомат (авторское свидетельство № 1313761).

Что касается конструкции катка, то предлагается конструкция по заявке на авторское свидетельство № 2015106290|05, отличающее от конструкции, применяемой в экскаваторе ЭО-6123 в лучшую сторону по следующим признакам - уменьшение трудоемкости монтажных работ при замене оси устройства. Данная конструкция обеспечивает - надежное крепление оси катка в раме и ускоряет процесс замены оси в случае необходимости в процессе эксплуатации. Мировая практика показывает, что в качестве привода могут быть использованы планетарные передачи. Достоверность данного суждения подтверждается проведёнными исследованиями и анализом существующих конструкций привода хода экскаваторов, выпускаемых в мире [3].

Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надёжность. Вышеизложенное позволяет устранить недостатки, характерные для традиционных ходовых устройств. Таким образом, для соответствия конструкции ходового оборудования современным требованиям необходимо выполнение ранее перечисленных требований. Кроме того, необходимо внедрять в узлах ходового оборудования высокопрочные материалы, обладающие повышенной износостойкостью, использовать новейшие технологии, позволяющие увеличить надёжность, прочность и коррозионную стойкость [3]. Рекомендуется использовать микропроцессорную технику. Всё вышеизложенное повысит эффективность работы одноковшовых экскаваторов, их производительность и надёжность.

Библиографический список

1. В.Н. Геращенко «Исследование ходового оборудования наземных транспортных комплексов и влияние конструктивных особенностей его на эффективность и безопасность работы машин». Высокие технологии. Экология. 16-ая межотраслевая научно-практическая конференция. ВГАСУ. Воронеж-2013.
2. В.Н. Геращенко «О некоторых особенностях конструирования гусеничного ходового оборудования гидравлических экскаваторов в современных условиях». Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий. 64-ая научно-практическая конференция. ВГАСУ. Воронеж-2009г.
3. Башкиров В.А, Геращенко В.Н. «О некоторых проблемах экскаваторостроения и путях их решения». // Строительные и дорожные машины 1993. №10. С. 6-8.

References

1. V.N. Gerashchenko "Study of running equipment of surface transport complexes and the influence of its structural features on the efficiency and safety of machines". High tech. Ecology. 16th interdisciplinary scientific and practical conference. VGASU. Voronezh-2013.
2. V.N. Gerashchenko "On some features of designing caterpillar track equipment of hydraulic excavators in modern conditions". Innovations in the field of science, education and high technologies. 64th Scientific and Practical Conference. VGASU. Voronezh-2009.
3. Bashkirov VA, Gerashchenko V.N. "On some problems of excavating and ways to solve them." // Construction and road machines 1993. №10. Pp. 6-8.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, проф. В.Н. Геращенко
Россия, г. Воронеж, тел. +7(960) 101-24-33
e-mail: stim-Vgasu@Vrn.ru
магистрант С.О. Колпаков
Россия г. Воронеж, тел. +7(977)783-44-64
e-mail: serega-kolpakov2010@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), Prof. V.N. Gerashchenko
Russia, Voronezh, tel.+7(960) 101-24-33
e-mail: stim-Vgasu@Vrn.ru
undergraduate S.O. Kolpakov
Russia, Voronezh, tel. +7(977)783-44-64
e-mail: serega-kolpakov2010@mail.ru*

В.Н. Геращенко, С.О. Колпаков

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ В ПРО-ЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ВЛИЯНИЕ ГУСЕНИЧНОГО ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТОТ ПРОЦЕСС

Одноковшовые строительные экскаваторы выполняют большой объем земляных работ в процессе строительного производства. Вопросам повышения производительности этих машин уделяется большое внимание. Решение данного положения не может быть выполнено без конструктивных предложений по ходовому оборудованию.

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, повышение эффективности, ходовое оборудование.

V.N. Gerashchenko, S.O. Kolpakov

EFFICIENCY IN WORK HYDRAULIC EXCAVATORS IN THE PROCESS OF CONSTRUCTION AND INFLUENCE CRAWLER RUNNING GEAR ON THIS PROCESS

Single-bucket excavators perform a great volume of earthen jobs in the process of construction. The problems of increasing the capacity of these machines are given much attention to. The solution of this problem cannot be done without constructive proposals concerning the running gears.

Keywords: single-bucket hydraulic excavator, high performance, running gear.

В процессе строительного производства важное значение имеет эффективность работы гидравлических одноковшовых экскаваторов, которые выполняют большой объем земляных работ. Работы, связанные с разработкой грунта, такие как: отрывка котлованов, траншей, возведение плотин и насыпей, устройство дорожного полотна и другие требующие эксплуатации гидравлических экскаваторов. Можно отметить, что ходовое оборудование вышеуказанных машин работает в тяжелых условиях, подвергаясь высоким нагрузкам и интенсивному износу. Повышение производительности экскаваторов может быть обеспечено путем модернизации элементов ходового оборудования таких как: рама хода, привод хода, механизм натяжения гусеничной ленты, опорные и поддерживающие катки и сама лента гусеничная [1].

Следует отметить, что важнейшим условием выживания экскаваторостроения в современных условиях является создание конкурентно способной продукции при сопоста-

вимых ценах [2]. Данное условие может быть выполнено при целенаправленных действиях в экскаваторостроении.

Говоря о надежности узлов ходового оборудования в процессе эксплуатации, необходимо отметить те направления, которые будут этому способствовать, а именно:

- обеспечение эффективной защиты от проникновения пыли, грязи, грунта в места посадки ходового оборудования и катков;
- отвод тепла, возникающего в результате трения соприкасающихся уплотняемых поверхностей, должен осуществляться посредством доступа смазочных средств;
- трение должно быть минимальным;
- внедрение унифицированных составных частей для привода хода экскаватора;
- применение современных смазочных материалов;
- широкое внедрение сверхпрочных материалов, обладающих повышенной износостойкостью[3].

При создании новых конкурентноспособных машин следует учитывать современные тенденции экскаваторостроения. Таким образом, наиболее перспективными конструкциями привода хода экскаватора является привод, осуществляемый с помощью планетарных редукторов, унифицированных с механизмом привода поворота платформы. Достоверность данного суждения подтверждается проведенными исследованиями и анализом существующих конструкций привода хода экскаватора, выпускаемых в мире. Практика создания машин нового поколения показывает, что применение планетарного привода объясняется тем, что благодаря небольшому числу типоразмеров модулей экономически эффективно их поточное производство, позволяющее обеспечить высокий технический уровень приводов и снизить не менее чем в 2 раза по сравнению с выпускаемыми цилиндрическими редукторами массу привода [4].

Механизмы натяжения гусеничных лент должны быть компактны с применением в качестве демпфирующих элементов гостированных тарельчатых пружин. Что касается катков опорных и поддерживающих, то надо особое внимание уделить их смазке и требованиям, предъявляемым к материалам, из которых изготавливаются контактные кольца и уплотнения. Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надежность.

Вышеприведенные особенности конструкции ходового оборудования позволяют устранить недостатки, характерные для традиционных ходовых устройств. Рекомендуемые изменения в конструкциях элементов ходового оборудования позволяют при использовании новейших технологий повысить их надежность, способность выдерживать низкие температуры, обеспечивая эффективную защиту от проникновения пыли, грязи, грунта в местах посадок.

Известные фирмы чаще всего оснащают свои экскаваторы электронными системами контроля, дающими информацию о выполненной работе. Анализ конструктивных и эксплуатационных параметров экскаваторов говорит о необходимости:

- обеспеченности экскаваторных заводов двигателями требуемой мощности;
- организовать производство кабинного модуля на специализированных предприятиях;
- основные узлы и детали механизмов изготавливать на предприятиях, работающих с применением передовых технологий;
- сконцентрировать производство экскаваторов на предприятиях, позволяющих работать по конверсии с заводами Миноборонпрома[1].

Библиографический список

1. В.Н. Геращенко «О некоторых особенностях конструирования гусеничного ходового оборудования гидравлических экскаваторов в современных условиях». Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий, 64-я научно-практическая конференция ВГАСУ, Воронеж – 2009, стр.2.

2. В.А. Башкиров, В.Н. Геращенко «О некоторых проблемах экскаваторостроения и путях их решения». «Строительные и дорожные машины», №10, 1993, стр. 6-8.

3. В.Н. Геращенко, П.С. Вдовин «Исследование элементов ходового оборудования гидравлических экскаваторов 5-ой размерной группы». Высокие технологии. Экология. 15-ая межрегиональная научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж – 2012, стр.4.

4. В.Н. Геращенко «Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность его работы». Научно-образовательный форум. Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий. ВГАСУ, Воронеж – 2013, стр.2.

References

1. V.N. Gerashchenko “On some features of designing caterpillar track equipment of hydraulic excavators in modern conditions”.Innovations in the field of science, education and high technologies.64th Scientific and Practical Conference. VGASU, Voronezh – 2009, p. 2.

2. V.A. Bashkirov, V.N. Gerashchenko “On some Problems of Excavator – Construction and the Ways of Their Solution”. Road-making and Construction machines, №10, 1993, p.6-8.

3. V.N. Gerashchenko, P.S. Vdovin “Investigation of Running Gear Elements of the 5-Size Group Hydraulic Excavator”.High technologies.Ecology.15th interregional scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh – 2012, p.4.

4. V.N. Gerashchenko “Influence of Constructive Elements of Excavator Crawler Running Gear on the Efficiency of its Operation”. Scientific-and-Educational Forum.Innovations in the Sphere of Science, Education and High Technologies. VGASU, Voronezh – 2013, p.2.

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно Воздушных Сил Военно Воздушная Академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Канд. техн. наук, доц. кафедры автомобильной подготовки В.В. Гудков

*Россия, г.Воронеж, тел. +7(910) 345-41-10
e-mail: gydvik-51@yandex.ru*

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно Воздушных Сил Военно Воздушная Академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Старший преподаватель кафедры автомобильной подготовки П.А. Сокол

*Россия, г.Воронеж, тел. +7(910) 345-07-92
e-mail: pavsokol@yandex.ru*

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно Воздушных Сил Военно Воздушная Академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Старший преподаватель кафедры автомобильной подготовки Ю.М. Гальцев

*Россия, г.Воронеж, тел. +7(952) 551-60-12
e-mail: yuriigalcev@mail.ru*

Aif Force Education

and Reseach Centre Zhukovskiy and Gagarin Air Force Academy, Engeinceving, associate professor

of Departameut of Automotive Training V.V. Gudkov

*Russia, Voronezh, tel. +7(910) 345-41-10
e-mail: gydvik-51@yadnex.ru*

Aif Force Education and Reseach Centre Zhukovskiy and Gagarin Air Force Academy. Senior Lecturer of Departament of Automotive Training

P.A. Sokol

*Russia, Voronezh, tel. +7(910) 345-07-92
e-mail: pavsokol@yandex.ru*

Aif Force Education and Reseach Centre Zhukovskiy and Gagarin Air Force Academy. Senior Lecturer of Departament of Automotive Training

U.M. Galchev

*Russia, Voronezh, tel. +7(952) 551-60-12
e-mail: yuriigalcev@mail.ru*

В.В. Гудков, П.А. Сокол, Ю.М. Гальцев

ЦИРКУЛЯЦИЯ МОЩНОСТИ В РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКЕ ПОЛНОПРИВОДНОГО АВТОМОБИЛЯ

В статье рассматривается появление процесса циркуляции мощности в трансмиссии трехосного полноприводного автомобиля.

Ключевые слова: трансмиссия, циркуляция мощности, раздаточная коробка

The article deals with the process of power circulation of three-axle all-wheel machine.

Keywords: transmission, power, circulation, transfer box

Активное развитие транспортных перевозок приводит к появлению машин повышенной грузоподъемности и специальных требований к ним. Увеличение грузоподъемности машин приводит к необходимости максимального использования сцепного веса машины для создания силы тяги для движения. Дополнительным фактором является необходимость движения в сложных условиях эксплуатации для машин повышенной проходимости. Обе задачи требуют перераспределения мощности по ведущим осям. Как правило в конструкции трансмиссии используются раздаточные коробки с планетарными цилиндрическими дифференциалами. Конструкция дифференциала предусматривает как правило передачу 1/3 мощности на переднюю ось и 2/3 на две задних оси.

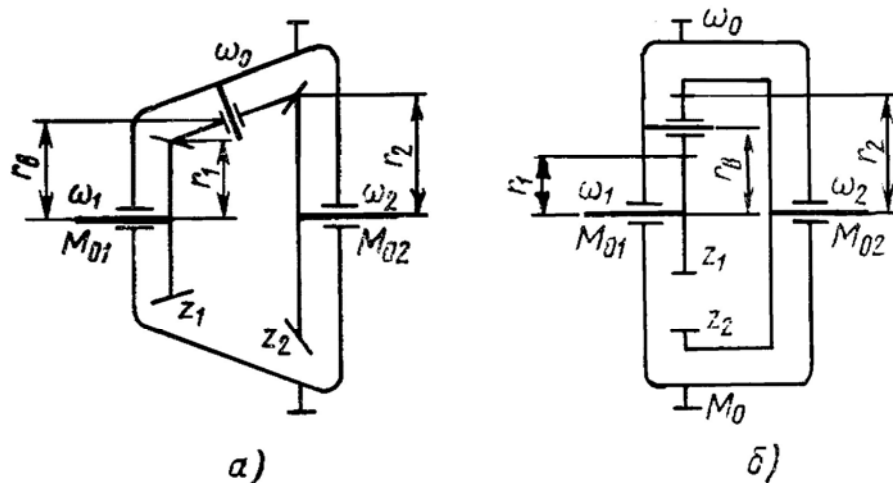


Рис. 1. Конструкция планетарных раздаточных коробок
а - несимметричной; б - цилиндрической

Конструкция дифференциала предусматривает привод от двигателя к водилу (рис 1) и в дальнейшем за счет разности радиусов передачи мощности на переднюю ось через солнечное колеса z_1 , и на заднюю ось через корончатую шестерню z_2 . При этом на зубьях сателита z_6 присутствуют равные силы P , но по окружным скоростям различаются в 2 раза.

Однако когда многоосный полноприводный автомобиль движется по неровной дороге колеса его осей могут проходить разное расстояние. При этом будет меняться их скорость движения, которая через раздаточную коробку будет передаваться на другую ось. Для анализа этого процесса передачи рассмотрим передаточное отношение дифференциала при остановленном водиле [1, стр.5].

Тогда при ведущей солнечной шестерне (передняя ось) будем иметь

$$k = \frac{h_1 - h_0}{h_2 - h_0}, \quad (1)$$

при $h_0=0$ - водило остановлено

$$k = \frac{h_1}{h_2} = -2, \quad (2)$$

т.е изменение скорости солнечной передачи (передней оси) будет в 2 раза меньше сказываться на скоростях движения задней оси.

При ведущей корончатой шестерне передаточное отношение будет обратным

$$k = \frac{h_2}{h_1} = -\frac{1}{2}, \quad (3)$$

т.е изменение скорости корончатой шестерни (задней оси) будет в гораздо большей мере сказываться на передней оси.

Отдельно следует отметить что в обоих случаях в передаточном отношении присутствует знак "-", который показывает, что изменение скорости одной оси вызывают противоположные изменения скорости другой (рис 2).

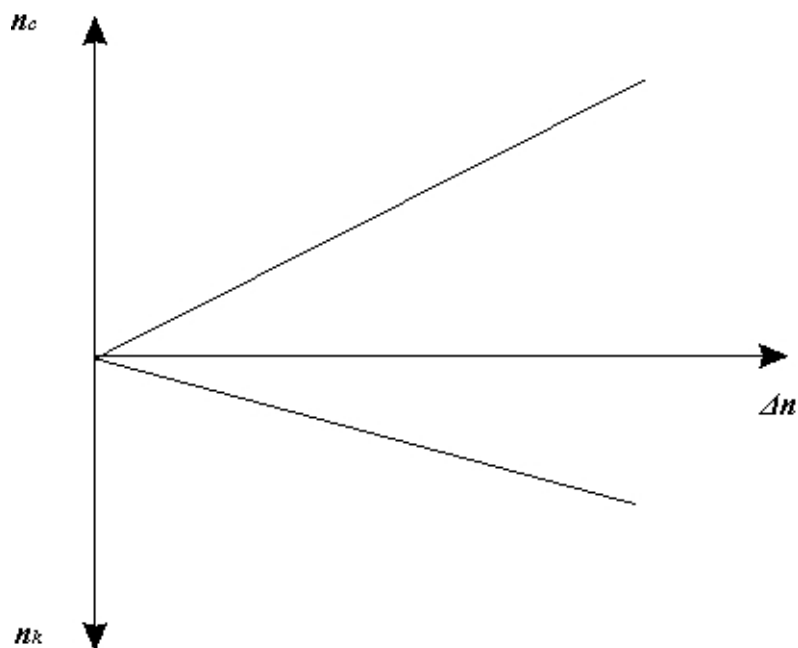


Рис. 2. Зависимость изменения оборотов солнечной и корончатой шестерни от изменения скорости движения машины

Поскольку для движения машины необходимо затратить мощность которая равна произведению скоростного и силового фактора, то при движении по неровной дороге в трансмиссии и ходовом оборудовании полноприводного автомобиля будет быстро образовываться циркуляция мощности, которая будет рассеиваться в проскальзывании колесного движителя и отбираться от двигателя тормозя машину.

Активное применение многоосных полноприводных автомобилей и сложность процессов происходящих при перераспределении мощности при движении машин требует дальнейшего изучения и является актуальной задачей.

Библиографический список

1. Гладов Г.И. Планетарные передачи транспортных средств. Учебное пособие. МАДИ М., - 1986. 66с.

References

1. G.I. Gladov Planetary gear of the vehicles. Tutorial . MADI M. - 1986. p.66.

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно Воздушных Сил Военно Воздушная Академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Канд. техн. наук, доц. кафедры автомобильной подготовки В.В. Гудков

Россия, г.Воронеж, тел. +7(910) 345-41-10
e-mail: gydvik-51@yandex.ru

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно Воздушных Сил Военно Воздушная Академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Старший преподаватель кафедры автомобильной подготовки П.А. Сокол

Россия, г.Воронеж, тел. +7(910) 345-07-92
e-mail: pavsokol@yandex.ru

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно Воздушных Сил Военно Воздушная Академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» Курсант Н.А. Пашков

Россия, г.Воронеж, тел. +7(960) 102-77-30

Aif Force Education

and Reseach Centre Zhukovskiy
and Gagarin Air Force Academy,

Engeinceving, associate professor
of Departameut of Automotive Training
V.V. Gudkov

Russia, Voronezh, tel. +7(910) 345-41-10
e-mail: gydvik-51@yadnex.ru

Aif Force Education

and Reseach Centre Zhukovskiy
and Gagarin Air Force Academy.

Senior Lecturer of Departament
of Automotive Training

P.A. Sokol

Russia, Voronezh, tel. +7(910) 345-07-92
e-mail: pavsokol@yandex.ru

Aif Force Education

and Reseach Centre Zhukovskiy
and Gagarin Air Force Academy.

Cadet N.A. Pashkov

Russia, Voronezh, tel. +7(960) 102-77-30

В.В. Гудков, П.А. Сокол, Н.А. Пашков

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ СИММЕТРИЧНОЙ БАЛАНСИРНОГО ПРИВОДА АВТОГРЕЙДЕРА И ТАНДЕМНОЙ ТЕЛЕЖКИ ТРАКТОРА 6К6

Конструкция балансирного привода и тандемной тележки близки друг к другу и выполняют аналогичные функции. Процессы при взаимодействии с опорной поверхностью также одинаковы. Применение конструкции несимметричного привода позволяют повысить эффективность автогрейдеров и тракторов.

Ключевые слова: автогрейдер, балансир, тандемная тележка, циркуляция мощности.

THE ANALYSIS OF THE CONSTRUCT OF THE SYMMETRICAL BALANSED DRIVE OF THE MOTOR DRIVE AND TANDEM TRUCK TROLLEY 6K6

The construct of the balanced drive and tandem truck are close to each other and performs same function. The interaction process with bearing surface is same too. Application of the construct asymmetrical drive allows to increase effectiveness of the motor drive and trolley.

Keywords: Motor drive, balance, tandem truck, circulation of power.

В настоящее время широкое распространение в конструкции автогрейдеров получил симметричный блокированный балансирный колесный движитель (ББКД), имеющий как положительные, так и отрицательные стороны (рисунок 1).

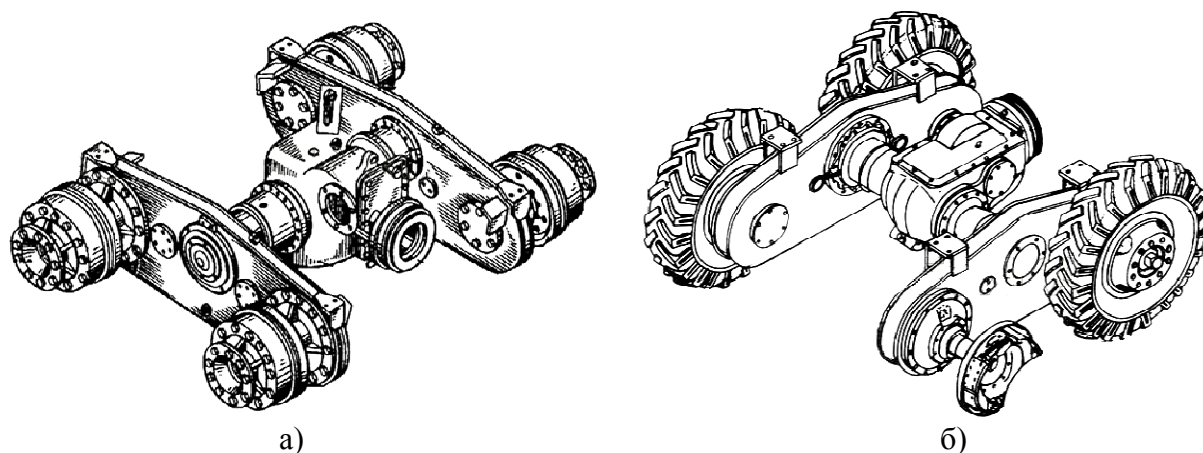


Рис. 1. Блокированный балансирующий колесный движитель автогрейдера

ББКД автогрейдера вследствие механической связи через опорную поверхность (ОП) образует замкнутую систему силовой привод – ББКД – ОП циркулирующей мощности. Отсутствие дифференциала (при жестко связанных шестеренчатым или цепным приводом ведущих колеса балансиров) приводит к изменению тяговой мощности на каждом из ведущих валов балансиров, и в результате кинематического рассогласования по ведущим валам происходит появление циркуляции мощности, приводящей к снижению мощности для создания силы тяги автогрейдера (рисунок 2).

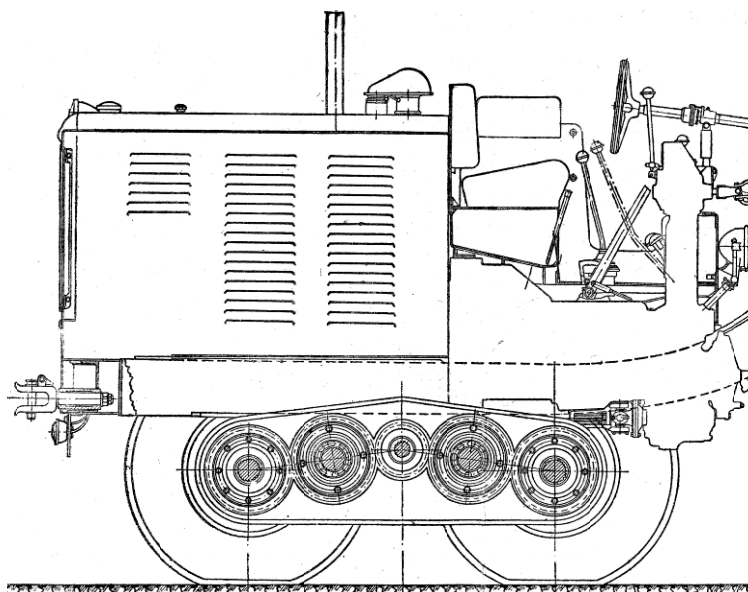


Рис. 2. Схема зубчатой передачи ББКД

Аналогичная схема привода ведущих колес применена в конструкции лесопромышленного трактора 6К6, где роль балансирующей передачи конструктивно выполняет тандемная тележка (тандемный мост) (рисунок 3).

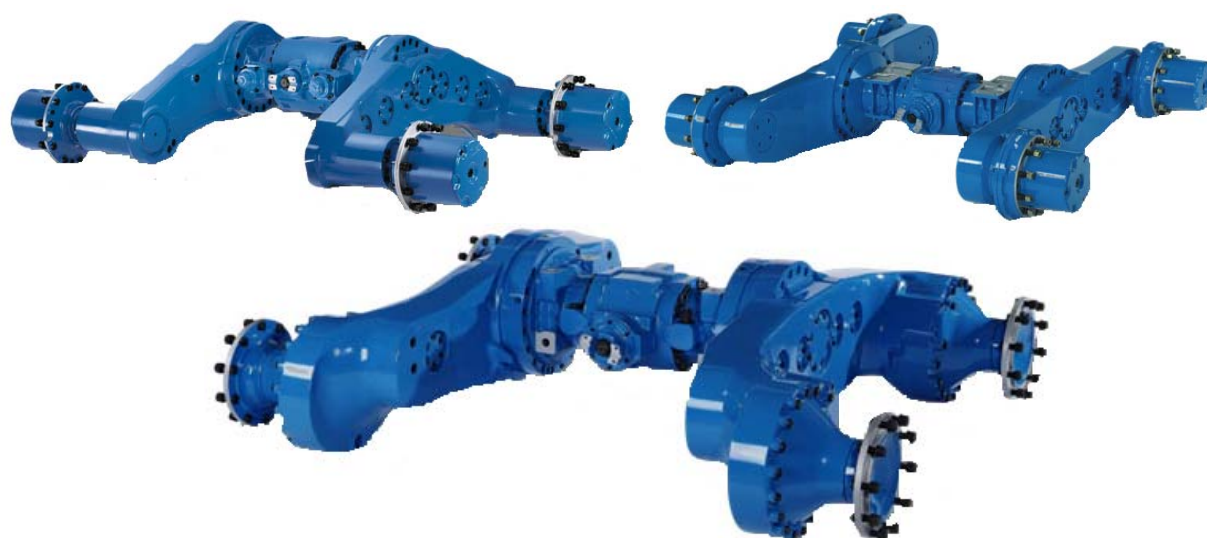


Рис. 3. Общий вид модификаций тандемного моста трактора 6K6

Условия эксплуатации лесопромышленных тракторов при выполнении ими технологических операций разнообразны, т.к. имеет место сочетание сложных климатических условий и неоднородного рельефа местности, в большинстве случаев при преобладании грунтов с пониженной несущей способностью. При движении трактора 6K6 по волоку с пачкой древесины также образуется замкнутая система: колесный движитель трактора – волочащаяся пачка древесины – ОП. Как правило, и в этом случае равномерность нагрузок по ведущим осям тандемного моста не обеспечивается, что снижает тяговые показатели, и способствует возникновению явления циркуляции мощности. Таким образом, конструктивно ББКД автогрейдера и тандемный мост трактора 6K6 (рисунок 4) имеют одинаковую шестеренчатую конструкцию и аналогичное протекание физических процессов и явлений при взаимодействии колесного движителя с ОП.

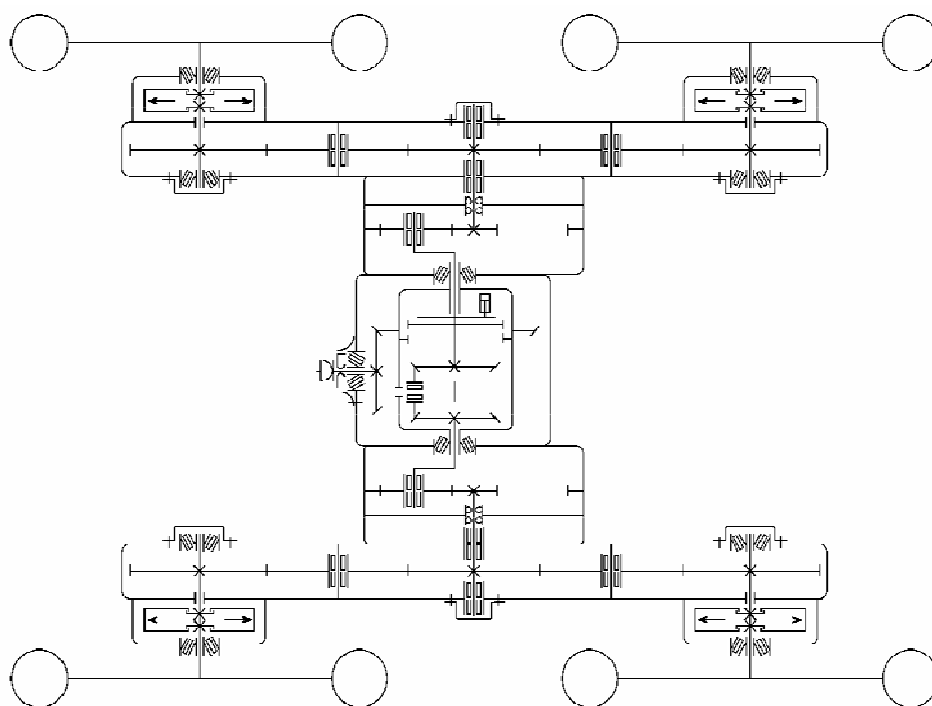


Рис. 4. Схема тандемной тележки колесного трактора 6K6

Увеличение тяговых показателей и повышение эффективности применения автогрейдеров и тракторов 6К6 целесообразно проводить путем внедрения в конструкцию ББКД (тандемного моста) новых технических решений, выполненных на уровне изобретений, например, показанного на рисунке 5.

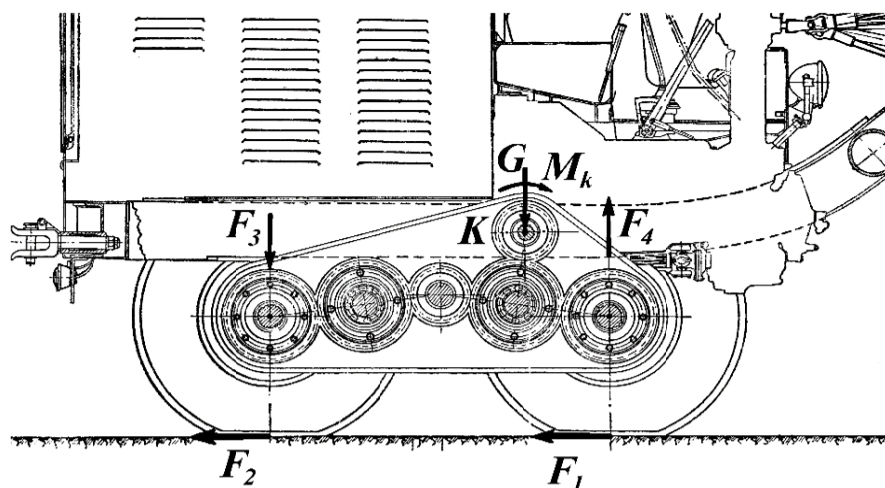


Рис. 5. Несимметричный ББКД автогрейдера

Конструкция такого несимметричного ББКД защищена патентами РФ на изобретение № 2544247 и № 2563468.

Исходя из вышеизложенного, повышение эффективности строительно-дорожных машин и лесопромышленных тракторов 6К6 является важной государственной задачей, которая требует проведения дальнейших исследований в области повышения технологического уровня существующих и перспективных машин. Данная проблема является актуальной и требует дальнейшего изучения.

Библиографический список

1. Гороновский А.Р., Лой В.Н., Пищов С.Н. Лесотранспортные машины. Программа, методические указания и контрольные задания для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» заочной формы обучения. УО БГУ Минск 2010, 38с.

References

1. A.R. Goronovsky, V.N. Loy, S.N. Pishov Forest transport machine. Program, guidelines and control tasks for students of speciality 1-36 05 01 "Machine and equipment of the forest complex", and speciality 1-36 05 01 01 "Machine and equipment of the termite industry" with extramural form of study. UO BGU Minsk 2010, p.38.

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
строительной техники
и инженерной механики В.А. Жулай;
Кафедра строительной техники
Студентка ФБ П/Б-541 гр. Е.Е. Филатова;
Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Преподаватель кафедры 21 Е.Д. Щербаков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of con-
struction machinery and engineering me-
chanics V.A. Zhulai;
Dept. of construction machinery Student BB
a/B-541 gr. E. E. Filatova;
Military and air academy of professor N.E.
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Senior Lecturer of the chair 21 E.D. Shcherbakov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru*

В.А. Жулай, Е.Д. Щербаков, Е.Е. Филатова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА

Качество асфальтобетонных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона во многом зависит от технологии укладки и уплотнения смеси. Для дополнительного уплотнения смеси выглаживающей плитой без применения вибрации наиболее простым и эффективным решением будет установка на рабочий орган укладчика прессующих планок.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, асфальтоукладчик, прессующая планка.

V.A. Zhulai, E.D. Shcherbakov, E.E. Filatova

IMPROVEMENT OF THE WORKING BODY OF THE ASPHALT PAVER

Keywords: macadam and mastic asphalt concrete, road pavers, pressing plate.

В России уже почти 20 лет находит широкое применение щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА). Дорожное покрытие, с применением ЩМА, выдерживает высокую грузонапряженность, но требует особенной технологии укладки [4]. Востребованность данной смеси объясняется ее транспортно-эксплуатационными особенностями. Они включают в себя сопротивление внешним воздействиям, комфортабельные и безопасные ездовые качества, стабильность и долговечность слоя и пр.

В технических пособиях и справочниках [4,5] наиболее часто отмечаются следующие положительные эксплуатационные показатели покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона:

- сдвигоустойчивость при высоких температурах эксплуатации;
- шероховатая текстура поверхности и хорошее сцепление с колесом автомобиля;
- высокая износостойкость к действию шипованных шин;
- водонепроницаемость;
- трещиностойкость при деформациях покрытия и при механических воздействиях транспорта;
- устойчивость к старению.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон характеризуется повышенным содержанием битума и щебня (до 80% и 7,5% соответственно по весу) имеющим 1% остаточной пористости. ЦМА так же отличается тем, что в состав входят стабилизирующие волокнистые примеси, которые удерживают на поверхности щебня такое количество битума на стадии производства работ. Приготовление и укладка смеси не требует специального оборудования, но для дозирования добавки и агрегата подачи необходимы дополнительные устройства. Смесь механизированным способом укладывается тонкими слоями, снижая удельный расход щебеночно-мастичного асфальтобетона на квадратный метр. В этом заключается его оригинальный компонентный состав. ЦМА готовится из дорогостоящего исходного сырья, тем не менее, он выгодней традиционного асфальтобетона. Низкий уровень расходов на содержание покрытия и ремонт является достоинством ЦМА.

Для верхних замыкающих слоев дорожных покрытий важны выше изложенные преимущества, предопределяющие применение ЦМА на аэродромах, автомагистралях, городских улицах с высокой плотностью движения.

Особенности технологии укладки ЦМА следующие [5]. Температура воздуха при горячей укладке щебеночно-мастичных смесей должна быть не ниже 5°C. Основание, которое лежит внизу должно быть ровным, чистым, сухим, обеспечивать хорошее сцепление с укладываемым слоем. На дефектных участках предусматривается устранение изъян путем санаций трещин, заделки выбоин, устройства выравнивающего слоя, фрезерование дорожного покрытия и пр. по имеющимся правилам ремонта осуществляются до начала главных работ. Дорожное основание очищают от пыли и грязи механическими щетками, от передвижного компрессора сжатым воздухом и другими способами до промывки водой.

Основание из черных материалов, разогретых до рабочей температуры подготавливается и обрабатывается слоем жидкого битума класса СГ 70/130 с расходом 0,2-0,3 л/м² или битумной эмульсии ЭБК-1, ЭБА-1. Повышенный расход вяжущего при подгрунтовке требует изначальной коррекции состава ЦМА в процессе подбора, в этом заключается использование технологии устройства защитного слоя дорожного покрытия.

С помощью современных асфальтоукладчиков на гусеничном ходу производят укладку щебеночно-мастичных смесей на всю ширину дорожного покрытия, которые в свою очередь оборудованы автоматикой невелирования. Система автоматического контроля равномерности укладываемого слоя функционирует с помощью датчика поперечного уклона, копирной струны, длиннбазовой лыжи или опорного башмака в соответствии с техническими правилами.

Согласно рабочему регламенту асфальтоукладчик должен быть подготовлен к укладке.

Выглаживающую плиту нужно установить на деревянные бруски (стартовые колодки), высотой равной проектной толщине слоя с учетом припуска на уплотнение 10-15% и параллельно основанию, затем задается угол атаки 2-3° и при температуре 150°C плита подогревается 10-20 минут.

Следом регулируется обеспечение поперечного уклона и ровности, относящиеся к автоматической системе. Относительно геометрии укладываемого слоя проверяется положение распределительного шнека, и также к концам распределителя настраиваются датчики подачи асфальтной смеси. Примерно половине толщине слоя должен быть равный промежуток от нижней кромки лопасти шнека до поверхности основания. В шнековой камере для равномерной подачи смеси настраивают шиберные заслонки пластичных питателей.

Устанавливаются режимы работы трамбуемого бруса и виброплиты: ход трамбуемого бруса должен быть в пределах 5-6 мм, частота ударов около 1000 мин-1, частота вибрации виброплиты - около 40 Гц. Вибрацию следует включать только в крайних случаях и при толщине устраиваемого слоя не меньше трехкратного размера зерен щебня в смеси. Далее совершается тестовый проход укладчика.

При правильной настройке рабочих органов асфальтоукладчика на поверхности уложенного слоя ЦМАС не должно быть видимых дефектов. В определенных случаях по известной

технологии до начала уплотнения смеси катками их исправляют вручную. Также не следует забывать, что из-за повышенной липкости вяжущего смесь очень тяжелая для ручных работ.

Учитывая необычный состав щебеночно-мастичного асфальтобетона нужно тщательно подходить к укладке и уплотнению распределяемой смеси. Повышенная вибрация может привести к разрушению отдельных зерен каменного материала и всей скелетной структуры в целом.

Описанные особенности укладки ЩМАС привели к поставке задачи найти техническое решение дополнительного уплотнения смеси выглаживающей плитой без применения вибрации. После изучения различных вариантов конструкций уплотняющих устройств установлено, что наиболее простым и эффективным решением поставленной задачи будет установка на рабочий орган укладчика прессующих планок [6] изображенных на рис.

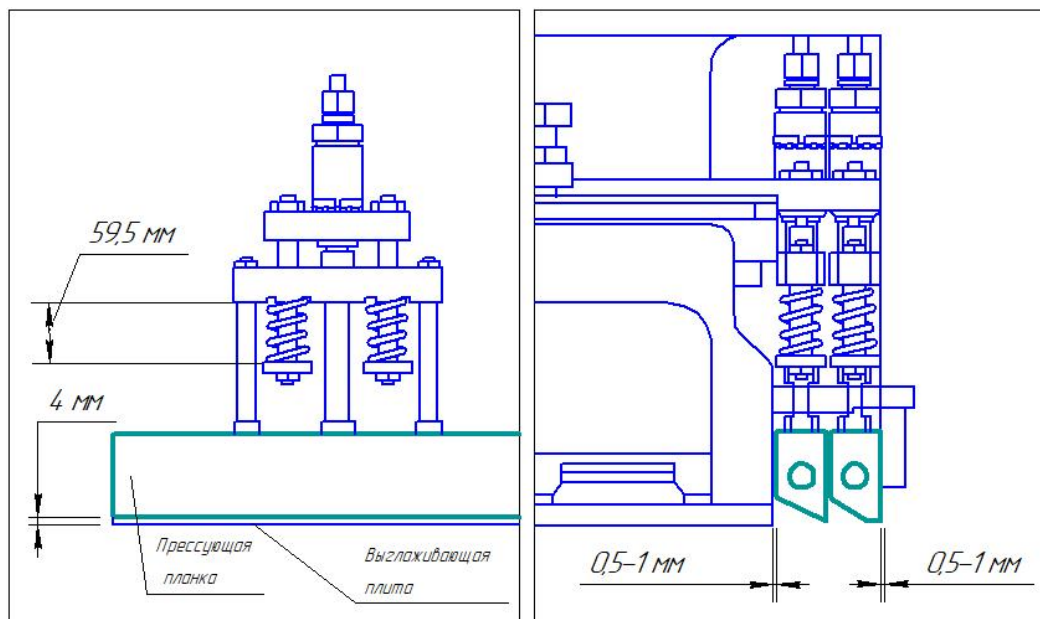


Рис. Схема установки прессующих планок

Эти планки под воздействием импульсов давления в гидроцилиндрах оказывают давление на смесь и дополнительно уплотняют ЩМА еще до прохода катков, тем самым, исключая вибрационное воздействие на нее.

Вывод

Установка прессующих планок обеспечит равномерное уплотнение смеси по всей рабочей ширине с получением замкнутой и плоской поверхности уложенного слоя. Кроме того высокое предварительное уплотнение снизит влияние разницы толщины уложенного слоя на ровность поверхности при окончательной укатке.

Библиографический список

1. Жулай В.А. Дорожные машины: сб. расчетных работ /В.А. Жулай - Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. – Воронеж, 2014. – 59 с.
2. Жулай В.А. Дорожные машины: лабораторный практикум /В.А. Жулай - Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. – Воронеж, 2014. – 74 с.
3. Лещинский, А.В. Асфальтоукладчики. Конструкция и расчет / А.В. Лещинский, С.Н. Иванченко – Хабаровск: Тихоокеанский гос. ун-т. – 2002. – 103 с.

4. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Учебное пособие по курсу «Новые технологии в дорожном строительстве» для студентов специальности 270205 – «Автомобильные дороги и аэродромы» и слушателей системы дополнительного профессионального образования / Костин В.И. – Н. Новгород: издание ННГАСУ, 2009. – 65 с.
5. Киюхин Г.Н. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона / Г.Н. Киюхин, Е.А. Смирнов. – М.: ООО «Издательство "Элит"». – 2009. – 176 с.
6. Справочник по асфальтоукладчикам Vögele. Советы и указания по укладке асфальтобетона асфальтоукладчиками [Электронный ресурс] // Virtgen Group. Режим доступа: http://www.b-construction.ru/assets/files/new-508_spravochnik_Voegel.pdf.

References

1. Zhulai V.A. Road machines: Sat. settlement works / V.A. Zhulai - Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. - Voronezh, 2014. - 59 p.
2. Zhulai V.A. Road machines: laboratory workshop / V.A. Zhulai - Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. - Voronezh, 2014. - 74 p.
3. Leshchinsky, A.V. Asphalt pavers. Construction and calculation / A.V. Leshchinsky, SN Ivanchenko - Khabarovsk: Pacific State University. un-t. - 2002. - 103 p.
4. Kostin V.I. Crushed-mastic asphalt for road surfaces. A manual on the course "New technologies in road construction" for students of specialty 270205 - "Automobile roads and airfields" and listeners of the system of additional vocational education / Kostin VI - N. Novgorod: edition of NNGASU, 2009. – 65 p.
5. Kiyukhin G.N. Coverings of crushed-mastic asphalt / G.N. Kiyukhin, E.A. Smirnov. - M.: ООО "Izdatelstvo" Elit ". - 2009. - 176 p.
6. Handbook on asphalt pavers Vögele. Tips and guidance on the laying of asphalt concrete by asphalt pavers [Electronic resource] // Virtgen Group. Access mode: http://www.b-construction.ru/assets/files/new-508_spravochnik_Voegel.pdf.

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
строительной техники
и инженерной механики В.А. Жулай;
Старший преподаватель кафедры
строительной техники А.Д. Юрков;
Студент ФБ П/Б-541 гр. Е.Ю. Бородаев;
Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Преподаватель кафедры 21 Е.Д. Щербаков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair
of construction machinery and engineering
mechanics V.A. Zhulai;
Senior Lecturer of the chair of construction
machinery A.D. Yurkov;
Student BB a/B-541 gr. E.Yu. Borodayev;
Military and air academy of professor
N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Senior Lecturer of the chair 21 E.D. Shcherbakov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru*

В.А. Жулай, А.Д. Юрков, Е.Д. Щербаков, Е.Ю.Бородаев

К РАСЧЕТУ ПОЛИВОМОЕЧНЫХ МАШИН ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Рассмотрены вопросы выбора рациональных значений конструктивных параметров рабочего оборудования поливомоечных машин высокого давления.

Ключевые слова: поливомоечная машина высокого давления, гидравлический расчет.

V.A. Zhulai, A.D. Yurkov, E.D. Shcherbakov, E.Yu. Borodayev

TO CALCULATE WATERING AND WASHING HIGH-PRESSURE MACHINES

Questions of a choice of rational values of design parameters of the working equipment of high pressure watering machines are considered.

Keywords: high pressure watering and washing machine, hydraulic calculation.

Мойка дорожных покрытий является важнейшей операцией их содержания в летний период. Она позволяет очищать дороги и тротуары от загрязнений и проводить обеспыливание воздушного бассейна над ними, что существенно улучшает экологическую обстановку, особенно в городах.

В настоящее время, в зависимости от типа поливомоечных машин, применяются два способа мойки. Первый заключается в отделении и смыве загрязнений плоскими веерообразными струями, формируемыми двумя насадками гидравлической системы машины. При этом способе мойка происходит наиболее эффективно в случае установки этих щелевых насадков под определенными углами в вертикальной и горизонтальной плоскостях [1]. Ширина промываемой полосы составляет до 8 метров, расход воды $0,9 \dots 1,1 \text{ л/м}^2$, давление воды на выходе из насадков свыше $0,6 \dots 0,7 \text{ МПа}$ [1].

Второй способ предусматривает отделение загрязнений и дальнейшую их транспортировку с помощью струй выходящих с высокой скоростью под большим давлением из отверстий рабочего органа, представляющего собой фронтально расположенную рампу. Преимуществом такого высоконапорного агрегата, работающего под давлением до $2,5 \text{ МПа}$, является низкий расход воды на мойку, составляющий $0,4 \dots 0,5 \text{ л/м}^2$ [1]. Основной недостаток

этого способа – малая ширина промываемой полосы. Это обусловлено тем, что размеры рамп могут лишь незначительно превышать ширину базовой машины. Но связанное с этим снижение производительности компенсируется увеличением доли мойки, в общем времени цикла за счет низкого удельного расхода воды. Время мойки составляет 10 ... 15 % в общем времени цикла и ее увеличение является основным повышением производительности поливомоечных машин.

В настоящее время отсутствует систематизированная информация по обоснованному выбору параметров рабочего оборудования поливомоечных машин высокого давления [2]. Поэтому практический интерес представляет вопрос выбора рациональных конструктивных решений устройств для формирования рабочих струй моечной рамп.

Из основ классической гидравлики [3] известно, что для организации струйного истечения жидкости используются различные насадки – короткие трубки длиной 3 ... 4 диаметра выходного отверстия. С целью формирования компактных струй относительно большой длины и малыми потерями энергии используются в основном различные насадки сходящейся конической или коноидальной форм изображенные на рисунке 1 [4].

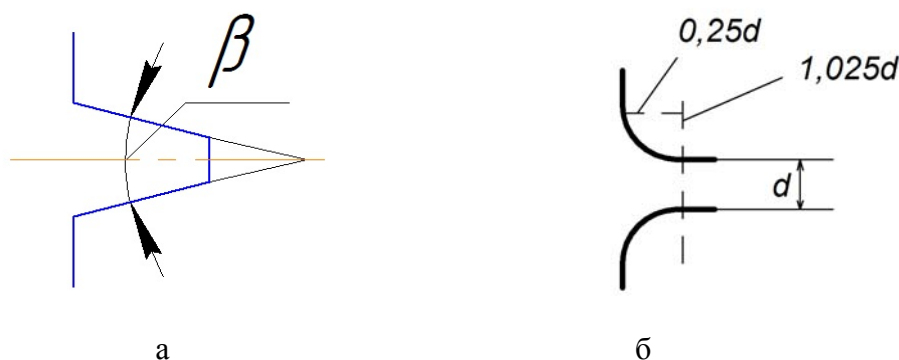


Рис. 1. Формы насадков:
а – сходящийся конический; б – коноидальный

Сходящийся насадок имеет форму усеченного конуса, образующие которого направлены к выходному отверстию. В таких насадках деформация потока достаточно мала, водоворотная область незначительна и потери напора существенно меньше, чем у цилиндрического насадка. Опытным путем установлено, что для конических насадков коэффициент расхода μ достигает максимального значения равного 0,94 ... 0,95 при угле конусности $\beta = 12^\circ \dots 14^\circ$, а коэффициент сжатия на выходе $\varepsilon = 0,99$. Увеличение угла β больше 14° приводит к уменьшению μ и увеличению сжатия струи на выходе [4].

Применение сужающихся насадков позволяет получить компактную струю с достаточно большой скоростью истечения [5]. Насадки такого типа применяется в различных струйных аппаратах, пожарных наконечниках и др.

Коноидальный насадок представляет собой улучшенный тип сходящегося насадка, у которого форма входного отверстия имеет плавное очертание. Плавное выходное отверстие не вызывает отрыва потока от стенок, практически устраняет сжатие струи внутри насадка, в результате этого потери сводятся к минимуму. Значения коэффициентов расхода μ и скорости φ зависят от формы скругления и шероховатости внутренней поверхности насадка. Обычно $\mu = \varphi$ и в расчетах принимаются равными 0,95 ... 0,98 [4].

В связи с тем, что сила удара струи о поверхность, обеспечивающая отделение загрязнений от дорожного покрытия, прямо пропорциональна ее скорости и расходу воды через насадок, примем за основной критерий эффективности работы насадка поливомоечной машины скорость истечения воды [1].

Расход, проходящий через насадок определяется по следующей формуле [3]

$$Q = \mu \cdot S_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где S_o – площадь выходного отверстия, м^2 ;

H – напор жидкости, м.

Скорость истечения при постоянном напоре равна [3]

$$v = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \text{ м/с}. \quad (2)$$

Силу давления струи на поверхность определяет по формуле [4]

$$P = \gamma \cdot Q \cdot v, \text{ кН}, \quad (3)$$

где γ – объемная масса, т/м^3 .

Рассмотрим изменение этих параметров от угла конусности сужающегося конического насадка.

Значения коэффициентов расхода μ и скорости φ функционально зависят от величины угла конусности β . Эти зависимости представлены на рис. 2 [3].

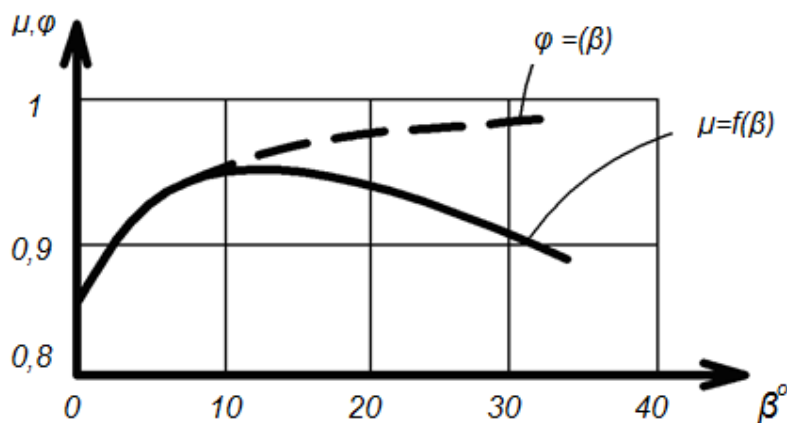


Рис. 2. Графики зависимостей $\varphi = f(\beta)$ и $\mu = f(\beta)$

Как следует из формул (1), (2) и (3), при постоянном напоре расход, скорость и сила давления струи на поверхность будут обусловлены значениями коэффициентов расхода μ и скорости φ , величины которых определяются углом конусности насадка β .

Для общности и возможности сравнения результатов построим зависимости расхода Q , скорости струи V и силы ее давления на поверхность P от основного конструктивного параметра насадка – угла его конусности β при постоянном напоре воды, равном 1 метру и площади выходного отверстия $S_o = 1 \text{ м}^2$. Эти зависимости представлены на рис. 3.

Из представленных результатов видно, что максимальное значение основного критерия эффективности работы насадка поливочной машины – скорости струи и силы ее давления на поверхность достигают при угле конусности насадка $\beta = 10^\circ$. Следовательно, это значение основного конструктивного параметра насадка следует принимать в случае его установки в рабочем оборудовании поливочной машины высокого давления.

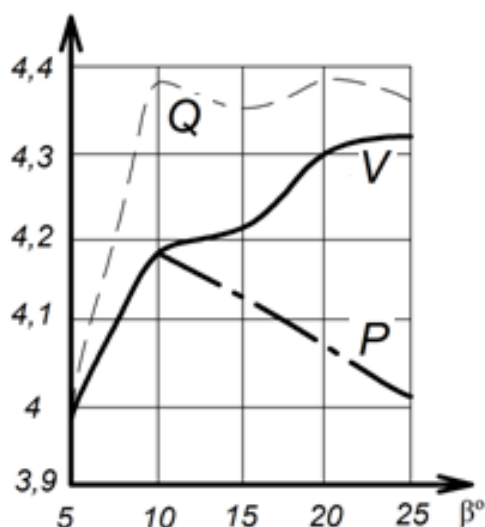


Рис. 3. Графики зависимости расхода Q , скорости струи V и силы ее давления на поверхность P от угла конусности насадка β

Для коноидального насадка также определим значения расхода Q , скорости струи V и силы ее давления на поверхность P для тех же значений постоянного напора воды, равного 1 метру и площади выходного отверстия $S_0 = 1 \text{ м}^2$. У коноидального насадка значения коэффициентов равны: $\mu = \phi = 0,97$. Тогда

$$Q = \mu S_0 \sqrt{2gH} = 0,97 \cdot 1 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1} = 4,296 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$v = \phi \sqrt{2gH} = 0,97 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1} = 4,296 \text{ м/с},$$

$$P = \gamma Q v = 1 \cdot 4,296 \cdot 4,296 = 18,456 \text{ кН}.$$

А для сходящегося конического насадка при оптимальном угле конусности $\beta = 10^\circ$ и тех же исходных данных $Q = 4,185 \text{ м}^3/\text{с}$, $V = 4,185 \text{ м/с}$, $P = 17,515 \text{ кН}$. Таким образом, основные оценочные параметры сходящегося конического насадка с оптимальной геометрией незначительно, на 2,5...5 %, ниже, чем у коноидального насадка. И вопрос о преимуществе конструкции насадка будет лежать в области технологичности и стоимости его изготовления.

Очищающая способность рабочего оборудования поливомоечных машин зависит и от угла наклона струй воды к дорожному покрытию [1]. Схема взаимодействия струи с покрытием приведена на рис. 4.

При отклонении струи от вертикали будет появляться горизонтальная составляющая P_x силы давления струи на дорожное покрытие, которая будет оказывать отдирающее воздействие на загрязнения. Отдирающее т. е. неравномерный отрыв требует гораздо меньших усилий на отделение загрязнений от дорожного покрытия, а, следовательно, меньшего давления и расхода воды. Кроме того, отклонение струй от вертикали вперед по ходу движения машины создает перед ними водяной вал, смывающий с дорожной поверхности отделенные загрязнения. Но наклон струи приводит к увеличению ее длины, что при высокой скорости истечения увеличивает ее рассеивание.

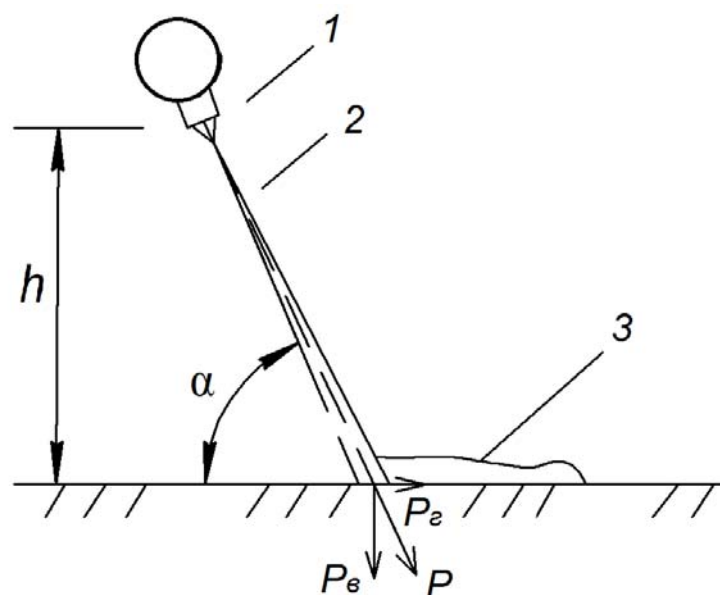


Рис. 4. Схема взаимодействия струи с покрытием:
 1 – насадок; 2 – струя; 3 – загрязнение;
 P_g – горизонтальная составляющая силы давления струи;
 P_v – вертикальная составляющая силы давления струи

Рассмотрим изменение составляющих силы давления струи P_g и P_v , а также длины струи L_c от угла ее наклона α представленное на рис. 5. При исследовании условно приняты единичные начальные значения параметров: $P = 1$ кН, $h = 1$ м.

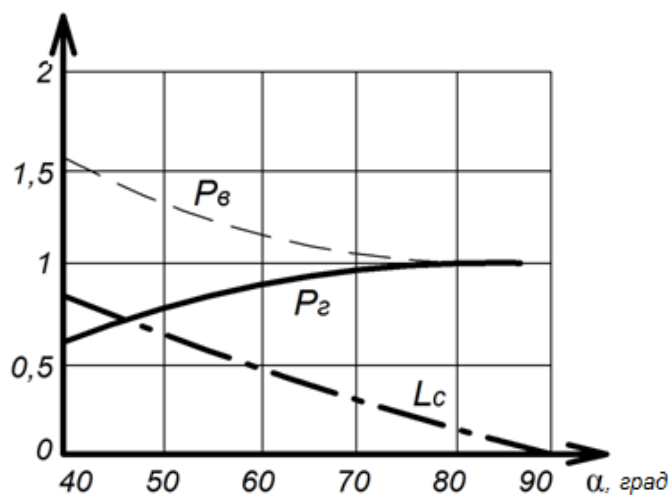


Рис. 5. График зависимости сил давления и длины струи от угла наклона α

Из представленных зависимостей видно, что при изменении угла α наклона струи с 90° до 60° происходит интенсивное (до 50 % от максимально возможного) возрастание горизонтальной составляющей силы давления струи P_g при не очень значительных уменьшении вертикальной составляющей P_v (на 13,4 %) и увеличении длины струи L_c (на 15,5 %). Дальнейшее изменение угла наклона струи на 15° до $\alpha = 45^\circ$ приведет к значительному уменьшению вертикальной составляющей P_v (до 29,3 %) и увеличению длины струи (до 41,4 %) при не очень большом росте горизонтальной составляющей P_g (до 0,707). Следовательно, рациональным углом наклона струи следует считать $\alpha = 60^\circ$.

Выводы

1. Для обеспечения наибольшей эффективности работы поливомоечных машин высокого давления угол конусности сходящегося конического насадка установленного в моющей рампе должен составлять 10° .
2. Эффективность использования в рабочем оборудовании поливомоечных машин высокого давления коноидального и сходящегося конического насадка с оптимальной геометрией примерно одинаковая.
3. Для увеличения эффективности отделения загрязнений от дорожного покрытия и дальнейшего их удаления струя должна быть наклонена вперед по направлению движения на угол $\alpha \approx 60^\circ$.

Библиографический список

1. Баловнев В.И. Машины для содержания городских и автомобильных дорог.: Кн.1 Содержание дорог в летний период: учебное пособие для вузов / В.И. Баловнев, Р.Г. Данилов, А.Г. Савельев; под общ.ред. В.И. Баловнева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ТЕХПОЛИГРАФЦЕНТР, 2013. – 333с.
2. Жулай В.А. Дорожные машины: лабораторный практикум / В.А. Жулай; Воронеж. ГАСУ. – Воронеж, 2014. – 74 с.
3. Ухин Б.В. Гидравлика: учебник для студентов средн. спец. заведений, обучающихся по спец. 270800 «Строительство»/ Б.В. Ухин А.А. Гусев. – М.: ИНФРА – М, 2014. 432с.
4. Справочник по гидравлическим расчетам / под ред. П.Г. Киселева. – 4-е изд., доп. – М.: Энергия 1972. – 312 с.
5. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «теплогазоснабжение и вентиляция», «водоснабжение и водоотведение» направления подготовки «строительство» / Т.Н. Ильина. – М.: Издательство Ассоциаций строительных вузов, 2007. – 192с.

References

1. Balovnev V.I. Machines for the maintenance of urban and highways .: Kn.1 The maintenance of roads in the summer period: a textbook for universities / V.I. Balovnev, R.G. Danilov, A.G. Saveliev; under obs.red. IN AND. Balovneva. - 3rd ed., Pererab. and additional. - M.: TEHPOLIGRAFTSENTR, 2013. - 333p.
2. Zhulai V.A. Road machines: laboratory workshop / V.A. Zhulai; Voronezh. GASU. - Voronezh, 2014. - 74 p.
3. Ukhin B.V. Hydraulics: a textbook for students. specialist. Institutions studying on special. 270800 "Construction" / B.V. Ukhin AA Gusev. - Moscow: INFRA-M, 2014. 432p.
4. Handbook of hydraulic calculations / ed. P.G. Kiseleva. - 4 th ed., Ext. - Moscow: Energia 1972. - 312 p.
5. Ilyina T.N. Fundamentals of hydraulic calculation of engineering networks: a textbook for university students studying in the specialty "heat and gas supply and ventilation", "water supply and sanitation" directions of "construction" training / T.N. Ilyin. - M .: Publishing house of Associations of construction high schools, 2007. – 192p.

*Воронежский государственный
технический университет*

Студент 551 группы Иващенко В.В.

Россия, г. Воронеж, тел. +7(920)-455-21-22

Voronezh State

Technical University

Student of group 551 Ivashchenko V.V.

Russia, Voronezh, tel. +7 (920)-455-21-22

В.В. Иващенко

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВИБРОЛОТКОВЫХ ПИТАТЕЛЕЙ

Вибрационные питатели предназначены для дозирования мелких и кусковых материалов крупностью до 400 мм. Вибрационный питатель состоит из лотка, подвешенного на пружинных амортизаторах, и прикрепленного к нему вибровозбудителя. Материал двигается по лотку под действием сил инерции в период обратного хода лотка.

Ключевые слова: вибрационный питатель, лоток, пружинный амортизатор, вибровозбудитель, сила инерции, обратный ход лотка.

V.V. Ivashchenko

MODERN DESIGNS OF VIBRATION DAMPERS

Vibratory feeders are designed for dosing of small and lump materials up to 400 mm in size. The vibration feeder consists of a tray suspended on spring shock absorbers and a vibration exciter attached to it. The material moves on the tray under the action of inertia forces during the reverse of the tray.

Keywords: vibration feeder, tray, spring shock absorber, vibration exciter, inertia force, reverse of the tray.

Характерной особенностью современных шахт является концентрация работ и повышения нагрузок на очистных забоях. Современные угледобывающие комплексы обеспечивают высокую производительность очистных забоев, а транспортирование горной массы по выработкам от лав до скипового ствола осуществляется современными высоконадежными конвейерами. На пути прохождения угля от лавы до скипового ствола уголь много раз, может проходить через разнообразные аккумулирующие емкости: бункера, скаты, воронки и прочие. Разгрузку горной массы из емкости в осуществляется питателями. В процессе разгрузки горной массы много раз возникают простои питателей из-за не исправности в пуске аппаратуры, повреждений силовых и контрольных кабелей, отказов приводного электродвигателя и др.

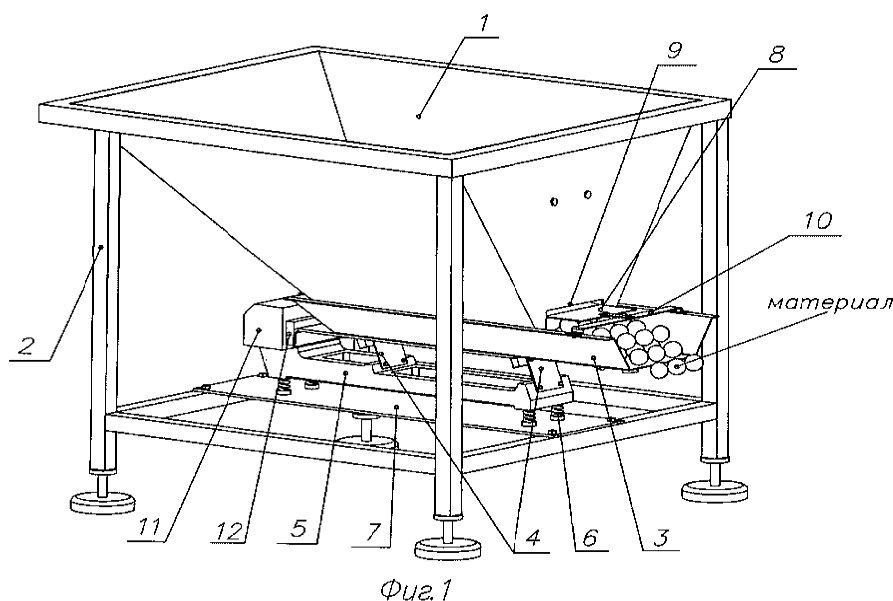
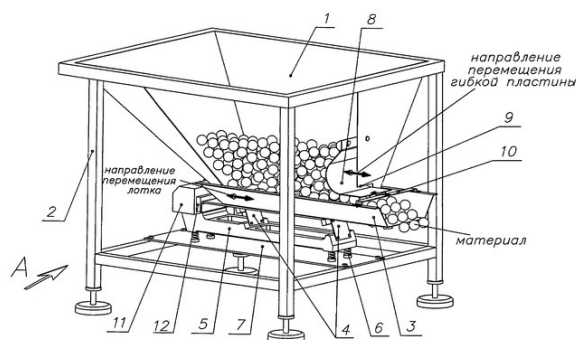


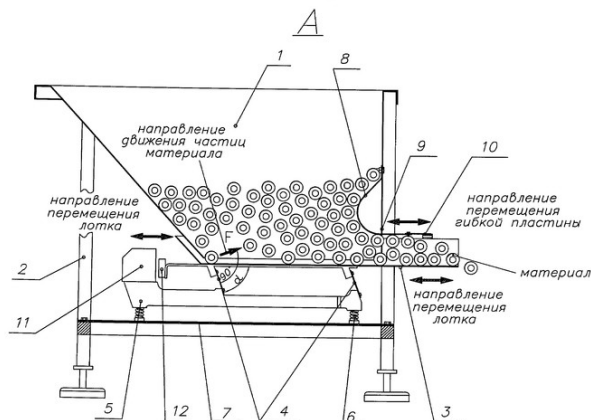
Рис. 1. Главный вид в аксонометрии

Вибрационный питатель состоит из бункера 1, установленного неподвижно на раме 2, вибрлотка 3, расположенного под бункером 1 и соединенного с упругой подвеской, выполненной в виде пружинистых пластин 4, соединяющих вибрлоток 3 и станину 5, которая в свою очередь крепится посредством амортизаторов 6 к основанию 7, установленному неподвижно на раме 2, изогнутой упругой пластиной 8, имеющей выпуклый радиусный участки, расположен внутри бункера и закреплен над его выпускным окном 9, а прямолинейный участок изогнутой упругой пластины пропущен сквозь выпускное окно 9 бункера над вибрлотком 3 и соединен кронштейном 10. Также он состоит из вибропривода 11, закрепленного на станине 5, и якоря 12, установленного на вибрлотке 3.

В предлагаемом устройстве материал попадает из бункера по его стенкам и радиусному участку изогнутой упругой пластины, закрепленному внутри неподвижно установленного на раме бункера, на вибрлоток, и далее в область, находящуюся между вибрлотком и прямолинейным участком изогнутой пластины, пропущенным сквозь выпускное окно бункера над вибрлотком в том месте, где за счет одновременной вибрации лотка и пластины происходит одновременное ворошение верхнего и движение нижнего слоя материала. Это способствует непрерывному перемещению материала по вибрлотку, и, тем самым, ведет к повышению производительности работы устройства. На рис.2 изображен вид вибрационного питателя в разрезе.



Фиг. 2



Фиг. 3

Рис. 2. Вид вибрационного питателя в разрезе

Вывод

Таким образом, разработка конструктивной схемы питателя повышенной производительности и ремонтпригодности является актуальной задачей, решение которой очень необходимо для высокопродуктивных шахт.

Библиографический список

1. Методика расчета вибрационных конвейеров. Научные труды. Выпуск I. Под редакцией Ю.Н.Хажинского, 1967.
2. Рекомендации по расчету и проектированию бункерных вибропитателей. Арх. № В -221.
3. Методика расчета одномассных свободноколеблющихся виброконвейеров типа КВИТ, Арх. № В-146 .
4. Питатель вибрационный бункерный ПВБ-1.4. Расчеты. 540-00.000.РР.
5. Жулай В.А. Комплект аппаратуры для измерения и регистрации виброакустических параметров строительных и дорожных машин/ В.А. Жулай, Ю.Ф. Устинов, В.И. Енин, И.М. Тепляков // Строительные и дорожные машины, 2002. – № 10. – С. 13-16.

References

1. The method of calculation of vibration conveyors. Proceedings. Issue I. edited by Y. N. Khazhinsky, 1967.
2. Recommendations for the calculation and design of hopper vibrators. ARH. No. B -221.
3. The method of calculation suited freely oscillating vibrating conveyors of the type KBIT, Architect. No. B-146 .
4. Feeder vibrating hopper PV-1.4. Calculations. 540-00.000.PP.
5. Zhulai V.A. A set of equipment for measuring and recording vibro-acoustic parameters of construction and road machines / V.A. Zhulai, Yu.F. Ustinov, V.I. Enin, I.M. Teplyakov // Construction and road machines, 2002. - No. 10. - P. 13-16.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
Н.П. Куприн,
канд. техн. наук, доцент кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
А.Н. Щиенко,
студенты М.В. Барышников,
В.А. Кострыкин, В.Ю. Зацепин, Д.В. Саввин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Cand. of Tech. Science, Associate prof.
of the chair of construction machinery
and engineering mechanics of a name of
professor N.A. Ulyanov N.P Kuprin,
Cand. of Tech. Science, Associate prof.
of the chair of construction machinery
and engineering mechanics of a name of
professor N.A. Ulyanov A.N. Shchiyenko,
Students M.V. Baryshnikov, V.A. Kostrykin,
V.Yu. Zatsepin, DV Savvin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44 e-
mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

Н.П. Куприн, А.Н. Щиенко, М.В. Барышников,
В.А. Кострыкин, В.Ю. Зацепин, Д.В. Саввин

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ БУЛЬДОЗЕРОВ

Экономическое обоснование и определение границ оптимального использования землеройно-транспортных машин при строительстве автомобильных дорог.

Ключевые слова: расчет стоимости машино-смены, эксплуатационной производительности и стоимости разработки единицы объема работ. Рекомендации выбора бульдозеров при строительстве.

N.P Kuprin, A.N. Shchiyenko, M.V. Baryshnikov,
V.A. Kostrykin, V.Yu. Zatsepin, DV Savvin

Economic justification and definition of the boundaries of the optimal use of earth-moving machinery in the construction of motor roads.

Keywords: calculation of the cost of a machine-shift, operational productivity and the cost of developing a unit of volume of work. Recommendations for choosing bulldozers for construction.

Обладая современной информацией о стоимости одного машино-часа работы транспортного средства, строительные компании имеют возможность выбрать поставщика, предоставляющего услуги по аренде машин и механизмов для производства земляных работ. Стоимость машино-часа и техническая производительность строительных и дорожных машин рассчитывается по утвержденным нормативным документам [1, 2, 3, 4].

Однако при таком подходе не возможно экономически проанализировать и обосновать правильный выбор бульдозеров различных заводов и установить область рационального применения данных машин при перемещении грунта на разные расстояния. Наиболее точным экономическим показателем является – стоимость единицы разработанного и перемещенного грунта на разные расстояния, (руб/куб.м), который определяется по методике [5, 6] на основании действующих нормативных документов. При производстве земляного полотна зна-

чительная часть объема работ выполняется бульдозерами. Для сравнительных расчетов выбрана рекомендованная дальность перемещения грунта в пределах 50 метров. Схема производства работ для всех выбранных бульдозеров единая – маятниковая Рис. 1, т.е. при движении вперед бульдозер срезает грунт на определенном участке пути, а затем транспортирует его к месту отвала (рабочий ход). Затем он возвращается к месту начала резания грунта, перемещаясь задним ходом (холостой ход).

Число рабочих и холостых ходов бульдозера зависит от проектной глубины выемки и толщины срезаемой при одном проходе стружки грунта. Для сравнительных расчетов выбраны наиболее широко применяемые бульдозеры разных заводов-изготовителей, технические характеристики которых приведены ниже. В расчетах не учтены затраты на перебазировку бульдозеров, так как они учитываются в сметах отдельной строкой.

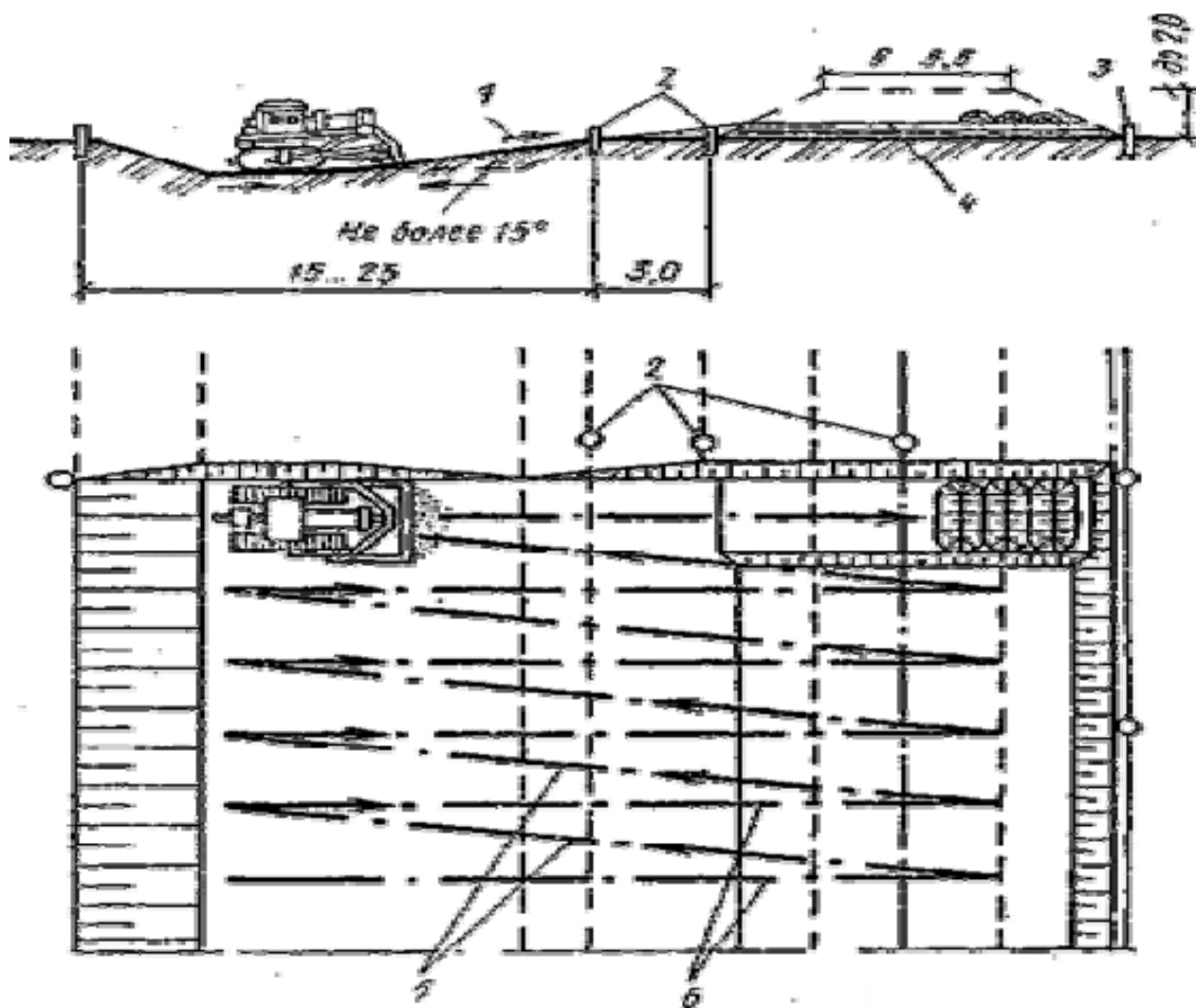


Рис. 1. Схема возведения насыпи бульдозером:

- 1 – направление рабочего хода бульдозера; 2 – разбивочные колышки; 3 – вешки-высотники;
- 4 – отсыпанные слои грунта; 5 – направление холостого хода бульдозера;
- 6 – направление рабочего хода бульдозера

Бульдозер Агромаш-90ТГ, 3-го класса силы тяги с бульдозерным оборудованием к трактору ДТ-75 Волгоградского тракторного завода представлен на рис. 2., а его техническая характеристика в табл. 1.



Рис. 2. Бульдозер Агромаш – 90ТГ

Таблица 1

Техническая характеристика бульдозера Агромаш – 90ТГ

№ п/п	Параметры	Значения
1.	Модель двигателя	A-41/SUSU DIESEL
2.	Мощность двигателя, кВт (л.с.)	66,2 (90)
3.	Частота вращения коленчатого вала при эксплуатационной мощности, об/мин	1750/1800
4.	Диапазон скоростей переднего хода, м/с	1,47 ÷ 3,11
5.	Диапазон скоростей заднего хода, м/с	1,09 ÷ 3,05
6.	Размеры отвала, длина, мм	2560
7.	Высота отвала, мм	800
8.	Масса бульдозерного оборудования, кг	900
9.	Эксплуатационная масса бульдозера, кг	7100
10.	Средневзвешенная восстановительная стоимость машины, руб	1 450 000
11.	Удельный расход топлива, г/кВт.ч. при номинальной мощности	226 ,6

Результаты расчетов по выше указанным методикам представлены в табл. 2

Таблица 2

Результаты расчетов

Наименование показателей	Значения					
Дальность перемещения грунта, м	5	10	20	30	40	50
Длина отвала, м	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560
Высота отвал, м	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении	1,00	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
Коэффициент, учитывающий влияние уклона местности	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент разрыхления грунта, (для III гр).	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Коэффициент использования машины по времени	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Угол естественного откоса, $\text{tg } \hat{f}$	0, 84	0, 84	0, 84	0, 84	0, 84	0, 84
Длина пути копания, м	5	5	5	5	5	5
Скорость бульдозера при копании, м/сек	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
Длина участка пути перемещения грунта, м	0	5	15	25	35	45
Скорость при перемещении грунта, м/сек.	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
Расстояние холостого хода, м	0	10	20	30	40	50
Скорость холостого (заднего) хода, м/сек	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
Время на опускание и подъем отвала, сек.	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Время на переключение передач, сек	5	5	5	5	5	5
Продолжительность рабочего цикла, сек	12,00	15,86	23,51	31,16	38,79	46,44
Часовая эксплуатационная производительность, м³/час	207,17	156,77	95,19	67,84	51,29	40,16
Амортизационные отчисления на восстановление бульдозера Агромаш -90ТГ, руб / час	92.71					
Затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание, руб / час	239.56					
Оплата труда рабочих, управляющих машинами, руб/час	130,43					
Затраты на энергоносители, руб/час	260.4					
Затраты на смазочные материалы, руб/час	50,84					
Затраты на гидравлическую жидкость, руб / час	4,65					
Стоимость машино-часа работы бульдозера, руб/маш-ч	778,59					
Стоимость единицы произведенной продукции, руб/ м³	3,76	4,97	8,18	11,48	15,18	19,39

Бульдозер 4-го класса силы тяги с бульдозерным оборудованием ОБГН-4 к трактору Т-4А Алтайского тракторного завода представлен на рис. 3., а его техническая характеристика в табл. 3.



Рис. 3. Трактор Т-4А с бульдозерным оборудованием ОБГН-4

Таблица 3

Техническая характеристика трактора Т-4А
с бульдозерным оборудованием ОБГН-4

№ п/п	Техническая характеристика	Значения
1.	Модель двигателя	А-01МСИ
2.	Мощность двигателя, кВт, (л.с.)	99, (135)
3.	Частота вращения коленчатого вала при эксплуатационной мощности, об/мин	1700
4.	Размеры отвала, длина, мм	2600
5.	Высота отвала, мм	1100
6.	Диапазон скоростей переднего хода, м/с	0,96÷ 2,64
7.	Диапазон скоростей заднего хода, м/с	1,30÷1,96
8.	Масса бульдозерного оборудования, кг	1100
9.	Эксплуатационная масса бульдозера, кг	9970
10.	Средневзвешенная восстановительная стоимость машины, руб.	1 600 000
11.	Удельный расход топлива, г/кВт.ч. при номинальной мощности	221,45

Результаты расчетов по выше предложенным методикам представлены в табл.4

Таблица 4

Результаты расчетов

Наименование показателей	Значения					
	5	10	20	30	40	50
Дальность перемещения грунта, м	5	10	20	30	40	50
Длина отвала, м	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600
Высота отвал, м	1.100	1.100	1.040	1.040	1.040	1.040
Коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении	1,00	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
Коэффициент, учитывающий влияние уклона местности	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент разрыхления грунта (для III гр).	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Угол естественного откоса, $\tan \phi$	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00
Длина пути копания, м	5	5	5	5	5	5
Скорость трактора при копании, м/сек	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Длина участка пути перемещения грунта, м	0	5	15	25	35	45
Скорость трактора при перемещении грунта, м/сек.	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Расстояние холостого хода, м	0	10	20	30	40	50
Скорость холостого хода, м/сек	1.96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Время на опускание и подъем отвала, сек.	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Время на переключение передач, сек	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Продолжительность рабочего цикла, сек	14,7	20,0	30,4	41,39	52,05	62,71
Часовая эксплуатационная производительность, м ³ /час	261.88	192.53	114.00	79.08	59.18	46.05
Амортизационные отчисления на полное восстановление трактор Т-4А с бульдозерным оборудованием ОБГН-4, руб/час	107.42					
Затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание, руб/час	264.34					
Оплата труда рабочих, управляющих машинами, руб /час	156,52					
Затраты на энергоносители, руб/час	579					
Затраты на смазочные материалы, руб/час	101,16					
Затраты на гидравлическую жидкость, руб / час	10,35					
Стоимость машино-часа работы трактора, руб/маш-ч	1232,29					
Стоимость единицы произведенной продукции, руб/ м ³	4.71	6,40	10,81	15,58	20.82	26.76

Бульдозер Б10М2 15-го класса силы тяги Челябинского тракторного завода представлен на рис. 4., а его техническая характеристика в табл. 5.



Рис. 4. Бульдозер Б10М2

Таблица 5

Техническая характеристика бульдозера Б10М2

№ п/п	Техническая характеристика	Значения
1.	Модель двигателя	Д -180 М1
2.	Мощность двигателя, кВт (л.с.)	132 (180)
3.	Частота вращения коленчатого вала при эксплуатационной мощности, об/мин	1250
4.	Размеры отвала, длина, мм	3420
5.	Высота отвала, мм	1310
6.	Диапазон скоростей переднего хода, м/с	0,88÷2,46
7.	Диапазон скоростей заднего хода, м/с	1,09÷3,05
8.	Масса бульдозерного оборудования с рыхлителем, кг	5020
9.	Эксплуатационная масса бульдозера, кг	21390
10.	Средневзвешенная восстановительная стоимость машины, руб.	2 900 000
11.	Удельный расход топлива, г/кВт.ч. при номинальной мощности	220

Результаты расчетов по выше предложенным методикам представлены в табл.6

Таблица 6

Результаты расчетов

Наименование показателей	Значения					
Дальность перемещения грунта, м	5	10	20	30	40	50
Длина отвала, м	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42
Высота отвала, м	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
Коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении	1,00	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
Коэффициент, учитывающий влияние уклона местности	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент разрыхления грунта, (для III гр).	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Угол естественного откоса - α	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Длина пути копания, м	5	5	5	5	5	5
Скорость трактора при копании, м/сек	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Длина участка пути перемещения грунта, м	0	5	15	25	35	45
Скорость трактора при перемещении грунта, м/сек.	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
Расстояние холостого хода, м	0	10	20	30	40	50
Скорость холостого хода, м/сек	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
Время на опускание и подъем отвала, сек.	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Время на переключение передач, сек	10	10	10	10	10	10
Продолжительность рабочего цикла, сек	21.32	25,95	35.22	44.48	53.75	63.02
Часовая эксплуатационная производительность, м³/час	337,74	277,45	183.98	137,60	107.17	85,69
Амортизационные отчисления на восстановление бульдозера, руб/час	185.42					
Затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание, руб/час	264,78					
Оплата труда рабочих, управляющих машинами, руб./час	260,87					
Затраты на энергоносители, руб/час	672,0					
Затраты на смазочные материалы, руб/час	131,2					
Затраты на гидравлическую жидкость руб / час	12.0					
Стоимость машино-часа работы бульдозера, руб/маш-ч	1526,27					
Стоимость единицы произведенной продукции, руб/ м³	4.52	5.50	8,30	11.09	14.24	17.81

Бульдозер Четра Т-11.02К 15-го класса силы тяги Чебоксарского тракторного завода (ОАО «Промтрактор») представлен на рис. 5., а его техническая характеристика в табл. 7.

На рис. 5. представлен бульдозер Четра Т-11.02К 15-го класса силы тяги Чебоксарского тракторного завода (ОАО «Промтрактор»).



Рис. 5. Бульдозер Четра Т-11.02К

Таблица 7

Техническая характеристика бульдозера Четра Т-11.02К

№ п/п	Техническая характеристика	Значения
1.	Модель двигателя	Cummins QSB6.7-C204
2.	Мощность двигателя, кВт (л.с.)	138 (187)
3.	Частота вращения коленчатого вала при эксплуатационной мощности, об/мин	1900
4.	Размеры отвала, длина, мм	3854
5.	Высота отвала, мм	1625
6.	Диапазон скоростей переднего хода, м/с	0,88÷2,46
7.	Диапазон скоростей заднего хода, м/с	1,90÷3,05
8.	Масса бульдозерного оборудования, кг	2280
9.	Эксплуатационная масса бульдозера, кг	18712
10.	Средневзвешенная восстановительная стоимость машины, руб.	4 500 000
11.	Удельный расход топлива, г/кВт.ч. при номинальной мощности	208,45

Результаты расчетов по выше предложенным методикам представлены в табл.8

Таблица 8

Результаты расчетов

Наименование показателей	Значения					
Дальность перемещения грунта, м	5	10	20	30	40	50
Длина отвала, м	3,854	3,854	3,854	3,854	3,854	3,854
Высота отвала, м	1,625	1,625	1,625	1,625	1,625	1,625
Коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении	1,00	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
Коэффициент, учитывающий влияние уклона местности	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент разрыхления грунта, (для III гр).	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Угол естественного откоса, $\text{tg } \beta$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Длина пути копания, м	5	5	5	5	5	5
Скорость трактора при копании, м/сек	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Длина участка пути перемещения грунта, м	0	5	15	25	35	45
Скорость трактора при перемещении грунта, м/сек.	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
Расстояние холостого хода, м	0	10	20	30	40	50
Скорость холостого хода, м/сек	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
Время на опускание и подъем отвала, сек.	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Время на переключение передач, сек	10	10	10	10	10	10
Продолжительность рабочего цикла, сек	21.32	24.99	35.34	39.68	47.02	54.36
Часовая эксплуатационная производительность, м³/час	584.13	498,30	317.12	266.77	211.87	171.82
Амортизационные отчисления на восстановление бульдозера, руб/час	287.73					
Затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание, руб/час	410,87					
Оплата труда рабочих, управляющих машинами, руб./час	313.04					
Затраты на энергоносители, руб/час	789,6					
Затраты на смазочные материалы, руб/час	154,16					
Затраты на гидравлическую жидкость, руб/час	16.92					
Стоимость машино-часа работы бульдозера, руб/маш-ч	1972,32					
Стоимость единицы произведенной продукции, руб/ м³	3.38	3.96	6.22	7.39	9.31	11.49

По результатам расчетов на рис. 6 и 7 представлены зависимости часовой эксплуатационной производительности $P_{\text{э}}$ и стоимости единицы произведенной продукции C , руб/ м^3 в зависимости от дальности транспортировки грунта указанными бульдозерами.

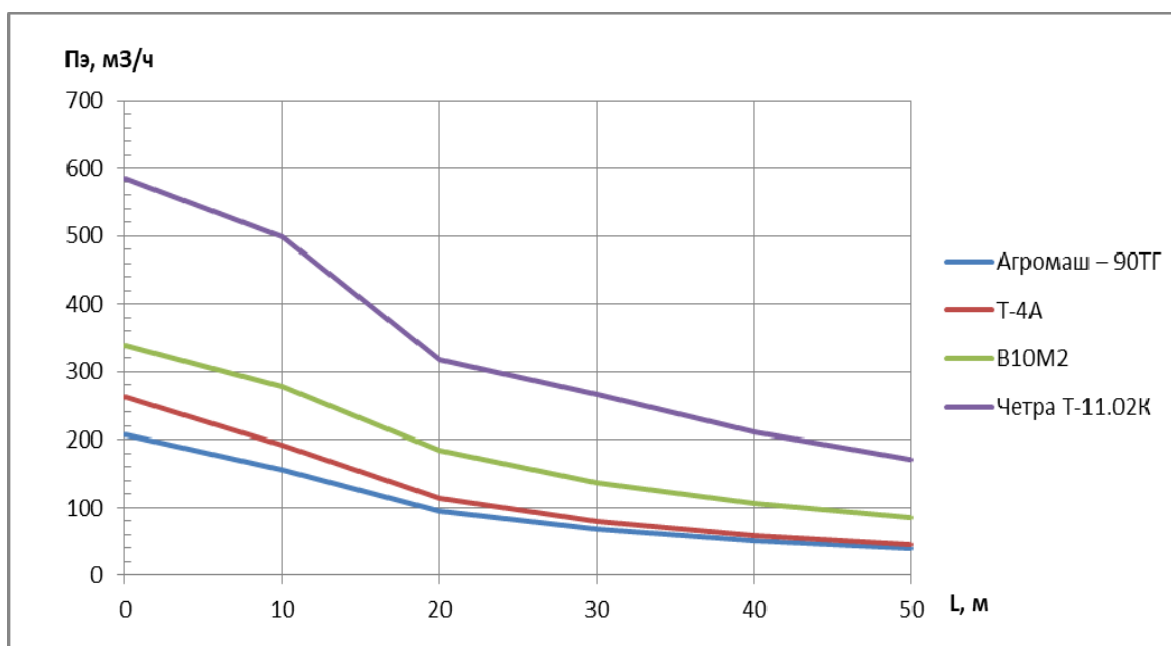


Рис. 6. Зависимости часовой эксплуатационной производительности $P_{\text{э}}$ от дальности транспортировки грунта указанными бульдозерами

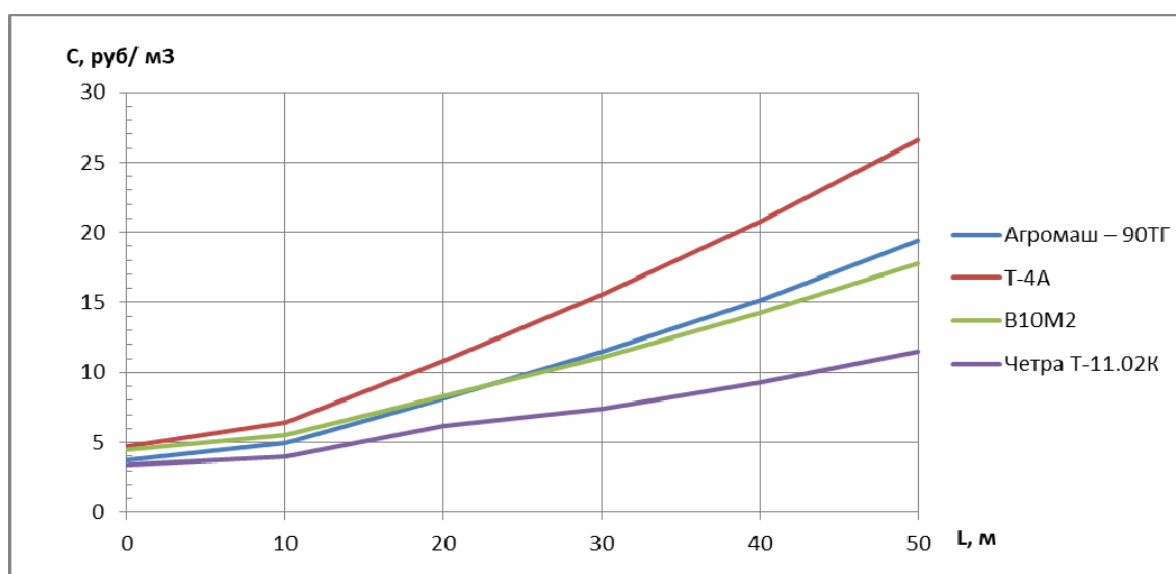


Рис. 7. Зависимости стоимости единицы произведенной продукции C , руб/ м^3 от дальности транспортировки грунта указанными бульдозерами

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

1. Часовая эксплуатационная производительность при перемещении грунта на 50 метров бульдозерами 3-4-го классов силы тяги Волгоградского и Алтайского тракторных заводов отличается незначительно - на 13%, а стоимость разработанного кубического метра грунта бульдозером Алтайского тракторного завода выше на 37% по сравнению с бульдозером Волгоградского тракторного завода.

2. Бульдозер Челябинского тракторного завода Б10М2 одного и того же 15-го класса силы тяги уступает бульдозеру Четра Т-11.02К Чебоксарского тракторного завода в часовой эксплуатационной производительности на 49,8 %, при этом стоимость разработанного кубического метра грунта бульдозером Четра Т-11.02К ниже на 45,5%.

3. Более высокая часовая эксплуатационная производительность бульдозера Четра Т-11.02К объясняется увеличенными размерами бульдозерного отвала и мощностью двигателя внутреннего сгорания.

4. Расчеты и графические зависимости показателей могут быть интересны проектировщикам, занимающимся подготовкой проектной документации для строительства автомобильных работ и студентам, выполняющим курсовые проекты.

Библиографический список

1. Методические рекомендации № ОС-338-р от 14.04.2003 г по проектированию технически обоснованных норм времени на механизированные строительные и ремонтно-строительные работы расчетно-аналитическим методом в дорожном хозяйстве (№ ОС-338-р).

2. Методические указания № 81 от 17.12.99 г. по разработке сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств (МДС 81-3.99).

3. Методические рекомендации по определению размера средств на оплату труда в договорных ценах и сметах на строительство и оплате труда работников строительномонтажных и ремонтно-строительных организаций (МДС 83-1.99), введенных в действие письмом Госстроя России от 02.08.99 № НЗ-2618/7.

4. Временные нормы расхода топлива и смазочных материалов на эксплуатацию наземных транспортных средств. Утверждено 28 февраля 2001 г.

5. Куприн Н.П. О некоторых особенностях экономического обоснования применения машин в строительстве / Н.П. Куприн // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2014. – С. 200-203.

6. Жулай В.А. О производительности землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. – 2013. – №3. – С. 37.

References

1. Methodical recommendations No. OS-338-r of 14.04.2003 on the design of technically justified time norms for mechanized construction and repair and construction work by the calculation and analytical method in the road economy (No. OS-338-r).

2. Methodical instructions No. 81 of 17.12.99 on the development of estimates and quotations for the operation of construction machinery and vehicles (MDS 81-3.99).

3. Methodical recommendations for determining the amount of funds for labor payment in contractual prices and estimates for construction and labor remuneration for workers in construction and repair and construction organizations (MDS 83-1.99), enacted by the letter of the State Construction Committee of Russia dated 02.08.99 No. H3-2618 / 7.

4. Temporary rates of fuel and lubricants consumption for the operation of land vehicles. Approved on February 28, 2001.

5. Kuprin N.P. On some features of the economic justification for the use of machinery in construction / N.P. Kuprin // Scientific herald of Voronezh State Agricultural Academy. Series "High technologies. Ecology". 2014. - P. 200-203.

6. Zhulai V.A. On the performance of earth-moving machines / V.A. Zhulai // Construction and road machines. - 2013. - №3. - P. 37.

*Воронежский государственный
технический университет
Магистранты кафедры строительной
техники и инженерной механики:
Э.С. Вардумян, И. А. Гордиенко,
А.В. Дебелый, А.А. Подрезов, И.С. Попов
Студенты: В.А. Алимova, А.А. Комаров
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-59-18
e-mail: niksal76@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Undergraduates of the pulpit of the chair of
building technique and mechanics engineering:
E.S. Vardumyan, I.A. Gordienko,
A.V. Debeliy, A.A. Podrezov, I.S. Popov.
Students: V.A. Alimova, A.A. Komarov
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-59-18
e-mail: niksal76@mail.ru*

Э.С. Вардумян, И.А. Гордиенко, А.В. Дебелый,
А.А. Подрезов, И.С. Попов, В.А. Алымova, А.А. Комаров

ВЫБОР ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА НА ХАРАКТЕРНЫХ ЧАСТОТАХ

Представлены результаты исследований по снижению шума в кабине
снегоочистителя.

Ключевые слова: шум, виброакустика.

E.S. Vardumyan, I.A. Gordienko, A.V. Debeliy,
A.A. Podrezov, I.S. Popov, V.A. Alimova, A.A. Komarov

SELECTING SOUND ABSORPTION MATERIALS TO REDUCE NOISE LEVEL AT CHARACTER FREQUENCIES

The results of researchers of noise reduction in the loader-mount
snowblower cabin are presented.

Keywords: noise, vibroacoustic.

Создание специальных машин для поддержания дорог и аэродромов в рабочем состоянии обусловлено необходимостью качественного их обслуживания и специфическими условиями эксплуатации дорожных покрытий, связанными с особыми климатическими условиями [1].

Большое разнообразие специальной техники обуславливается созданием узкоспециального рабочего оборудования с последующей установкой его на базе уже существующих транспортных средств. При этом, виброакустическая энергия создаваемая навесным оборудованием, а также силовой установкой повышенной мощности не учитывается, хотя их суммарное воздействие на водителя велико.

Одной из такой машин является дорожный снегоуборочный шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210.

Точную картину об уровнях структурного шума в кабине водителя дают результаты полевых испытаний шнекороторного снегоочистителя в лабораторно-полевых условиях в открытом звуковом поле. При этом использовался новый способ разделения источников звука и аппаратура фирмы "Брюль и Кьер" (Дания), включающая шумомер типа 2203, 1/3-октавные фильтры типа 1613, акселерометр – 4332 и интегратор – ZR 0020. Акселерометр

устанавливался на раме машины у левой опорной связи и на полу внутри кабины у той же опорной связи [2, 7].

Полученные данные приведены на рис.1 и рис.2 для уровней виброскоростей рамы и пола кабины соответственно.

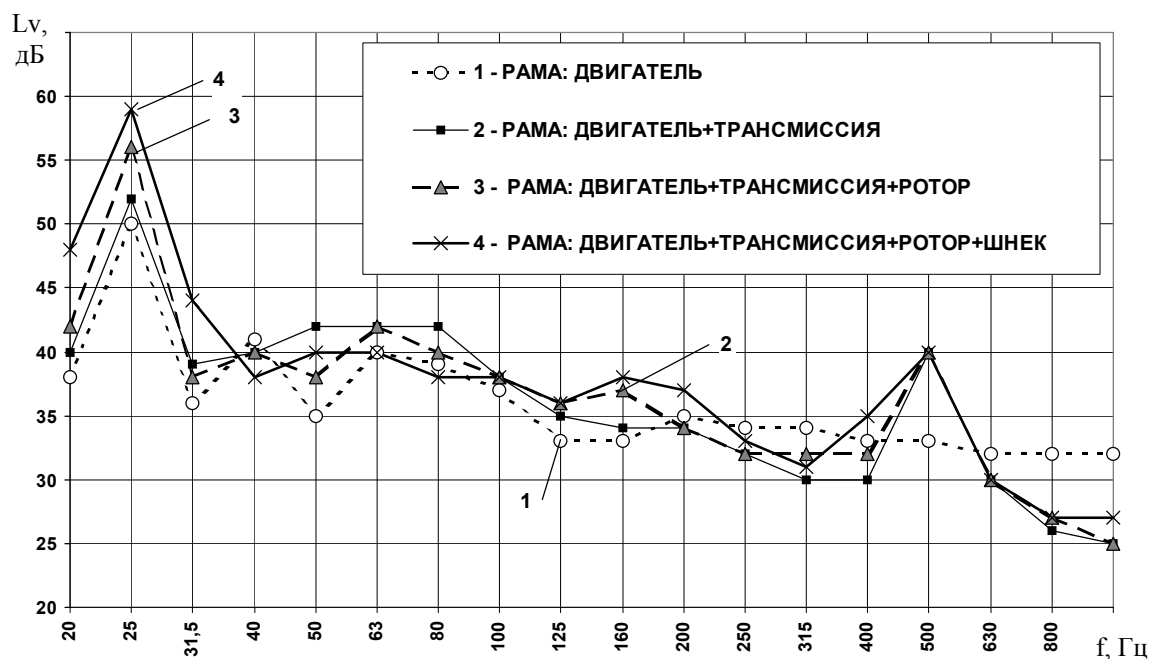


Рис. 1. 1/3-октавные спектры виброскоростей рамы при последовательном включении двигателя, трансмиссии, ротора и шнеков.

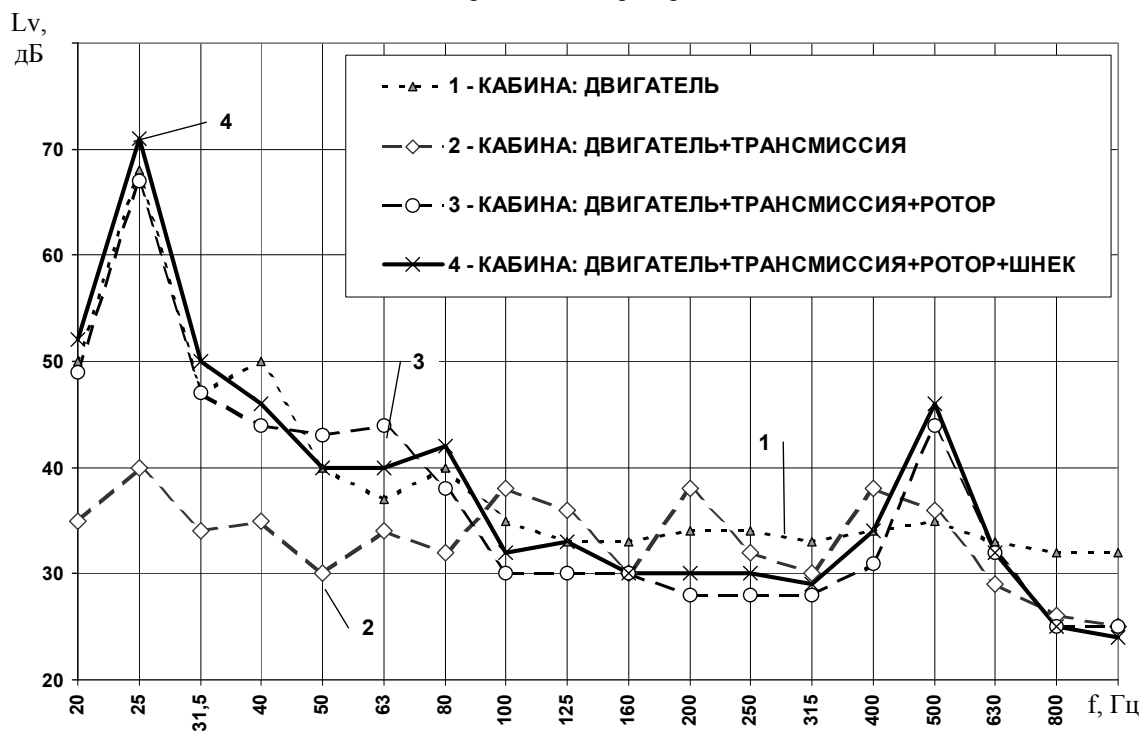


Рис. 2. 1/3-октавные спектры виброскоростей пола кабины при последовательном включении двигателя, трансмиссии, ротора и шнеков.

Как видно из графиков, наибольшие уровни виброскоростей наблюдаются при работе всех источников в 1/3-октавных частотах со среднегеометрическими частотами 25 Гц и 500

Гц. Очевидно также превышение виброскоростей пола кабины над виброскоростями рамы, что объясняется резонансными явлениями в корпусе кабины водителя. Также данный факт свидетельствует о том, что на отмеченных частотах 1/3-октавных полос эффективность виброизоляторов в опорных связях кабины крайне недостаточна.

Максимальное значение уровня виброскорости получено на частоте 25 Гц. На этой частоте определяется вклад источников виброакустической энергии в общее поле звуковой вибрации рамы с использованием общеизвестной в технической акустике формулы энергетического суммирования [2]

$$L_{v \text{ сумм}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{vi}} ; \text{дБ}, \quad (1)$$

где $L_{v \text{ сумм}}$ - суммарный уровень виброскорости рамы при работе всех источников;

L_{vi} - уровень виброскорости рамы i -го источника;

n – число источников, в данном случае $n = 4$.

По результатам измерений и вычислений по приведенной выше формуле построена диаграмма (Рис. 3), отражающая вклад источников в общее звуковое поле рамы.

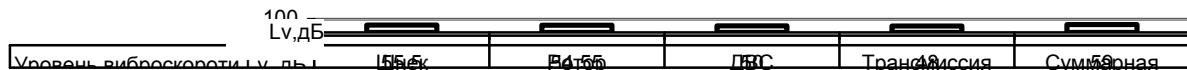


Рис. 3. Вклад источников в звуковую вибрацию рамы в 1/3 октавной полосе со среднегеометрической частотой 25 Гц.

Полученные данные позволяют определить какой из источников шума вносит наибольший вклад в общее звуковое поле кабины, и в конечном итоге воздействует на оператора дорожного шнеко-роторного снегоочистителя

Задача по снижению уровня звука в кабине может быть решена разными способами, но зачастую должна решаться в комплексе. Так балансировка неуравновешенных вращающихся частей узлов и агрегатов машины, и в первую очередь двигателя внутреннего сгорания, позволяет снизить структурную составляющую виброакустической энергии, передаваемой через раму машины в кабину оператора. Использование рациональной виброизоляции на пути распространения структурного шума (виброизоляторы в опорах двигателя внутреннего сгорания и в опорах кабины машины) позволяет снизить общий уровень звукового давления, приходящегося на оператора. Повышение жесткости конструкции самой кабины также снижает излучение виброакустической энергии. Немаловажным способом является и борьба с воздушным шумом – капотирование двигателя звукопоглощающими материалами (ЗПМ) и конструкциями (ЗПК) [3], использование этих материалов и конструкций в обкладке кабины. При этом следует учитывать, что звукопоглощающие материалы эффективно работают в узкой полосе частот, поэтому возникает следующая задача по подбору таких ЗПМ, чтобы их характеристики могли обеспечить гашение воздушного шума на характерных частотах, дающих максимальный вклад в общее звуковое поле кабины [4].

Основное оборудование дорожного снегоочистителя излучает виброакустическую энергию на характерных частотах, определяемых известными формулами [3, 8, 9], представленными в таблице 1.

Таблица 1

Определение частоты излучения виброакустической энергии рабочими органами машины

Причина генерации виброакустической энергии	Расчетная формула	Частота возмущения, Гц
1	2	3
Ротор рабочего органа		
Неуравновешенность ротора	$f_p = kn_p z_p / 60,$ k – номер гармоники, $k = 1$; n_p - частота вращения ротора, $n_p = 442 \text{ мин}^{-1}$. z_p -число лопастей ротора, $z_p = 6$	$f_p = 42.2$
Шнеки рабочего органа		
Неуравновешенность шнеков	$f_{ш} = kn_{ш} / 60,$ k - номер гармоники, $k = 1$ $n_{ш}$ - частота вращения шнеков, $n_{ш} = 370 \text{ мин}^{-1}$	$f_{ш} = 6,17$
Быстроходная карданная передача		
Неуравновешенность карданной передачи	$f_{кп} = kn_{кп} / 60,$ k - номер гармоники, $k = 1$ $n_{кп}$ - частота вращения быстроходной карданной передачи $n_{кп} = 1500 \text{ мин}^{-1}$	$f_{кп} = 25$
Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) У2Д6-250 ТК-С3, N=134 кВт		
Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов	$f_{ДВС1} = kn_e / 60,$ n_e -Частота вращения коленчатого вала двигателя, $n_e = 1500 \text{ мин}^{-1}$; k - номер гармоники, $k = 1$.	$f_{ДВС1} = 25$
Процесс сгорания топлива	$f_c = c / (2D),$ D - диаметр цилиндра (камеры сгорания) двигателя, $D = 0,15 \text{ м}$; c – скорость звука в газе при сгорании, $c = 657 \text{ м/с}$.	$f_c = 2190$
Неуравновешенность сил инерции второго порядка и их моментов	$f_{ДВС2} = 2kn_e / 60,$ $k = 1$.	$f_{ДВС2} = 50$

1	2	3
Неравномерность потока воздуха вентилятора системы охлаждения двигателя	$f_B = z_n n_p / 60$, z_n — число лопаток вентилятора, $z_n = 6$; n_p — частота вращения ротора, $n_p = 2250 \text{ мин}^{-1}$.	$f_B = 225$
Удары клапанов	$f_K = k z_n z_e / (60m)$, z_n — число одновременно работающих клапанов одного цилиндра, $z_n = 2$; z — число цилиндров двигателя, $z = 6$; $k = 1$. m — коэффициент тактности, для 4-х тактных $m = 2$	$f_K = 160$

Задача определения виброакустических параметров звукопоглощающих материалов и конструкций сводится к определению нормального коэффициента звукопоглощения в акустических интерферометрах согласно ГОСТ 16297 – 80 на разных звуковых частотах. Схема акустического интерферометра представлена на рис. 4.

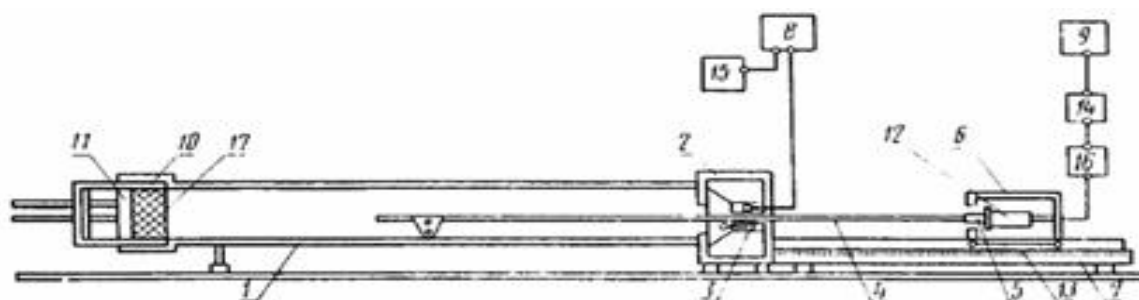


Рис. 4. Схема интерферометра по ГОСТ 16297-80:

- 1 — металлическая труба; 2 — коробка; 3 — громкоговоритель; 4 — микрофонный шуп;
 5 — резиновая диафрагма; 6 — микрофонная тележка; 7 — направляющая рейка;
 8 — низкочастотный генератор; 9 — электронный вольтметр; 10 — обойма;
 11 — поршень; 12 — микрофон; 13 — указатель отсчета; 14 — акустический фильтр;
 15 — электронно-счетный частотомер; 16 — микрофонный усилитель;
 17 — лицевая поверхность образца

При проведении измерений нормального коэффициента звукопоглощения образец испытываемого изделия вставляется в крепежную обойму интерферометра так, чтобы нелицевая поверхность образца находилась на жесткой стенке, а лицевая на уровне края обреза обоймы. Края лицевой поверхности очень плотно примыкают к облицовке края трубы интерферометра, и вся обойма жестко закрепляется на нем [5].

Испытания проводятся последовательно в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630...8000 Гц.

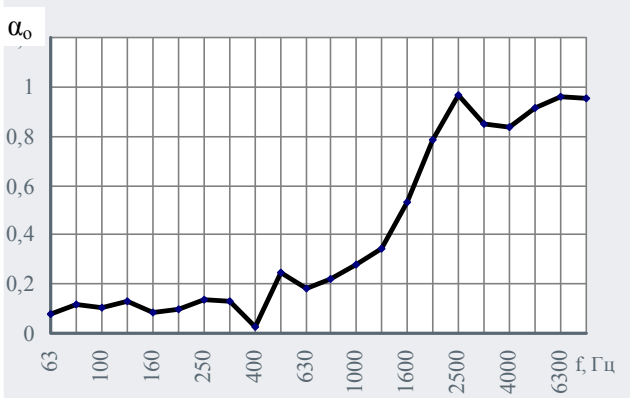
В результате проведенных испытаний необходимо получить численные значения коэффициента звукопоглощения α_0 опытных ЗПМ и ЗПК, которые заносятся в типовой протокол, представленный в таблице 2. Нормальный коэффициент звукопоглощения вычисляется по формуле

$$\alpha_0 = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2}, \quad (2)$$

где $n = L_{P_{MAX}} / L_{P_{MIN}}$ – отношение максимального $L_{P_{MAX}}$, Па и минимального $L_{P_{MIN}}$, Па уровня звукового давления, зарегистрированных прецизионным шумомером.

Таблица 2

Типовой протокол результатов акустических испытаний

Место проведения испытаний		Номер протокола №6		Дата	
		Вид интерферометра		Частотный диапазон, Гц	Площадь образца, м ²
		Квадратная труба из ДСП: длина 7 м, сторона 0,25 м, толщина стенки 16 мм		50 - 500	0,0784
		Асбестовая труба: длина 1 м, диаметр 0,1 м, толщина стенки 10 мм		125 - 2000	0,0144
		Стальная труба: длина 0,25 м, диаметр 0,025 м, толщина стенки 3 мм		1600 - 8000	0,0009
Частота, Гц	α_o	Условия проведения испытаний: Температура t °C 27 Относительная влажность, % 65			
63	0,08019				
80	0,11801				
100	0,10625				
125	0,13237				
160	0,08167				
200	0,09844				
250	0,13427				
315	0,12955				
400	0,02867				
500	0,24369				
630	0,18116				
800	0,22181				
1000	0,27628				
1250	0,34428				
1600	0,53074				
2000	0,78166				
2500	0,96614				
3150	0,84994				
4000	0,83971				
5000	0,91136	Описание конструкции или образца и схема его размещения в интерферометре: ГЕОКОМ Д-500, толщина 13,2 мм, коэффициент перфорации 0,1256. Образец закреплён в обойме интерферометра, лицевая поверхность обращена к динамическому излучателю звука, нелицевая – на жесткой стенке.			
6300	0,95900				
8000	0,95597				

Таким образом осуществляется подбор ЗПМ и ЗПК, удовлетворяющих условию эффективного гашения акустической энергии на характерных частотах [6].

Выводы

1. Установлены наибольшие уровни звуковой вибрации рамы машины и пола кабины в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами 20; 25; 31,5 и 500 Гц;
2. Определен вклад источников в общее звуковое поле рамы. При этом наибольшие уровни звуковой вибрации обусловлены работой шнеков и ротора с их приводами.
3. Определены характерные частоты возмущающих сил
4. Определен комплекс мероприятий по снижению виброакустической энергии в кабине дорожного снегоочистителя.
5. Рассмотренный способ определения нормального коэффициента звукопоглощения позволяет осуществить подбор звукопоглощающих материалов и конструкций, удовлетворяющих условию эффективного гашения воздушного шума на характерных частотах.

Библиографический список

1. Прикладная механика самоходных землеройно-транспортных машин / Ю.М. Бузин, В.Л. Тюнин. – Воронеж.: ВГТУ, 2017. – 245 с.
2. Жулай В.А. Комплект мобильной цифровой аппаратуры для обеспечения проведения экспериментальных исследований землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай, А.В. Василенко, В.Л. Тюнин, А.В. Крестников // Механизация строительства. – 2015. - №8 (854). – С. 14-16.
3. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Щербинин М.И., Чернов М.В., Никитин С.А., Покачалов А.С., Кравченко А.А., Дуплищев С.М., Муравьев А.В., Кондауров Ю.А., Волков Н.М. Звукопоглощающая сотовая панель Патент на изобретение RUS 2206458 29.03.2002.
4. Никитин С.А., Волков Н.М., Дёгтев Д.Н., Воропаев В.О., Воронов А.С. Численные исследования быстропеременных виброакустических процессов при помощи метода конечных элементов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. С. 154-160.
5. Никитин С.А., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Душкин С.В., Иванов С.А. Результаты исследований звукопоглощающих материалов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2016. № 1. С. 258-266.
6. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дёгтев Д.Н. Оценка виброакустических параметров транспортных и транспортно-технологических машин на стадии проектирования. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 308-312.
7. Жулай В.А. Комплект аппаратуры для измерения и регистрации виброакустических параметров строительных и дорожных машин/ В.А. Жулай, Ю.Ф. Устинов, В.И. Енин, И.М. Тепляков // Строительные и дорожные машины, 2002. – № 10. – С. 13-16.
8. Жулай В.А. Спектральный анализ виброакустического сигнала зубчатой передачи/ В.А. Жулай, В.И. Енин // Вестник машиностроения, 2007. – № 1. – С. 31-33.
9. Жулай В.А. Обоснование режимов виброакустического диагностирования зубчатых передач строительных и дорожных машин/ В.А. Жулай, В.П. Авдеев // Научный журнал строительства и архитектуры, 2010. – № 4. – С. 171-176.

References

1. Applied mechanics of self-propelled earth-moving machines / Y. M. Buzin, V. L. Tyunin. – Voronezh.: VGTU, 2017. – 245 c.
2. Zhulai V.A. Set of mobile digital equipment for ensuring conducting experimental research earth-moving machinery / V.A. Zhulai, A.V. Vasilenko, V.L. Tyunin, A.V. Krestnikov // Mechanization of construction. – 2015. №8 (854). – P. 14-16.
3. Ustinov Ju.F., Muravev V.A., Shcherbinin M.I., Chernov M.V., Nikitin S.A., Pokachalov A.S., Kravchenko A.A., Duplishchev S.M., Muravev A.V., Kondaurov Ju.A., Volkov N.M. Sound-absorbing honeycomb. / Patent 2206458, published 29.03.2002, abstract, with 6
4. S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, V.O. Voropaev, A.S. Voronov. Numerical Studies of Fast-Variable Vibroacoustic Processes Using the Finite Element Method. Scientific Newsletter. Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: "High Technologies. Ecology". 2013. P. 154-160.
5. S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, S.V. Dushkin, S.A. Ivanov. Sound-absorbing materials research results. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2016. pp. 258-266.
6. Yu.F. Ustinov, N.M. Volkov, D.N. Degtev. Evaluation of Vibroacoustic Parameters of Transport and Transport-Technological Machines at the Design Stage. Scientific Newsletter. Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: "High Technologies. Ecology". 2012. № 1. P. 308-312.
7. Zhulai V.A. A set of equipment for measuring and recording vibro-acoustic parameters of construction and road machines / V.A. Zhulai, Yu.F. Ustinov, V.I. Enin, I.M. Teplyakov // Construction and road machines, 2002. - No. 10. - P. 13-16.
8. Zhulai V.A. Spectral analysis of a vibroacoustic signal of a gear train. Zhulay, V.I. Enin // Journal of Machine Building, 2007. - No. 1. - P. 31-33.
9. Zhulai V.A. Substantiation of modes of vibroacoustic diagnosis of gears of construction and road machines / V.A. Zhulay, V.P. Avdeev // Scientific Journal of Construction and Architecture, 2010. - No. 4. - P. 171-176.

*Воронежский государственный
технический университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики
В.А. Нилов,
магистрант А.Р. Гаврилов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and
engineering mechanics Dept
V.A. Nilov,
Magistracy Chair A.R. Gavrilov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, А.Р. Гаврилов

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ТОЛКАЮЩЕЙ ПЛИТЫ ТРАКТОРА-ТОЛКАЧА

Для увеличения толщины стружки, сокращения затрат времени, пути наполнения ковша и производительности скреперов (особенно самоходных колесных) применяют тракторы-толкачи (рис. 1), число которых зависит от типа скрепера, вместимости ковша и дальности транспортировки (1 толкач на 2...16 скреперов). Длина пути наполнения ковша при совместной работе скрепера и толкача в супесчаных и суглинистых грунтах сокращается до 10...12 м, в глинистых – до 15...18 м при нормальной длине пути наполнения 22...26 м. При этом толщина стружки увеличивается на 20...25%. Трактор-толкач особенно эффективен при разработке плотных и тяжелых грунтов, когда усилия тягача скрепера при наборе грунта не хватает для эффективного заполнения ковша.

Ключевые слова: трактор-толкач, вместительность ковша, наполнение ковша

V.A. Nilov, A.R. Gavrilov

RESEARCH OF INSTALLATION OF PLASTING PLATE TRACTOR-PROMPT

To increase the thickness of chips, reduce the time spent, the ways of filling the bucket and the performance of scrapers (especially self-propelled wheeled), pusher tractors are used (figure 1), the number of which depends on the scraper type, bucket capacity and transport distance (1 pusher for 2 ... 16 scrapers). The length of the bucket filling path when the scraper and the pusher are working together in sandy loamy and loamy soils is reduced to 10 ... 12 m, in clay soils - up to 15 ... 18 m with a normal filling path length of 22 ... 26 m. At the same time chip thickness is increased by 20 ... 25%. Pusher tractor is especially effective in the development of dense and heavy soils, when the scraper tractor's efforts are not enough to fill the bucket effectively.

Keywords: tractor-pusher, bucket capacity, bucket filling.



Рис. 1. Трактор-толкач с оборудованием бульдозера

Для увеличения прочности серийного отвала бульдозера применяют его усиление листовой сталью, рис. 3. Отечественная промышленность выпускает два типа бульдозер-толкача ДЗ-120 и ДЗ-121. Первый из них создан на базе бульдозера ДЗ-110А, а второй – на базе бульдозера ДЗ-118.



Рис. 2. Модель бульдозер-толкач ДЗ-121



Рис. 3. Усиление отвала бульдозера для работы в качестве толкача ДЗ-121

Амортизаторы предназначены для смягчения ударных нагрузок при толкании скреперов и представляют собой пакет резинометаллических упругих элементов, помещенных в корпус. Амортизаторы устанавливают вместо подкосов отвала. Масса бульдозера-толкача ДЗ-120 составляет 17939 кг, а ДЗ-121 – 40886 кг. Недостатком серийной конструкции рабочего оборудования бульдозера-толкача является перераспределение вертикального нагружения опорной поверхности базового трактора при толкании скрепера. На рис. 4 приведена (упрощенная) схема сил, действующих на толкач. В общем случае (поскольку буфер скрепера выполнен по цилиндрической поверхности) силовое взаимодействие буфера скрепера и толкающей плиты толкача действует нормально к поверхности толкающей плиты.

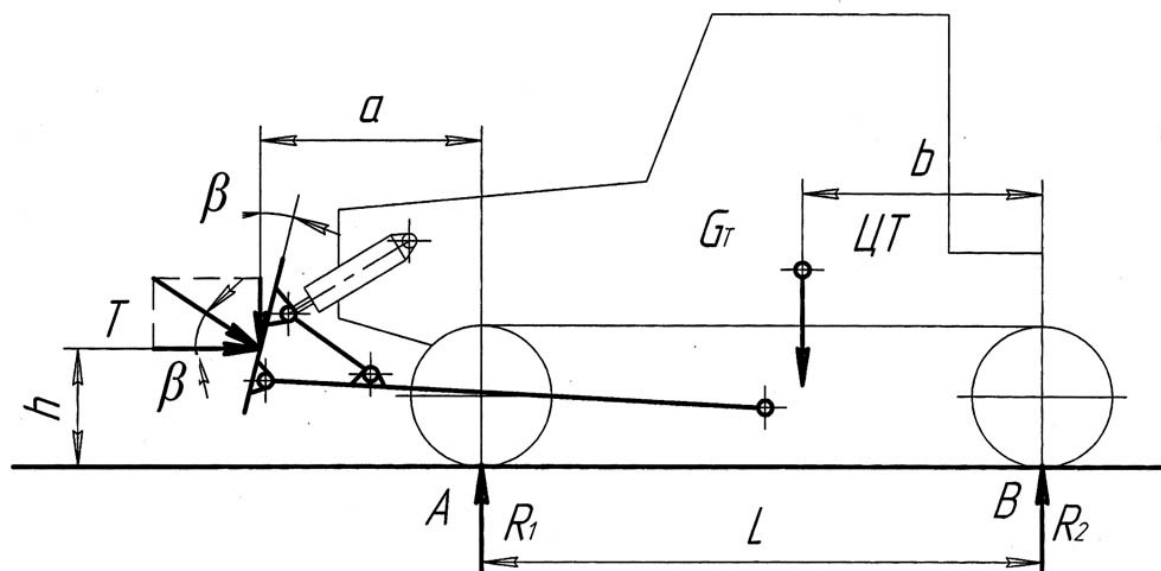


Рис. 4. Схема(упрощенная) сил, действующих на толкач скрепера

Исследования, проведенные на кафедре СТИМ Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, показали, что если толкающую плиту установить наклонно (угол β), то появляется вертикальная сила, которая улучшает равномерность вертикального нагружения опорной поверхности толкача и позволяет увеличить сцепной вес толкача. Рассматривая равновесие толкача относительно точек A и B можно определить величины вертикальных реакций грунта R_1 и R_2 в этих точках (формулы (1 и 2)) и оценить влияние угла β наклона толкающей плиты на сцепной вес толкача, а также соотношение нормальных реакций грунта R_1/R_2 , по которому можно судить о степени неравномерности нагружения опорных поверхностей трактора при работе со скрепером.

$$R_1 = \frac{1}{L} [G_T b + T[(a + L) \sin \beta - h \cos \beta]], \quad (1)$$

$$R_2 = \frac{1}{L} [G_T (L - b) + T(h \cos \beta - a \sin \beta)], \quad (1)$$

где L – продольная база толкача;
 G_T – вес толкача;
 T – сила тяги, развиваемая толкачом;
 β – угол наклона толкающей плиты;
 a, b, h – соответствующие плечи сил.

Расчеты, выполненные по приведенным зависимостям, показывают, что вертикальные опорные реакции ходовой части толкача существенно изменяются как от развиваемой им силы тяги, так от угла наклона β толкающей плиты (рис. 4). При отсутствии силового воздействия на толкающую плиту ($T = 0$) величины опорных реакций близки (коэффициент неравномерности $R_1/R_2 = 0,951$). Появление толкающего усилия ($T = 0,85 \text{ ф}G_T$) вызывает резкое изменение картины: при вертикальном положении толкающей плиты ($\beta = 0$) коэффициент неравномерности резко увеличивается ($R_1/R_2 = 0,328$) поскольку реакция R_1 существенно снижается по сравнению со статическим значением (точки 1, 2), а реакция R_2 значительно возрастает (точки 3, 4). При этом величина толкающего усилия в расчетах принята равной 110,77 кН.

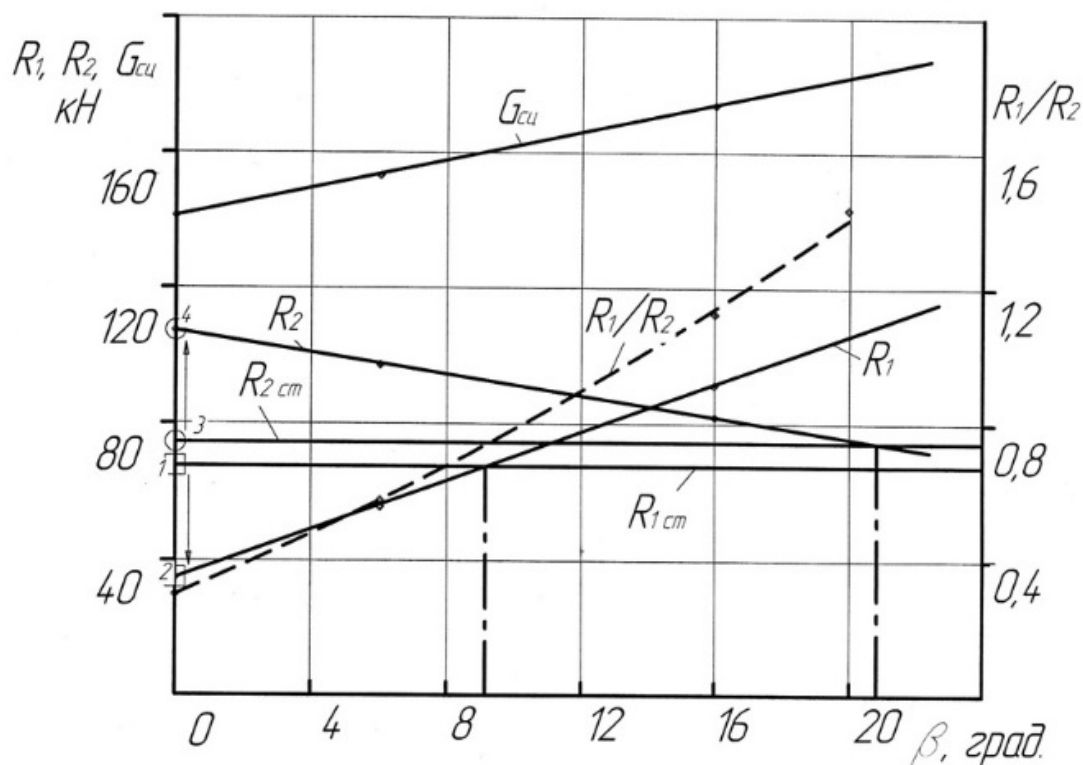


Рис. 5. Влияние угла наклона толкающей плиты на опорные реакции толкача

Рекомендуемая наклонная установка толкающей плиты позволяет выровнять опорные реакции грунта на ходовую часть толкача. При этом следует иметь в виду, что угол наклона β толкающей плиты должен быть меньше угла трения стали о сталь, который составляет (при коэффициенте трения $f = 0,15 \dots 0,2$) величину $\varphi = 8,5 \dots 11,5^\circ$. Такой наклон толкающей плиты обеспечивает коэффициент неравномерности опорных реакций R_1/R_2 в пределах $0,7 \dots 0,8$, что существенно лучше минимального приведенного выше значения 0,328. Немаловажно отметить, что при этом увеличивается и сцепной вес толкача (он увеличивается в среднем на 8...9%).

Выполненные исследования показывают целесообразность не только установки амортизаторов толкающей плиты, но необходимость монтажа самой толкающей плиты с фиксированным предварительным наклоном (с учетом деформации амортизаторов под нагрузкой и полужесткой подвески рамы самого трактора). Такая конструкция рабочего оборудования толкача будет полнее соответствовать условиям его работы и способствовать повышению производительности обслуживаемых им скреперов.

Выводы

1. Выполненные исследования показывают целесообразность не только установки амортизаторов толкающей плиты, но необходимость монтажа самой толкающей плиты с фиксированным предварительным наклоном (с учетом деформации амортизаторов под нагрузкой и полужесткой подвески рамы самого трактора).

2. На критические скорости вращения, представленные в таблице, можно смотреть лишь в первом приближении по отношению к общей задаче. Но уже и сейчас можно утверждать, что в зоне рабочих оборотов (200 - 500 об/мин) двигателя находится, по крайней мере, одна из критических скоростей вращения. Это значит, что всякий раз, когда скорость вращения ротора будет близка к критической, будут возникать усиленные поперечные вибрации двигателя, что будет приводить к поломкам и повышенному износу деталей двигателя.

Библиографический список

1. Костельов М. П., к.т.н., главный технолог ЗАО «ВАД» (Санкт-Петербург) Каталог-справочник «Дорожная Техника – 2004».
2. http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/50/50847/.
3. http://snipov.net/c_4834_snip_113050.html.
4. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для ВТУЗов. Том 2. М., «Наука», 1978, 575 с.

References

1. Mikhail P. Kostelov, Ph.D., Chief Technologist of CJSC WAD (St. Petersburg) Directory-reference "Road Engineering - 2004".
2. http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/50/50847/.
3. http://snipov.net/c_4834_snip_113050.html.
4. https://tech4stroy.ru/articles/tehnika/Asfaltovye_katki_trambovki/9.

*Воронежский государственный
технический университет д-р.техн. наук,
проф. кафедры строительной техники и
инженерной механики В.А. Нилов, магист-
рант Д.А. Степанченко
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State Technical University
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and
engineering mechanics
Dept V.A. Nilov,
Magistracy Chair D.A. Stepanchenko
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Д.А. Степанченко

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ ТЯГОВОЙ РАМЫ СКРЕПЕРА С ШАРОВЫМ СЕДЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ

В работе рассматривается напряжённо-деформированное состояние тяговой рамы полуприцепного скрепера, оборудованного устройством для передачи тягового усилия с трактора не посредственно на ковш. Выполнено сравнение напряжённо-деформированного состояния тяговой рамы для серийной и новой конструкции.

Ключевые слова: тяговая рама, напряжённо-деформированное состояние, ковш скрепера.

V.A. Nilov, D.A. Stepanchenko

INVESTIGATION OF THE DRAGNETIC STRUCTURE SCRAPER WITH BALL SEDEL DEVICE

The paper deals with the stress-strain state of the traction frame of a semi-trailer scraper equipped with a device for transferring traction from the tractor directly to the ladle. The stress-strain state of the traction frame is compared for the serial and new design.

Key words: traction frame, stress-strain state, scrap bucket.

Скреперы выполняют значительный объем земляных работ при строительстве автомобильных дорог, обеспечивая разработку грунта его перевозку, укладку слоем заданной толщины и предварительное уплотнение. При разработке грунта для увеличения производительности зачатую применяют тракторы-толкачи. Тяговая рама скрепера соединяет ковш с грунтом с тягачом и испытывает значительные нагрузки как на тяговом, так и на транспортном режимах. Поэтому она является одной из наиболее нагруженных и материалоёмких частей скреперного агрегата (СА).

Одним из составных элементов тяговой рамы скрепера является седельно-сцепное устройство (ССУ), соединяющее тяговую раму и тягач СА. К сожалению, седельно-сцепные устройства, применяемые для одноосных тягачей (например, гребневое седельно-сцепное устройство, рис. 1), нельзя рекомендовать для сочленения скрепера с двухосным колесным тягачом из-за жесткого соединения тягача и скрепера в горизонтальной плоскости. Такое соединение не позволяет СА передвигаться по неровностям забоя и землевозных дорог и требует введения в конструкцию дополнительного поперечного шарнира, обеспечивающего перемещение скреперного оборудования в продольной плоскости. Кроме того, оно имеет зна-

чительную массу и высоко расположено над грунтом, что на тяговом режиме приводит к существенному перераспределению вертикальных нагрузок на мосты двухосного тягача и возможной перегрузке его заднего моста.

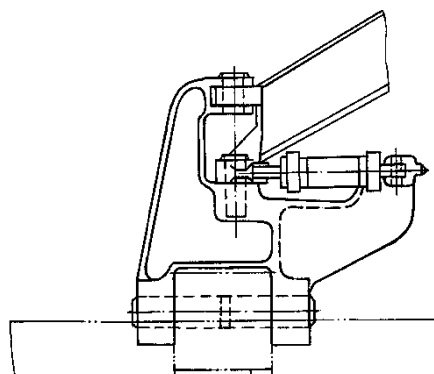


Рис. 1. Гребневое седельно-сцепное устройство

Рычажное ССУ фирмы Caterpillar (рис. 2) обладает всеми недостатками, характерными для гребневых ССУ и дополнительно имеет повышенную трудоемкость изготовления, которая, однако, компенсируется наличием гидравлического амортизатора, обеспечивающего повышенные транспортные скорости скрепера.

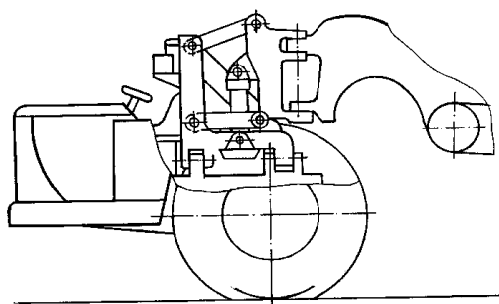


Рис. 2. Седельно-сцепное устройство фирмы Caterpillar

Из практики эксплуатации прицепных скреперов известно шаровое опорное устройство (рис. 3), которое отличается высокой технологичностью изготовления, простотой конструкции и надежностью при эксплуатации.

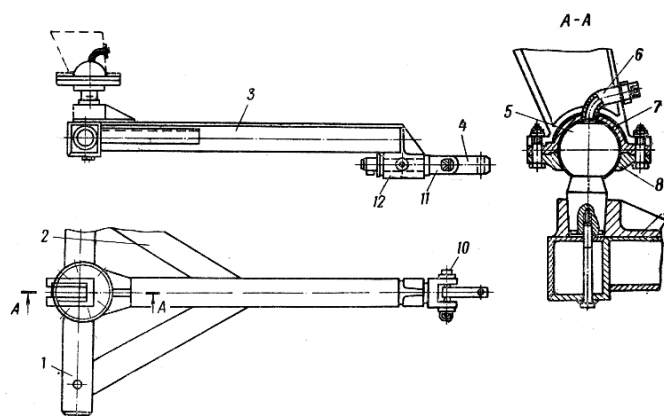


Рис. 3. Шаровое опорное устройство прицепного скрепера

На его основе разработано новое ССУ с амортизатором [1, 2], рис. 4.

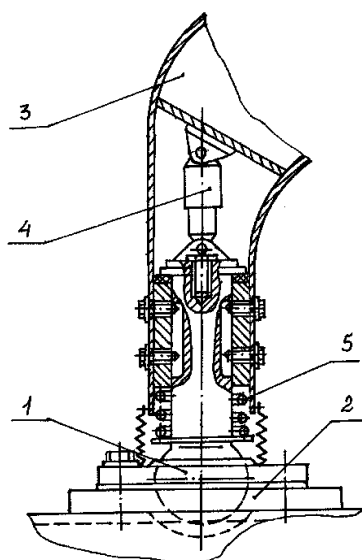


Рис. 4. Шаровое седельно-сцепное устройство

Такое шаровое ССУ существенно повышает надежность сочленения полуприцепного тягача со скрепером, однако не решает вопрос о снижении высоты приложения тяговой нагрузки на тягач. Для решения этой задачи разработано устройство [3], которое предусматривает передачу значительной технологической нагрузки (силы тяги трактора) с тягача на скрепер не через арку-хобот скрепера, а через другие устройства: раму тягача, буксирный крюк, буксирную петлю на ковш скрепера, рис. 5, 6. Эти детали расположены в непосредственной близости от грунта и существенно уменьшают перераспределение вертикальных нагрузок на мосты тягача при копании.

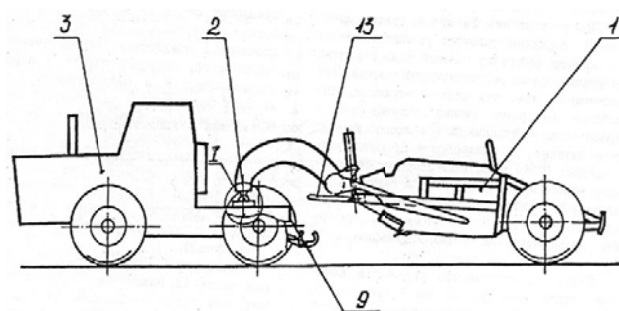


Рис. 5. Транспортировка грунта

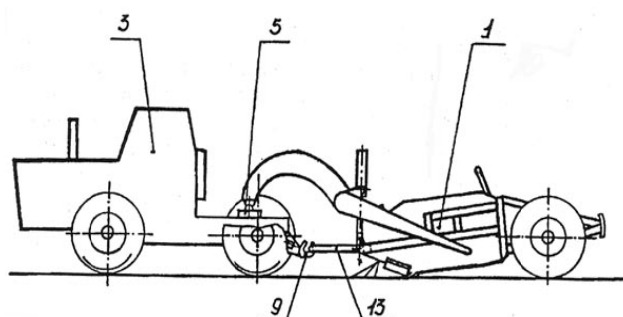


Рис. 6. Копание грунта

Разгрузка тяговой рамы скрепера от значительных растягивающих усилий должна способствовать повышению её долговечности, а при новом проектировании полуприцепных скреперов с ШССУ возможно уменьшение веса металлоконструкций самой тяговой рамы. Исследованию вопроса нагруженности тяговой рамы при отсутствии тяговой нагрузки со стороны тягача при копании грунта посвящена настоящая работа.

Для исследования нагрузок, действующих на тяговую раму создана её трёхмерная модель, рис. 7. Исследование выполнено в графическом редакторе «Компас» версия 16, материал сталь 10 с пределом текучести 320 МПа.

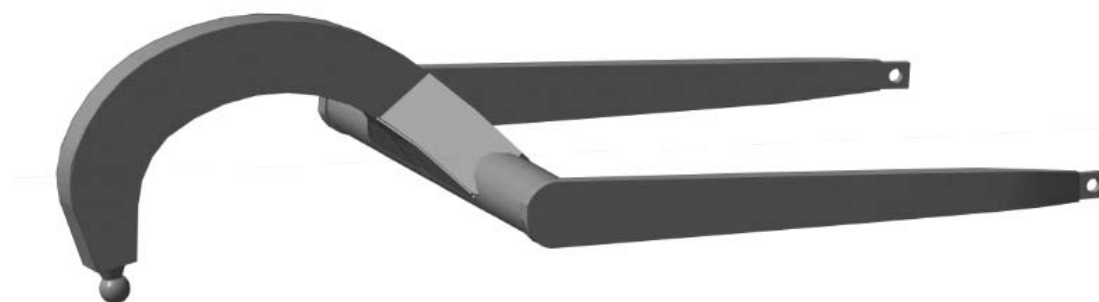


Рис. 7. 3D модель тяговой рамы с шаровой опорой

Выводы

1. Разгрузка тяговой рамы от усилия тягача существенно уменьшает её напряженно-деформированное состояние. Суммарные напряжения уменьшаются на 70...90%, перемещения на 50...75%, а коэффициент усталостной прочности по пределу текучести увеличивается на 60...90%.

2. Приведенные результаты свидетельствуют о благоприятном влиянии на напряженно-деформированное состояние тяговой рамы её разгрузки от силы тяги трактора при копании грунта и подтверждают целесообразность передачи тягового усилия трактора непосредственно на ковш, минуя тяговую раму.

Библиографический список

1. А.с. 1661042, МКИ⁵ B62D 53/06. Сцепное устройство полуприцепных машин / В.А. Борисенков, В.А. Нилов (СССР). Б.и. - № 25. - 1991.
2. Борисенков В.А., Нилов В.А., Гаврилова А.В. Испытания полуприцепного скрепера с шаровым седельно-сцепным устройством // Механизация строительства.- 2003. № 2.
3. Патент 2209887, МКИ E02F 3/64. Скрепер / В.А. Нилов, А.В. Великанов, А.А. Косенко, А.В. Гаврилов (РФ). Б.и. - № 22. - 2003.

References

1. Ac. 1661042, MKI⁵ B62D 53/06. Coupling device for semi-trailers / V.A. Borisenkov, V.A. Nilov (USSR). B.I. - No. 25. 1991.
2. Borisenkov VA, Nilov VA, Gavrilova A.V. Tests of a semi-trailer scraper with a spherical fifth-link device // Mechanization of construction .- 2003. No. 2.
3. Patent 2209887, MKI E02F 3/64. Scraper / V.A. Nilov, A.V. Velikanov, A.A. Kosenko, A.V. Gavrilov (RF). B.I. - No. 22. - 2003.

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

В.Л. Тюнин;

Магистрант группы М1952

А.Г. Галстян;

Студент группы 551 А.Э. Климентов;

Студент группы 3921 И.Н. Волков;

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29

Voronezh State

Technical University

Cand. of Tech. Science, Associate prof.

V.L. Tyunin;

The undergraduate of group M1952

A.G. Galstyan;

The student of group 551 A.E. Klimentov;

The student of group 3921 I.N. Volkov;

Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29

В.Л. Тюнин, А.Г. Галстян, А.Э. Климентов, И.Н. Волков

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЯМАЯ ЛОПАТА ЭКСКАВАТОРА МАССОЙ 40 ТОНН

В статье представлен вариант рабочего оборудования прямая лопата, которое позволяет экскаватору работать в режиме погрузчика. Предлагается конструкция раскрывающегося ковша. Данное оборудование является более производительным, менее энергоёмким и легко управляемым.

Ключевые слова: экскаватор, погрузчик, ковш.

V.L. Tyunin, A.G. Galstyan, A.E. Klimentov, I.N. Volkov

MODERNIZATION OF WORKING EQUIPMENT SHOVEL EXCAVATOR WEIGHING 40 TONS

In article the variant of the working equipment of a direct shovel which allows the excavator to work in the loader mode is presented. The design of the drop-down bucket is proposed. This equipment is more efficient, less energy-intensive and easily controlled.

Key words: excavator, loader, bucket.

Одноковшовые экскаваторы предназначены для выемки связных, сыпучих и скальных разборных грунтов из массива, а также разрыхлённых взрывом пород из забоя, с погрузкой их в транспортные средства или выгрузкой в отвал. Одноковшовые экскаваторы могут разрабатывать без предварительного рыхления грунта до VI категории включительно, а также малопрочные сезонномёрзлые грунты, что делает их пригодными для ведения широкого спектра земляных работ в разных климатических и сезонных условиях. Использование различных видов сменного рабочего оборудования ещё более расширяет область применения одноковшовых экскаваторов и делает их универсальными машинами, способными выполнять самые разнообразные виды земляных, погрузочных и других работ [1, 2].

Оборудование прямая лопата предназначена для копания грунта выше уровня опорной поверхности машины.

На основании проведенного анализа технической литературы и патентных источников можно сформулировать следующие основные направления совершенствования существующих конструкций рабочего оборудования гидравлических экскаваторов:

- совершенствование кинематики рабочего оборудования, путем повышения его рабочих параметров;
- улучшение силовой нагруженности рабочего оборудования и его элементов;
- совершенствование конструкций отдельных элементов рабочего оборудования;
- повышение универсальности рабочего оборудования.

Целью модернизации является расширение технологических возможностей рабочего оборудования при выполнении комплекса различных операций.

На рис. 1 представлен общий вид экскаватора массой 40 тонн с рабочим оборудованием прямая лопата. Экскаватор состоит из базовой машины 1 и рабочего оборудования 2.

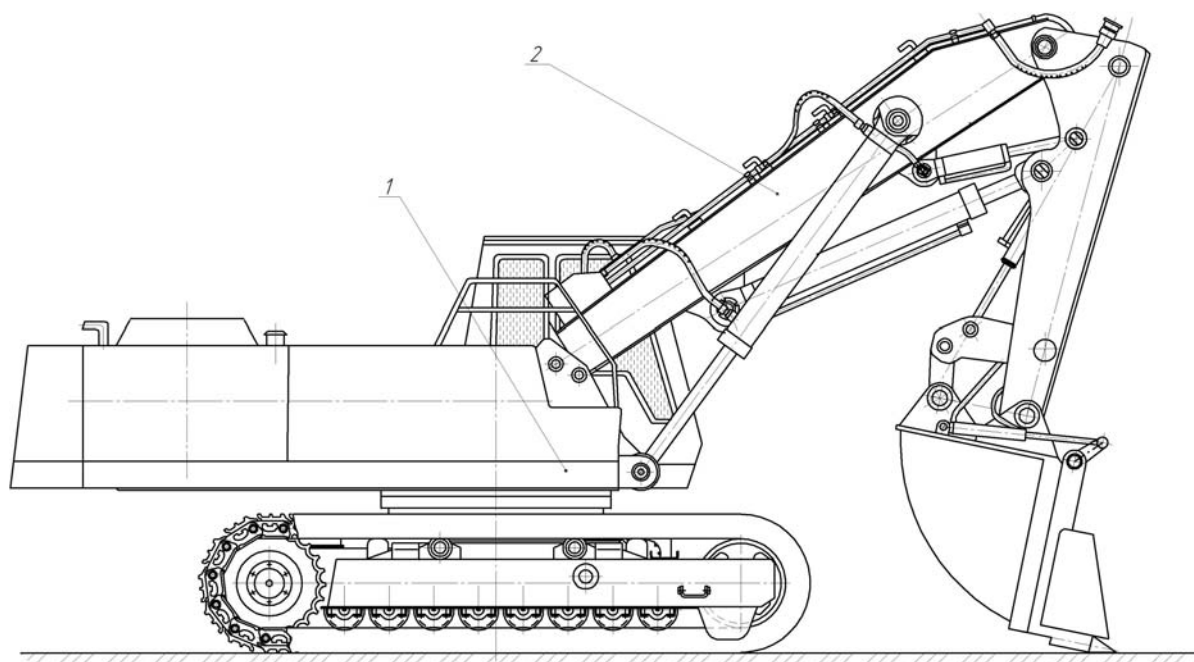


Рис. 1. Общий вид экскаватора массой 40 тонн с рабочим оборудованием прямая лопата:

1 – базовая машина, 2 – рабочее оборудование

Суть разработки заключается в установке дополнительного гидроцилиндра между стрелой и рукоятью с целью движение ковша с постоянным углом резания по наклонным траекториям, близким к прямолинейным, что создаст благоприятные условия заполнения ковша, движущегося вдоль откоса штабеля. При повороте рукояти дополнительный гидроцилиндр управляет гидроцилиндрами стрелы, опуская её и обеспечивает прямолинейную горизонтальную траекторию ковша.

С внедрением данной системы на экскаваторе массой 40 тонн длина прямолинейного участка равняется 3 м (рис. 3).

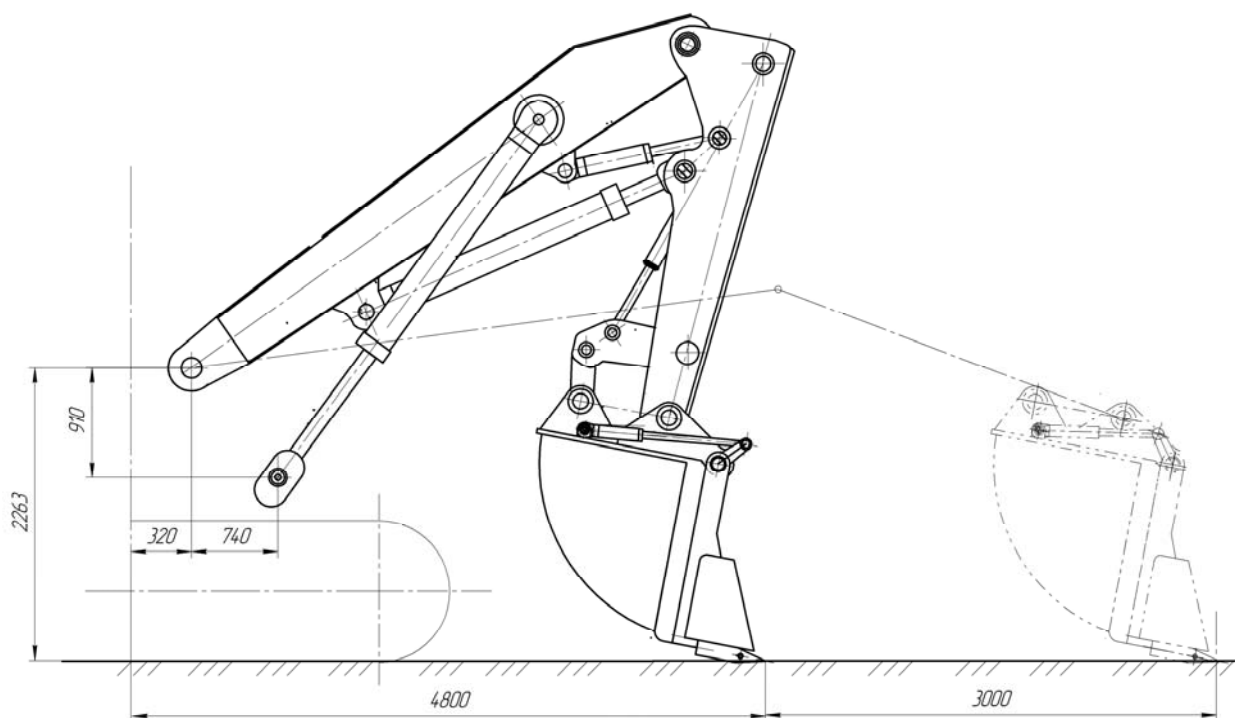


Рис. 2. Схема положения рабочего оборудования

На экскаватор установлен раскрывающийся ковш (рис. 3), который позволит уменьшить время цикла за счёт поворота ковша на разгрузку.

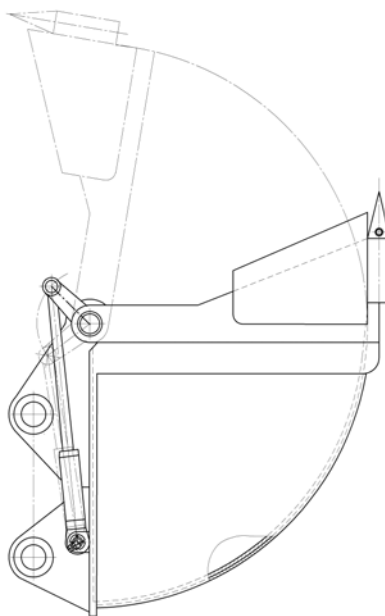


Рис. 3. Раскрывающийся ковш

Заключение. Внедрение данного рабочего оборудования на отечественный экскаватор позволит повысить унификацию и производительность, связанные с дальнейшей эксплуатацией техники.

Библиографический список

1. Доценко А.И. Машины для земляных работ: учебник для студентов вузов / А.И. Доценко, Г.Н. Карасёв, Г.В. Кустарёв, К.К. Шестопалов. – М.: «Издательский Дом «БАСТЕТ», 2012. – 688 с.

2. Машины для земляных работ. Под общ. ред. Д.П. Волкова / Д.П. Волков, В.Я. Крикун, П.Е. Тоголин и др. – М: Машиностроение, 1992 – 448 с.

References

1. Dotsenko A. I. The earth-moving machines: textbook for students / A. I. Dotsenko, G. N. Karasev, V. G. Kustarev, K. K. Shestopalov. – Moscow: "Publishing house "BASTET", 2012. – 688 S.

2. Digging machines. Under the General Ed. D.P. Volkova / D.P. Volkov, WE Krikun, P.E. Totalin and others – Moscow: Mashinostroenie, 1992 – 448 S.

Воронежский государственный технический университет

Канд. техн. наук, доцент В.Л. Тюнин;

Канд. техн. наук, доцент Ю.Н. Спасибухов;

Студент 541 группы Н.С. Удалых;

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29

e-mail: tuninvl@yandex.ru

Voronezh State Technical University

Cand. of Tech. Science, Associate prof.

V.L. Tyunin;

Cand. of Tech. Science, Associate prof.

U.N. Spasibuhov;

The student of group 541 N.S. Udalykh;

Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29

e-mail: tuninvl@yandex.ru

В.Л. Тюнин, Ю.Н. Спасибухов, Н.С. Удалых

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АРМФЕМ НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ЗАСЛОНКИ СКРЕПЕРА

Продемонстрирован расчет передней заслонки скрепера при помощи программного обеспечения АРМФЕМ. Произведен анализ возможного усиления металлоконструкции. Выполнено сравнение стандартной и модернизированной заслонки.

Ключевые слова: АРМФЕМ, расчёт металлоконструкции, скрепер, заслонка

V.L. Tyunin, U. N. Spasibuhov, N.S. Udalykh

STUDY OF SOFTWARE FUNCTIONALITY APM FEM ON THE EXAMPLE OF CALCULATING THE METAL STRUCTURE OF THE SCRAPER FLAPPER

Calculation of the front flap with software APM FEM. The analysis of possible strengthening of metal structures is made. Made the comparison standard and modernized damper.

Key words: APM FEM, calculation of metal structures, scraper, flapper

Система АРМФЕМ представляет собой интегрированный в КОМПАС-3D инструмент для подготовки и последующего конечно-элементного анализа трехмерной твердотельной модели.

Подготовка геометрической 3D-модели и задание материала осуществляется средствами системы КОМПАС-3D. С помощью АРМФЕМ можно приложить нагрузки различных типов, указать граничные условия, создать конечно-элементную сетку и выполнить расчет. При этом процедура генерализации конечных элементов проводится автоматически.

АРМФЕМ позволяет провести следующие виды расчетов:

- 1) Статический расчет
- 2) Расчет на устойчивость
- 3) Расчет собственных частот и форм колебаний
- 4) Тепловой расчет

В результате выполненных системой АРМФЕМ расчетов можно получить следующую информацию:

- 1) Карту распределения нагрузок, напряжений, деформаций в конструкции

- 2) Коэффициент запаса устойчивости конструкции
- 3) Частоты и формы собственных колебаний конструкции
- 4) Карту распределения температур в конструкции
- 5) Массу и момент инерции модели, координаты центра тяжести.

В данной работе с помощью системы ARMFEM был произведен анализ конструкции передней заслонки скрепера. Статический расчет показал необходимость внесения изменений в конструкцию с целью модернизации и увеличения прочностных характеристик данной конструкции.

При выполнении расчетов были предусмотрены расчетные положения в соответствии с теорией расчета скреперов, а именно:

1. Первое расчетное положение. Происходит рассмотрение сил, действующих во время опускания передней заслонки при попадании твердого недробимого материала между подножевой плитой и нижней кромкой заслонки, препятствующего ее полному закрыванию.

2. Второе расчетное положение. Происходит рассмотрение сил, действующих на прицепной скрепер при наборе грунта под уклон и без толкача.

3. Третье расчетное положение. Происходит рассмотрение сил при заполнении ковша при предельном возрастании интенсивности сопротивления на рабочем органе, когда ковш полностью заполнен грунтом и тягач реализует максимальное тяговое усилие по сцеплению, ковш заглубляют в грунт на горизонтальной поверхности с максимальной скоростью.

Исходные данные для расчета

Угол резания: 32°

Максимальное усилие одного гидроцилиндра: 94,2 кН (1-ое расчетное положение)

Усилие копания: 74,4 кН (2-ое расчетное положение)

Вертикальное усилие на ноже: 37,2 кН (2-ое расчетное положение, выглубление)

Усилие копания: 83,5 кН (3-е расчетное положение, выглубление)

Вертикальное усилие на ноже: 10,9 кН (3-е расчетное положение, заглубление)

Закрепление происходит в шарнирах крепления заслонки к тяговой раме скрепера

Материал конструкции, используемый при расчете: сталь 20 ГОСТ 1050-88 $\sigma_T = 232$ МПа.

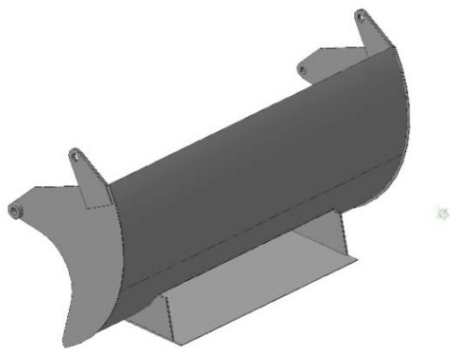


Рис. 1. 3D-модель стандартной заслонки

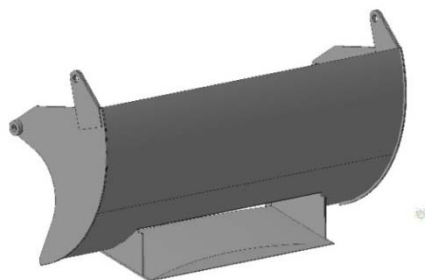


Рис. 2. 3D-модель модернизированной заслонки

При расчете твердотельной модели в системе APMFEM необходимо воспользоваться определенным порядком действий:

- 1) Подключить библиотеку APMFEM: Прочностной анализ
- 2) Подготовить модель к расчету – задать закрепления и приложить нагрузки
- 3) Задать совпадающие грани (для КЭ - анализа сборки)
- 4) Сгенерировать КЭ – сетку
- 5) Выполнить расчет
- 6) Осуществить вывод результатов в виде карт напряжений, перемещений

На рисунке 1 и 2 показаны виды 3D модели серийной и модернизированной конструкции заслонки.

Произведя расчет серийной заслонки скрепера, был сделан вывод, заключающийся в том, что для полноценной работы данной конструкции необходимо выполнить усиление режущего органа, так как под воздействием нагрузок, деформации совкового режущего органа превышают предельные значения для материала, из которого выполнена заслонка.

На рис 3 и 4 показаны суммарные линейные перемещения стандартной и модернизированной заслонки.

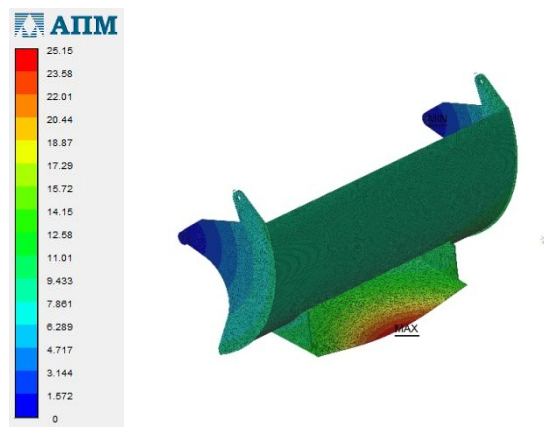


Рис. 3. Суммарное линейное перемещение. Стандартная заслонка скрепера. Второе расчетное положение

При проведении расчета получено значение линейного перемещения в области режущей кромки 25.15 мм, что свидетельствует о том, что при таких перемещениях в материале будет происходить неупругая деформация, которая крайне неблагоприятна для данного элемента конструкции заслонки скрепера. И соответственно, возникает необходимость в усилении определенных областей воздействия сил.

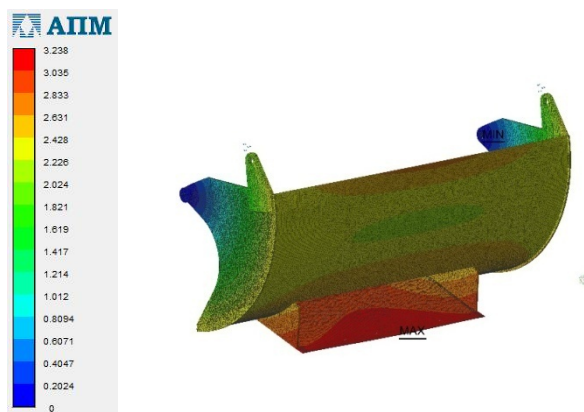


Рис. 4. Суммарное линейное перемещение. Модернизированная передняя заслонка скрепера. Второе расчетное положение

Усиление заслонки было произведено путем увеличения толщины совкового органа в наиболее нагруженном месте на 20 мм в форме дуги и дополнительного продления ребер жесткости в нижней части совка на 160 мм (на ребрах был сделан скос граней 70° для уменьшения возможного сопротивления при разработке грунта). Помимо этого, при первоначальном расчете было замечено то, что в данной заслонке есть и другие зоны, в которых деформации весьма значительны и поэтому было произведено увеличение толщины боковых стенок на 5 мм (первоначальная толщина боковых стенок составляла 6 мм). Суммарная толщина стенок 11 мм.

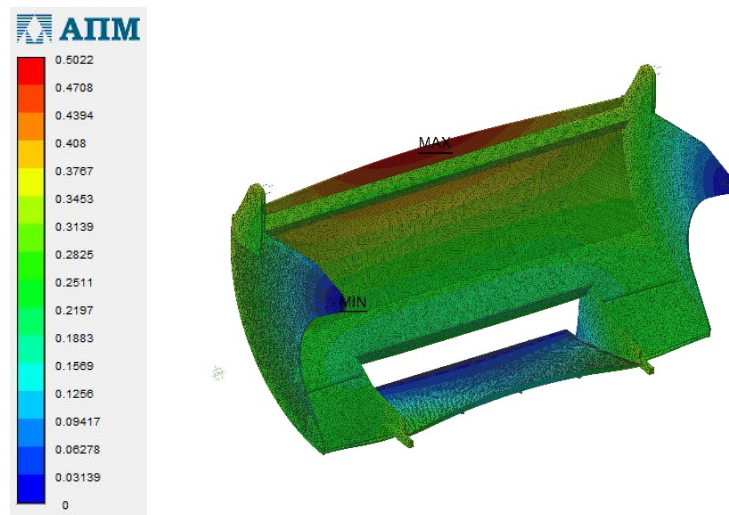


Рис. 5. Суммарные линейные перемещения. Модернизированная заслонка. Первое расчетное положение

Как мы видим, результатом модернизации стало то, что перемещения уменьшились с 25.15 мм до 3.24 мм, что является значительным показателем увеличения долговечности конструкции. Но отрицательным последствием вышеназванных улучшений стала возросшая масса конструкции с 390 кг до 560 кг, что, несомненно, повлечет увеличение экономических затрат. Для уменьшения массы модернизированной заслонки в дальнейшем следует повторить расчеты для низколегированной стали, например 10ХСНД ГОСТ 19281-2014.

В первом расчетном положении значения линейных перемещений и эквивалентных напряжений составляли для модернизированной заслонки допустимые значения.

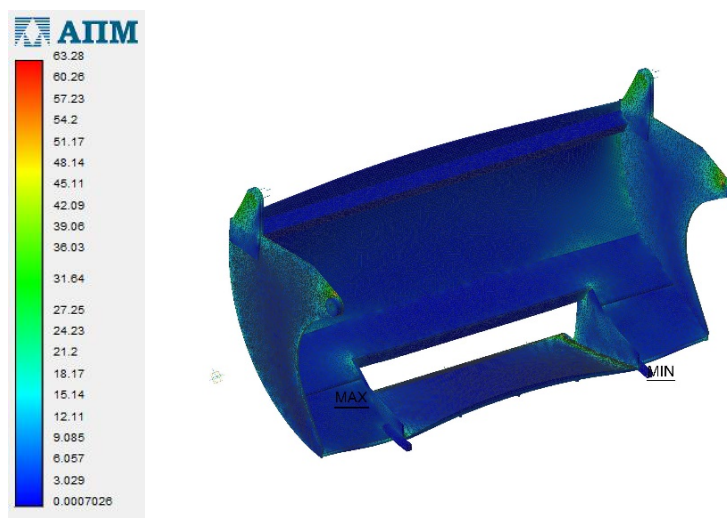


Рис. 6. Эквивалентные напряжения. Модернизированная заслонка. Первое расчетное положение

Третье расчетное положение демонстрирует процесс заглубления ковша с максимальной производительностью и учитывает динамические усилия, возникающие при этом. Вертикальное усилие в данном случае направлено вверх, что позволяет уменьшить нагрузку на режущую кромку и получить меньшие значения деформаций и напряжений в сравнении со вторым расчетным положением.

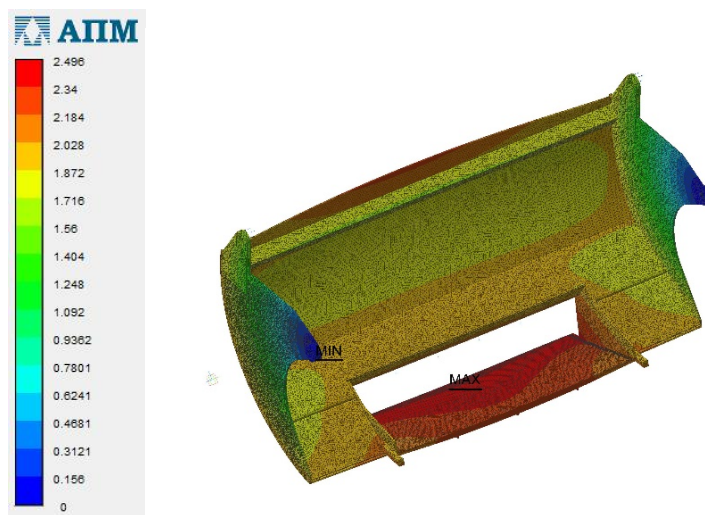


Рис. 7. Суммарные линейные перемещения. Третье расчетное положение. Модернизированная заслонка

Данные исследования наглядно демонстрируют возможности программного обеспечения ARMFEM и позволяют производить широкий спектр исследований тех или иных конструкций.

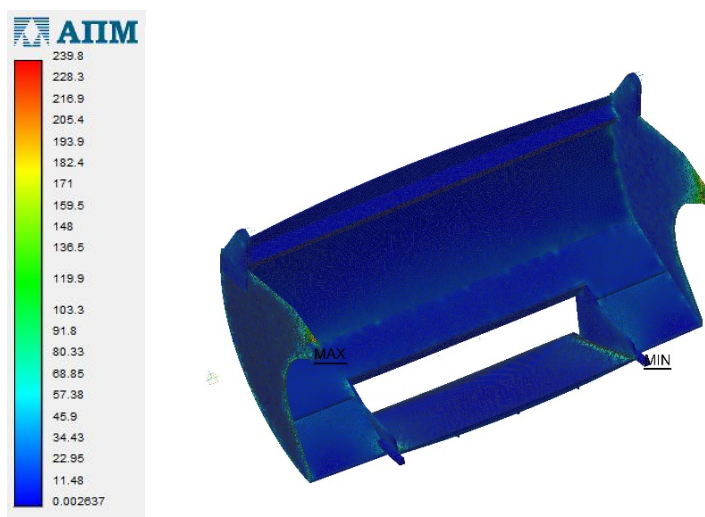


Рис. 8. Эквивалентные напряжения. Третье расчетное положение. Модернизированная заслонка

Выводы

1. Данные исследования показали необходимость внесения изменений в стандартную переднюю заслонку комбинированной ножевой системы
2. Для того, чтобы снизить воздействие нагрузок на конструкцию можно увеличить толщину боковых стенок и модифицировать форму режущего совкового органа. Это позволит получить выигрыш в прочности при незначительном увеличении массы.

3. Для внедрения в производство модифицированной заслонки необходимо подобрать иной материал, либо добавочно усилить области шарниров крепления к раме скрепера, так как при теоретически максимальных нагрузках даже модернизированной заслонки появляются зоны «течения» материала. Но так как расчет сделан при угле резания 32° , а настоящая комбинированная система в реальных условиях работает при несколько меньших углах заглубления, то можно допустить то, что внесение дополнительных изменений не будет играть важной роли, так как при меньших углах резания нагруженность конструкции будет меньше.

Библиографический список

1. Нилов В.А., Федоров Е.В. Испытания скрепера с комбинированной ножевой системой // Механизация строительства. – 2015. - №3 – с.26-29.
2. Артемьев К.А., Борисенков В.А. Теория и расчет скреперов и скреперных агрегатов: учебн. пособие. – Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1996. – 344 с.
3. Нилов В.А., Федоров Е.В. Комбинированная ножевая система скрепера // Строительные и дорожные машины. – 2015. - №4 – с. 13-15.
4. APMFEM Руководство пользователя: [Электронный ресурс]. URL: <http://apm.ru/downloads/documents/APM%20FEM.pdf>.
5. Жулай В.А. Применение APMBEAM для расчёта и проектирования балочных конструкций / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, А.В. Митяев, Н.В. Шевченко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2016. – С. 243-247.

References

- 1.V.A. Nilov, E.V. FedorovTests of a scraper with a combined knife system // Mechanization of construction. – 2015. - №3 – 26-29 sec.
- 2.K.A. Artemyev, V.A. BorisenkovTheory and calculation of scrapers and scraper assemblies –Voronezh: Publishing house of the Voronezh University, 1996. – 344 sec.
- 3.V.A. Nilov, E.V. FedorovCombined scraper knife system //Construction machines. 2015. - №4 – 13-15 sec.
- 4.APM FEM User manual: [Electronic resource]. URL: <http://apm.ru/downloads/documents/APM%20FEM.pdf>.
- 5.V.A. ZhulaiThe use of APM BEAM for the calculation and design of beam structures / V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, A.V. Mityaev, N.V. Shevchenko // Scientific herald of VSUACESeries «High technology. Ecology». 2016. – 243-247 sec.

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р техн. наук, проф., Ю.Ф. Устинов;
Канд. техн. наук, доц., В.А. Муравьев;
Канд. техн. наук, проф., Ю.И. Калинин;
Старший преподаватель А.В. Ульянов;
Магистрант Н.О. Маслов;
Магистрант К.В. Пожидаев;
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18
E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State
Technical University
Dr. Sci. Tech., Prof. Yu.F. Ustinov;
Cand. of Tech. Science, V.A. Muravyov;
Cand. of Tech. Science, Prof. Yu.I. Kalinin;
Senior Lecturer A.V. Ulyanov;
Graduate student N.O. Maslov;
Graduate student K.V. Pozhidaev;
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-18
E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Ю.И. Калинин,
А.В. Ульянов, Н.О. Маслов, К.В. Пожидаев

СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ОПЕРАТОРОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Представлены конструкторские разработки виброизоляторов для снижения вибрации транспортно-технологических машин.

Ключевые слова: виброзащита, виброизоляторы, изменяемая жесткость.

Yu.F. Ustinov, V.A. Muravyov, Yu.I. Kalinin,
A.V. Ulyanov, N.O. Maslov, K.V. Pozhidaev

REDUCED VIBRATION LOADS FOR OPERATORS TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES

The design of vibration isolators for reducing the vibration of transport-technological machines is presented.

Key words: vibration protection, vibration isolators, variable stiffness.

Недостатком известных способов виброзащиты является то, что при изменении режима работы машины, состоящего в изменении линейных или угловых скоростей ее подвижных звеньев, изменении действующих сил и моментов сил, изменении мощностей силовых установок или рабочих органов, изменяются вибрационные характеристики в опорных связях защищаемого объекта, однако жесткость упругих элементов виброизоляторов остается неизменной.

Для машин и механизмов, работающих на различных режимах, разработаны следующие типы виброизоляторов с принудительно изменяемой жесткостью: с дискретно изменяемой жесткостью; с плавно изменяемой жесткостью и косо поставленными эластомерами; с плавно изменяемой жесткостью с эластомерами, работающими на сжатие-коаксиальное кручение [1-6].

Например, у виброизолятора с дискретно изменяемой жесткостью для работы машины на рабочем или транспортном режиме схему соединения упругих элементов и общую приведенную жесткость виброизоляторов изменяют путем устранения или восстановления жестких связей между упругими элементами.

Защищаемый от вибрации объект 1 машины (рис. 1) соединен с источником возбуждения вибрации 2 (рамой машины) посредством различных по жесткости упругих элементов 3-6. Упругие элементы 3 и 4 имеют жесткость C_1 , а упругие элементы 5 и 6 имеют жесткость C_2 .

Между упругими элементами 3-6 установлена жесткая связь, состоящая из болтов 7-12, гаек 13-15, шайб 16-18, оси 19, перемычек 20-22 и пластин 23 и 24.

На рис.1 представлен виброизолятор, а на рис.2 – схема соединения его упругих элементов при рабочем режиме транспортно-технологической машины.

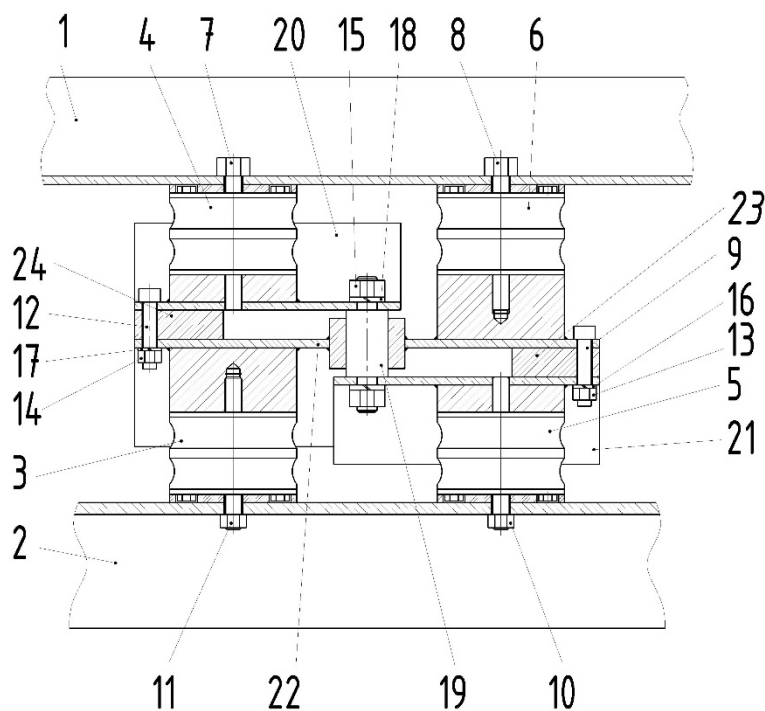


Рис. 1. Виброизолятор с дискретно изменяемой жесткостью при рабочем режиме транспортно-технологической машины

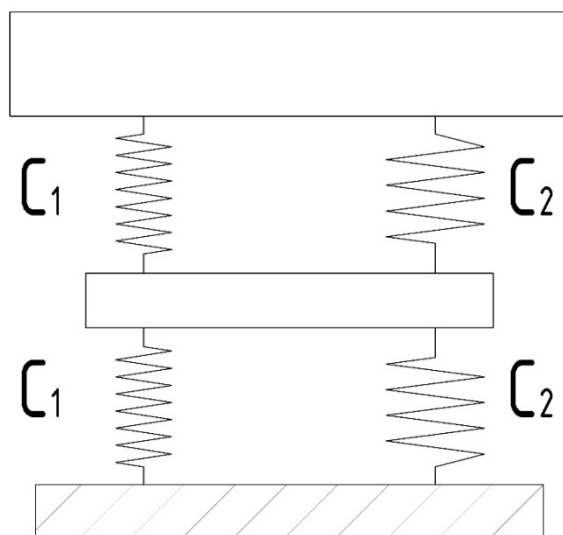


Рис. 2. Схема соединения упругих элементов виброизолятора при рабочем режиме транспортно-технологической машины

При переходе к транспортному режиму работы устраняется жесткая связь между парой упругих элементов 3-4 и парой упругих элементов 5-6, путем удаления гаек 13 и 14, шайб 16 и 17, болтов 9 и 12 и пластин 23 и 24 (рис.3). Схема соединения упругих элементов (рис.4) и общая приведенная жесткость виброизолятора изменяется.

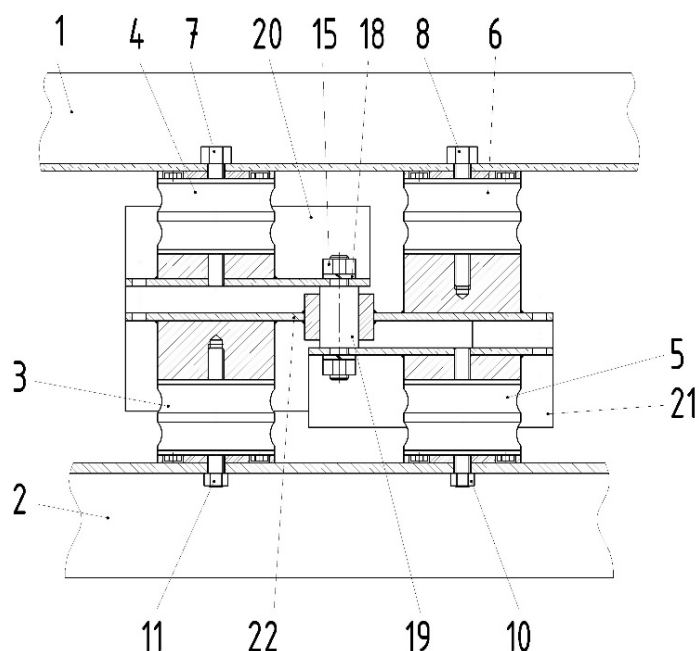


Рис. 3. Виброизолятор с дискретно изменяемой жесткостью при транспортном режиме транспортно-технологической машины

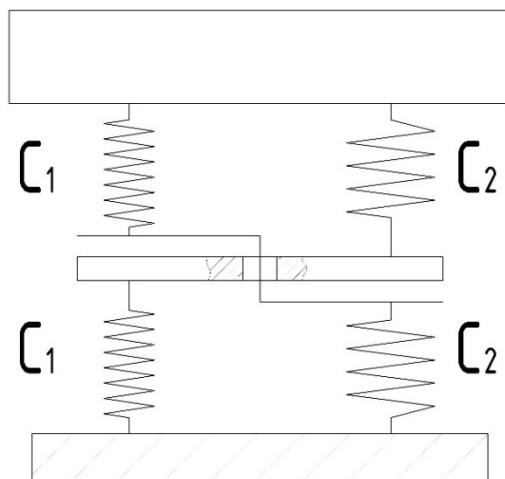


Рис. 4. Схема соединений упругих элементов виброизолятора при транспортном режиме транспортно-технологической машины

Виброизолятор (рис.5) с принудительно плавно изменяемой жесткостью состоит из двух косо размещённых призматических упругих элементов 4 и 5, привулканизированных к верхним 2 и 3 и нижним 6 и 7 металлическим пластинам и наклоненных под углами φ к раме 8 машины. Защищаемый объект 1, являющийся вибрирующим агрегатом при силовом возбуждении или кабиной машины при кинематическом возбуждении, соединен шарнирами В и С с верхними металлическими пластинами 2 и 3 виброизолятора.

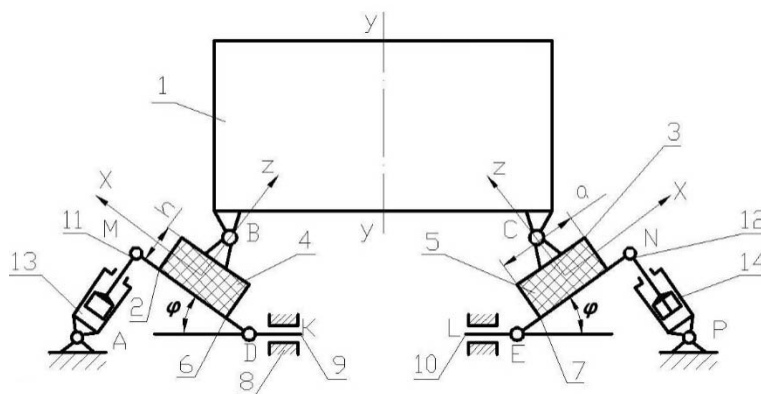


Рис. 5. Виброизолятор с косо поставленными эластомерами

Нижние металлические пластины 6 и 7 с одной стороны в шарнирах D и E соединены с ползунами 9 и 10, входящими в поступательные пары K и L с рамой 8 и в поступательную пару 0 между собой. С другой стороны, нижние металлические пластины 6 и 7 в шарнирах M и N соединены со штоками 11 и 12 гидроцилиндров 13 и 14, соединенных в шарнирах A и P с рамой машины.

Описанные элементы крепления защищаемого объекта 1 на раме 8 машины расположены по разные стороны от оси Y – Y защищаемого объекта 1 симметрично.

В соответствии с изменением режима работы машины принудительно плавно изменяют жесткость виброизолятора путем изменения углов φ наклона косо размещенных упругих элементов 4 и 5 в интервале значений от 0^0 до 90^0 путем одновременного согласованного перемещения штоков 11 и 12 гидроцилиндров 13 и 14.

При этом поворачиваются по отношению к защищаемому объекту 1 верхние 2 и 3 и нижние 6 и 7 металлические пластины и привулканизированные к ним упругие призматические элементы 4 и 5, ползуны 9 и 10 поступательно движутся относительно рамы машины 8, а ось симметрии Y – Y защищаемого объекта 1 по отношению к раме 8 машины своего положения не меняет.

Жесткость принятого виброизолятора определяется выражением [1,3,9,10]

$$C = 10^3 \cdot \mathcal{K} \cdot G \cdot S / h, \quad (1)$$

где $\mathcal{K}$ – безразмерная жесткость упругого элемента (резины), зависящая от его формы;

G – модуль сдвига резины, МПа;

S – площадь поперечного сечения упругого элемента, м^2 ;

h – высота упругого элемента, м (рис. 5).

Для наклонного упругого элемента при сжимающей нагрузке со стороны колеблющегося защищаемого объекта 1 безразмерная жесткость определяется формулой

$$2 / \mathcal{K} = \sin^2 \varphi / \mathcal{K}_X + \cos^2 \varphi / \mathcal{K}_Z, \quad (2)$$

где $\mathcal{K}_X$ и $\mathcal{K}_Z$ – соответственно безразмерная жесткость призматического упругого элемента в направлении осей X и Z [7-10].

В направлении оси X упругий элемент работает на сдвиг, а в направлении оси Z – на сжатие.

Если упругий элемент расположен под углом $\varphi = 90^0$ к раме машины, то он работает только на сдвиг; при этом $\mathcal{K}_X = 1$. При расположении упругого элемента под углом $\varphi = 0^0$ к раме машины он работает только на сжатие; при этом значение $\mathcal{K}_Z$ может быть найдено по формуле

$$\mathcal{K}_Z = 3 \cdot (0.92 + 0.5 \cdot \alpha^2), \quad (3)$$

где $\alpha = a/h$, a – длина призматического упругого элемента (фиг.1), если $0,4 \leq \alpha \leq 6$.

Для призматического упругого элемента с размерами: $a = 100$ мм и $h = 68$ мм, $\alpha = a/h = 100/68 = 1,47$ и по формуле (3) $J_z = 6$.

Пусть площадь поперечного сечения упругого элемента $S = a^2 = 0,01 \text{ м}^2$, его резина – марки 278-4, модуль сдвига которой $G = 6$ МПа.

Используя формулы (2) и (1) при значениях $\varphi = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$, получаем значения безразмерной жесткости J и расчетной жесткости C виброизолятора с одним упругим элементом. Результаты расчетов приведены в табл.1.

Таблица 1

Значения безразмерной и расчетной жесткости виброизолятора с одним призматическим упругим элементом из резины марки 278-4

Угол наклона упругого элемента φ°	Безразмерная жесткость J	Расчетная жесткость $C, 10^3 \text{ кН/м}$
0	6,000	5,29
30	2,670	2,35
60	1,263	1,11
90	1,000	0,88

По данным табл. 1 построена диаграмма зависимости расчетной жесткости виброизолятора от угла наклона φ его упругого элемента (рис. 6).

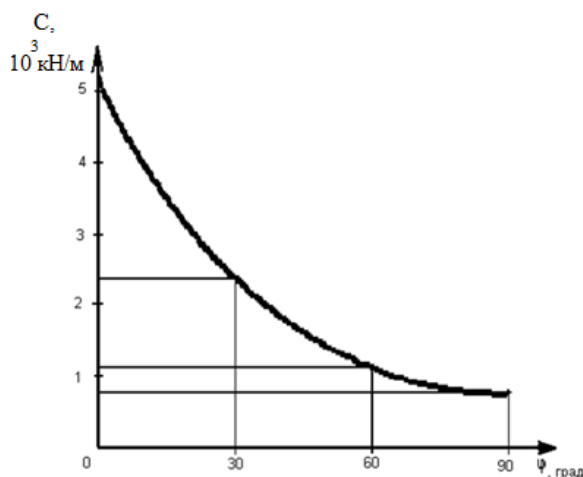


Рис. 6. Диаграмма зависимости расчетной жесткости виброизолятора C от угла наклона φ его упругого элемента

На диаграмме видно, что при изменении угла наклона виброизолятора от 0° до 90° жесткость его изменяется в 6 раз (от 0,88 до 5,29 кН/м). При этом расчетная жесткость изменяется плавно и в широком диапазоне.

Например, устанавливаемый режим работы виброкатков типа ДУ-98 и ДУ-99 зависит от вида уплотняемой среды. При уплотнении грунта задаваемая частота колебаний вибровальца $f = 40$ Гц, а при уплотнении асфальтобетона $f = 50$ Гц. На транспортном режиме источником вибрации является двигатель. При номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя этих виброкатков частота колебаний $f = 80$ Гц.

При транспортно-технологической вибрации виброскорость на рабочем месте оператора (пола кабины) при средних геометрических частотах колебаний в октавных полосах $f \geq 16$ Гц не должна превышать установленной нормы $v = 0,56 \cdot 10^{-2}$ (м/с). На транспортном режиме виброскорость – не более значения $v = 1,10 \cdot 10^{-2}$ (м/с).

Таким образом, при изменении режима работы машины, когда изменяются частота и амплитуда колебаний рамы машины, возникает возможность изменения жесткости в опорных связях защищаемого объекта с целью снижения вибрационных характеристик до нормативных значений.

При кинематическом возбуждении массы m (кабина) со стороны основания P (рама машины, на которой установлены источники вибрации) при слабом демпфировании колебаний ($b \approx 0$) и $c/m < \omega$ имеем абсолютное перемещение защищаемого объекта (массы m) как сумму перемещения основания S и относительного перемещения y в соответствии с рис. 1

$$z = A_S \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega^2 - c/m} \right) \cdot \sin \omega t, \quad (4)$$

где A_S - максимальное значение амплитуды перемещения (P);

ω - угловая частота основания, c^{-1} ;

c - приведенный коэффициент жесткости упругого элемента, далее просто жесткость, кН/м.

Известно, что угловая частота ω может быть выражена через частоту колебаний f в герцах, т.е.

$$\omega = 2\pi f, \quad (5)$$

Дифференцируя выражение (4), получим виброскорость

$$\dot{z} = A_S \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega^2 - c/m} \right) \omega \cos \omega t, \quad (6)$$

Наибольшее значение виброскорости будет при $\cos \omega t = 1$, тогда

$$\dot{z}_{max} = A_S \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega^2 - c/m} \right) \omega, \quad (7)$$

Из полученного выражения определяем жесткость c с учетом (2)

$$c = \frac{\dot{z}_{max} m (2\pi f)^2}{\dot{z}_{max} - A_S (2\pi f)^2}, \quad (8)$$

Нормативное значение виброскорости на частотах более 16 Гц в октавных полосах не должно превышать 0,0001 м/с.

Принимаем для примера $A_S = 0,001$, а массу кабины виброкатка ДУ-98 с учетом массы оператора $m = 375$ кг.

Определяем требуемую суммарную жесткость виброизоляторов кабины при различных частотах колебаний рамы, данные заносим в таблицу 2.

Таблица 2

Суммарная жёсткость виброизоляторов

Частота колебаний рамы, Гц	20	40	50	60	80
Суммарная жёсткость виброизоляторов, 10^3 кН/м	10,7	22,6	27,7	32,8	42,8

Как видно из табл. 2, суммарная жёсткость виброизоляторов кабины при увеличении частоты колебаний рамы существенно возрастает. Таким образом, при изменении режима работы машины, когда имеет место и изменение частоты колебаний рамы, необходимо изменять жёсткость виброизоляторов в опорных связях кабины. Это и позволяет сделать рассматриваемый виброизолятор (рис.5).

Вывод

Предлагаемые конструктивные решения отличаются сложностью, но являются более эффективными в отличии от традиционных, что подтверждено результатами лабораторных и натурных испытаний различных транспортно-технологических машин на полигоне и в научно-исследовательском центре проблем виброакустики в строительном комплексе кафедры строительной техники и инженерной механики.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 300368, МПК В 62d 27/00. Устройство для крепления кабины на раме автомобиля / Францев Л.Г., Злодырев А.Д., Черняев А.П., Рыбаков В.П., Орлов Б.Н., заявитель и патентообладатель Московский автомобильный з-д им. Лихачева. - № 1236271/27-11, заявл. 22.04.68, опубл. 07.04.71, Бюл. № 13. - 3 с.: ил.
2. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1604653, МПК 5 В65D 27/04. Устройство для крепления кабины на раме транспортного средства / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Фролов И.А., Антипов Л.А., Епифанов В.С., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.- №4477049/31-11, заявл. 16.08.88, опубл. 07.11.90, Бюл. №41. - 3 с.: ил.
3. Устинов Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно-технологических строительных машин: учеб. пособие / Ю.Ф. Устинов. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015. -239 с.
4. Пат. 2557323 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.- №2013135619/28, заявл. 29.07.13, опубл. 20.07.15, Бюл. №20. - 7 с.: ил.
5. Устинов Ю.Ф. Способ определения динамических характеристик эластомеров/ Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев Д.И. // Научный вестник ВГАСУ. «Высокие технологии. Экологии», Воронеж, 2015, с. 327-331.
6. Пат. 172619 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Устройство для определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Кравченко А.А., Дрозд А.В., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. техн. ун-т.- №2016122352/28, заявл. 06.06.16, опубл. 14.07.17, Бюл. №20. - 8 с.: ил.
7. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. ГОСТ 16297-80. Издание официальное. Государственный строительный комитет СССР. М. Издательство стандартов, 1988.
8. 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.
9. 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.
10. Устинов Ю. Результаты экспериментальных исследований динамического модуля упругости косо поставленных виброизоляторов агрегатов и механизмов строительных и дорожных машин / Ю.Ф. Устинов, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев // Вестник развития науки и образования. – 2014. - №3. - С. 76.

References

1. USSR author's certificate on invention No. 300368, IPC 62d 27/00. Device-properties for mounting the cab on the vehicle frame / Frantsev L. G., Zlodyrev D. A., Chernyaev A. P., Rybakov V. P., Orlov B. N., applicant and patent owner Moscow automobile plant them. Likhachev. - No. 1236271/27-11, Appl. 22.04.68, publ. 07.04.71, bull. No. 13.- 3 p.: ill.
2. USSR author's certificate for invention № 1604653, IPC 5 B65D 27/04. Set master to mount the cab on the frame of the vehicle / Ustinov Yu. F., Murav'ev V. A., Frolov I. A., Antipov L. A., Epifanov V. S.; applicant and patentee Voronezh. the state architect. - builds. Univ.- No. 4477049/31-11, Appl. 16.08.88, publ. 07.11.90, bull. No. 41. - 3 p.: ill.
3. Y. F. Ustinov Mechanical vibrations and vibroacoustic protection of transport and technological machines and construction: proc. a manual / Y. F. Ustinov. – Voronezh: Voronezh ski GA-SU, 2015.-239 p.
4. Pat. 2557323 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. Method for determining dynamic-ical characteristics of elastomers / Ustinov Yu. F., Murav'ev V. A., Goltsov D. N., Chernyshev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect. - builds. Univ. - No. 2013135619/28, Appl. 29.07.13, publ. 20.07.15, bull. No. 20. - 7 p.: ill.
5. Ustinov Yu. F. Method to determine the dynamic characteristics of elastomers/ Yu. F. Ustinov, V. A. Murav'ev, D. N. Goltsov, D. I. Chernyshev // Scientific Herald of VSUACE. "High technologies. Ecology", Voronezh, 2015, pp. 327-331.
6. Pat. 172619 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. Device for determining the dynamic characteristics of elastomers / Ustinov Yu. F., Muravyev VA, Kravchenko AA, Drozd AV, applicant and patent holder Voronezh. state. tech. un-t.-№2016122352 / 28, Appl. 06.06.16, publ. 14.07.17, Bul. №20. - 8 p.: ill.
7. Materials sound-proof and sound-absorbing. Test methods. GOST 16297-80. Edition official. State construction Committee of the USSR. M. Issued by the government of standards, 1988.
8. Pat. 2557321 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. Method for determining dynamic-ical characteristics of elastomers / Ustinov Yu. F., Murav'ev V. A., Goltsov, D. N., Chernyshev 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 p.: ill.
9. Ustinov J. F. Determination of the dynamic modulus of elasticity of the vibration isolators with IP-using dynamic vibration bench / Yu. F. Ustinov, V.A. Muraviev, 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.
10. Ustinov Yu. F. The Results of experimental studies of the dynamic module UE-rugosity composting vibration isolators units and mechanisms of building and road machines / Yu. F. Ustinov, D.N. Goltsov, D.I. Chernyshev // journal of science and education. - 2014. - No. 3. - P. 76.

УДК 629.3.032

Воронежский государственный технический университет

Студент дорожно-транспортного факультета К.С. Щетилов

Студент дорожно-транспортного факультета В.М. Широков

Россия, г. Воронеж, тел. +7(960) 87-222-81

e-mail: kabunet101@gmail.com

Voronezh State

Technical University

Student of the road and transport faculty

K.S. Shchetilov

Student of the road and transport faculty

V.M. Shirokov

Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 87-222-81

e-mail: kabunet101@gmail.com

К.С. Щетилов, В.М. Широков

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СТЕНДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Представлены варианты технических решений для исследования колесного движителя отечественных и зарубежных производителей.

Ключевые слова: технические решения, колесный движитель.

K.S. Shchetilov, V.M. Shirokov

TECHNICAL SOLUTIONS OF STANDS FOR RESEARCH WHEEL DRIVER

The variants of technical solutions for the study of the wheel drive of domestic and foreign manufacturers are presented.

Keywords: technical solutions, wheel propulsion.

Первым в данной статье будет рассмотрен кентерберийский скоростной испытательный комплекс. Данный комплекс является универсальным, так как позволяет тестировать не только колесное оборудование легковых автомобилей и грузовиков, но и дорожное покрытие. Преимуществом данной установки является то, что дорожное покрытие легко заменяемо, в связи с этим необходимость в мобильности установки отпадает. Скоростной испытательный комплекс находится в здании, поэтому погодные условия никак не могут сказаться на работе как самой установки, так и обслуживающего её персонала. Тем не менее, если проводимое исследование должно включать в себя и погодный фактор в том числе, то это симулируется посредством увеличения или уменьшения температуры и влажности. Так, например, на дорожное покрытие может быть добавлена вода и снег, а при понижении температуры меньше нуля градусов вода застывая образует ледяную корку.

Большое значение имеет глубина котлована под испытуемое или вспомогательное дорожное покрытие (рис.1), она составляет 1.5 метров. Благодаря этому, дорожное покрытие может полностью воссоздаваться с учетом его многослойности.

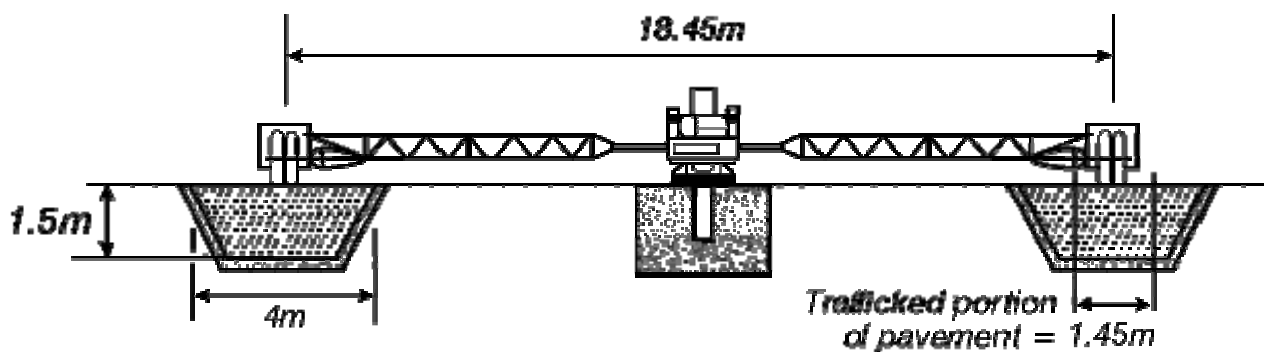


Рис. 1. Вид испытательного комплекса сбоку

На виде сверху (рис.2) видно, что поверхность под дорожное покрытие может быть разбита на несколько частей, на каждой из которой может быть воссоздано разное дорожное покрытие. Благодаря этому колеса могут тестироваться сразу на нескольких покрытиях одновременно, что позволяет приблизить условия испытаний к реальным.

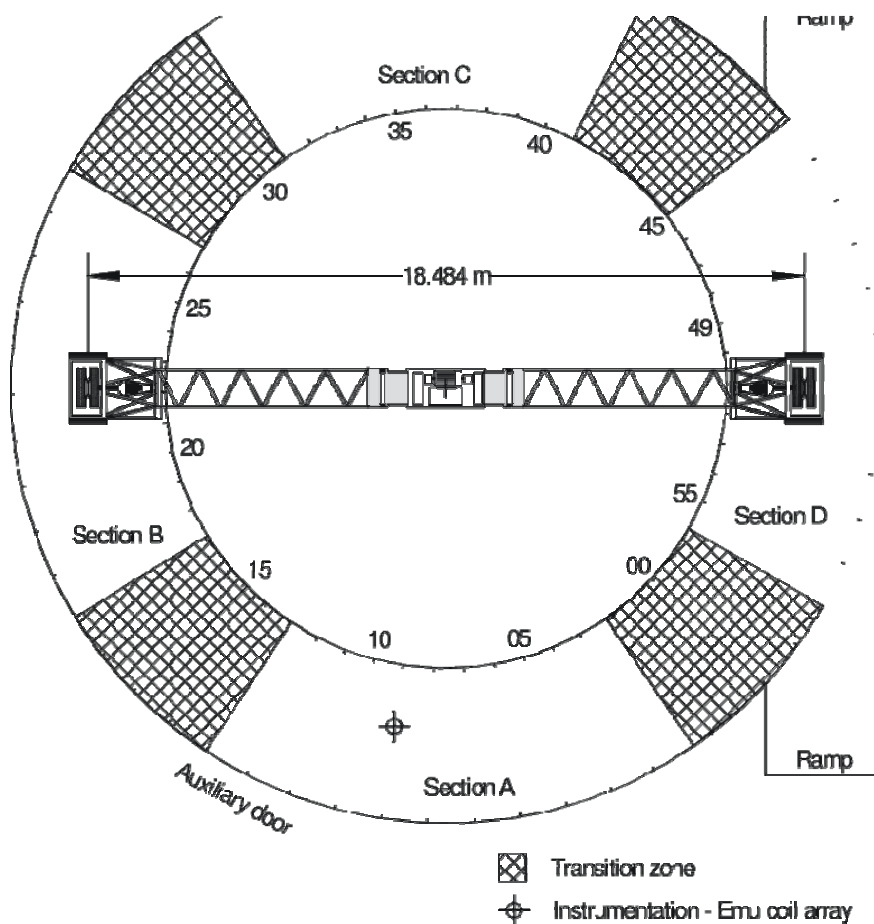


Рис. 2. Вид испытательного комплекса сверху с возможным разбиением на сектора

На (рис. 3) представлена фотография общего вида установки.



Рис. 3. Реальное изображение установки

Следующим объектом ознакомления будет мобильный укоренный испытательный объект (accelerated testing facility ATLAS). Год производства: 1993; Вес: 65 тонн; Длина: 37 метров; Высота: 3.6 метра; Макс. Скорость 16 км\ч.

Данная мобильная установка базируется на четырех гусеничных траках (рис. 4), которые изготовлены из резины с целью безопасного передвижения по испытуемым объектам без вреда для них. Гусеничные пары могут вращаться на 360 градусов, благодаря этому установка является высокоманевренной. Объектом тестирования данной установки может стать одно колесо, пара колес или одна авиационная шина. На данном объекте установлена электронная погодная станция, которая считывает и записывает погодные условия в момент тестирования, это может пригодиться при дальнейшем анализе результатов тестирования. На (рис.5) показано реальное изображение общего вида установки. Движение испытуемого объекта вперед-назад осуществляется при помощи кабельной системы, нагрузка на объект тестирования подается при помощи двух гидравлических приводов.



Рис. 4. Изображение одной пары гусеничных траков



Рис. 5. Изображение общего вида установки.

Способ исследования взаимодействия колеса с грунтом

Изобретение относится к опорным колесам передвижных средств, в частности к способам исследования их взаимодействия с грунтом.

Известен способ исследования взаимодействия колеса с грунтом, заключающийся в исследовании качения колеса под нагрузкой (1).

Данный способ не дает полной картины взаимодействия колеса с грунтом, так как не позволяет исследовать деформации внутренних слоев грунта.

Наиболее близким к предлагаемому является способ исследования взаимодействия колеса с грунтом, заключающийся в моделировании воздействия колеса на грунт, осуществляемом в грунтовом канале (2).

Этот способ не позволяет исследовать картину деформации внутренних слоев грунта, а следовательно, и получить результаты достаточной степени точности.

Цель изобретения в повышение точности результатов исследований взаимодействия колеса с грунтом.

Поставленная цель достигается тем, что воздействие колеса осуществляется на грунтовой канал, образованный послойной укладкой грунта в горизонтальных и вертикальных плоскостях, пропитывают грунт ферромагнитным составом, после воздействия колеса на грунт накладывают магнитное поле, выполняют разрез грунтового канала и проводят исследования деформации грунта. Ферромагнитный состав при воздействии на него магнитного поля фиксирует пропитанный им грунт. Это происходит за счет того, что, например, ферромагнитная текучая композиция, обладающая большим собственным магнитным моментом, при наложении на нее магнитного поля резко меняет свои свойства, так как происходит переориентация магнитных моментов магнетитов композиции вдоль направления поля. Это явление позволяет путем изменения напряженности магнитного поля менять степень прочности закрепления исследуемого грунта (даже сыпучего) вплоть до монолитного состояния, что дает возможность резать его по внутренним слоям. При наложении магнитного поля после взаимодействия колеса с грунтом происходит фиксация грунта в деформированном состоянии.

На чертеже изображена схема лабораторной установки для реализации предлагаемого способа.

Установка состоит из лотка 1 устройства (условно не показано) для установки и нагружения колеса 2 и системы 3 наведения магнитного поля. Лоток 1 предназначен для укладки грунта слоями 4 и 5 соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Способ реализуется следующим образом.

В лоток 1 засыпают грунт послойной укладкой окрашенных слоев 4 и 5 в горизонтальной и вертикальной плоскостях, пропитывают ферромагнитным составом (в качестве такого состава может быть использована композиция ферри-вода-олеиновая кислота) путем его разлива по поверхности грунта. Наводят магнитное поле, выполняют разрез грунта по внутренним слоям и фотографируют его. После этого снимают магнитное поле, приводят грунт в исходное состояние, ставят на грунт колесо и производят его нагружение, под действием которого грунт деформируется. Затем вновь наводят магнитное поле, выполняют разрез грунта и фотографируют его. После этого производят сравнительный анализ фотографических материалов состояний грунта до и после нагружения.

Предлагаемый способ прост и вместе с тем позволяет получить полную картину взаимодействия колеса с грунтом не только на поверхности, но и в его внутренних слоях.

Формула изобретения

Способ исследования взаимодействия колеса с грунтом, заключающийся в моделировании воздействия колеса на грунт, осуществляемом в грунтовом канале, отличающийся тем, что, с целью повышения точности получаемых результатов, воздействие колеса осуществляют на грунтовой канал, образованный укладкой подкрашенного грунта 15 та в горизонтальных и вертикальных плоскостях, пропитанный ферромагнитным составом, после воздействия колеса на грунт накладывают магнитное поле, выполняют разрез грунтового канала и проводят анализ деформаций грунта.

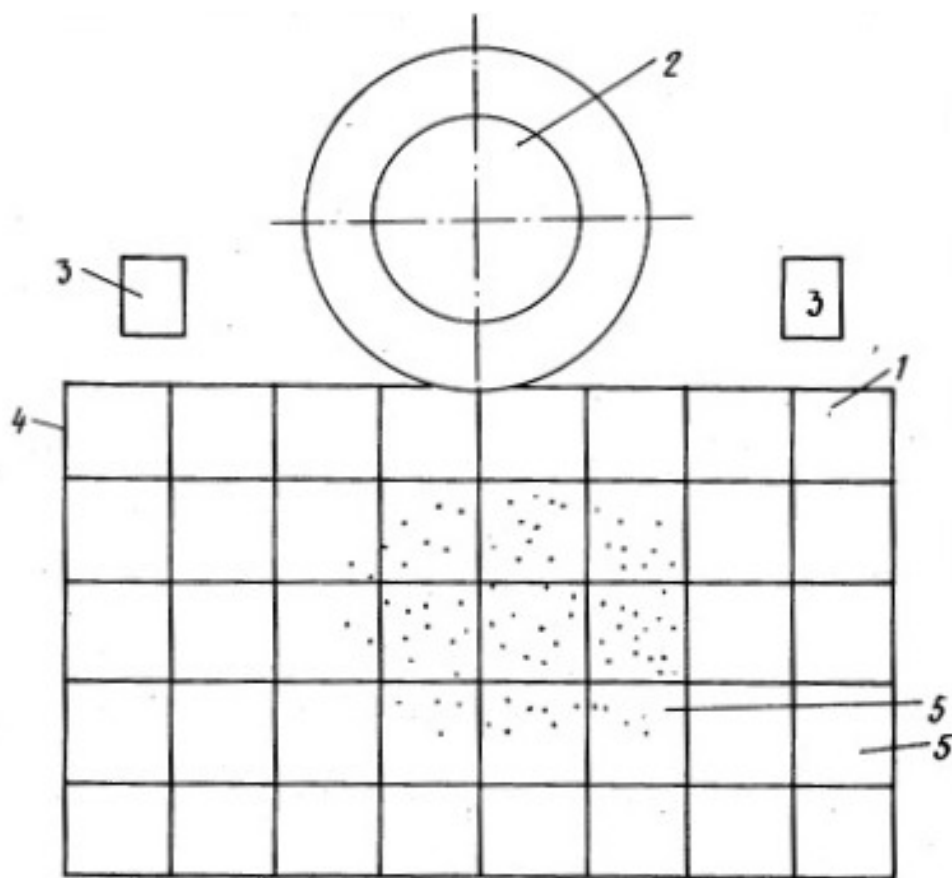


Рис. 6. Схема №1

Стенд для испытания одноосного колесного движителя при переменной вертикальной нагрузке и криволинейном движении

Изобретение относится к испытательной технике для транспортного машиностроения. Стенд включает водило, соединяющее опорно-поворотное устройство с рамой, на которой смонтирован привод колесного движителя, а также ведущий мост с исследуемым колесом. Стенд выполнен с дополнительной рамой со вторым колесом, а также загружающим устройством для создания и регулирования переменной нагрузки по величине и частоте. При этом стенд снабжен двумя гидроцилиндрами для снятия вертикальной нагрузки с испытываемых колес и выполнен с возможностью изменения угла установки колесного движителя в плане посредством винтовых тяг и с возможностью изменения радиуса поворота испытываемого колесного движителя посредством втулок, установленных в водиле. В результате повышается эффективность и точность испытаний колесного движителя.

Изобретение относится к испытательной технике, в частности к стендам для испытаний колесных движителей.

Известен стенд для исследования взаимодействия колеса с грунтом при работе колеса в тяговом и тормозном режиме [1]. Он содержит кольцевой грунтовой канал и перемещающуюся по нему платформу, на которой закреплены испытываемое колесо и приводящий его во вращение электродвигатель с редуктором, причем платформа прикреплена водилом к оси, установленной

в центре стенда. Недостатком известного стенда является то, что испытания могут быть проведены без изменения угла установки колеса в плане.

Известен также наиболее близкий по существенным признакам стенд для исследования криволинейного движения колеса [2]. Стенд состоит из опорно-поворотной стойки с рамой стенда. На раме стенда монтируется ведущий мост, с одной стороны которого устанавливается исследуемое колесо, с другой - стопорное устройство, позволяющее измерять крутящий момент, подводимый к колесу, без токосъемного устройства, электропривод колеса, гидросистема, с помощью которой снимается вертикальная нагрузка с колеса.

Однако на данном стенде возможно проведение испытаний лишь одиночного колеса и при постоянной вертикальной нагрузке.

Целью изобретения является повышение эффективности и точности испытаний одноосного колесного движителя путем создания режимов движения с переменной вертикальной нагрузкой, действующей на одноосный колесный движитель.

Эта цель достигается тем, что в существующий стенд для испытаний колесного движителя, включающий опорно-поворотное устройство, раму, на которой смонтирован привод колесного движителя, установлено специальное загружающее устройство, а также дополнительная рама со вторым колесом, смонтированным на ведущем мосту.

Размещение специального загружающего устройства и установка второго колеса на испытательном стенде позволяет существенно расширить диапазон исследуемых параметров за счет создания и регулирования переменной вертикальной нагрузки по величине и частоте, возникающей в реальных условиях при движении одноосного колесного движителя. Таким образом, предложенное решение соответствует критерию "существенного отличия".

На фиг.1 показан предлагаемый стенд, вид сбоку. На фиг.2 - то же, вид сверху.

Стенд состоит из опорно-поворотного устройства 1, водила 2, соединяющего опорно-поворотное устройство 1 с рамой 3 стенда. На раме 3 стенда монтируется специальное загружающее устройство 4, ведущий мост 5, на который устанавливаются крупногабаритные пневматические шины 6, 19, а также дополнительная рама 18. Движитель приводится в движение при помощи электродвигателя 7 через редуктор 9. Стенд для испытаний одноосного колесного движителя снабжен двумя гидроцилиндрами 11, с помощью которых снимается вертикальная нагрузка с колес 6, 19. В конструкции рамы 3 предусмотрены два шарнира 12, упрощающих монтаж, обслуживание и демонтаж колес 6, 19. Винтовые тяги 13 позволяют изменять угол установки движителя в плане, а винты 14, связанные с шарниром 15, - угол развала. С помощью одиннадцати втулок 16, установленных в водиле 2, можно изменять радиус поворота одноосного колесного движителя в пределах, по центру, от 6,25 м до 1,25 м через 0,5 м.

Стенд работает следующим образом.

В свободном и ведущем режимах испытываемый одноосный колесный движитель приводится в движение включением электродвигателя 7. От него крутящий момент через редуктор 9 и ведущий мост 5 передается на колеса 6, 19. При испытании в ведущем режиме к движителю через тензометрическую тягу 17 дополнительно прикладывается тормозное усилие. Тормозная нагрузка может изменяться от 0 до максимальной, при которой линейная скорость движителя будет равна 0, что обуславливается 100% буксованием колесного движителя.

В ведомом режиме испытываемый мост 5 приводится в движение включением электродвигателя 8 через редуктор 10, а специальное загружающее устройство 4 создает вертикальную переменную нагрузку.

Применение стенда позволяет производить испытания одноосного колесного движителя с крупногабаритными шинами различных конструкций и моделей при заданных режимах нагружения. В соответствии с требуемыми условиями испытаний можно изменять величину тормоз-

ной и вертикальной нагрузки на одноосный колесный движитель и давать объективную оценку влияния указанных параметров на показатели взаимодействия одноосного колесного движителя, снабженного крупногабаритными шинами с различными опорными поверхностями и радиусами поворота.

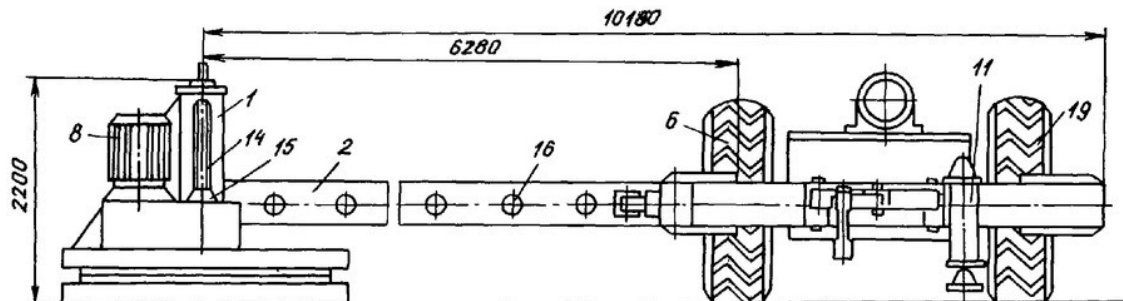


Рис. 7. Схема №2

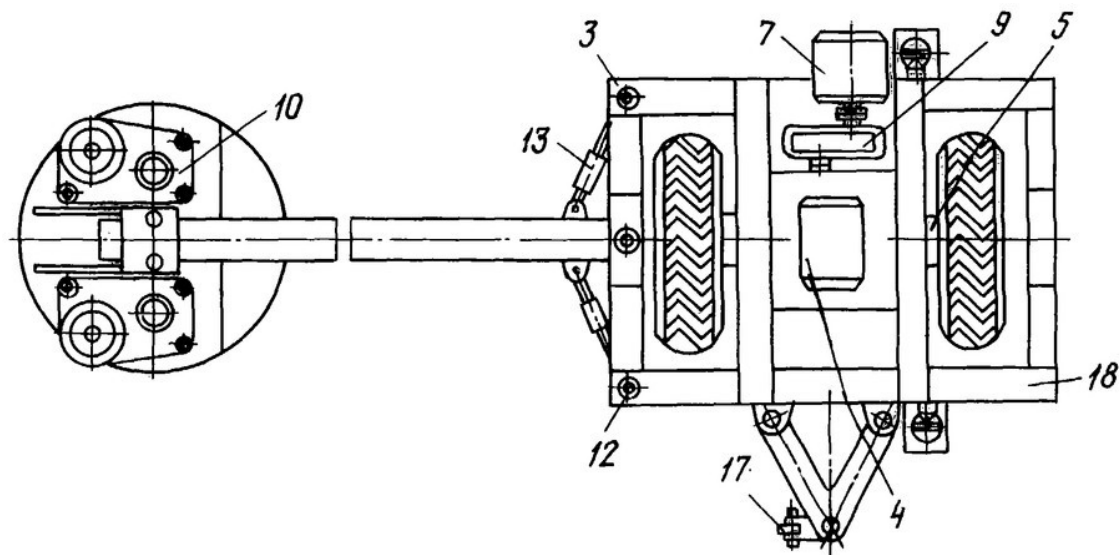


Рис. 8. Схема №3

Формула изобретения

Стенд, включающий водило, соединяющее опорно-поворотное устройство с рамой, на которой смонтирован привод колесного движителя, а также ведущий мост с исследуемым колесом, отличающийся тем, что он выполнен с дополнительной рамой со вторым колесом, а также загружающим устройством для создания и регулирования переменной нагрузки по величине и частоте, при этом стенд снабжен двумя гидроцилиндрами для снятия вертикальной нагрузки с испытываемых колес и выполнен с возможностью изменения угла установки колесного движителя в плане посредством винтовых тяг и с возможностью изменения радиуса поворота испытываемого колесного движителя посредством втулок, установленных в водиле.

Стенд для испытания колес и способ испытания колес на стенде

Изобретение относится к области испытаний пневматических шин, и в частности к стендам, для испытания колес.

Известен стенд для испытания колес, содержащий основание, стол, установленный на основании с возможностью горизонтального продольного перемещения, и механизм нагружения испытуемого колеса [1].

Недостатком данного стенда является то, что вследствие трудностей, возникающих при выдерживании постоянных значений скорости перемещения стола и угловой скорости вращения колеса, не обеспечивается достаточная точность замера радиуса качения колеса в различных режимах продольной силы в функции радиуса колеса. Также сказываются случайные колебания в системах привода стола.

Цель изобретения - повышение точности замера радиуса качения колеса в различных режимах и продольных сил в функции радиуса качения.

Указанная цель достигается тем, что стена снабжен смонтированными на основании по обе стороны стола зубчатыми рейками и связанными с ними шестернями, посаженными на валу для установки испытуемого колеса. Кроме того, согласно способу испытания колес, заключающемуся в том, что одновременно с вращением колеса столу сообщают поступательное движение, испытуемому колесу сообщают и поступательное движение. На фиг. 1 изображен предлагаемый стенд; на фиг. 2 - схема, поясняющая предлагаемый способ. Стена содержит основание 1, стол 2 установленный на роликах 3 с возможностью перемещения, грузы 4, нагружающие испытуемое колесо 5 нормальной нагрузкой, и установленные на валу 6 колеса. На основании 1 по обе стороны стола 2 закреплены зубчатые рейки 7, с которыми связаны шестерни 8, установленные на валу 6 колеса 5. На оси 6 установлен также направляющий ролик 9, через который пропущена нить 10 с грузом 11. Нить 10 наматывается на приводной ролик 12, который посредством вариатора 13, осциллятора 14 и тензозвена 15 кинематически связан с подвижным столом 2.

Испытания на стенде проводят следующим образом.

При номинальной нагрузке и давлении 10 определяется радиус качения колеса в свободном режиме V_{ko} (радиус качения свободно катящегося колеса в ведомом режиме, определяемый известными методами) - начало отсчета. Испытуемое колесо 15 устанавливается жестко на вал 6, в которой жестко связаны две шестерни 8 с радиусами делительной окружности в точности равным V_{ko} (при других испытаниях берется радиус, соответствующий определенному режиму качения: в ведущем режиме $V_k < V_{ko}$; в тормозном $V_k > V_{ko}$). При этом, шестерни 8 опираются на зубчатые рейки 7, подвижным столом 2 связано измерительное устройство для замера продольной силы тензозвена 15 (динамометр). Для поддержания номинальной нагрузки высота стола 2 должна быть такой, чтобы был выдержан статический радиус, соответствующий заданным нормальной нагрузке и давлению воздуха в шине. Этот размер обеспечивается за счет прижатия колеса к столу 2 посредством грузов 4, которые обеспечивают также прижим шестерен 8, к рейкам 7.

Если стол 2 неподвижен, то при качении шины продольная сила теоретически должна быть равна нулю, хотя физически она колеблется около нуля за счет неравномерности свойств шин по периферии. Если сообщить столу 2 возвратно-поступательные движения (от приводного ролика 12 через вариатор 13 и осциллятор 14) с изменяющейся скоростью V_c , которая достигается изменением передаточного числа вариатора 13, то радиус качения при наличии постоянных $V_{ш}$ - поступательной скорости колеса ω - угловой скорости его вращения будет изменяться по периодическому закону:

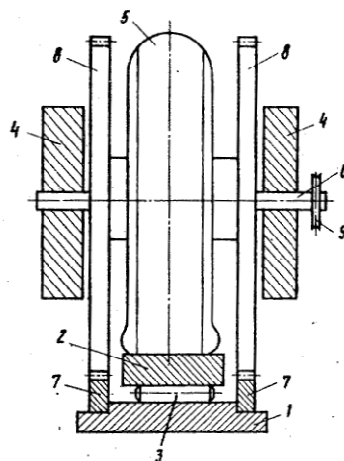


Рис. 9. Схема №4

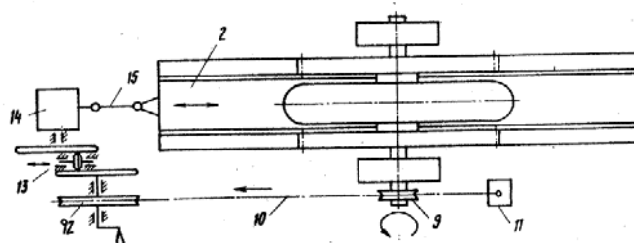


Рис. 10. Схема №5

$$\frac{V_{ш} - V_c}{\omega} = V_{ko} - \frac{V_c}{\omega} = V_{ko} - \frac{ds}{d\varphi}$$

где s - путь центра колеса;
 φ - угол поворота колеса.

Замеряя при этом на тензоэвене 15 продольную силу получим ее зависимость в функции радиуса качения в динамике.

При статических (стационарных), испытаниях, когда стол 2 неподвижен, Достаточно одного привода, сообщающего движение с любой, даже переменной 1 скоростью центру колеса.

Таким образом, предлагаемый стенд и способ для испытания колес позволяет повысить точность замера радиуса качения в различных режимах и определять зависимость продольной силы в функции радиуса качения при динамическом (периодическом) и статическом (стационарном) процессах. Это позволит в конечном итоге повысить точность инженерных расчетов на станции проектирования колесных машин, что ускорит доводку опытных образцов.

Формула изобретения

1. Стенд для испытания колес, содержащий основание, стол, установленный на основании с возможностью горизонтального продольного перемещения, и механизм нагружения испытуемого колеса, отличающийся тем, что, с целью повышения точности замера радиуса качения колеса в различных режимах, и продольных сил в функции радиуса качения, он снабжен смонти-

рованными на основании по обе стороны стола зубчатыми рейками с связанными с ними шестернями, посаженными на валу для установки испытуемого колеса.

2. Способ испытания колес на стенде, заключающийся в том, что одновременно с вращением колеса столу сообщают поступательное движение отличающийся тем, что испытуемому колесу сообщают и поступательное движение.

Вывод

По представленным изобретениям можно сделать вывод, что производители грамотно конструируют стенды для исследования колесного движителя, чтобы увеличить точность замеров и сделать стенды более эффективным.

Библиографический список

1. Пат. 934295 СССР; Заявлено 10.10.80; Опубликовано 07.06.82; Бюллетень №21; Заявитель институт металлургии и обогащения АН Казахской ССР; Способ исследования взаимодействия колеса с грунтом.

2. Пат. 2284022 РФ; Заявлено 2003-08-12; Опубликовано 20.09.2006; Классы МПК: G01M17/02 шин, G01M17/013 колес; Заявитель ГОУ ВПО Воронежский государственный архитектурно-строительный университет (ГОУ ВПО ВГАСУ) (RU); Стенд для испытания одноосного колесного движителя при переменной вертикальной нагрузке и криволинейном движении.

3. Пат. 2788153 СССР; Заявлено 02.08.1979; Опубликовано: 23.10.1981; МПК: G01M17/013; Заявитель БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ; Стенд для испытания колес и способ испытания колес на стенде.

4. Жулай В.А. Определение параметров области контакта пневмошины землеройно-транспортной техники с деформируемой опорной поверхностью / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 8. С. 51-54.

5. Никулин П.И. Исследование колёсного движителя с крупногабаритными шинами на специальном стенде / П.И. Никулин, В.Л. Тюнин, Р.С. Солодов // Механизация строительства. 2007. № 4. – С. 8-10.

References

1. Pat. 934295 USSR; Declared 10.10.80; Published on 07.06.82; The bulletin №21; The applicant is the Institute of Metallurgy and Enrichment of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR; Method for investigating the interaction of the wheel with the ground.

2. Pat. 2284022 RF; Declared 2003-08-12; Posted on 09/20/2006; IPC classes: G01M17 / 02 tires, G01M17 / 013 wheels; Applicant Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering (RUE); Stand for testing uniaxial wheel propulsor with variable vertical load and curvilinear motion.

3. Pat. 2788153 USSR; Declared 02.08.1979; Published: 23.10.1981; IPC: G01M 17/013; The applicant BELARUSIAN ORDER OF LABOR RED BANNER POLYTECHNICAL INSTITUTE; Stand for testing the wheels and the method of testing the wheels on the bench.

4. Zhulay V.A. Determination of parameters of the contact area of a pneumatic tire of earth-moving machinery with a deformable bearing surface / V.A. Zhulay, V.L. Tyunin // Construction and road machines. - 2015. - No. 8. P. 51-54.

5. Nikulin P.I. Study of the wheel drive with large tires on a special stand / P.I. Nikulin, V.L. Tyunin, RS Solodov // Mechanization of construction. 2007. № 4. - P. 8-10.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 728.2:699.86

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
проектирования зданий и сооружений
Т.В. Макарова
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений О.С. Беззубова
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений М.В. Мраев
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (920)416-73-35
e-mail: today25@inbox.ru*

*Voronezh State
Technical University
Pf.D. of the department of building design
and structures
T.V. Makarova
Master of the department of building design
and structures O.S. Bezzubova
Master of the department of building design
and structures M.V. Mraev
Russia, Voronezh, tel. +7 (920)416-73-35
e-mail: today25@inbox.ru*

Т.В. Макарова, О.С. Беззубова, М.В. Мраев

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБЪЕМНО-БЛОЧНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

В данной статье рассматривается и анализируется актуальность, целесообразность и ограничения применения объемно-блочного строительства в современных рыночных условиях. Также рассматриваются конструктивные особенности и архитектурные возможности применения объемно-блочных зданий. Представлено обоснование основных направлений и потенциал развития индустриального домостроения данного направления.

Ключевые слова: объемный блок, объемно-блочное домостроение, индустриальное домостроение, полносборное возведение, сборные элементы заводской готовности, конструктивный элемент, блок-комната, блок-квартира, укрупнение монтажа, архитектурная выразительность.

T.V. Makarova, O.S. Bezzubova, M.V. Mraev

INVESTIGATION OF PROBLEMS OF VOLUME-BLOCK CONSTRUCTIVE SYSTEMS

This article examines and analyzes the relevance, expediency and limitation of the use of bulk-block construction in modern market conditions. Also, the design features and architectural possibilities of using volumetric-block buildings are considered. The substantiation of the basic directions and possibilities of development of an industrial house-building of the given direction is presented.

Key words: three-dimensional block, volumetric block construction, industrial house-building, full-scale erection, prefabricated elements of factory readiness, structural element, block room, block apartment, consolidation of installation, architectural expressiveness.

Введение. Индустриальное домостроение – актуальное направление современного строительного рынка. Наиболее перспективным с точки зрения индустриальности в отечественном строительстве считается объемно-блочное возведение, применяемое наряду с другими видами полносборного домостроения. Преимущества объемно-блочного домостроения, в сравнении с крупнопанельным, обусловлены снижением материалоемкости и трудозатрат возведения, а также ликвидацией стыковых соединений уязвимых с точки зрения влаго- воздухо- и теплопроницаемости [1]. Строительство зданий из объемных элементов обосновано и эффективно в районах с суровыми климатическими и сейсмически опасными условиями.

Объемно-блочное домостроение имеет свою почти вековую историю. Еще в далеком 1928 г. советский архитектор К. Мельников предложил идею Дома-контейнера в виде двух врезанных друг в друга цилиндров, предприняв попытку по-новому организовать первичную жилую ячейку. Позднее эта проблема разрабатывалась другими архитекторами в виде ячейки коллективного жилища. В частности, В. Караулов и Н. Ладовский в 1931 г. получили авторское свидетельство на каркасно — блочную систему жилого дома, которая предвосхищала современные проекты зданий из объемных блоков [2].

В 60-е годы объемно-блочное домостроение встало в СССР на прочный индустриальный путь. В 1961—1968 гг. в городах страны начинают осваивать специализированные цеха. Начинается экспериментальное строительство жилых домов и других объектов. Уже в 1972 г. в СССР были построены из объемных блоков жилые дома общей площадью 150 тыс. м². Начато строительство 9-этажных жилых домов [2].

Современные технологические возможности позволяют возводить здания из объемных блоков высотой до 24 этажей. Обширны возможности возведения зданий различного функционального назначения: многоквартирные жилые дома, гостиницы, мотели, общежития и корпуса больниц, офисные и торговые сегменты, школы и дошкольные учреждения, а также административно-бытовые корпуса предприятий. Наиболее целесообразными объектами объемно-блочного строительства являются здания ячеистой структуры. Зарубежный опыт строительства расширяет возможности применения в сфере строительства 1 – 2 этажных индивидуальных жилых домов и паркингов из легких объемных блоков. Современное полносборное строительство насчитывает более сотни различных систем и подсистем, отличающихся видами применяемых конструкций, технологии изготовления объемных элементов, степенью заводской готовности, способами транспортировки и монтажа.

Неоспоримы многие из достоинств объемно-блочного возведения зданий. Среди них: большая степень заводской готовности и обусловленные этим высокая скорость и низкая себестоимость возведения, экономия конструктивных материалов и трудовых ресурсов.

В публикациях 80-х годов можно было прочесть: "За объемно-блочным домостроением - будущее. Перспективность его очевидна... Если действующие в стране предприятия крупнопанельного домостроения в течение 10-12 лет перевести на объемно-блочное строительство, то эта мера позволит за пятилетку сократить число работающих в сфере жилищного строительства не менее чем на 200 000 человек, сэкономить 1,5 млн. тонн металла, 15 млн. тонн цемента, снизить стоимость жилищного строительства на 3 млрд рублей [3].

Но не все достоинства объемно-блочной конструктивной системы и технологии возведения так однозначны. Таким образом, исследования конструктивных решений и технологических особенностей возведения объемно блочных зданий являются практически значимыми и востребованными для современного строительного производства.

Основные конструктивные типы зданий из объемных блоков. Конструктивная типология и технологии возведения зданий из объемных блоков непрерывно развиваются. В реалиях современного домостроения распространены следующие типы объемно-блочных зданий [4]:

1. Объемно-блочные (моноблочные) – возводятся поярусной установкой блоков друг на друга. Для обеспечения архитектурно-конструктивной вариабельности используют различные планировочные приемы расстановки блоков относительно друг друга: продольный сдвиг блоков, сдвиг одного или нескольких рядов блоков относительно продольной оси, комбинации продольного и поперечного сдвигов, поворот части блоков, выдвижение или углубление блоков относительно плоскости фасадов и т.д (см. рис. 1).

2. Для перспективного этапа строительства при создании новых и реконструкции действующих заводов ОБД, ориентируемых на выпуск объемно-блочных зданий, рекомендуется применять конструкции объемных железобетонных блоков типа «колпак» в унифицированном варианте. Предельная высота зданий данной подсистемы 12 этажей.

3. Блочно-стеновые (панельно-блочные) – позволяют использовать крупные несущие элементы заводской готовности: объемные блоки, панели, плиты. Панельно-блочные здания предполагают различные конструктивные варианты в зависимости от условий опирания перекрытий панельной части здания. Панельно-блочная система позволяет сохранять преимущества крупнопанельных зданий в части создания различных планировочных решений квартир.

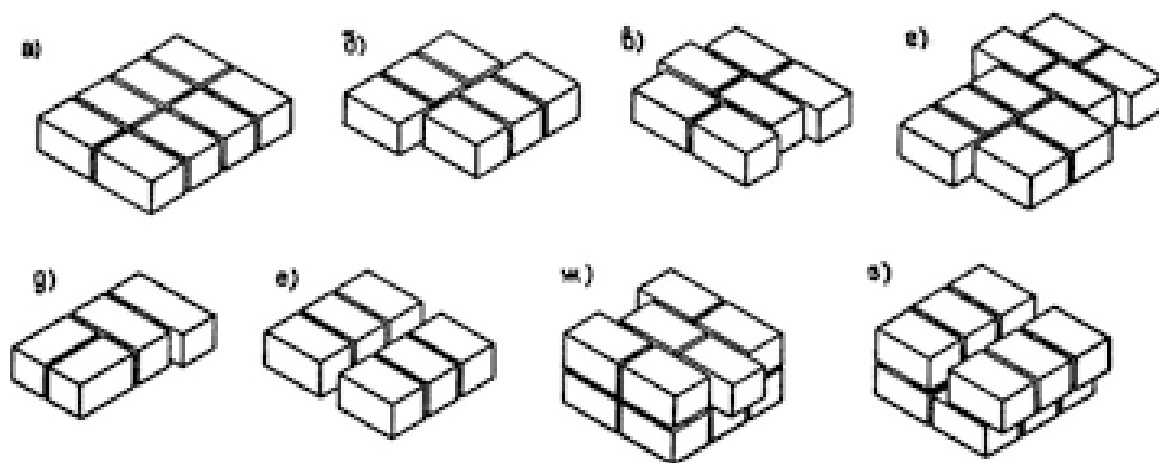


Рис. 1. Компоновка блоков в здании

4. Каркасно-блочные системы позволяют отказаться от использования тяжелых железобетонных блоков и перейти к применению облегченных блоков из эффективных материалов благодаря возможности четкого разделения функций между несущим каркасом и блоками.

5. Ствольно-блочные системы представляют собой стволы жесткости с опертыми на них или подвешенными к ним объемными блоками (блок-этажами)

Разнообразие современных конструктивных типов объемно-блочных зданий позволяет положительно оценивать перспективность и целесообразность дальнейшего внедрения рассматриваемой конструктивной системы в строительную практику.

Ограничения в применении объемно-блочных конструктивных систем

Возведение зданий из объемных блоков имеет ряд сложностей, среди которых необходимость применения мощных кранов для погрузки, разгрузки и монтажа, сложность транспортирования блоков и необходимость дополнительного армирования для обеспечения трещиностойкости блоков.

Готовые сборные элементы массой 6 ... 30 т грузят краном при помощи специальной пространственной балансирной траверсы на транспорт и доставляют на строительную площадку, где монтируют с колес. Масса блок-комнат при их поточном изготовлении на заводах составляет 6...10 т, а блок-квартир — 20...30 т.

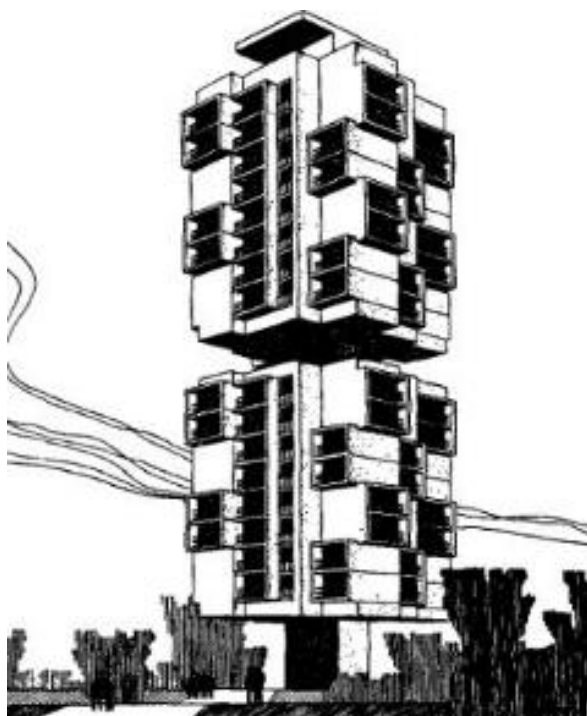


Рис. 2. Общий вид ствольно-блочного здания

Наличие в блоке уже установленных инженерных систем, остекленных оконных и дверных коробок, требует обеспечения максимальной амортизации при их транспортировании (см. рис. 3). Перевозку блоков осуществляют на трейлерах или специальных транспортных средствах с применением подпрессорных платформ, оборудованных устройствами для гашения вибрационных нагрузок и предохранения от образования трещин в конструкции блока.

Необходимо отметить, что башенные и козловые краны большой грузоподъемности требуют для своего монтажа чаще всего столько же времени, сколько займет монтаж объемных блоков самого дома. Применение таких кранов требует специального обоснования. Так же стоит отметить, что при монтаже объемного блока происходит сдвиг перегородок, что приводит к излишнему расходу железобетона. При монтаже домов из блок-квартир двойные перегородки образуются только между квартирами, то есть там, где они необходима звукоизоляция. Внутриквартирные перегородки в таких домах могут выполняться из более экономичных материалов и устанавливаться в любом наиболее удобном функциональном отношении месте.

Наиболее важным требованием конструирования блоков и зданий из них является надежность обеспечения прочностных и эксплуатационных качеств. Если в крупнопанельном здании вследствие многократной статической неопределимости системы выход из строя одного элемента приведет лишь к перераспределению усилий на другие, менее нагруженные, в объемно-блочном здании нарушение несущих функций любого блока нижнего этажа может привести к обрушению верхней части столба блоков, таким образом, к нарушению общей целостности.

Еще одно важнейшее требование конструирования состоит в том, что объемные блоки должны быть сконструированы и выполнены так, чтобы исключить или свести к минимуму образование в них трещин. Возникновение трещин в стенах, потолках и плитах перекрытий блоков может снизить их несущую способность, сделать затруднительной заводскую отделку, потребовать значительных дополнительных затрат на ремонт, ухудшить эксплуатационные качества объемно-блочных домов помещений.



Рис.3. Монтаж объемного блока краном

К числу факторов осложняющих широкое применение объемно-блочных изделий относятся их высокая себестоимость, обусловленная сложностью технологии изготовления, необходимостью применения дорогостоящего оборудования и потребность в значительных производственных площадях.

Высокие транспортные расходы предприятия по производству объемно-блочных изделий также увеличивают себестоимость железобетонных элементов. Все это снижает общую технико-экономическую эффективность строительства из объемных блоков.

Просуммировав вышеприведенные доводы, возникает закономерный вопрос: возможны ли в реальных условиях описанные в начале статьи эффекты и преимущества объемно-блочного строительства?

Оценка целесообразности и перспективности объемно-блочного домостроения

Да, объемно-блочная технология имеет сложности, недостатки и нюансы применения и использования.

Выводы о целесообразности данного метода будем делать основываясь на положительных сторонах производства этих изделий. Среди них: тонкостенность крупногабаритных элементов блоков (потолков и внутренних стен); слоистость ограждения в зданиях, образуемая двумя гранями и воздушной прослойкой между ними, что дает хорошую звукоизоляцию квартир; соотношение высоты к толщине внутренних стен, составляющее не менее 40, в то время как для внутренних стен крупнопанельных зданий - 17-20; ограничение зависимости строительства от погодных условий; отсутствие необходимости создания инфраструктуры по снабжению стройматериалами и оргнабора рабочих различных специальностей; возможность широкой механизации и автоматизации процессов производства; отсутствие потерь стройматериалов [3].

Коренные отличия объемно-блочного домостроения от крупнопанельного и других методов строительства заключаются в возможности резкого укрупнения монтажного элемента здания и обеспечения наибольшей степени заводской готовности изделий.

По сравнению с крупнопанельным строительством этот метод позволяет сократить общие затраты на 15%, а сроки строительства в 2,5-3 раза. Объемные блоки поступают на строительную площадку напрямую с завода в полной готовности к эксплуатации, с выполненными сантехническими, электротехническими и отделочными работами.

В заводских условиях на данный момент всесезонно осуществляется до 80% всех работ, необходимых для возведения зданий. Это и есть основная предпосылка минимизации сроков строительства и, как следствие, снижения стоимости квадратного метра. Ведь именно стоимость в первую очередь влияет на спрос, нежели конструктивные особенности здания.

Проанализировав официальные данные [5] по стоимости жилья в городе Воронеже за март 2018 года, мы составили график, где наглядно видна разница в стоимости за квадратный метр. Например, стоимость квадратного метра в кирпичном доме на 20 – 25% (в зависимости от района застройки) больше стоимости в доме с объемно-блочной системой (см. рис. 4). При этом вы получаете готовую квартиру со всеми коммуникациями и отделкой.

Так же не будем забывать и о современном облике дома. Не стоит представлять себе обычные, серые и скучные «прямоугольники-коробки». Современное строительство развивается весьма интенсивно. При помощи объемных блоков можно легко придавать индивидуальность и архитектурную выразительность не только в визуальном, но и в пространственном образе используя не симметричную компоновку здания.

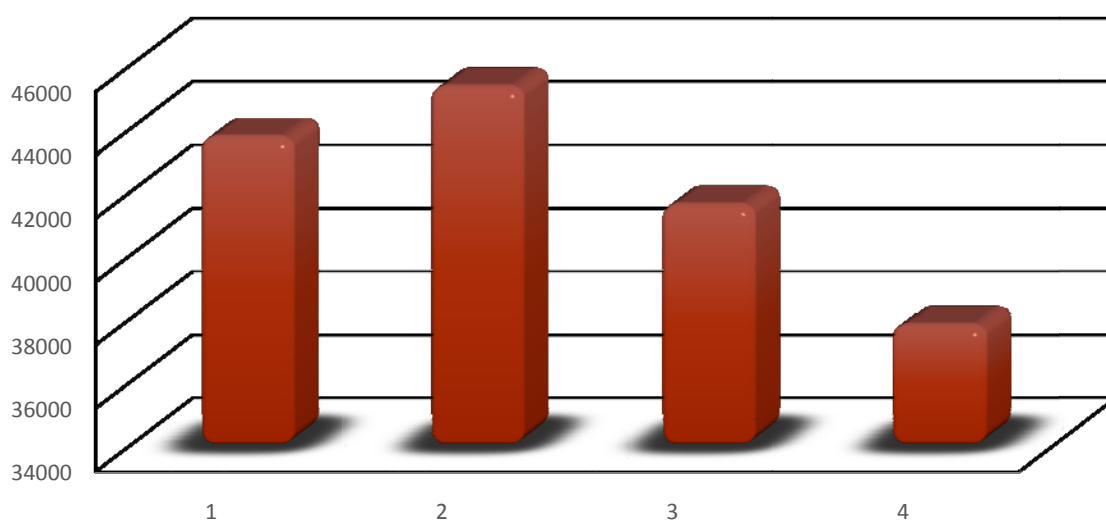


Рис. 4. Стоимость жилья в городе Воронеж март 2018г., р./м²:
1 - монолит; 2 - кирпич; 3 - панель; 4 - объемный блок

Перед вами совместный проект архитектурных бюро MVRDV и ADEPT Architects победил на конкурсе для застройки в столице Дании (см. рис. 5). Необычное здание высотой в 116 метров и площадью 21688 квадратных метров за множество зеленых террас получило название «Village in the sky». По проекту на нижних этажах разместятся магазины и офисы, выше квартиры, а верхние этажи займет отель, из окон номеров которого будет прекрасный вид на центр Копенгагена. Одним словом все, что нужно для комфортной и современной жизни.

Так, на сколько серьезны проблемы возведения объемно-блочных зданий? Ровно на столько, на сколько существуют проблемы и в других конструктивных системах. У каждой строительной технологии, у каждого материала, у каждой системы есть свои достоинства, недостатки и особенности применения.



Рис. 5. Проект «Village in the sky»

Строительство жилых домов из объемных блоков имеет свои перспективы, поскольку позволяет существенно снижать сроки и стоимость возведения таких объектов. Несомненно, это является одним из самых важных критериев при выборе недвижимости.

Библиографический список

1. Макарова Т.В., Кулик И.Д., Мраев М.В. Крупнопанельное домостроение: реальность и перспективы. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2017. №2(27). С. 51-57.
2. Курбанов З. А., Пономарев А. В., Овсянников С. В. Объемно-блочное домостроение: история и современные тенденции // Избранные доклады 62-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2016. С. 841-845.
3. Мельников Н. Объемно-блочное строительства. Строительство и недвижимость. <http://www.nestor.minsk.by>.
4. Пономарев В.А. Архитектурное конструирование / Пономарев В.А.// Учебник для Вузов. 2-е издание. – М.: «Архитектура – С», 2009. – 736 с.
5. <http://vyborstroj.ru>

References

1. Makarova T.V., Kulik I.D., Mraev M.V. Krupnopanel'noe domostroenie: real'nost' i perspektivy. Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. 2017. №2(27). S. 51-57.
2. Kurbanov Z. A., Ponomarev A. V., Ovsyannikov S. V. Ob'emno-blochnoe domostroenie: istoriya i sovremennye tendencii // Izbrannye doklady 62-j universitetskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov i molodyh uchennyh. Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. 2016. S. 841-845.
3. Mel'nikov N. Ob'emno-blochnoe stroitel'stva. Stroitel'stvo i nedvizhimost'. <http://www.nestor.minsk.by>.
4. Ponomarev V.A. Arhitekturnoe konstruirovanie / Ponomarev V.A.// Uchebnik dlya Vuzov. 2-e izdanie. – M.: «Arhitektura – S», 2009. – 736 s.
5. <http://vyborstroj.ru>

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
Проектирования зданий и сооружений
Т. В. Макарова
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений Т.В. Кобзева
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (919)244-12-27
e-mail: kobzeva.tanya2010@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Pf. D. of the department of building design
and structures
T. V. Makarova
Master of the department of building design
and structures T. V. Kobzeva
Russia, Voronezh, tel. +7 (919)244-12-27
e-mail: kobzeva.tanya2010@yandex.ru*

Т.В. Макарова, Т.В. Кобзева

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ МАССОВЫХ ЗАСТРОЕК НА ПРИМЕРЕ ТИПОВОГО ЗДАНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

В данной статье рассматривается и анализируется проблема обеспечения энергоэффективности общественных зданий. Так же рассматриваются варианты улучшения теплотехнических характеристик школы путем комплексной реконструкции здания.

Ключевые слова: реконструкция, энергоэффективность, теплопотери, теплоизоляция, фасад, вентилируемая прослойка, наружное ограждение, школа, инженерные сети.

T.V. Makarova, T. V. Kobzeva

PROBLEM OF ENERGY EFFICIENCY ENERGY EFFICIENCY OF PUBLIC BUILDINGS OF MASS CONSTRUCTIONS ON THE EXAMPLE OF A TYPICAL BUILDING OF A SCHOOL

This article discusses and analyzes the problem of energy efficiency of public buildings. It also considers the options for improving the thermal characteristics of the school through a comprehensive building renovation.

Keywords: reconstruction, energy efficiency, heat loss, thermal insulation, facade, ventilated layer, external fencing, school, engineering networks.

Введение. Каждый из нас хоть раз в жизни слышал фразу «Берегите тепло – закрывайте двери». Металлические таблички с этим нелукавым посылом олицетворяли большинство советских подъездов эпохи перестройки. В системе координат отдельно-взятого подъезда – вопрос потери тепла всегда был и будет насущен. Двигаясь от частного к общему, понимаем, что в контексте энергетического развития нашей страны проблемы энергосбережения имеют, куда более глобальное значение. От подъезда до целого дома, от района до жилого квартала, от города до области, от Калининграда до Владивостока – актуальность данной темы вырастает в геометрической прогрессии.

Проблема рационального использования энергоресурсов является первостепенной в современном мире, вне зависимости от стадии их жизненного цикла, будь-то добыча, произ-

водство, преобразование или передача до конечного использования. Эти вопросы требуют своего решения, что называется «здесь и сейчас».

Роль энерго- и ресурсосбережения в современном мире огромна: энергоэффективность и энергосбережение стоят особняком в числе приоритетных направлений развития экономики Российской Федерации. Огромная доля в потреблении энергоресурсов принадлежит зданиям. Более того, согласно Энергетической стратегии на период до 2030 года обозначено, что одной из главных проблем является нереализованный потенциал организационного и технологического их энергосбережения, составляющий до 40% общего объема внутреннего энергопотребления.

Энергоэффективные здания – неотъемлемый фактор устойчивого развития среды обитания человека. От единичных пилотных проектов советского времени, они превратились в осязаемые реалии нашей жизни. Накопленный опыт проектирования и строительства свидетельствует о том, что эффективность является не статической характеристикой, а динамической, формирующейся в течение всего жизненного цикла здания. На основании этого наблюдения, можно обозначить важность той или иной технологии, направленной на повышение энергоэффективности.

К слову, актуальность темы данной работы обусловлена необходимостью и целесообразностью преобразования архитектурного образа и функциональной схемы здания общеобразовательной школы, построенной по типовому проекту 80-х годов прошлого столетия.

В настоящее время в нашей стране реализуются многочисленные подобные кампании по внедрению новых решений в зданиях разного социального и промышленного назначения. Школы являются серьезным потребителем энергии, как электрической, так и тепловой. Тепло стоит особенного дорого, и сохранить его непросто – прежние технологии не учитывали проблем энергосбережения. Внедрить энергосберегающие технологии в современные новостройки – дело не сложное. А вот сделать содержание зданий старой постройки менее затратным – серьезная, но решаемая задача. В связи с этим реконструкция выбранной школы к нормам энергоэффективности является актуальной и на сегодняшний день, несмотря на то, что представляет собой сложный и многоэтапный процесс.

Описание объекта. В данной работе мы рассмотрим эти вопросы на примере типового здания общеобразовательной школы МБОУ «Лицей №1» в городе Воронеж. Объект настоящего энергетического обследования – воронежский «Лицей №1». Здание имеет трехэтажный объем, который делится на три блока. Конструктивная схема – сборная рамно-связевая. Наружные стены выполнены из керамзитобетонных навесных панелей.

- Высота этажей: $h = 3.3\text{ м}$
- Толщина: $d = 400\text{ мм}$
- Габаритные размеры: $45 \times 66\text{ м}$

Одной из основных проблем рассматриваемого здания на сегодняшний день является его несоответствие современным нормам по энергоэффективности. Очевидно, что с течением времени под влиянием атмосферных явлений, процессов коррозии и прочих воздействий эксплуатационные свойства здания теряются. Таким образом, предполагаемая реконструкция – актуальное и единственно-верное решение. Несмотря на то, что она представляет собой сложный, многоэтапный процесс, ее реализация на выходе позволит полностью обновить целый перечень технических и эксплуатационных характеристик объекта, не говоря уже о более привлекательном внешнем виде.

Анализ объекта. Повышение экономических показателей школы (в нашем случае «Лицея»), улучшение условий технического функционирования всех ее систем напрямую зависит от уровня эффективности использования энергии. Все это самым непосредственным образом отражается и на финансовой нагрузке на бюджет организации.

Проведенное полное энергетическое обследование здания помогло выявить целый ряд причин перерасхода энергоресурсов. Это и плохое состояние большинства оконных блоков,

и отсутствие теплоизоляции чердачных перекрытий, систем автоматического регулирования отопления, и несоответствие стеновых конструкций современным требованиям к теплозащитным характеристикам наружных ограждающих конструкций.

На предварительном этапе обследования высчитан коэффициент компактности здания, который находится по нижеприведенной формуле и составляет

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h} = 1,63,$$

где A_e^{sum} – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, m^2 ,

V_h – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, m^3 .

Расчетный показатель компактности жилых зданий k_e^{des} , как правило, не должен превышать 0,54 – для 3-этажных зданий [3,5]. Коэффициент компактности непосредственно влияет на класс энергоэффективности рассматриваемого здания.

На основании этого анализа и выполненных расчетов, делаем вывод о присвоении объекту «Е» класса энергоэффективности соответствии с методикой СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [3]. Отчетный класс характеризуется превышением уровня теплотерь на 70% по сравнению с нормой.



Рис. 1. Исследуемое здание школы

Очевидно, что в период реконструкции необходимо разработать комплекс мер, направленных на повышение энергоэффективности здания. Однако для начала следует определить основные причины потери тепла. Как показывает практика, порядка 40% тепловой энергии в зимний период фактически расходуется на обогрев воздуха на улице. Из этого количества

теплопотери примерно 40% потерь приходится на стены, 20% - на оконные и дверные проемы, 20% - на кровлю, 20% - на подвал и систему вентиляции [4].

Фронт работы, как говорится, велик. Для начала ниже перечислим основные общепризнанные способы и меры по повышению уровня энергоэффективности зданий с аналогичным классом.

- Утепление ограждающих конструкций с созданием неразрывного контура теплоизоляции.
- Замена деревянных окон на пластиковые.
- Установка доводчиков, не допускающих оставление дверей в открытом состоянии.
- Установка радиаторов отопления с централизованными и индивидуальными регуляторами мощности.
- Модернизация системы вентиляции.
- Выбор долговечной теплоизоляции.
- Автоматизация освещения путем установки датчиков движения.

В рамках данной статьи рассмотрим несколько предложенных решений более подробно.

Пути решения проблемы. Начнем с утепления ограждающих конструкций. Внешнее утепление защищает стены от перегрева и переохлаждения в любой сезон года. Как результат – повышается долговечность постройки, на фасаде не появляются трещины, не отслаивается штукатурка, не разгерметизируются швы.

На выбор предлагается две конструкции системы теплоизоляции – система «мокрого» фасада (см. рис.2) и система с вентилируемой прослойкой (см. рис. 3).

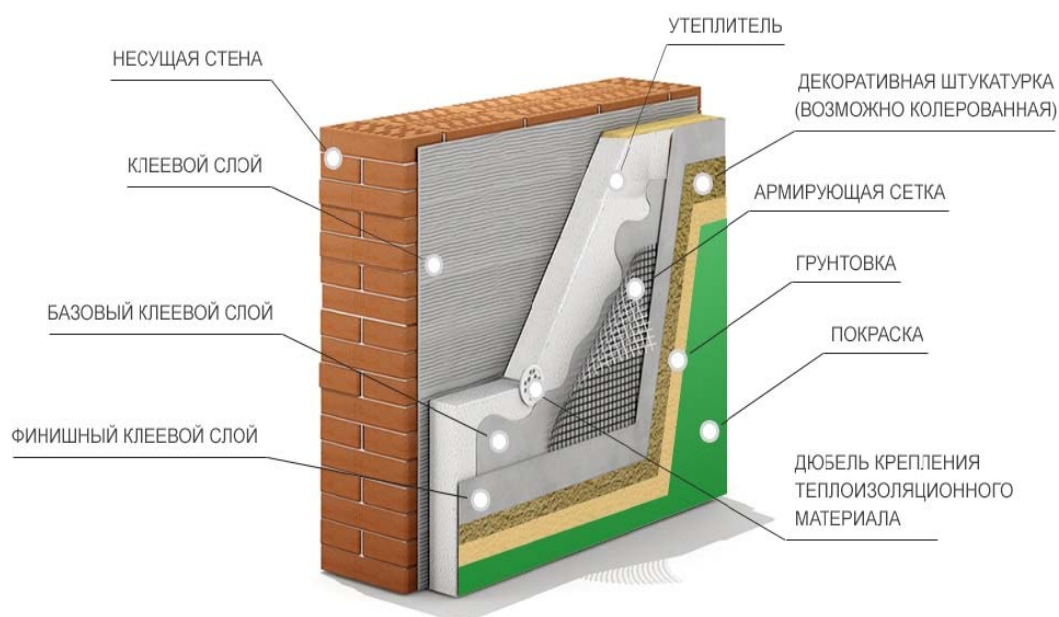


Рис. 2. Система «мокрого» фасада

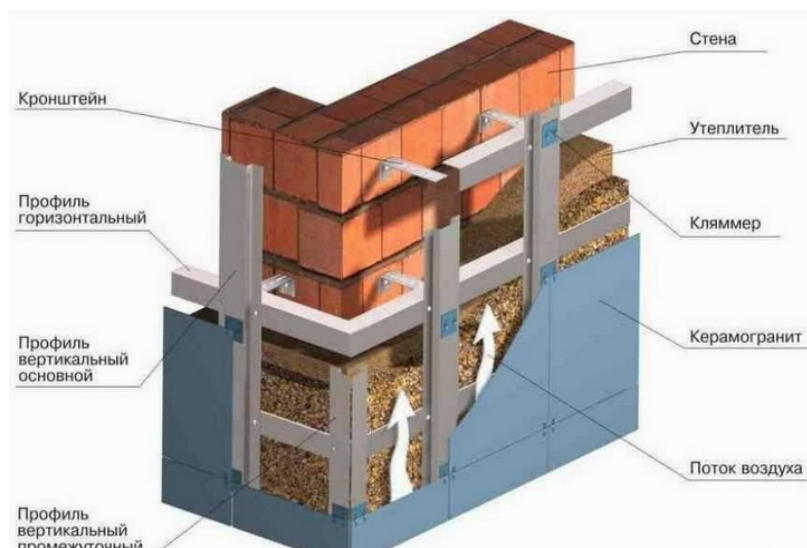


Рис. 3. Система с вентилируемой прослойкой

Оба метода имеют свои несравненные достоинства. Так, например, первая система обладает более легким весом за счет тонкого слоя штукатурки. Вторая же отличается эстетической привлекательностью и поддерживает благоприятные температурный режим стены. Критериями выбора той или иной системы могут послужить долговечность, высокостойкость, защита от конденсата, ремонтоспособность, теплозащитные свойства и, конечно же, стоимостные затраты на реализацию.

Следующий шаг – замена деревянных окон на пластиковые. По сравнению с деревянными окнами коэффициент теплоизоляции пластиковых окон значительно выше, благодаря герметичности стеклопакетов, которая обеспечивается за счет системы уплотнителей. У окон, имеющих две или три камеры, при условии качественного монтажа, вероятность потери тепла сведена к нулю.

Пластиковые окна имеют колоссальное преимущество перед деревянными. Во-первых, звукоизоляция. Даже при наличии одной камеры – она в три раза выше. Во-вторых, долговечность. В-третьих, эстетичность и комфорт. Пластиковые окна, не деформируются, не меняют свой цвет, не требуют ежегодной покраски, внутренней чистки и утепления. Кроме того, они пожаробезопасны и экологически безвредны.

Наконец, потери энергоресурсов могут быть связаны с недостатками инженерных сетей, а также с нерациональным их расходом потребителями. В сетях горячего водоснабжения (как и в отопительных сетях) необходимо обеспечивать эффективную теплоизоляцию с использованием высококачественных современных материалов. Кроме того, должна проводиться работа по недопущению утечек воды. Для этого разводку горячего и холодного водоснабжения следует выполнять из качественных пластиковых труб, рассчитанных на длительный период эксплуатации.

Относительно электроэнергии можно сказать, что значительная часть ее потерь приходится на освещение мест общего пользования. При постоянном освещении приборы до 90% общего времени освещают пустые помещения. Эффективной мерой будет автоматизация освещения путем установки датчиков движения.

Предпосылки реконструкции. Расчеты показывают, что эффективность, которая возникла от предложенных модернизаций в период комплексной реконструкции здания школы, отражена на графике ниже (см. рис.4).

Изменения расхода тепла

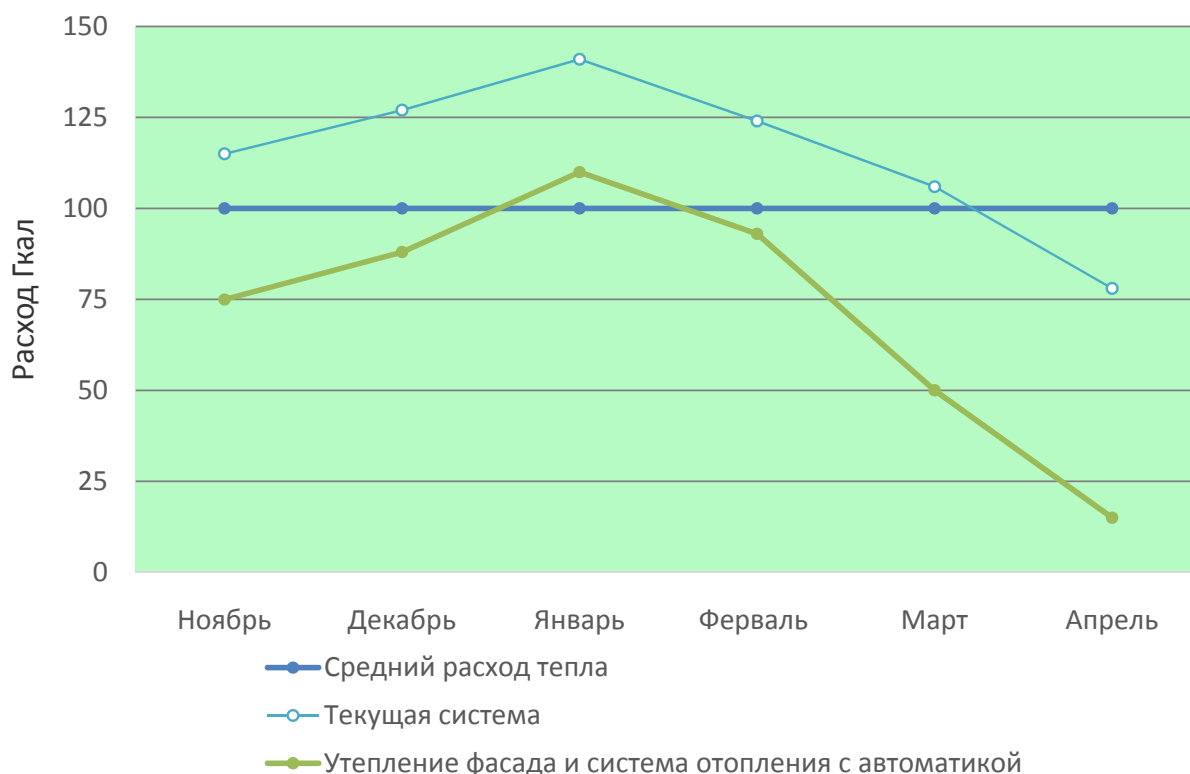


Рис. 4. График изменения расхода тепла

Как видно из графика, после утепления фасада расход тепла значительно снизился, причем он даже стал существенно ниже среднего значения. Это говорит о повышении уровня энергоэффективности здания и его эксплуатационных характеристик, снижения уровня теплотерь, расхода энергоносителей. Естественно уменьшение расхода тепла влияет и на финансовую составляющую, заложенную в бюджете организации на специально-отведенные статьи расходов по повышению энергосбережения здания.

Вывод

Проделанная в данной статье работа позволила сформулировать цели и задачи моей выпускной классификационной работы, а именно: оценить теплозащитные характеристики наружного ограждения здания на соответствие современным требованиям, рассмотреть варианты способов утепления, имеющие наиболее выгодные характеристики по параметрам оптимизации, оценить конструктивные особенности и выбрать оптимальный способ утепления наружного ограждения, оценить капитальные затраты на внедрение энергосберегающих материалов и технологий, произвести замену приборов отопления с установкой индивидуальных регуляторов мощности, рассмотреть вариант отказа от последовательной схемы подключения радиаторов отопления. Таким образом, решение проблемы энергоэффективности в школах имеет первостепенное значение. Необходимо помнить, что сберечь одну единицу энергии гораздо лучше, чем произвести новую!

Библиографический список

1. Энергосбережение в школах / Н.С. Бодруг / Амурский. Гос. Ун-т. – Благовещенск, 2012.
2. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян / - Энергосервис , 2007 г.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, М.: Минрегион Россия, 2012.-117с.
4. Архитектурное конструирование /Пономарев В.А. /Учебник, М.:«Архитектура-С»,2008.-738с.
5. Макеев М.Ф., Григорьева А.А., Зарубина А.А. Влияние формы жилого здания на величину теплотерьер. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. №3-4(24-25). С. 8-13.

References

1. Energy saving in schools / N. S. Bodrug / Amur. State. Univ. of Illinois – Blagoveshchensk, 2012.
- 2.Fundamentals of energy saving / A. A. Harutyunyan / - Energoservice, 2007.
- 3.JV 50.13330.2012 Thermal protection of buildings. The updated edition of SNiP 23-02-2003, Moscow: Ministry of regional development, 2012.-117 C.
4. Architectural design / Ponomarev VA / Textbook, Moscow: "Architecture-C", 2008.-738 C.
5. Makeev MF, Grigorieva AA, Zarubina AA Influence of the form of a residential building on the amount of heat loss. Science Magazine.Engineering systems and facilities. 2016. № 3-4 (24-25). С. 8-13.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 69.059:502.3

*Воронежский государственный
технический университет*

доц., канд. техн. наук,

С.И. Матренинский

Россия, г. Воронеж

e-mail: gso09@yandex.ru

*Воронежский государственный
технический университет*

магистрант гр. М241

Н.Г. Алексеева

Россия, г. Воронеж, тел. +7(920)451-91-34

e-mail: Ninok_al@mail.ru

Voronezh State

Technical University

assistant professor, D.Sc. (Engineering),

S.I. Matreninskiy

Russia, Voronezh

e-mail: gso09@yandex.ru

Voronezh State

Technical University

master of the group M241,

N.G. Alekseeva

Russia, Voronezh. tel. +7(920)451-91-34

e-mail: Ninok_al@mail.ru

С.И. Матренинский, Н.Г. Алексеева

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ДЕЙСТВИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье отражен вопрос разработки методики определения морального износа жилых зданий для принятия решений по их реновации с целью улучшения среды проживания. Представлена современная среда проживания и жизнедеятельности человека в виде системы, как системно-комплексное градостроительное образование. Рассмотрены два вида морального износа и проанализированы их особенности. Представлены существующие методы определения морального износа обоих видов. Выделен наиболее значимый объект морального износа, влияющий на экологию и комфортность среды проживания человека. Предложены действия и технические решения направленные на обеспечение экологической безопасности жилых зданий.

Ключевые слова: здание, системно-комплексное градостроительное образование, моральный износ, экология, методика, общие и частные показатели износа, действия и технические решения.

S.I. Matreninskiy, N.G. Alekseeva

METHODOLOGICAL APPROACH TO ESTIMATION OF FUNCTIONAL WEAR OF BUILDINGS FOR CHOOSING OF ACTIONS AND TECHNICAL DECISIONS ON ENSURING THEIR ECOLOGICAL SAFETY

In this article reflects the issue of the development of a technique for determining the obsolescence of residential buildings to make decisions on their renovation to improve the living environment. Was presented the modern living environment and human vital activity in the form of system, as system-integrated town-planning education. Two types of obsolescence were considered and their features were analyzed. Existing methods for determining obsolescence were presented for both types. The most significant object of obsolescence has been identified, which affects the ecology and comfort of the human environment. Was suggested actions and technical solutions, aimed at ensuring the environmental safety of residential buildings.

Keywords: building, system-integrated town-planning education, obsolescence, ecology, technique, general and partial wear indicators, actions and technical solutions.

В настоящее время актуальными остаются проблемы сохранения окружающей среды с целью улучшения условий существования и развития нынешнего и будущего поколений. Для решения данной проблемы необходимо искать различные экологически и экономически сбалансированные подходы и стратегии. Важно осознавать, что экологизация, рассматриваемая как процесс неуклонного и последовательного внедрения систем технологических, управленческих и других решений, позволяющих повышать эффективность использования естественных ресурсов и условий наряду с улучшением или хотя бы сохранением качества природной среды (или вообще среды жизни) на локальном, региональном и глобальном уровнях, является условием комфортности среды проживания людей и устойчивого развития социальной среды, играет одну из первостепенных ролей во всех сферах жизнедеятельности.

Применительно к сфере строительства это означает уметь предвидеть и определять последствия всех видов технологических процессов, оценить интенсивность их воздействия на природную среду и точно обозначить комплекс мероприятий, которые позволят сократить нежелательные последствия. При этом важно понимать, что проблемы охраны окружающей среды напрямую связаны с последствиями строительного производства. Это воздействие усиливается по мере возрастания масштабов строительства.

Таким образом, на сегодняшний день, обеспечение требований экологической безопасности в строительном комплексе является весьма актуальной проблемой и, следовательно, ставит новые задачи для инженеров и строителей, касающиеся защиты здоровья людей и повышения комфортности жилой среды.

Одним из факторов, которому следует уделить внимание в рамках рассмотрения данного вопроса, является функциональный или, что то же, моральный износ (МИ) зданий.

Современная среда проживания и жизнедеятельности человека может быть представлена в виде системы, как системно-комплексное градостроительное образование – далее ГСО [1]. ГСО представляет собой совокупность взаимосвязанных, управляемых, обусловленных сложившимся экономическим и материально-техническим потенциалом данной территории, пространственных, архитектурно-строительных, инженерных решений среды обитания групп населения (социум), обеспечивающих определенные условия проживания и жизнедеятельности человека. Входящие в ГСО компоненты рассматриваются как подсистемы 1-го уровня с последующим их членением на подсистемы 2-го уровня (объекты) и определяются следующим образом – в соответствии с рисунком 1. [1]

Моральный износ (МИ) – величина, характеризующая степень несоответствия основных параметров эксплуатационных характеристик и качеств, определяющих условия жизнедеятельности людей, а также несоответствие объема и (или) качества предоставляемых услуг и материалов современным требованиям [2].

На данный момент не существует нормативной методики для определения МИ зданий, что вызывает необходимость её разработки.

Существует два вида МИ зданий:

1. МИ, связанный со снижением стоимости строительства здания или его элементов в сравнении его настоящей стоимости со стоимостью на период проектирования и строительства. Выражается этот вид износа через соотношение, например, удельных показателей стоимости $\text{м}^2/\text{руб.}$, $\text{м}^3/\text{руб.}$, и т.п., но при этом необходимо приводить их к единому масштабу цен [3]. Этот вид устаревания образуется вследствие появления новых технологий и конструктивных решений, ужесточения различных требований и т.д.

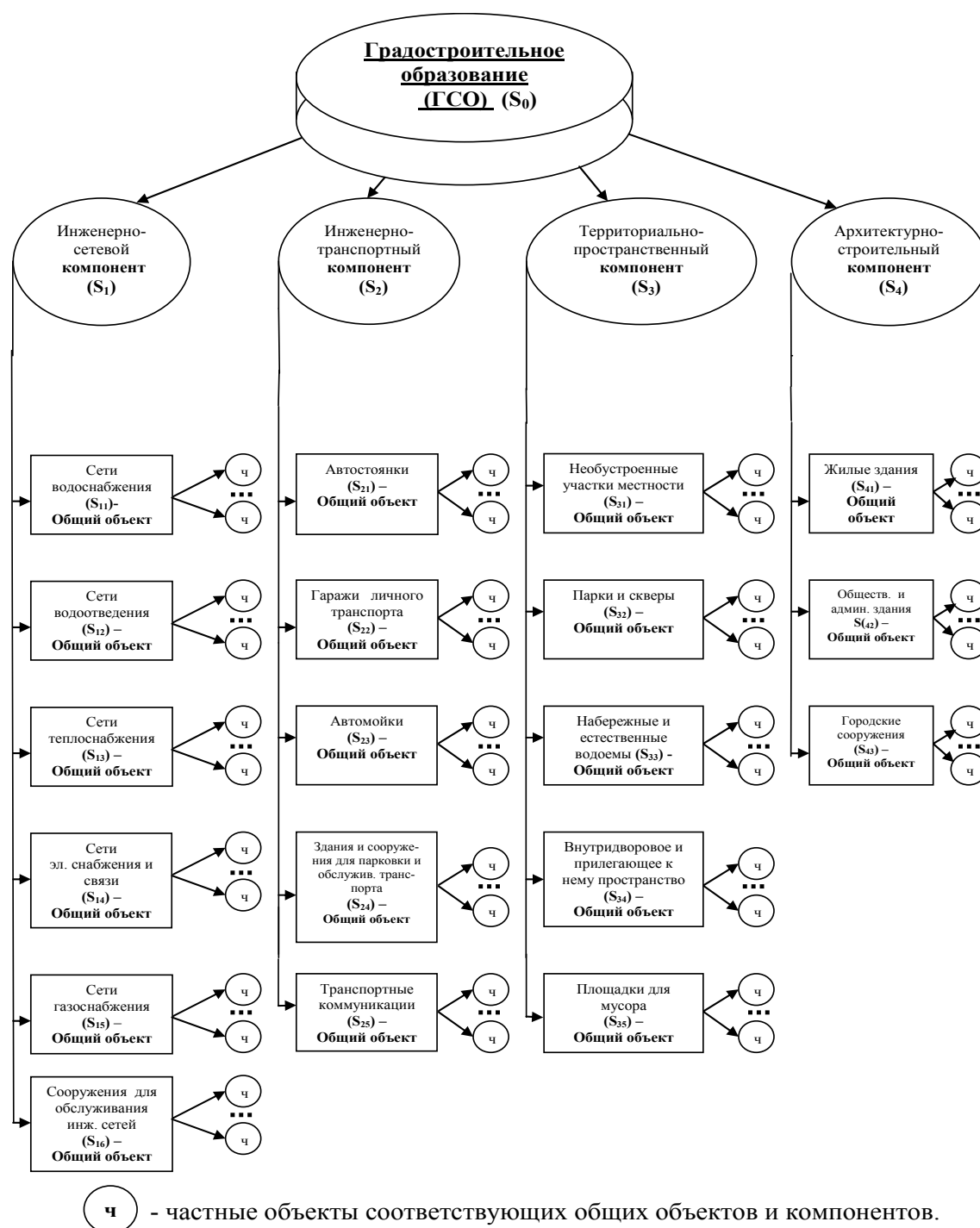


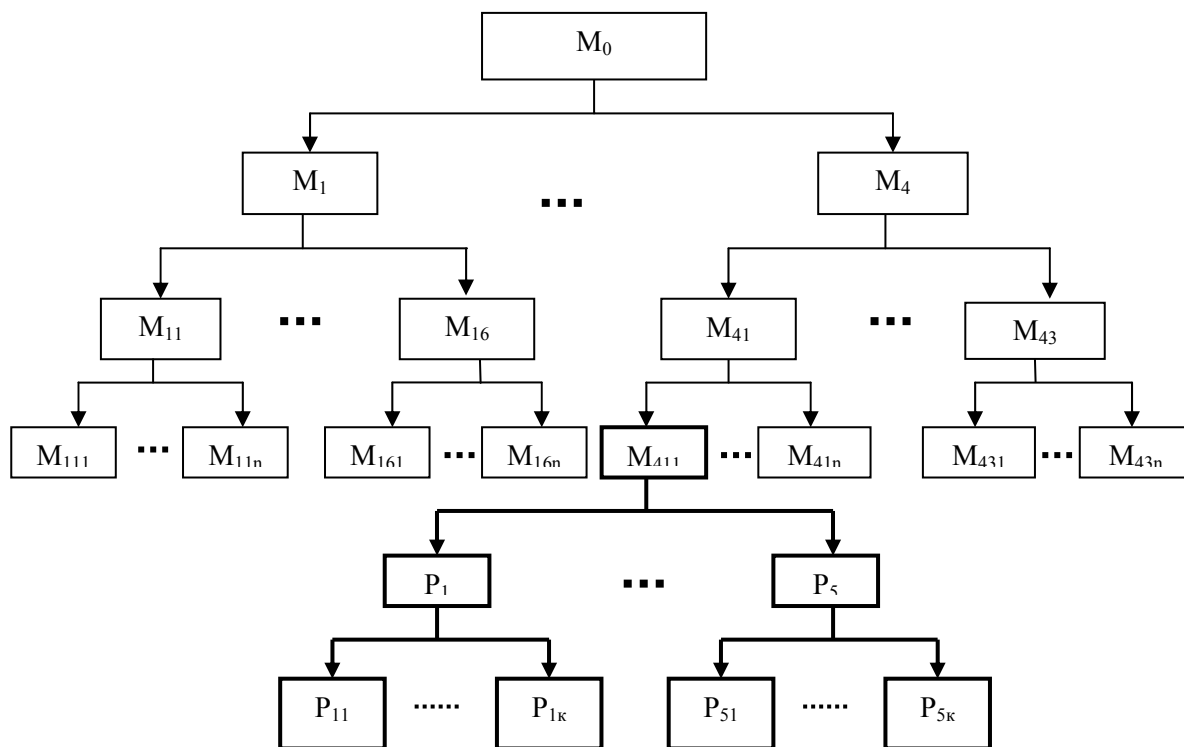
Рис. 1. Предметная структура градостроительного образования как системы с входящими в неё компонентами и объектами

2. Моральный износ, отражающий несоответствие зданий, сооружений и их конструктивных элементов современным требованиям рынка недвижимости по объёмно-планировочным и объёмно-конструктивным решениям здания, его технических систем и инженерного оборудования, а также экологическим и санитарно-гигиеническим и другим современным требованиям.

Целесообразно рассмотреть 2-й вид МИ, т.к. он даёт возможность оценивать отставание по экологическим показателям и, вместе с тем, позволяет разработать подход к принятию решений по ликвидации недопустимых экологических воздействий.

В соответствии с предметной структурой (рис. 1) интегральный показатель морального износа всего ГСО представляется как совокупность интегральных показателей морального износа входящих в него компонентов. Аналогично, интегральные показатели морального износа компонентов и общих объектов ГСО представляются как совокупность интегральных показателей морального износа входящих в них, иерархически ниже лежащих элементов [4].

Дерево показателей морального износа ГСО и его составляющих изображено на рис. 2.



$P_i, i = \overline{1,5}$ - общие показатели морального износа частных объектов;

$P_{ik}, i = \overline{1,5}, k = \overline{1,k1}$ - частные показатели морального износа частных объектов;

M – интегральные показатели морального износа ГСО, его компонентов, общих и частных объектов

Рис. 2. Дерево показателей морального износа ГСО

Оценка МИ "жилого здания" производится на основании данной "схемы - дерева", здесь M_{411} - рассматриваемое жилое здание.

Целесообразно оценивать МИ частных объектов, в том числе и "жилые здания" рядом общих показателей. Согласно [4], в качестве общих возможно выбрать следующие показатели морального износа:

P_1 – отставание по конструктивным и объемно-планировочным параметрам;

P_2 - отставание по экологическим параметрам;

P_3 - отставание по инженерным параметрам;

P_4 - отставание по архитектурно-художественным параметрам;

P_5 - отставание по социально-инфраструктурным параметрам.

В свою очередь общие показатели подразделяются на ряд частных (рисунок 3).

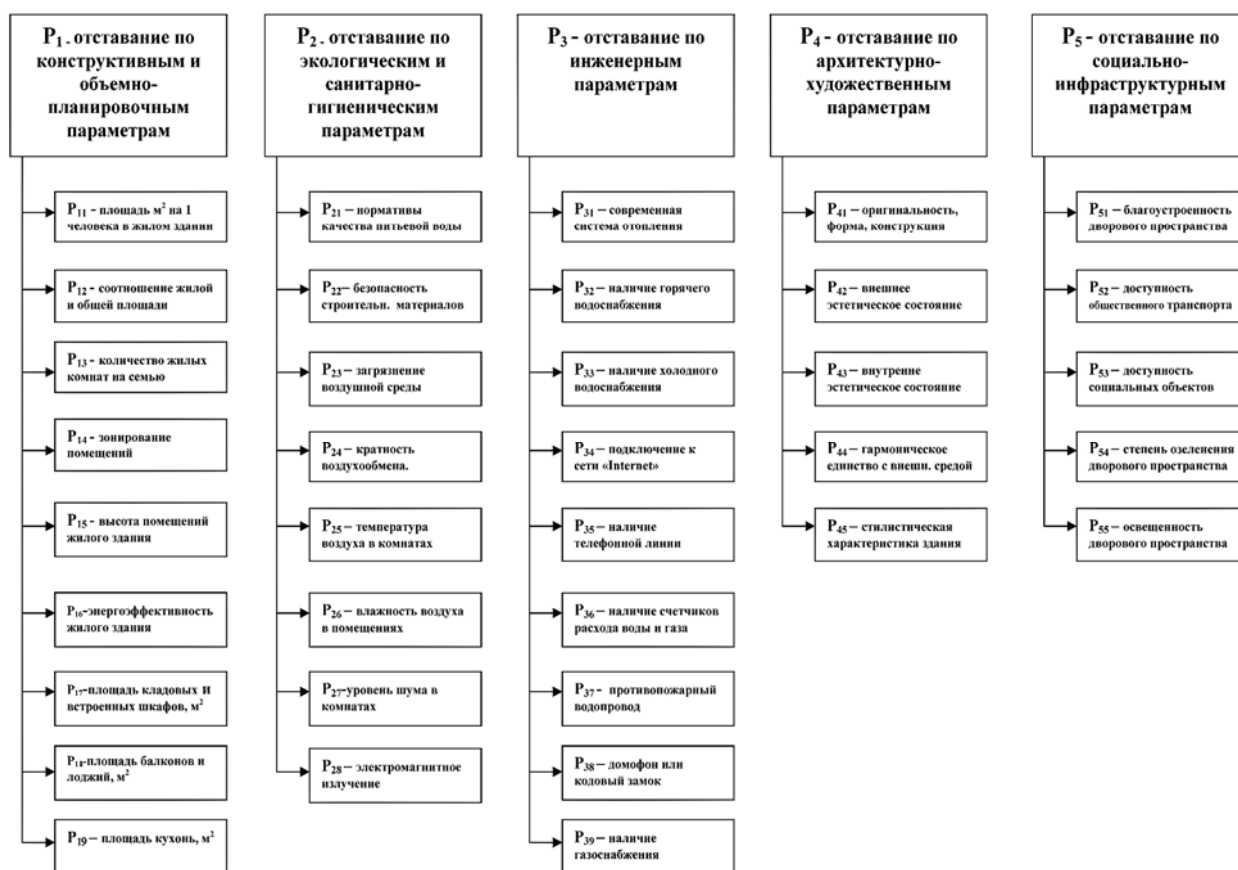


Рис. 3. Общие и частные показатели морального износа жилых зданий

Одним из наиболее важных показателей МИ жилых зданий является общий показатель P_2 – отставание по экологическим и санитарно-гигиеническим параметрам, так как составляющие его частные показатели (рис. 3) напрямую воздействуют на человека, то есть главного потребителя, и могут нести негативные последствия для его здоровья и условий проживания.

Для предотвращения и ликвидации негативных последствий необходимо определять значение каждого частного показателя МИ по отдельности и, исходя из этого, величину общего показателя.

Каждый частный показатель МИ целесообразно характеризовать набором градаций, которые измеряются в баллах от 1 до 5.

Значения градаций определяются по нормативам.

При отсутствии четких нормативов значения градаций определяются экспертным путем.

Более подробно порядок определения значений частных и общих показателей МИ, а также МИ жилых зданий изложен в работах [4-5].

Методика выбора действий по реновации жилого здания в зависимости от его морального и физического износа приведена в работе [6].

В качестве мер по ликвидации сложившегося морального износа зданий, в том числе по экологическим причинам, рекомендуются следующие действия и технические решения:

- техническое обслуживание зданий;
- текущий ремонт (плановый и непредвиденный);
- внеочередной ремонт;
- капитальный ремонт;
- реконструкция;
- снос и демонтаж здания.

Выводы

1. Рассмотрены и проанализированы особенности МИ 1-го и 2-го вида при характеристике состояния здания.
2. Выделен один из наиболее важных общих показателей МИ здания - отставание от существующих норм и требований по экологическим и санитарно-гигиеническим параметрам, влияющий на качество жизни человека.
3. На основании данного общего показателя установлены частные показатели морального износа здания
4. Рекомендована методика нахождения МИ здания и других объектов городской среды с помощью "движения вверх по дереву" от частных показателей к общим и т.д.
5. Предложен ряд действий и технических решений, направленных на ликвидацию морального износа зданий возникшего, в том числе, и по экологическим причинам.

Библиографический список

1. Матренинский С.И., Чернышов Е.М. Проблемы функционирования и развития территорий массовой жилой застройки как системно-комплексных градостроительных образований // Вестник центрального регионального отделения РААСН, выпуск 7. Воронеж – Липецк. 2008. с. 33-48.
2. Оценка функционального (морального) устаревания зданий и сооружений, Башков Владимир Семенович, журнал «Ценообразование и сметное нормирование в строительстве, № 1, 2006 г.
3. Чувилова И.В., Кравченко В.В. Комплексные методы реконструкции и модернизации массовой жилой застройки. Журнал ACADEMIA. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, №3 2011 Г. с. 94-100.
4. Матренинский С.И., Мищенко В.Я., Спивак И.Е., Зубенко К.Ю. Методологический подход к оценке морального износа территорий массовой жилой застройки //Промышленное и гражданское строительство. 2008. №11. с. 59-62.
5. Sergei I Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko. "Feasibility study of the configuration of built-up urban areas with the aim of their renovation". Recent Advances In Urban Planning, Sustainable Development And Green Energy. Proceedings of the 5th International Conference on Urban Sustainability, Cultural Sustainability, Green Development, Green Structures and Clean Cars (USCUDAR '14). Florence, Italy November 22-24, 2014, pp 58-63.
6. С.И.Матренинский, В.Я.Мищенко, Ле Тронг Хай, Е.А.Солнцев. Методологический подход к синтезу рациональных вариантов действий по переустройству и модернизации территорий массовой жилой застройки //Промышленное и гражданское строительство. 2010. №1. с. 59-62.

References

1. Matreninskiy S.I., Chernyshov E.M. problems of functioning and development of territories of mass housing development as a system-complex town planning formations // Bulletin of the Central regional office RAASN, issue 7. Voronezh-Lipetsk. 2008. pp. 33-48.
2. Evaluation of the FUNCTIONAL (MORAL) OBSOLESCENCE AND REAR CONSTRUCTION, Bashkov V.S., log "Pricing and budget normalization in construction, № 1, 2006
3. Chuvilova I. V., Kravchenko V. V. Complex methods of reconstruction and modernization of mass residential buildings. The journal ACADEMIA. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION, №3, 2011, pp. 94-100

4. Matreninskiy S. I., Mishchenko V. Ya., Spivak I. E., Zubenko K. Y. Methodological approach to assessing the obsolescence of territories of mass housing //Industrial and civil construction. 2008. No. 11. pp. 59-62.

5. Sergei I Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko. "Feasibility study of the configuration of built-up urban areas with the aim of their renovation". Recent Advances In Urban Planning, Sustainable Development And Green Energy. Proceedings of the 5th International Conference on Urban Sustainability, ultural Sustainability, Green Development, Green Structures and Clean Cars (USCUDAR '14). Florence, Italy November 22-24, 2014, pp. 58-63.

6. S.I. Matreninskiy, V.Ya.Mishchenko, Le Troping Hai, E.A. Solntsev. Methodological approach to the synthesis of rational options for actions for the reconstruction and modernization of the territories of mass residential development, Industrial and civil construction. 2010. № 1. pp. 59-62.

*Воронежский государственный
аграрный университет
имени императора Петра I
док. техн. наук, проф. кафедры
сельскохозяйственных машин тракторов
и автомобилей О.И. Поливаев
канд. техн. наук, доц. А.Н. Кузнецов
аспирант А.В. Лощенко
аспирант А.Н. Горбулич
Россия, г. Воронеж, тел. 8-930-011-68-93
e-mail: Loshenko.av@mail.ru*

*Voronezh State
agricultural University
name of Emperor Peter I
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the agricultural
machines tractors
and cars O. I. Polivaev
D.Sc.(Engineerin), Prof A. N. Kuznetsov
postgraduate A. V. Lashchenko
postgraduate A. N. Gorbulich
Russia, Voronezh, tel. 8-930-011-68-93
e-mail: Loshenko.av@mail.ru*

О.И. Поливаев, А.Н. Кузнецов, А.В. Лощенко, А.Н. Горбулич

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ОПЕРАТОРА МЭС ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНОЙ ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ

В статье предложена новая конструкция виброзащитной подвески сиденья с гидропоршневым активным элементом, рассмотрен принцип работы и проведены полевые испытания, доказывающие эффективность внедрения предлагаемой конструкции.

Ключевые слова: оператор МЭС, виброзащитное сиденье, испытания, ОКТАВА-101В.

O. I. Polivaev, A. N. Kuznetsov, A. Leshchenko, A. N. Gorbulich

THE EFFECTIVENESS OF THE PROTECTION OF THE OPERATOR OF THE MES THROUGH THE USE OF ACTIVE SUSPENSION SEAT.

This paper proposes a new design of vibration protection suspension seat hydraulics-piston active element, the principle of work and conducted field trials to prove the effectiveness of the implementation of the proposed design.

Keywords: operator, vibration-proof seat, tests, OKTAVA-101V.

Основная тенденция по устройству виброзащитного поддрессоренного сиденья заключается в использовании в качестве упругого элемента пневматических демпферов или гидравлических амортизаторов[1,2,3]. В большинстве современных мобильных энергетических средств (МЭС) на базе колесных тракторов используются подвески сиденья пассивного типа, имеющие ряд недостатков, основным из которых малая эффективность гашения низкочастотной вибрации, так же данный тип подвески обычно имеет линейную характеристику. Разработанные пассивные подвески сидений с нелинейной характеристикой, в полной мере, не справляются со своей задачей, так как имеют узкий диапазон частот и не всегда эффективно производят гашение колебаний на различных дорожных фонах и режимах работы МЭС. [4]

Основываясь на вышесказанном основным перспективным направлением, в развитии защиты оператора от вибрационной нагруженности, является внедрение активной подвески сиденья оператора МЭС, позволяющие в широком диапазоне частот эффективно гасить вертикальные колебания. [5,6,7]. А при различных почвенных фонах и режимах работы МЭС изменять

свои упругие и демпфирующие свойства. Основными факторами сдерживающими развитие данных систем является сложность и дороговизна конструкции, высокие энергозатраты.

Для решения данной проблемы в Воронежском ГАУ, на кафедре «Тракторов и автомобилей » была разработана и запатентована конструкция активной подвески сиденья транспортного средства. № RU2279990.[8] Схема представлена на рисунке 1.

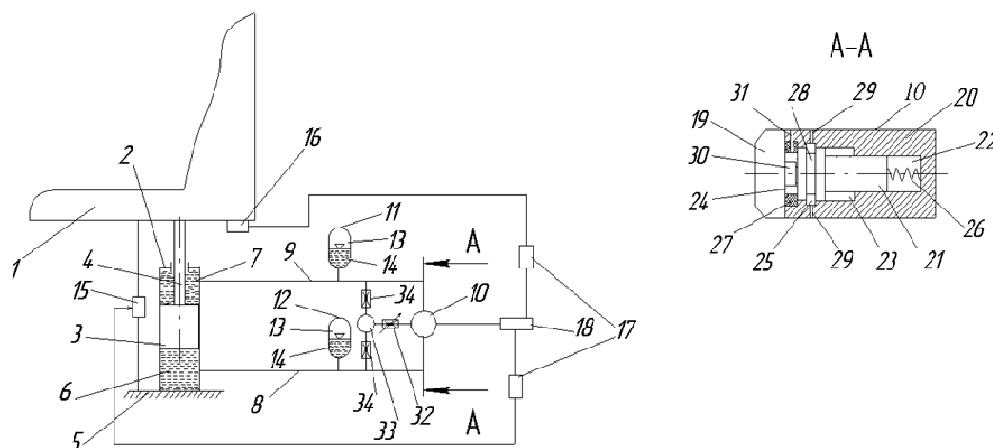


Рис. 1. Активная подвеска сиденья с гидропоршневым упругим элементом

Данное устройство работает следующим образом. В процессе работы подвеска сиденья подвергается воздействию вибрации, передаваемой от окружающей среды и механизмов транспортного средства. Это воздействие последовательно передается на основание 5 и само сиденье 1. При возникновении колебаний сиденья 1 на датчике вибрации 16 появляется сигнал управления, который проходит через выпрямитель 17 и поступает на сумматор 18. Одновременно с этим сигналом на сумматор 18 поступает сигнал той же полярности с датчика перемещения 15. На сумматоре 18 происходит сложение этих сигналов и на его выходе появляется суммарный сигнал, создающий в электромагните 19 противоположное магнитное поле, которое заставляет якорь 30 золотника 21 перемещаться в противоположную сторону, преодолевая усилие пружины 26. В процессе перемещения золотника 21 происходит уменьшение проходного сечения дросселирующей камеры 25, что приводит к повышению перепада давления рабочей жидкости в магистралях 8 и 9. Величина этого перемещения будет зависеть от величины силового магнитного поля, создаваемого электромагнитом 19, а оно, в свою очередь, будет зависеть от амплитуды и частоты колебаний сиденья 1, значения которых пропорциональны уровню сигналов, поступающих от датчиков 15 и 16 [8]

При проведении полевых испытаний определяли значения среднеквадратических ускорений на полу кабины МЭС и сиденьях оператора (опытном и серийном вариантах). Испытания ТТА проводили с прицепом, загруженным песком до 4 тонн.

В качестве измерительной аппаратуры при проведении полевых испытаний использовался виброизмерительный прибор ОКТАВА-101В (рисунок 2) с пьезоэлектрическим трехкомпонентным вибропреобразователем (ВП) АР2038 со встроенным антивибрационным кабелем длиной 2 м;

Виброметр ОКТАВА-101В предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней виброускорения с целью оценки влияния общей и локальной вибрации на человека на производстве, в жилых и общественных зданиях, а также с целью диагностики состояния промышленного оборудования.



Условия эксплуатации:

- Рабочий диапазон температур о.с. для прибора от +5 до +40 °С;
- Диапазон рабочих температур поверхности для ВП должен быть от -40 до +90 °С;
- Относительная влажность: до 90% при 25 °С;
- Атмосферное давление: 537...800 мм рт. ст.

Рис. 2. - Виброметр ОКТАВА-101В

На рисунке 3 представлены уровни вертикальных среднеквадратических ускорений на сиденье и в точке крепления подвески сиденья, при движении МЭС по стерне со скоростью 8 и 11 км/ч.

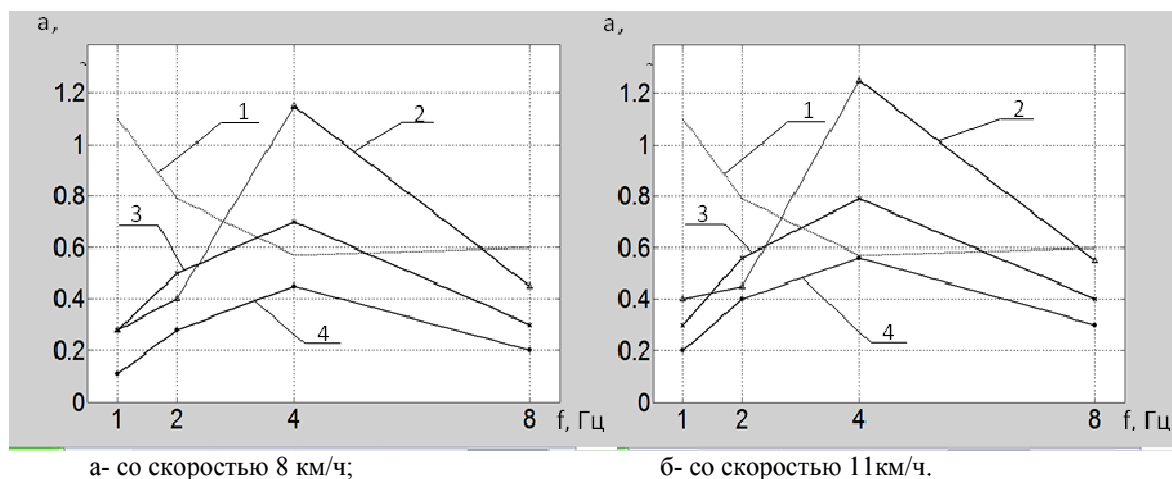


Рис. 3 Значения среднеквадратических ускорений в вертикальном направлении в октавных полосах частот при движении ТТА

На сиденье с серийной подвеской СКЗ вертикальных ускорений на 29...36% выше, чем на сиденье с опытной подвеской. Относительно максимального уровня СКЗ ускорений в точке крепления подвески: на сиденье с серийной подвеской, уровень СКЗ вертикальных ускорений на 36...39% меньше, чем в точке крепления подвески сиденья; на сиденье с опытной подвеской уровень СКЗ вертикальных ускорений на 57...59% меньше, чем в точке крепления подвески сиденья. Таким образом, при движении ТТА по стерне с опытной подвеской сиденья с активным элементом уровень СКЗ вертикальных ускорений в среднем в 1,7 раза меньше по сравнению с серийной подвеской сиденья.

Библиографический список

1. Поливаев, О.И Снижение динамических нагрузок в машинно-тракторных агрегатах [Текст] / О.И. Поливаев, А.П. Полухин // Воронеж, 2000.-197с.

2. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. теория и эксплуатационные свойства [Текст] / Гребнев В.П., Поливаев О.И., Ворохобин А.В.// учебное пособие под общ. ред. О.И. Поливаева.- М. : КНОРУС, 2011. - 264 с.
3. Снижение динамических нагрузок в трансмиссиях колесных тракторов [Текст] / Е.М. Харитончик, С.Т. Павленко, Н.И. Кочетков, О.И. Поливаев. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1976.-№ 3.-С.53-54.
4. Пат. 2121445 Российская Федерация, МПК В60N2/50 .Подвеска сиденья транспортного средства [Текст] /Поливаев О.И., Беляев А.Н., Подгорный И.Е., Климов А.Н.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им.К.Д.Глинки.- N 97108494/28;опубл. 10.11.1998,-3с.:ил.
5. Поливаев, О.И. Активная система поддрессирования автотракторного сиденья. [Текст] / О.И. Поливаев, А.Ю. Юшин // Тракторы и сельхозмашины. 2007.-№ 2.-С.38-40.
6. Пат. 1602770 Российская Федерация, МПК В60К 17/32. Привод ведущего колеса транспортного средства [Текст] / Поливаев О.И., Гусенко Н.Е., Фролов Р.И., Дурманов А.С., Василенко М.А.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им.К.Д.Глинки.-N 4768708/11;опубл. 12.12.1989.-3с.:ил.
7. Пат. 1219420 Российская Федерация, МПК В60К 17/32. Привод ведущего колеса / Поливаев О.И., Беляев А.Н., Прядкин В.И.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им.К.Д.Глинки.-N3829373;опубл. 25.12.1984,-4ст.:ил.
8. Пат. 2279990 Российская Федерация, МПК 7 В 60 N 2/50 Пневмогидравлическая подвеска сиденья транспортного средства / Поливаев О.И., Юшин А.Ю., Костиков О.М.: заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им императора Петра I . - №2005101841/11; заявл.26.01.2005; опубл. 20.07.2005, Бюл. № 2. - 4 с.: ил.
9. Тракторы и автомобили. Конструкция [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко // учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции", под общей редакцией О. И. Поливаева. М. : КНОРУС, 2010.-256с.
10. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков // учебное пособие - СПб: изд. «Лань», 2016.-280с.
11. Поливаев, О.И. Теория тракторов и автомобилей [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // учебник - СПб: изд. «Лань», 2016.-232с.

References

1. Polivayev, O.I Snizheniye dinamicheskikh nagruzok v mashinno-traktornykh agregatakh [Tekst] / O.I. Polivayev, A.P. Polukhin // Voronezh, 2000.-197s.
2. Grebnev V.P. Traktory i avtomobili. teoriya i ekspluatatsionnyye svoystva [Tekst] / Grebnev V.P., Polivayev O.I., Vorokhobin A.V.// uchebnoye posobiye pod obshch. red. O.I. Polivayeva.- M. : KNORUS, 2011. - 264 s.
3. Snizheniye dinamicheskikh nagruzok v transmissiyakh kolesnykh traktorov [Tekst] / Ye.M. Kharitonchnk, S.T. Pavlenko, N.I Kochetkov, O.I Polivayev. // Mekhanizatsiya i elek-trifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 1976.-№ 3.-S.53-54.
4. Pat. 2121445 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B60N2/50 .Podveska siden'ya transport-nogo sredstva [Tekst] /Polivayev O.I., Belyayev A.N., Podgornyy I.Ye., Klimov A.N.; zayavitel' i paten-toobladatel' Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im.K.D.Glinki.-N 97108494/28;opubl. 10.11.1998,-3s.:il.

5. Polivayev, O.I. Aktivnaya sistema podressorivaniya avtotraktornogo siden'ya. [Tekst] / O.I. Polivayev, A.YU. Yushin // Traktory i sel'khoz mashiny. 2007.-№ 2.-S.38-40.
6. Pat. 1602770 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B60K 17/32. Privod vedushchego koleasa transportnogo sredstva [Tekst] / Polivayev O.I., Gusenko N.Ye., Frolov R.I., Durmanov A.S., Vasilenko M.A.; zayavitel' i patentoobladatel' Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im.K.D.Glinki.-N 4768708/11;opubl. 12.12.1989.-3s.:il.
7. Pat. 1219420 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B60K 17/32. Privod vedushchego koleasa / Polivayev O.I., Belyayev A.N., Pryadkin V.I.; zayavitel' i patentoobladatel' Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im.K.D.Glinki.-N3829373;opubl. 25.12.1984,-4st.:il.
8. Pat. 2279990 Rossiyskaya Federatsiya, MPK 7 B 60 N 2/50 Pnevmodidravlicheskaya podveska siden'ya transportnogo sredstva / Polivayev O.I., Yushin A.YU., Kostikov O.M.: zaya-vitel' i patentoobladatel' Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im impe-ratora Petra I . - №2005101841/11; zayavl.26.01.2005; opubl. 20.07.2005, Byul. № 2. - 4 s.: il.
9. Traktory i avtomobili. Konstruktsiya [Tekst] / O.I. Polivayev, V.P. Grebnev, A.V. Vorokhobin, A.V. Bozhko // uchebnoye posobiye dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti "Mekhanizatsiya pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii", pod obshchey redaktsiyey O. I. Polivayeva. M. : KNORUS, 2010.-256s.
10. Polivayev, O.I. Ispytaniye sel'skokhozyaystvennoy tekhniki i energosilovykh ustanovok [Tekst] / O.I. Polivayev, O.M. Kostikov // uchebnoye posobiye - SPB: izd. «Lan'», 2016.-280s.
11. Polivayev, O.I. Teoriya traktorov i avtomobiley [Tekst] / O.I. Polivayev, V.P. Grebnev, A.V Vorokhobin // uchebnyk - SPB: izd. «Lan'», 2016.-232s.

УДК 534.83: 87.55.29

*Воронежский государственный
технический университет
Ст.преподаватель кафедры теории
и практики архитектурного проектирования
И.А. Сухорукова
Россия, г. Воронеж, тел. 8-919-239-97-26
e-mail i-sukhorukova@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Senior teacher of architectural design and urban
development department
I.A. Sukhorukova
Russia, Voronezh, tel 8-919-239-97-26
e-mail i-sukhorukova@yandex.ru*

И.А. Сухорукова

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ АВИАЦИОННОГО ШУМА РАЗЛИЧНЫМИ ПРЕПЯТСТВИЯМИ НА ПРИАЭРОДРОМНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Изложены результаты анализа натуральных измерений уровня шума авиационной техники на приаэродромных территориях и представлены способы снижения шума с помощью зеленых насаждений, зданий и сооружений. Выявлены закономерности ослабления уровня авиационного шума различными препятствиями.

Ключевые слова: авиационный шум, приаэродромные территории, акустические экраны, уровень звука, зеленые насаждения

I.A. Sukhorukova

DECREASE IN LEVEL OF AVIATION NOISE BY VARIOUS OBSTACLES ON AERODROME ENVIRONS

Results of the analysis of natural measurements of noise level of the aircraft on aerodrome environs are stated, and ways of noise reduction by means of green plan are presented. Regularities of aviation noise level reduction by various obstacles are revealed.

Keywords: aircraft noise, aerodrome environs, acoustic screens, artificial obstacles, green spaces

Проблема шумового воздействия в настоящее время приобретает все большее внимание. Особенно остро проблема влияния шума наблюдается в районах аэродромов и прилегающих к ним территориях. Поэтому защита от авиационного шума специалистов технического состава, связанного с эксплуатацией авиационной техники и населения, проживающего на приаэродромных территориях, становится все более актуальной. Особенно высокий уровень шума наблюдается в районах аэродромов во время производства полетов.

Авиационный шум характеризуется высоким уровнем звука. При взлете самолетов наиболее шумных типов (МиГ-31, Ил-86 и др.) авиационный шум с максимальным уровнем 75дБА нередко фиксируется на расстоянии более 10 км от аэродрома[1]. Главными источниками авиационного шума являются возмущения воздушных и газовых потоков, создаваемые работой турбореактивных, турбовинтовых и винтовых двигателей. Дополнительным источником шума являются вспомогательные силовые установки. Шумовые характеристики самолета отражают процессы, связанные с турбулентностью пограничного с летательным аппаратом слоя воздуха. Современные летательные аппараты генерируют повышенные акустические

нагрузки, в том числе в зоне величин, экстремальных как по интенсивности, так и по продолжительности воздействия [1].

Нормирование шума, создаваемого воздушными судами, проводится с целью его ограничения в двух основных случаях:

- на местности (техническое нормирование);
- на территории жилой и служебной застройки (гигиеническое нормирование).

Аэропорт (аэродром) является комплексным источником интенсивного непостоянного шума, создаваемого воздушными судами на его территории и в районе вблизи аэродрома, чем оказывает неблагоприятное воздействие на проживающее население. В соответствии с Федеральным законом №135-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка установления и использования приаэродромной территории и санитарно-защитной зоны», СанПиН 2.2.4.3359 - 2016 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [2] его необходимо отделить от жилой застройки санитарно-защитной зоной (СЗЗ), размеры которой должны быть обоснованы расчетным путем с учетом шумовых характеристик источников, места их расположения и режима эксплуатации.

В настоящее время границы санитарно-защитных зон вокруг многих аэропортов (аэродромов) не определены, а имеющиеся санитарно-защитные зоны нуждаются в пересмотре с учетом изменения интенсивности полетов и парка воздушных судов, а также проводимой реконструкции аэропортов.

Действующие отечественные нормативы шума ВС включают в себя не только максимально допустимые уровни шума, но и четко регламентированные, одинаковые для всех стран-членов ИКАО, требования к методике акустических измерений, режимам полета при сертификационных испытаниях, правилам обработки результатов измерений, правилам приведения результатов к стандартизованным условиям [3].

Оценка степени пригодности к застройке территорий в окрестности проектируемых и действующих аэродромов (аэропортов) заключается в расчете контуров равного нормируемого шума, создаваемого ВС при их летной и наземной эксплуатации. Этот расчет рекомендуется выполнять, исходя из наиболее неблагоприятных условий эксплуатации. На территории внутри этих контуров не должна планироваться новая жилая застройка.

Среди мероприятий, направленных на ослабление уровня шума, широко применяются искусственные экраны, а также естественные препятствия: деревья, кустарники, здания. Однако для целенаправленного снижения шума необходимо знать закономерности ослабления звука каждым из препятствий.

В работе [1] проводился анализ ослабления звука с помощью защитных экранов. Известно, что для снижения шума можно использовать различные мероприятия, например искусственные экраны, деревья, кустарники, здания. Однако, для целенаправленного снижения шума необходимо иметь расчетные соотношения.

При комбинированных препятствиях проблема может быть достаточно сложной. Поэтому, одним из путей возможных решений является разработка эмпирических расчетных соотношений.

Основой для получения эмпирических соотношений была разработанная программа обработки массивов экспериментальных данных, основанная на использовании метода наименьших квадратов [4]

Для оценки ослабления уровня шума посадками зеленых насаждений проводились экспериментальные исследования на действующем аэродроме приборами ВШВ-003-М2 и testo 816. Исследования акустической обстановки проводилось в различных точках аэродрома и прилегающих территорий при проведении полетов воздушных судов (ВС) различных типов. Замеры уровня шума проводились на расстояниях 10м за препятствиями. Результаты изме-

рений показали, что в зависимости от способа посадки с помощью зеленых насаждений можно снизить уровень авиационного шума на 5–8 дБА.

Изучение проводились в следующих приемах посадок:

- рядовая посадка тополя пирамидального с кустарником высотой 1,2 м (летом, зимой);
- двухрядная посадка тополя пирамидального с кустарником высотой 2,0 м (летом, зимой);
- двухрядная посадка тополя берлинского в шахматном порядке с одним рядом кустарника высотой 1,2 метра (летом, зимой);
- кустарником высотой 2 метра (летом, зимой)

Были получены выражения, описывающие снижение авиационного шума зелеными насаждениями на основе методов, изложенных в работе [1]:

Для зимнего периода без деревьев

$$y = 65,8616 + 1,37186x - 0,0156917x^2, \quad (1)$$

для зимнего периода- 1 ряда деревьев

$$y = 150,25 - 1,56439x + 0,008025x^2, \quad (2)$$

для зимнего периода- 2 ряда деревьев

$$y = 73,5521 + 1,29532x - 0,016425x^2, \quad (3)$$

для летнего периода -1 ряд деревьев

$$y = 171,379 - 2,32571x + 0,0148708x^2, \quad (4)$$

для летнего периода -2 ряда деревьев

$$y = 164,837 - 1,87802x + 0,0090375x^2, \quad (5)$$

для летнего периода – кустарник

$$y = 68,6549 + 0,528237x + 0,00731667x^2, \quad (6)$$

где x – расстояние от источника звука до посадок лесонасаждений и кустарника;

y – снижение уровня звука, дБА.

Исследование способности зеленых насаждений снижать шум с помощью нешироких полос на приаэродромных территориях представлены на рис.

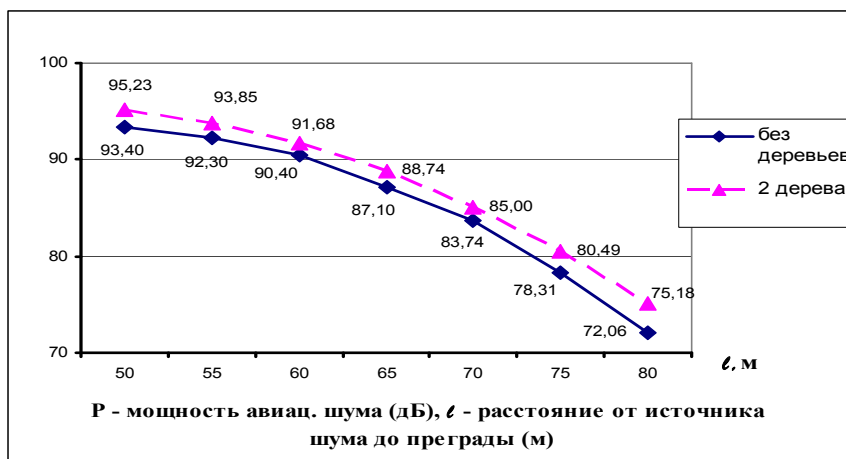


Рис. Снижение уровня авиационного шума в зимний период

Анализ результатов показал, что снижение уровня шума происходит в соответствии с регрессионными уравнениями, имеющими параболический вид, близкий к линейному. В среднем уменьшение происходит на 1 дБА при удалении на 10 метров от источника шума. Замеры сделаны на расстоянии до 80 метров от источника шума. В зимний период абсолютная величина звука больше на 1–2 дБА, чем в летний.

Были получены аналогичные результаты для случая, когда в качестве защиты от авиационного шума использовались здания:

Для одного здания

$$y = 128,774 - 0,697748 \times x + 0,000825 \times x^2, \quad (7)$$

Для препятствия в виде двух зданий

$$y = 111,7 - 0,521026 \times x + 0,00061666 \times x^2, \quad (8)$$

где x – расстояние от источника звука до зданий и сооружений;

y – снижение уровня звука, дБА.

Полученные данные позволяют рассчитывать снижение уровня авиационного шума за зданиями и сооружениями. В отмеченных точках результаты расчета совпадают с экспериментальными данными.

Таким образом, полученные аналитические соотношения, позволяют рассчитывать уровни авиационного шума за различными препятствиями и могут быть использованы при планировании мероприятий по ослаблению шумовой обстановки на аэродроме.

Библиографический список

1 Сухорукова И.А. Нахмансон Г.С. Оценка эффективности уровня авиационного шума на аэродроме защитным экраном // Кибернетика и высокие технологии XXI века.– Воронеж – 2014.– С 231–236.

2 ГОСТ 22283–2014 «Шум авиационный. Допустимые уровни на территории жилой застройки и методы его измерения»– М. 1984, – 14с

3 Солдатов С.К., Кукушкин Ю.А. Методическое обеспечение оценивания и прогнозирования работоспособности операторов, подвергающихся воздействию авиационного шума // Безопасность жизнедеятельности. – 2006.– № 4. – С.11–20 с.

4 Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие для вузов.– М.: Высшая школа 1988.– 239 с.

References

1. Suhorukova I.A. Nakhmanson G.S. Evaluating the effectiveness of aircraft noise at the aerodrome noise shield // Science and High Technologies of the XXI century, T .2 – Voronezh- 2013. – P. 231-236

2. Noise in the workplace, in residential and public buildings and residential areas. Sanitary norms. SN 2.2.4 3359-2016.-14 C.

3. Soldatov S.K., Kukushkin U.A., Methodological support of the estimation and prediction of the operability of operators exposed to aircraft noise // Life safely.– 2006.- № 4. - P.11-20.

4. Lvovsky E.N .Statistical methods for constructing empirical formulas: Proc. manual for higher education.– М .: Higher School 1988.- 239 p.

*Воронежский государственный
технический университет*

*Старший преподаватель кафедры проекти-
рования зданий и сооружений А.А. Тютерев;
Магистрант кафедры проектирования зда-
ний и сооружений О.Н. Рязанова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-43-39*

Voronezh State

Technical University

*Senior lecturer of the designing of buildings
and constructions faculty A.A. Tyuterev;
Undergraduate of the designing of buildings
and constructions faculty O.N. Ryazanova
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-43-39*

А.А. Тютерев, О.Н. Рязанова

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНЫХ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

В статье рассматривается зарубежный опыт проектирования детских дошкольных учреждений с применением экологических и энергоэффективных решений с целью дальнейшего внедрения технологий и идей в практику проектирования зданий в России.

Ключевые слова: экологичные и энергоэффективные решения, детские дошкольные учреждения, энергосбережение.

A.A. Tyuterev, O.N. Ryazanova

EXPERIENCE IN THE APPLICATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY AND ENERGY EFFICIENT SOLUTIONS IN THE DESIGN OF KINDERGARTENS

Foreign experience of designing preschool institutions with the use of environmentally friendly and energy-efficient solutions is considered in the article in order to further introduce technologies and ideas into the practice of designing buildings in Russia.

Keywords: environmentally friendly and energy-efficient solutions, kindergartens, energy saving.

В советское время к строительству детских дошкольных учреждений подходили с особой тщательностью. Создавалась нормативная база, на основе которой были разработаны соответствующие документы СНиП и СанПиН. Их требования являлись актуальными и прогрессивными и могли конкурировать с нормативами стран Европы.

Сегодня большинство детских садов построено по типовым проектам 1960-1970 годов, которые уже не отвечают современным требованиям. В соответствии со статьей 25 Федерального закона № 261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» программа энергосбережения является обязательной для всех государственных и муниципальных образовательных организаций и учреждений. Здания детских дошкольных учреждений должны удовлетворять не только функциональным, техническим и архитектурно-художественным требованиям, но и принципам энергоэффективности и экологичности.

Страны Европы ушли вперед в данной области. Знание зарубежного опыта может способствовать внедрению новых технологий и идей в практику проектирования зданий детских садов в России.

Рассмотрим опыт применения экологических и энергоэффективных решений при проектировании детских дошкольных учреждений на примерах Solhuset и Frederiksvej Kindergarden в Дании и спирального детского сада с фермой во Вьетнаме.

Детский сад Solhuset («Дом солнца») – это экологически чистое и энергоэффективное здание (рис. 1). Оно находится в Хёрсхольме (Дания).

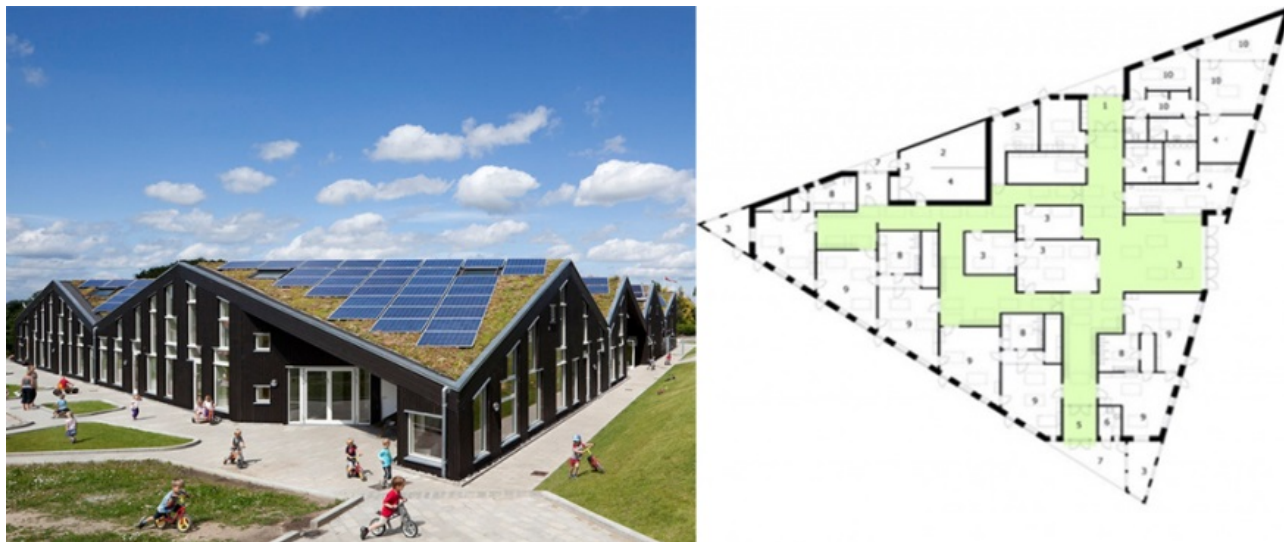


Рис. 1. Детский сад Solhuset в Хёрсхольме

Детский сад в плане имеет компактную форму в виде треугольника. Здания такой формы «обладают низкой материалоемкостью и наименьшими теплопотерями» [1]. В его северной части размещаются административные помещения и спальни. Вдоль юго-восточного и юго-западного фасадов расположены групповые и обеденный зал. В центре здания – интерактивное пространство, которое освещается исключительно сверху за счет окон в скатах кровли. В вершинах «треугольника» находятся теплицы.

Фасады здания имеют большую площадь остекления, благодаря чему в помещениях поддерживается оптимальный микроклимат. В Solhuset поступает в три раза больше солнечного света, чем в здания прямоугольной конфигурации.

В каждом помещении установлены датчики контроля температуры и содержания углекислого газа в воздухе. Как только температура начинает превышать норму или содержание углекислого газа увеличивается, включается автоматическая вентиляция окон.

Оболочка здания хорошо изолирована, состоит из дерева, произведенного под высоким давлением без добавления консервантов. В качестве отделки применены только экологически чистые материалы.

Воздух в помещениях частично нагревается за счет солнечного света, поступающего из окон. Другая часть энергии вырабатывается при помощи солнечных батарей и геотермального насоса. Детский сад Solhuset удовлетворяет стандартам «энергия плюс», так как фотоэлектрическая система производит в три раза больше энергии, чем необходимо для его функционирования.

Frederiksvej – это комплекс детского сада на 182 места, состоящий из 11 корпусов высотой в 2-3 этажа и соединенных друг с другом под разными углами (рис. 2). Он находится в Копенгагене (Дания) на улице Frederiksvej, в честь которой и получил свое название.

Каждый корпус детского сада выделяется в застройке графичным решением и лаконичной геометрией. Строгая цветовая гамма, отсутствие на фасадах инженерных коммуникаций, окна «без рам» напоминают карикатуру на то, как дети рисуют дома.



Рис. 2. Детский сад Frederiksvej в Копенгагене

Блоки соединены друг с другом переходами на разных уровнях, каждый из которых имеет отдельный вход с улицы. Помещения детского сада размещаются вокруг центральных атриумов, которые освещаются за счет окон в скатах кровли. В двух корпусах запроектированы зимние сады.

Солнечные батареи распределены по крышам блоков. Детский сад вырабатывает энергию сам.

Корпуса, смещенные относительно друг друга, разбивают территорию участка на небольшие игровые зоны. Задний двор детского сада переходит в парк, обустроенный для прогулок и отдыха с детьми.

Спиральный детский сад на 500 мест с фермой – это первое экологичное детское дошкольное учреждение в Бьенхоа (Вьетнам).

Здание в плане имеет форму трехлепестковой спирали (рис. 3). В нем два этажа, часть из которых приподнята на бетонных стойках, а полуоткрытые пространства выступают в роли теневых навесов. Необычная форма детского сада образует внутри него три площадки для игр детей и способствует «изолированию внутреннего пространства от неблагоприятного влияния» среды [2].



Рис. 3. Спиральный детский сад на 500 мест с фермой в Бьенхоа

Главной особенностью является «зеленая» многоуровневая крыша, на которой расположены сельскохозяйственные участки. На ней дети учатся правильно ухаживать за овощами. Для полива растений и смыва в систему канализации используется вторичная вода – стоки с соседней обувной фабрики, прошедшие очистку. Это позволяет снизить потребление водопроводной воды на 40%.

Здание запроектировано таким образом, чтобы максимально использовать возможности перекрестной вентиляции и естественного освещения. Поэтому нет необходимости в установке кондиционеров.

«Зеленая» крыша, самозатенение и использование солнечной энергии для нагрева воды позволяет детскому саду быть на 25% энергоэффективнее своих аналогов.

Можно сделать вывод, что энергоэффективные здания, по сравнению с обычными, потребляют на треть меньше тепла и значительно снижают расход воды. Такая экономия возможна только благодаря использованию соответствующих энергосберегающих материалов, а также оптимизации отопительной и вентиляционной систем. Помимо этого, они гарантируют эффективность функционирования здания и безопасность находящихся в нем людей. А применение современных экологических решений позволит смягчить негативное влияние зданий на окружающую среду. Использование источников чистой энергии приведет к сокращению количества отходов и загрязнений и к экономии запасов природных ресурсов.

Библиографический список

1. Исследование зависимости энергоэффективности здания от геометрической формы / Э. Е. Семенова, А. А. Тютерев – Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». 2011. № 1. С. 102-104.
2. Исследование энергосберегающих решений при проектировании гражданских зданий / Э. Е. Семенова, А. А. Тютерев – Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». 2010. № 1. С. 167-169.
3. URL: <https://www.detail-online.com/article/triangle-of-sustainability-13883/>
4. URL: <http://www.fainaidea.com/interesnoe/detskij-sad-s-zelenoj-kryshej-sozdan-v-64908.html>

References

1. Dependence of energy-efficient buildings on the geometric share / E.E. Semenova, A.A. Tyuterev – Nauchnyi vestnik Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Materials of interregional scientific and practical conference “High technologies in ecology”. 2011. № 1. С. 102-104 sec.
2. Study of energy-saving solutions for the design of civil buildings / E.E. Semenova, A.A. Tyuterev – Nauchnyi vestnik Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Materials of interregional scientific and practical conference “High technologies in ecology”. 2010. № 1. С. 167-169 sec.
3. URL: <https://www.detail-online.com/article/triangle-of-sustainability-13883/>
4. URL: <http://www.fainaidea.com/interesnoe/detskij-sad-s-zelenoj-kryshej-sozdan-v-64908.html>

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

УДК 625.033.34/625.033.37

*Воронежский государственный
технический университет
Студентка 4 курса дорожно транспортно-
го факультета А.Ю.Задорожная
Россия, г. Воронеж, тел. +7(951)544-59-37
e-mail: nastyunya1812@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
4th year student of the faculty of road
transport A.U. Zadorozhnaya
Russia, Voronezh, tel. +7(951)544-59-37
e-mail: nastyunya1812@yandex.ru*

А.Ю. Задорожная

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПУТЕМ УЧЕТА АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Объектом исследования является дорожная конструкция с асфальтобетонным покрытием при нагружении транспортным средством. Рассматривается задача определения влияния анизотропных свойств слоев дорожной одежды на прочность дорожной конструкции. Предложена расчетная модель и методика прогнозирования деформаций дорожного покрытия, позволяющая оценить надёжность транспортного сооружения. Определены зависимости, характеризующие изменения анизотропии слоёв дорожной одежды в процессе её эксплуатации.

Ключевые слова: автомобильная дорога, прочность дорожной конструкции, прогнозирование деформаций транспортного сооружения.

A.U. Zadorozhnaya

STRENGTHENING OF STRENGTH OF ROAD CONSTRUCTIONS BY ACCOUNTING THE ANISOTROPIC PROPERTIES OF MATERIALS OF ROAD CLOTHES

The object of the study is the road construction with asphalt-concrete coating under load vehicle. It is considered a task the impact anisotropic properties of pavement layers on the strength of the road structure. A computational model is proposed and the method of prediction of deformations road surface, allowing assess reliability the transport construction. The dependencies, characterizing the changes anisotropy of the layers pavement in the process of its operation.

Keywords: the road, the strength of the road structure, the prediction of deformations of the transport structure.

Автомобильная дорога является высоконагруженным элементом транспортной системы, обеспечивающим передвижение транспортных средств с различными массами и скоростями. Эксплуатационное состояние дорожного покрытия характеризуется, главным образом, такими показателями как прочность дорожной конструкции, ровность и шероховатость

дорожного покрытия [1,2,3]. Важнейшим показателем является прочность дорожной конструкции, позволяющая выявить насколько автомобильная дорога отвечает требованиям автомобильного движения.

Для оценки прочности дорожной конструкции измеряют упругий прогиб, возникший от расчетной нагрузки, и вычисляют общий фактический модуль упругости E_Φ , применяя зависимость

$$E_\Phi = \frac{P \cdot D}{l} \cdot (1 - \mu^2), \quad (1)$$

где P - среднее удельное давление, передаваемое испытательной нагрузкой, (МПа);

D - диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса под нормативной нагрузкой, для нагрузки группы A_1 , развивающей усилие 100 кН на ось, величина $D = 0,37$ (0,33) м, для группы A_2 , с усилием 110 кН – $D = 0,39$ (0,34) м, для группы A_3 , с усилием 130 кН – $D = 0,42$ (0,37) м (в скобках указаны значения D для стоящего автомобиля, без скобок – для движущегося) м;

l — упругий прогиб дорожного покрытия под нормативной нагрузкой, м;

μ — коэффициент Пуассона.

Прочность связывает величину нагрузки от транспортного средства с теми деформационными процессами, вызывающими интенсивное образование необратимых деформаций в дорожной конструкции, и, в последствии, приводящими к снижению срока её службы, ухудшению потребительских свойств автомобильной дороги, уменьшению средней скорости движения автомобилей в потоке [1, 3].

Следует отметить, что в настоящее время при расчете дорожных конструкций или обосновании различных ремонтных мероприятий не в полной мере учитывается воздействие транспортного потока в части его влияния на изменение эксплуатационных параметров дорожного покрытия с образованием необратимых дефектов.

Применение новых расчетных моделей и схем, методов расчёта и прогнозирования, диагностики дорожного покрытия методами неразрушающего контроля позволяет дополнительно оценить надёжность транспортного сооружения, определить его ресурс, дать количественную оценку транспортно-эксплуатационного состояния дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием.

Исследованиями в области взаимодействия транспортных средств с дорожной конструкцией занимались многие отечественные и зарубежные ученые: А.К. Бируля, В.Ф. Бабков, А.П. Васильев, В.П. Носов, В.П. Подольский [1,2,3,4]. Изучением анизотропных свойств твердого тела, в том числе слоистой конструкции, посвящены работы В.А. Амбарцумяна [5].

Основной задачей при изучении влияния анизотропных свойств слоев дорожной одежды на прочность дорожной конструкции является разработка подхода к оценке свойств конструктивных слоев на работу дорожной одежды под нагрузкой и изменение её прочностных характеристик во время эксплуатации.

Дорожная конструкция, как сложная механическая система, описывается множеством дифференциальных уравнений, связывающих закономерности и отражающие математические отличия одних параметров от других. Возникновение процессов, приводящих к разрушению покрытия, обусловлено, во первую очередь, внешними факторами. Сложность учета этих изменений вызвано, во-первых, скрытостью свойств нижних слоев дорожной одежды. Так, изменение прочностных свойств указанных слоев может вызвать неочевидный результат изменения эксплуатационных характеристик верхнего слоя асфальтобетонного покрытия. Во-вторых, при использовании линейных или нелинейных приближений к физической модели слоя, следует учитывать, что характеристики конструктивных слоёв имеют множественную параметризацию со статистическими свойствами.

Схема деформирования дорожной конструкции с нежестким анизотропным многослойным асфальтобетонным покрытием при нагружении транспортным средством (рис. 1).

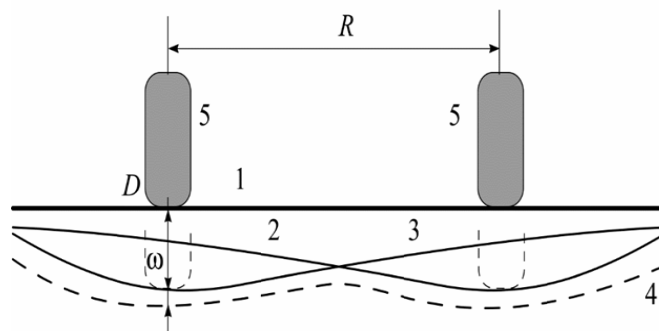


Рис. 1. Схема деформирования дорожной конструкции с нежестким анизотропным многослойным асфальтобетонным покрытием при нагружении транспортным средством.

Деформации, возникающие в конструктивных слоях дорожной одежды, в условиях анизотропии можно представить в виде

$$e_y = \frac{du_y}{dy}; e_x = \frac{du_x}{dx}; e_z = \frac{du_z}{dz}; e_{yz} = \frac{du_y}{dz} + \frac{du_z}{dy}; e_{zx} = \frac{du_z}{dx} + \frac{du_x}{dz}; e_{xy} = \frac{du_x}{dy} + \frac{du_y}{dx}, \quad (2)$$

где e_x, e_y, e_z – относительные деформации удлинения;
 e_{xy}, e_{yz}, e_{zx} – деформации сдвига; $z=const, x=const, y=const$.

Для получения полноты информации о состоянии дорожного покрытия и последующих его изменений нужно знать отдельные статистически неопределенные параметры, которые могут определять изменения анизотропии всей системы дорожной конструкции в целом.

Теоретическое представление о процессах, происходящих в материале дорожного покрытия, можно сформулировать на основе нескольких подходов, позволяющих тем или иным способом решить обратную задачу по измеренным или рассчитанным на этапе проектирования величинам, и в затем сделать логическую цепочку перехода покрытия из одного состояния в другое.

Рассмотрим напряженное состояние дорожной одежды в виде тензора напряжений с девятью компонентами. Дорожное покрытие находится в равновесии, и условиями равновесия в декартовой системе координат можно представить тремя дифференциальными уравнениями в виде

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + P_x = 0; \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + P_y = 0; \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + P_z = 0, \quad (3)$$

где $P_x = P_x(x, y, z), P_y = P_y(x, y, z),$

$P_z = P_z(x, y, z)$ представляют собой проекции объемной силы, отнесенной к единице объема на направления x, y, z .

Подставляя в общее уравнение конечных деформаций и учитывая анизотропию, можно вычислить изменения параметров каждого конструктивного слоя и влияние указанных изменений на дорожную конструкцию в целом. Общие уравнения конечных деформаций и анизотропия слоёв дорожного покрытия может быть записана в виде

$$\begin{aligned}
e_x &= \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial u_x}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial x} \right)^2 \right], \\
e_y &= \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial u_x}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_y}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial y} \right)^2 \right], \\
e_{xz} &= \frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial x} \frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \frac{\partial u_z}{\partial z}, \\
e_{yz} &= \frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_x}{\partial x} \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \frac{\partial u_z}{\partial y}, \\
e_{xy} &= \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial x} \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \frac{\partial u_z}{\partial y},
\end{aligned} \tag{4}$$

где u_i – компоненты вектора полного перемещения,
 i – x, y, z.

Для проверки теоретической предпосылки о влиянии на напряженно-деформированное состояние от транспортной нагрузки был произведен математический расчет в виде действия колеса транспортного средства на дорожное покрытие.

Распределение напряжений в контакте «колесо–покрытие» приведено ниже (рис. 2).

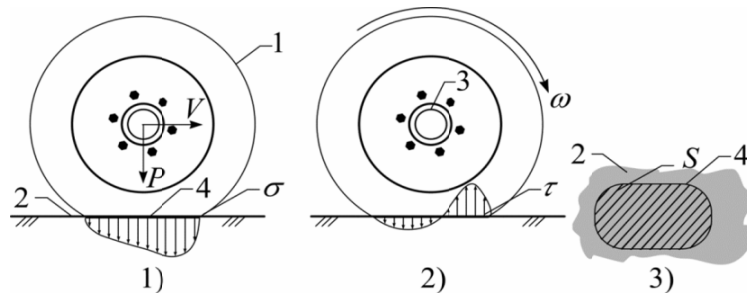


Рис. 2. Схема распределения нормальных и касательных напряжений в зоне контакта при нагружении покрытия транспортным средством:

- 1) распределение нормальных напряжений под колесом автомобиля; 2) распределение касательных напряжений под колесом автомобиля; 3) форма отпечатка колеса на покрытии;
 1 – колесо автомобиля; 2 – покрытие дорожной одежды; 3 – ось автомобиля;
 4 – отпечаток колеса; P – нагрузка на ось автомобиля; V – скорость движения автомобиля;
 S – площадь отпечатка колеса; ω – угловая скорость вращения колеса;
 σ и τ – нормальные и касательные напряжения в асфальтобетоне

Очевидно, что нормальная нагрузка вызывает нормальное напряжение в точке контакта колеса с покрытием. Тогда как касательные напряжения меняют свой знак в точке нулевой циркуляции энергии колеса, воздействующего на дорожную конструкцию (рис. 3).

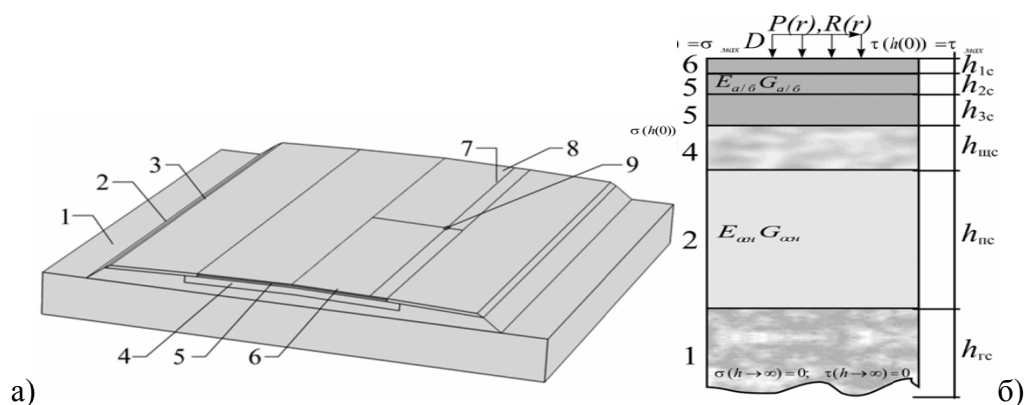


Рис. 3. Расчетная схема дорожной конструкции автомобильной дороги, подвергаемой нагружению:

а – поперечный профиль, б – слои дорожной конструкции;

- 1 – естественное грунтовое основание; 2 – грунт земляного полотна; 3 – обочина; 4 – (основание) щебёночный слой дорожной одежды; 5 – нижний слой покрытия дорожной одежды; 6 – верхний слой покрытия дорожной одежды; 7 – полоса наката; 8 – поверхность, на которую воздействует пневматик колеса; 9 – расчётный отпечаток колеса

Характеристики конструктивных слоев вариантов дорожных конструкций, принятых в расчётах, указаны таблице.

Таблица

Варианты дорожных конструкций

Материал конструктивного слоя	Вариант конструкции							
	1-я		2-я		3-я		4-я	
	h, см	E, МПа	h, см	E, МПа	h, см	E, МПа	h, см	E, МПа
Верхний слой асфальтобетонного покрытия	4	3200	4	3200	6	3200	6	2800
Нижний слой асфальтобетонного покрытия	8	2000	8	2000	10	2000	6	1800
Битумо-минеральный материал, в т.ч. с армированием слоя	22	2000	22	2000	18	2000	22	2000
Щебень прочный	35	420	15	400	25	320	40	600
Грунт (в т.ч. ППС)	150	50	150	50	150	50	150	70
$E_{общ.}, \text{МПа}$		234		234		234		234

В качестве параметров, различающих варианты конструкций, использованы вариации толщин верхнего и нижнего слоя асфальтобетонного покрытия, нижнего слоя основания из щебня, верхнего слоя основания из битумоминерального материала, в том числе с его армированием георешёткой.

Граничные условия, принятые при проведении расчёта, представлены в виде

$$\begin{aligned}
 h_{a/\bar{o}} &= h_{1c} + h_{2c} + h_{3c}; h_{осн.} = h_{uc} + h_{rc} + h_{ac}; \sigma(h \rightarrow \infty) = 0; \\
 E_{a/\bar{o}} &> E_{осн.}; h_{осн.} \gg h_{a/\bar{o}}; \sigma(h(0)) = \sigma_{max}; \tau(h(0)) = \tau_{max}; t_{возд.} < t_{пен.}; \\
 T_{a/\bar{o}} &> T_{осн.}; G_{осн.} \ll G_{a/\bar{o}}; \sigma(h_{ic}^H) = \sigma(h_{(i+1)c}^e); \tau(h_{ic}^H) = \tau(h_{(i+1)c}^e)
 \end{aligned} \quad (5)$$

Результат проведённого расчёта, показан на рис. 4.

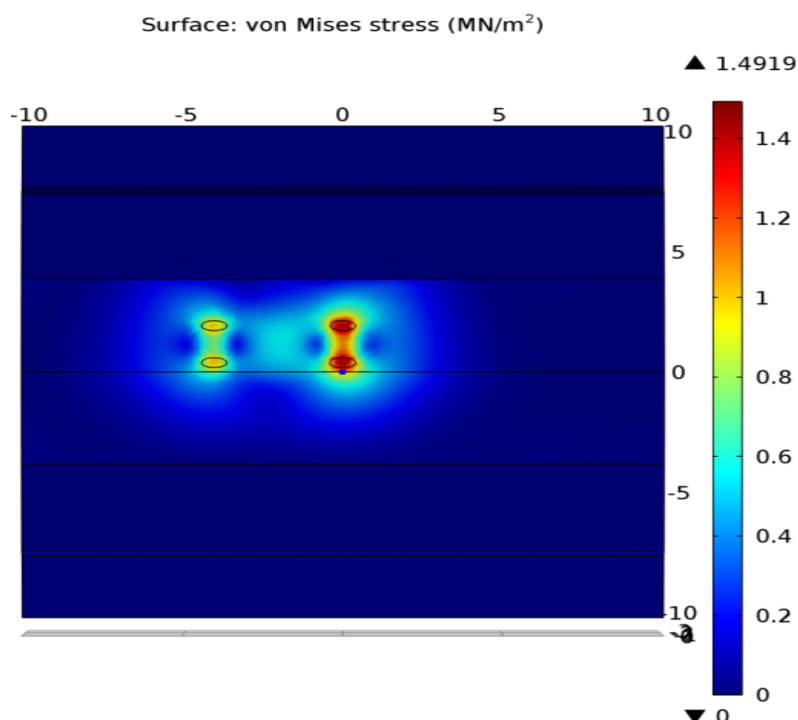


Рис. 4. Напряжения, возникающие в покрытии под воздействием грузового транспортного средства

Полученный план напряжений в покрытии под воздействием грузового транспортного средства, свидетельствует о существенном влиянии величины транспортной нагрузки на напряженно-деформированную систему и величину прогиба, возникающий под колесом (рис. 5).

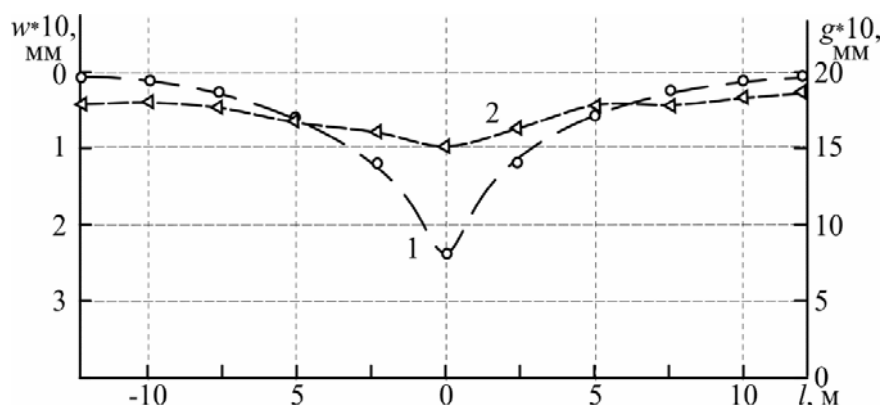


Рис. 5. Прогиб в многослойном асфальтобетонном покрытии:
1 – без анизотропии; 2 – 25% анизотропия (с учётом армирования)

Выводы

1. Предложена расчетная модель и методика прогнозирования деформаций дорожного покрытия, позволяющая оценить надёжность транспортного сооружения и определить его ресурс;
2. Определены зависимости, характеризующие изменения анизотропии слоёв дорожной конструкции в процессе её эксплуатации;
3. Установлено, что использование анизотропных материалов в слоях покрытий или в верхнем слое основания позволяет увеличить расчетную прочность конструкции и уменьшить прогибы асфальтобетонного покрытия под транспортными средствами.

Библиографический список

1. Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника. Том II. Ремонт и содержание автомобильных дорог [Текст] / А.П. Васильев. – М.: 2004.- 1129с.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. / Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1993г. – 272 с.
3. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. / Учебник для вузов. Под ред. А.П. Васильева- М.: Транспорт, 1990г. – 304 с.
4. Подольский В.П., Технология и организация строительства автомобильных дорог: учебное пособие / В.П. Подольский, А.В. Глаголев, П. И. Пospelov; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т, – Воронеж: Издательство Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 528 с.
5. Амбарцумян В.А., Теория анизотропных пластин [Текст] // Теория анизотропных оболочек [Текст] // Издательство «Наука», М., 1974, 448 с.

References

1. Vasiliev A.P. A reference encyclopedia of a road worker. Volume II. Repair and maintenance of highways [Text] / A.P. Vasiliev. - M.: 2004.- 1129 sec.
2. Babkov V.F. Road conditions and traffic safety. / Textbook for high schools. - Moscow: Transport, 1993 - 272sec.
3. Vasilyev A.P., Sidenko V.M. The operation of roads and the organization of road traffic. / Textbook for high schools. Ed. A.P. Vasilyeva- M.: Transport, 1990 - 304 sec.
4. Podolsky V.P, Technology and Organization of Road Construction: Textbook / V.P. Podolsky, A.V. Glagolev, P. I. Pospelov; Voronezh. state. ar-hit.-builds. un-t, - Voronezh: Publisher Voronezh. state. University, 2005. - 528 sec.
5. Ambartsumyan V.A., The theory of anisotropic plates [Text] // The theory of anisotropic shells [Text] // Nauka Publishers, Moscow, 1974, 448 sec.