

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Научно-технический журнал

№1 2019



УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

Научно-технический журнал

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

ISSN 2618-9054

Журнал издается с 2010 года

Учредитель и издатель: Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)

Территория распространения – Российская Федерация

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

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

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

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

Ответственность за достоверность опубликованных в статьях сведений несут авторы

Перепечатка материалов журнала допускается только с разрешения редакции

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

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

Scientific-and-Technical Journal

HIGH TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION COMPLEX

ISSN 2618-9054

The Journal has been published since 2010

Founder and publisher: Voronezh State Technical University (VSTU)

Territory of distribution - the Russian Federation

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

The journal publishes materials on the followingsubjects:

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

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

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

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

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

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

Научно-технический журнал

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Главный редактор – д-р техн. наук, проф. В.А. Жулай

Зам. главного редактора – д-р техн. наук, проф. Ю.Ф. Устинов

Ответственный секретарь – канд. техн. наук., доц. А.Н. Щиенко

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Д-р техн. наук, проф. 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, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Круглякова В.М., Заикина Е.В. Особенности и новый порядок оспаривания государственной кадастровой оценки земельных участков в 2019 году на примере воронежской области	7
Круглякова В.М., Панкратова Е.А. Проблемы методического обеспечения определения стоимости восстановительного ремонта при заливке помещения.....	12
Попов Д.А., Волокитина О.А., Еремин А.В. Усовершенствование метода проектирования автомобильных дорог с применением BIM технологий.....	18

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Тютерев А.А., Рязанова О.Н. Использование альтернативных источников энергии в детских дошкольных учреждениях	24
Тютерев А.А., Рязанова О.Н. Методика расчета мощности солнечной электростанции.....	27
Чудинов Д.М., Щукина Т.В., Петрикеева Н.А., Попова Н.М. Энергосберегающие мероприятия в многоквартирных жилых домах	32

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Еремин А.В., Курдюков Р.П. Определение рецепта приготовления асфальтогранулобетонной смеси.....	37
Калгин Ю.И., Барабас Н.А. Органоминеральные смеси с асфальтогранулятом для капитального ремонта дорожных одежд	42
Серебрякова В.А. Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов используемых в гражданском строительстве.....	49
Степанова М.П., Щетинин Н.В., Иванов А.А. Инновационные композиты на основе портландитовой матрицы.....	56
Усова Н.В. Ограждающие конструкции логистических центров	59

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Макарова Т.В., Меркулова Н.Н., Першин В.Б. Основные аспекты объемно-планировочного и конструктивного проектирования гражданских зданий для условий эксплуатации в жарко-влажном климате.....	64
Семенова Э.Е., Богай В.А. Проектирование зрелищных учреждений с применением энергосберегающих решений	70
Семенова Э.Е., Думанова В.С. Анализ проектирования дворцов бракосочетания с учетом современных требований	74

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Китаев Д.Н., Фильшина И.Ю. Температурные графики тепловых сетей в условиях г. Воронеж.....	78
Мартыненко Г.Н., Коробова М.М., Аникин Е.Н. Изучение влияния толщины тепловой изоляции и шага укладки труб в системах напольного отопления на распределение теплового потока.....	84

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

Андреев А.В. Определение динамики изменения коэффициента сцепления в период эксплуатации на шлаковых асфальтобетонных покрытиях.....	93
Андреев А.В. Особенности эксплуатации автомобильных дорог со шлаковыми асфальтобетонными покрытиями в сложных погодных условиях	96
Волокитина О.А., Волков И.Н. Влияние расчетных характеристик конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на сохранение эксплуатационных качеств автомобильной дороги.....	101

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Герашенко В.Н., Шевченко Н.В. Исследование ходового оборудования гидравлического экскаватора V-ой размерной группы и предложения по конструктивным изменениям узлов тележки гусеничной.....	105
Герашенко В.Н., Ядыкин В.А. Влияние модернизации элементов ходового оборудования на эффективность работы гидравлических экскаваторов	108
Жилин Р.А., Краснова М.Н., Стрункин П.В. Аддитивные технологии в инструментальном производстве	110
Жилин Р.А., Широков В.М., Щетилов К.С. Наземные транспортно-технологические комплексы.....	116
Жулай В.А., Еременко Е.Е. Повышение надежности сепаратора ПБС-90/210А.....	119
Жулай В.А., Тюнин В.Л., Щиенко А.Н., Щетилов К.С., Широков В.М., Жидких Н.С. Мощностные показатели одноосного колёсного движителя землеройно-транспортных машин.....	124
Калашников В.О., Брянцев И.В., Кусмарцев А.И., Москаленко Д.В., Наумов В.О., Семенникова М.А. Защита от шума и вибрации операторов технологических машин	129
Колтаков А.А., Василенко А.В., Широбоков Е.В., Власов М.В. Лабораторные исследование восстановительных свойств состава на основе плакирующих компонентов для плунжерных пар топливных насосов высокого давления.....	137
Колтаков А.А., Василенко А.В., Широбоков Е.В., Власов М.В., Василенко А.Н. Моделирование взаимодействия колеса с крупногабаритной пневматической шиной и грунтовой поверхностью	142
Куприн Н.П., Щиенко А.Н., Мохнатов В.В., Калашников М.В. Стенд для промывки масляных каналов в блоке цилиндров	152
Куприн Н.П., Щиенко А.Н., Мохнатов В.В., Калашников М.В. Гидравлический цилиндр с фиксированным ходом штока	158
Нилов В.А., Гурин Е.П. Исследование установки амортизаторов толкающей плиты	162

Нилов В.А., Солнцев А.В. Исследование вертикального нагружения мостов тягача прицепного скрепера	167
Перетрухин Д.С., Феденев А.А., Калинин Ю.И. Исследование зависимости провеса каната от усилия его натяжения	170
Серов А.А., Шабанова А.П., Савинков В.А. Гидроمولоты особенности конструкции и перспективы развития	176
Тарасов Е.А., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А., Щиенко А.Н., Мальцев В.О. Новые уплотнения подвижных соединений для гидроцилиндров рекуперативных систем строительных машин	180
Устинов Ю.Ф., Князев А.С. Типы виброизоляторов с изменяемой жесткостью	186

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Барышников М.В., Волокитин В.П. Свайный фундамент из вторичных труб магистральных трубопроводов	189
Воронин Е.В., Волокитин В.П., Еремин А.В. Армогрунтовые системы автодорожных мостов.....	193
Семенова Э.Е., Антонова Д.А., Ильичева Н.С. Витражное остекление фасадов: достоинства и недостатки	198

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

Мужаровская М.Н., Груза М.С., Хромых Г.Я., Щербина И.В. Профилактика аномалии Киммерле.....	202
Осипов А.А., Журавлёв А.В., Аристов В.Г., Родионов К.В., Красиков А.И., Волков С.Н. Методы выбора параметров систем виброзащиты.....	206
Шишов К.В., Климова Е.В. Аспекты комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами при градостроительном проектировании.....	211

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

Федосова А.П. Анализ достоинств и недостатков эксплуатируемых кровель в современном строительстве, решение проблемы волостика и наледи при их эксплуатации.....	221
--	-----

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 349.41

*Воронежский государственный
технический университет
Доктор экономических наук, профессор
кафедры технологии, организации
строительства, экспертизы и управления
недвижимостью Круглякова В.М.
Россия, г. Воронеж
e-mail: vinikat@mail.ru
Магистрант группы М502 кафедры техно-
логии, организации строительства, экспер-
тизы и управления недвижимостью
Заикина Е.В.
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (951) 543-79-22
e-mail: zemliansckaia2011@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
Doctor of economics, professor the Department
of technology, organization of construction, ex-
pertise and property management
Kruglyakova V.M.
Russia, Voronezh
e-mail: vinikat@mail.ru
Master's student of group M502 the Department
of technology, organization of construction, ex-
pertise and property management
Zaikina E.V.
Russia, Voronezh, tel.: +7 (951) 543-79-22
e-mail: zemliansckaia2011@gmail.com*

В.М. Круглякова, Е.В. Заикина

ОСОБЕННОСТИ И НОВЫЙ ПОРЯДОК ОСПАРИВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В 2019 ГОДУ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Данная статья посвящена рассмотрению нового порядка оспаривания государственной кадастровой оценки земельных участков в 2019 году, а также особенностям оспаривания кадастровой стоимости в Воронежской области. Актуальность данной темы связана с вступлением в силу федерального закона № 334-ФЗ «О внесении изменений в статью 52 части первой и часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации» от 3 августа 2018 года. Изменения в Налоговом кодексе и новый порядок оспаривания приведут в 2019 году к увеличению количества споров, касающихся кадастровой оценки, а в результате к уменьшению кадастровой стоимости и пересчету уплаченного земельного налога.

Ключевые слова: государственная кадастровая оценка, кадастровая стоимость, земельные участки, кадастровая оценка, федеральный закон, Налоговый кодекс, земельный налог, заявление об оспаривании.

V.M. Kruglyakova, E.V. Zaikina

PECULIARITIES AND NEW ORDER OF EVAPORATION OF THE STATE CADASTRAL ASSESSMENT OF LAND PLOTS IN 2019 ON THE EXAMPLE OF THE VORONEZH REGION

This article is devoted to the consideration of a new procedure for challenging the state cadastral valuation of land plots in 2019, as well as the specifics of challenging the cadastral value in the Voronezh region. The relevance of this topic is connected with the entry into force of the Federal Law No. 334-FZ "On Amendments to Article 52 of Part One and Part Two of the Tax Code of the Russian Federation" dated August 3, 2018. Changes in the Tax Code and a new procedure for challenging in 2019 will lead to an increase in the number of disputes regarding cadastral valuation, and as a result to a decrease in cadastral value and recalculation of the land tax paid.

Keywords: state cadastral valuation, cadastral value, land plots, cadastral valuation, federal law, Tax Code, land tax, a statement of dispute.

В последнее время на территории Российской Федерации активно идет процесс пересмотра кадастровой стоимости земельных участков. С 1 января 2019 года изменился процесс государственной кадастровой оценки, а также правила оспаривания кадастровой стоимости и излишне удержанные в связи с этим налоги. Сейчас процедура оспаривания проходит в соответствии с федеральным законом от 29 июля 1998 года № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации», а также с федеральным законом от 3 июля 2016 года № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке». Законодательством предусмотрено два основания для пересмотра кадастровой стоимости:

- использование недостоверных сведений во время процедуры кадастровой оценки;
- завышение кадастровой цены по отношению к рыночной на момент проведения процедуры.

Также основанием для пересмотра является экономически необоснованный земельный налог и размер арендной платы, а также наличие рыночной стоимости на дату кадастровой оценки, когда кадастровая стоимость не соответствует рыночной.

Если кадастровая стоимость отличается от рыночной, то следует обратиться в комиссию по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости, созданную при территориальном управлении Росреестра. Вероятнее всего комиссия примет положительное решение, так как содержание п. 5 ст. 217.1 части 2 Налогового кодекса РФ свидетельствует о том, что кадастровая стоимость изначально была завышена примерно на 30% [1]. Но это не является главным основанием для принятия решения при пересмотре кадастровой стоимости.

Так, в Воронежской области по данным Росреестра за 2018 год было принято положительное решение в отношении 57 земельных участков, а отказано в отношении 590 земельных участков [2]. Что составляет 8,6 % и 89,3 % соответственно (рис.).

Решение комиссии по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости при Управлении Росреестра по Воронежской области за 2018 год, %

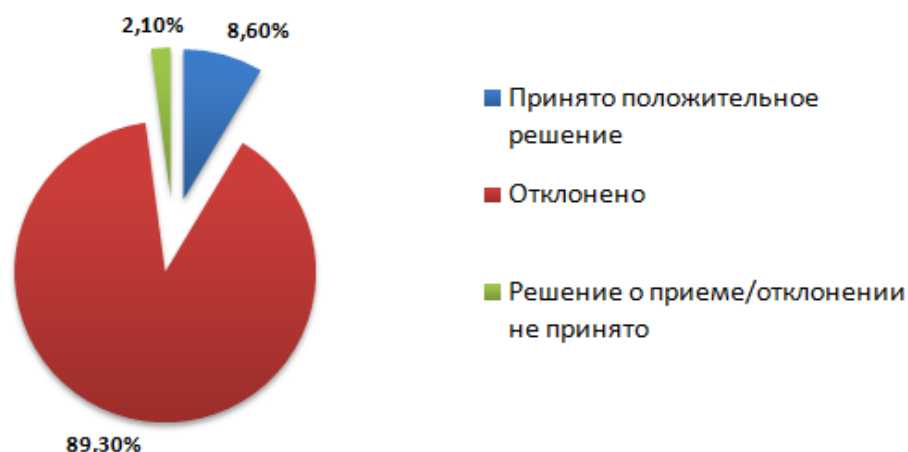


Рис. Решение комиссии по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости при Управлении Росреестра по Воронежской области за 2018 год, %

При обращении в суд, нужно понимать экономически целесообразно будет оспаривать кадастровую стоимость, или же расходы, понесенные в ходе судебного разбирательства,

превысят сумму экономии на налогах. Однозначно для владельцев объектов недвижимости с огромной стоимостью, сумма экономии на налогах превысит сумму судебных расходов, в результате оспаривания и снижения кадастровой стоимости.

Однако, после вступления в силу федерального закона № 334-ФЗ «О внесении изменений в статью 52 части первой и часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации» от 3 августа 2018 года будет значительный рост в оспаривании кадастровой стоимости, как в административном порядке, так и в судебном. Это связано с тем, что вступившие в силу изменения Налогового кодекса РФ указывают на возможность перерасчета сумм ранее уплаченных налогов с ретроспективой в 3 года, вследствие оспаривания кадастровой стоимости (п. 2.1 ст. 52 части 1 Налогового кодекса РФ).

В 2019 году в Воронежской области будет проводиться очередная государственная кадастровая оценка земельных участков в соответствии с приказом департамента экономического развития Воронежской области от 25 сентября 2018 года № 51-13-09/1420 «О проведении государственной кадастровой оценки земельных участков категории земель населенных пунктов, земель водного фонда и земель лесного фонда на территории Воронежской области» [3].

Новая кадастровая стоимость начнет применяться для целей налогообложения в 2020 году. А это свидетельствует о том, что после внесения сведений в ЕГРН о новой кадастровой оценке, старую оспорить будет невозможно. Соответственно, перерасчет налога за предыдущие налоговые периоды произвести также не будет возможным согласно п. 4 ст. 22 ФЗ «О государственной кадастровой оценке» от 3 июля 2016 года № 237-ФЗ, а также п. 10 ст. 24.18 ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» от 29 июля 1998 года № 135-ФЗ [4,5].

Следовательно, чтобы вернуть излишне уплаченный земельный налог, для жителей Воронежской области, кадастровая стоимость земельного участка которых действует уже несколько лет, и ранее не была оспорена, требуется подать заявление об оспаривании кадастровой стоимости в 2019 году до внесения в ЕГРН данных о новой кадастровой оценке. Так как по новым правилам пересчет налога будет не с момента подачи заявления о пересмотре кадастровой стоимости, а за весь период, когда действовала оспоренная оценка (см. табл.).

Таблица

Возврат излишне уплаченного налога по годам

Год, в котором была проведена государственная кадастровая оценка	Год подачи заявления об оспаривании кадастровой стоимости	
	2018	2019 (до момента внесения в ЕГРН сведений о новой кадастровой оценке)
2018	Вернуть излишне уплаченный налог можно за 2018 год	Вернуть излишне уплаченный налог можно за 2018 год
2017		Вернуть излишне уплаченный налог можно за 2017-2018 годы
2016		Вернуть излишне уплаченный налог можно за 2016-2018 годы
2015		Вернуть излишне уплаченный налог можно за 2015-2018 год, но со дня уплаты должно пройти не более трех лет
2014	Вернуть излишне уплаченный налог нельзя	

Как видно из таблицы, пересчет излишне уплаченного налога по кадастровой стоимости, действующей с 2018 года, как в случае подачи заявления об оспаривании кадастровой стоимости в 2018 году, так и в 2019 году, будет, начиная с 2018 года. А так как заявление о возврате налога можно подавать в инспекцию в течение трех лет после его уплаты согласно п. 7 ст. 78 Налогового кодекса РФ, то за 2014 год излишне уплаченные суммы вернуть нельзя.

Но все же, можно ли оспорить кадастровую оценку и вернуть часть уплаченных налогов, если заявление об оспаривании кадастровой стоимости было подано, после того, как новые данные были внесены в ЕГРН? Комиссия однозначно откажет в рассмотрении заявления, так как в ст. 24.18 ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» говорится, что «заявление о пересмотре кадастровой стоимости может быть подано в комиссию в период с даты внесения в Единый государственный реестр недвижимости результатов определения кадастровой стоимости по дате внесения в Единый государственный реестр недвижимости результатов определения кадастровой стоимости полученных при проведении очередной государственной кадастровой оценки» [6].

Но так как новая кадастровая стоимость, полученная при проведении очередной государственной кадастровой оценки в 2019 году, для расчета налогов будет применяться только с 2020 года, то оспорить прежнюю кадастровую стоимость можно будет в судебном порядке, в соответствии с Постановлением Пленума Верховного Суда РФ от 30.06.2015 № 28 «О некоторых вопросах, возникающих при рассмотрении судами дел об оспаривании результатов определения кадастровой стоимости объектов недвижимости» [7].

Таким образом, после вступивших в силу с 1 января 2019 года изменений в законодательстве, будет виден рост и оживление административных и судебных споров, касающихся пересмотра результатов кадастровой стоимости, что в свою очередь приведет по новому закону к уменьшению кадастровой стоимости и пересчету земельного налога в случае исправления ошибки. По старым правилам перерасчет налога делали с момента подачи заявления налогоплательщика, а по новым перерасчет будет за весь период, когда действовала оспоренная оценка. Следовательно, все эти поправки в законодательстве минимизируют риск налогоплательщиков.

Библиографический список

1. Налоговый кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 31 июля 1998 года № 146-ФЗ.
2. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии: [официальный сайт]. URL: <https://rosreestr>.
3. Приказом департамента экономического развития Воронежской области от 25 сентября 2018 года № 51-13-09/1420 «О проведении государственной кадастровой оценки земельных участков категории земель населенных пунктов, земель водного фонда и земель лесного фонда на территории Воронежской области».
4. Федеральный закон «О государственной кадастровой оценке» от 3 июля 2016 года № 237-ФЗ.
5. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» от 29 июля 1998 года № 135-ФЗ.
6. Справочная правовая система «Консультант-Плюс»: Обзор: «Проверьте, стоит ли оспаривать кадастровую стоимость в этом году» (КонсультантПлюс, 2018) [официальный сайт]. URL: <http://www.consultant.ru>
7. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 30.06.2015 № 28 «О некоторых вопросах, возникающих при рассмотрении судами дел об оспаривании результатов определения кадастровой стоимости объектов недвижимости».

References

1. Tax Code of the Russian Federation: Federal Law of July 31, 1998 No. 146-FZ.
2. Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography: [official site]. URL: <https://rosreestr.>
3. By the order of the Department of Economic Development of the Voronezh Region dated September 25, 2018 No. 51-13-09 / 1420 “On conducting state cadastral valuation of land plots of the category land of populated areas, water fund lands and forest land on the territory of the Voronezh Region”.
4. Federal Law "On State Cadastral Valuation" of July 3, 2016 No. 237-FZ.
5. Federal Law “On appraisal activity in the Russian Federation” of July 29, 1998 No. 135-ФЗ.
6. Reference legal system “Consultant Plus”: Overview: “Check whether it is worth disputing the cadastral value this year” (ConsultantPlus, 2018) [official site]. URL: <http://www.consultant.ru>
7. Resolution of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation No. 28 of June 30, 2015, “On some issues arising when courts are considering cases challenging the results of determining the cadastral value of real estate objects”.

*Воронежский государственный
технический университет
Доктор экономических наук, профессор
кафедры технологии, организации
строительства, экспертизы и управления
недвижимостью Круглякова В.М.
Россия, г. Воронеж
e-mail: vinikat@mail.ru
магистрант группы М502 строительного
факультета Панкратова Е.А.
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-961-614-96-75
e-mail: panilenka@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Doctor of economics, professor the Department
of technology, organization of construction,
expertise and property management
Kruglyakova V.M.
Russia, Voronezh
e-mail: vinikat@mail.ru
Postgraduate of group M502 construction faculty
Elena A. Pankratova
Russia, Voronezh, tel.: +7-961-614-96-75
e-mail: panilenka@mail.ru*

В.М. Круглякова, Е.А. Панкратова

ПРОБЛЕМЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ПРИ ЗАЛИТИИ ПОМЕЩЕНИЯ

Данная статья посвящена особенностям определения стоимости восстановительно ремонта, потребность в котором возникает в результате залива помещения. Особое внимание уделяется методикам, на основании которых специалисты рассчитывают стоимость ремонтных работ, необходимых для приведения поврежденного объекта в пригодное для эксплуатации состояние, а также проблемам и правовым аспектам, возникающим в процессе производства расчета

Ключевые слова: помещение, залив, ущерб, ремонт, стоимость, смета, физический износ, оценка

V.M. Kruglyakova, E.A. Pankratova

PROBLEMS OF METHODOLOGICAL SUPPORT OF DETERMINING THE COST OF REPAIR AFTER FLOODING OF THE PREMISE

Annotation: this article is devoted to the features of determining cost of repair, the need for which arises as a result of flooding of the premise. Special attention is paid to methods of calculation of cost of bringing damaged premise into a serviceable condition as well as legal and other issues arising from the calculation.

Keywords: premise, flood, damage, repair, cost, estimate, physical depreciation, assessment.

В настоящее время аварии в помещениях по причине залива достаточно распространены. Данное явление доставляет множество проблем как потерпевшей, так и виновной стороне. К сожалению, при решении данного вопроса участники не всегда могут найти компромисс, и поэтому к этому делу привлекается эксперт, который рассчитывает стоимость восстановительного ремонта, возникающую при заливе помещения [1].

Заливы в жилой и нежилой недвижимости чаще всего возникают в результате ряда причин:

1. Небрежность соседей сверху;
2. Нарушение герметичности стен и крыши;
3. Неисправность инженерно-технического оборудования.

Однако следует отметить, что в процессе производства экспертизы, эксперт не обязан выяснять причинно-следственные связи в результате чего возникла аварийная ситуация [2].

Право о возмещении ущерба устанавливается в ст. 15 Гражданского кодекса Российской Федерации (далее ГК РФ) [3]. Следует учитывать, что сумма реальных убытков – рыночная стоимость, рассчитанная на дату проведения оценки. Данная стоимость включает в себя затраты на проведение восстановительного ремонта помещения, техники, мебели за вычетом износа, а также упущенную выгоду.

На сегодняшний день существует две методики определения величины затрат на восстановительный ремонт по причине залития:

1. Составление перечня работ и материалов, необходимых для приведения помещения в первоначальное состояние, а также определение их стоимости на основании затратного подхода с применением элементов сравнительного подхода [4];

2. Составление сметного расчета [5].

Что касается первой методики – составление калькуляции, то, как правило, она широко используется частными оценочными компаниями. Эксперт-оценщик анализирует текущие характеристики помещения и самостоятельно определяет перечень необходимых работ для приведения помещения в пригодное для эксплуатации состояние. Суть методики заключается в том, что при определении стоимости затрат на восстановительный ремонт, экспертом составляется калькуляция требуемых ремонтных работ, и на основании этого подбираются аналогичные работы и материалы с указанными ценами, опубликованными на сайтах строительных организаций. В данном случае оценщик руководствуется ценами, существующими на рынке строительных услуг и материалов. Рассмотрим пример определения среднерыночных расценок на отдельный вид работ, а именно устройства потолка, поврежденного в результате залития (таблица 1).

Таблица 1

Определение среднерыночных расценок на работы (устройство потолка)

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Стоимость затрат на ремонтные работы по данным прайс-листов строительных фирм, руб.			Среднее значение показателя, руб.
1	2	3	4	5	6	7
	Устройство потолка					
1	Демонтаж люстры		"Мастер Строй", http://xn---36-5cdzzrtqbhdje.xn--plai/	"Ремонт-36", http://remont-otdelka-36.ru/	"Мой дом", http://voronezh.365rem.ru	
		шт.	50	50	100	67
2	Смывка побелки		"Ремонт-36", http://remont-otdelka-36.ru/	"Вернисаж Ленд", https://remstroi-shop.ru	"Мой дом", http://voronezh.365rem.ru	
		м2	85	80	80	82
3	Грунтовка потолка		"Мастер Строй", http://xn---36-5cdzzrtqbhdje.xn--plai/	"Гарант строй комплекс", http://voronezh.garantstroikompleks.ru	"Мой дом", http://voronezh.365rem.ru	
		м2	40	60	95	65
4	Шпатлевка потолка		"Мастер Строй", http://xn---36-5cdzzrtqbhdje.xn--plai/	"Гарант строй комплекс", http://voronezh.garantstroikompleks.ru	"Вернисаж Ленд", https://remstroi-shop.ru	
		м2	100	200	135	145
5	Покраска потолка		"Мастер Строй", http://xn---36-5cdzzrtqbhdje.xn--plai/	"Гарант строй комплекс", http://voronezh.garantstroikompleks.ru	"Вернисаж Ленд", https://remstroi-shop.ru	
		м2	180	270	180	210
6	Монтаж люстры		"Мастер Строй", http://xn---36-5cdzzrtqbhdje.xn--plai/	"Ремонт-36", http://remont-otdelka-36.ru/	"Мой дом", http://voronezh.365rem.ru	
		шт.	500	250	400	383

Недостатком рассматриваемой методики следует считать отсутствие на строительном рынке достаточной информации необходимой для проведения расчета. Строительные организации не стремятся выкладывать расширенные прайс-листы на официальных сайтах, стараясь завлечь клиентов, как минимум, телефонным звонком для личного обсуждения существующего вопроса. Однако при проведении судебной экспертизы вся полученная информация должна быть достоверной и общедоступной, так как согласно Федеральному закону «О государственной судебно-экспертной деятельности» № 73-ФЗ заключение эксперта обязано быть объективным, всесторонним и отображать полноту исследования.

Второй методикой для определения затрат на восстановительный ремонт по причине залития является составление сметного расчета (локального). Перечень необходимых работ и материалов также определяется экспертом самостоятельно после проведения визуального осмотра. Локальный сметный расчет может быть составлен ресурсным, ресурсно-индексным либо базисно-индексным методом.

Различия между данными методами в том, что при ресурсном методе смета составляется в реальных ценах на указанную дату. Ресурсно-индексный метод сочетает в себе реальные цены на материалы и услуги, а также систему индексов на сметные цены ресурсов. При базисно-индексном методе используется система текущих цен по отношению к стоимости определенной в базисном уровне или в текущем уровне предшествующего периода [6].

На практике чаще всего применяется вариант составления сметного расчета, так как сметная деятельность имеет крепкую и устоявшуюся нормативно-правовую базу, что является очень важным в судопроизводстве. Все сметные нормативы разрабатываются центрами ценообразования в строительстве.

Существует несколько видов сметных нормативов, содержащих расценки на выполнение единичных строительных работ (рис. 1)



Рис. 1. Классификация сметных нормативов

Элементные сметные нормативы - сметные нормативы отдельных элементов прямых затрат, приходящихся на единицу объема строительных работ и конструктивных элементов, расход строительных материалов, затраты труда строительных рабочих и времени работы строительных машин

Единичные расценки – нормативы, которые регулируют общественно необходимые, выраженные в натуральной форме размеры отдельных элементов прямых затрат, приходящихся на единицу объема строительных работ и конструктивных элементов, — расход строительных материалов, затраты труда строительных рабочих и времени работы строительных машин.

Укрупненные сметные нормы разрабатываются на укрупненные измерители, например, типовое здание и сооружение в целом.

Для перехода в уровень цен на дату составления сметы, экспертом применяются индексы пересчета сметной стоимости строительно-монтажных работ. Данные индексы разрабатываются в соответствии с «Методическими рекомендациями по использованию федеральных единичных расценок на строительные, монтажные, специальные строительные, ремонтно-строительные и пусконаладочные работы (ФЕР-2001) при определении стоимости строительной продукции на территории субъектов Российской Федерации» [7], введенными в действие письмом Госстроя России от 30.04.2003 № НЗ-2626/10, и ежеквартально публикуются в сборниках «Вестник ценообразования и сметного нормирования», издаваемых Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству.

Преимуществами данной методики является то, что все необходимые данные для расчета систематизированы, и используемые расценки и индексы утверждены законом на федеральном и территориальном уровнях и могут быть проверены в случае возникновения вопросов у участников судебного процесса. Однако, следует отметить, что результативность данного расчета зависит от квалификации эксперта, который его составлял, так как цены в смете могут быть завышены и заключение легко может быть опровергнуто в суде.

Отдельной составляющей убытка, понесенного в результате залития помещения, является упущенная выгода. Согласно ст. 15 ГК РФ под упущенной выгодой понимаются «неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено». В качестве примера можно привести нежилое помещение (офисное, торговое, складское и т.д.), которое в результате аварии по причине залития, перестало эксплуатироваться. В данном случае потерпевшему помимо затрат на восстановительный ремонт, будут выплачены доходы, которые он мог получить за период вынужденного простоя.

Очень часто перед экспертом встает вопрос об учете физического износа поврежденного имущества в результате залития помещения. Многие специалисты считают, что если при расчете не принимается износ, то происходит неосновательное обогащение потерпевшего. Такая ситуация нередко возникает при расчете возмещения по условиям договора страхового возмещения [8].

Однако, если опираться на ГК РФ, то вред, причиненный пострадавшей стороне должен быть полностью возмещен в виде цены поврежденной вещи, цены затрат необходимых для восстановления поврежденной вещи ли величины убытков, связанных с повреждением вещи. Как показывает практика, восстановить ремонт в помещении с использованием строительных материалов, которые имеют такую же степень физического износа, не является возможным. Таким образом, нарушаются гражданские права пострадавшего, которому не удастся привести помещение в первоначальное состояние. Придерживаясь данного мнения, эксперты не считают от-

существование учета износа неосновательным обогащениям граждан, и такой вариант расчета восстановительного ремонта в судопроизводстве является предпочтительным.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что методика, по которой будет определена величина восстановительной стоимости поврежденного имущества, выбирает непосредственно специалист, руководствуясь уровнем своих знаний и квалификацией. При расчете компенсации эксперт должен учитывать все потерянные доходы, либо незапланированные расходы, которые потерпевшая сторона понесла за период с возникновения аварии до приведения помещения в пригодное для эксплуатации состояние и принимать во внимания все допущения касательно физического износа имущества, пострадавшего в результате залива помещения. К основным проблемам, с которыми сталкивается специалист в процедуре производства экспертизы, следует отнести процесс сбора достоверной и общедоступной информации. Применение публичных данных является необходимым в связи с тем, что споры, связанные с взысканием материального ущерба вследствие залива помещения, относятся к одним из наиболее распространенных случаев, рассматриваемых в судах.

Библиографический список

1. Круглякова В. М., Панкратова Е. А., Особенности производства судебной экспертизы по определению ущерба вследствие залива жилых и нежилых помещений: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36782123>
2. Бабенко, Р. В. Оценка при повреждении жилого объекта недвижимости: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://ocenkababenko.ru/netcat_files/19/11/h_847f0a09adab7ea465ed0373f84837d7
3. Гражданский кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/
4. Центр независимой экспертизы, По какой методике определяется величина ущерба при заливе: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://expertnaya-ocenka.ru/po-kakoj-metodike-opredelyaetsya-velichina-ushherba-pri-zaliv/>
5. Каримов, М.А, Имущественный ущерб – оценка и возмещение: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.klerk.ru/law/articles/64842/>
6. Волков, Б.А., Кокин, М.В., Проектно-сметное дело в железнодорожном строительстве: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://nedvigovka.ru/biblioteka/is13/6_6.htm
7. Методические рекомендации по использованию федеральных единичных расценок на строительные, монтажные, специальные строительные, ремонтно-строительные и пусконаладочные работы (ФЕР-2001) при определении стоимости строительной продукции на территории субъектов Российской Федерации: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/13597/>
8. Никишина, О. В., К вопросу об учете и определении физического износа при расчете стоимости восстановительного ремонта помещений, порожденных заливом, в рамках проведения судебной строительно-технической экспертизы: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/k-voprosu-ob-uchete-i-opredelenii-fizicheskogo-iznosa-pri-raschete-stoimosti-vosstanovitelnogo-remonta-pomescheniy-povrezhdennyh>.

References

1. Kruglyakova V. M., Pankratova E. A., Features of forensic examination for determination of damage to residential and non-residential real estate caused by flooding, available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36782123>
2. Babenko R. V., Assessment in case of damage to residential property, available at: http://ocenkababenko.ru/netcat_files/19/11/h_847f0a09adab7ea465ed0373f84837d7
3. The Russian Civil Code, available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/
4. Center of independent expertise, Which method determines the amount of damage, available at: <http://expertnaya-ocenka.ru/po-kakoj-metodike-opredelyaetsya-velichina-ushherba-pri-zaliv/>
5. Karimov, M. A., Property damage – assessment and compensation, available at: <https://www.klerk.ru/law/articles/64842/>
6. Volkov, B. A., Kokin, M. V., Design and estimate business in railway construction, available at: http://nedvigovka.ru/biblioteka/is13/6_6.htm
7. Methodical recommendations on use of Federal single quotations on construction, installation, special construction, repair and construction and commissioning (FER-2001) at determination of cost of construction production in the territory of subjects of the Russian Federation, available at: <http://www.minstroyrf.ru/docs/13597/>
8. Nikishina, O. V., To the question of accounting and determination of physical deterioration in the calculation of the cost of repair of premises generated by the Gulf, in the framework of judicial construction and technical expertise, available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/k-voprosu-ob-uchete-i-opredelenii-fizicheskogo-iznosa-pri-raschete-stoimosti-vosstanovitelnogo-remonta-pomescheniy-povrezhdennyh>

*Воронежский государственный
технический университет
Студент группы Б931 Попов Д.А.
Россия, г. Воронеж, тел.:
+7-961-185-36-18
e-mail: dahbka_97@mail.ru
Канд. техн. наук, доцент Волокитина О.А.
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-910-349-72-56
e-mail: dixi.o@mail.ru
Канд. техн. наук, доцент
А.В.Еремин;
Россия, г. Воронеж, тел. +7-910-346-95-87
e-mail: bora.av@mail.ru*

*Voronezh state technical University
Student group B931 D. A. Popov
Russia, Voronezh, tel.:
+7-961-185-36-18
e-mail: dahbka_97@mail.ru
Cand. of Tech. Science, Associate prof.
O.A. Volokitina
Russia, Voronezh, tel.: +7-910-349-72-56
e-mail: dixi.o@mail.ru
Cand. of Tech. Science, Associate prof.
A.V. Eremin;
Russia, Voronezh, tel. +7-910-346-95-87
e-mail: bora.av@mail.ru*

Д.А. Попов, О.А. Волокитина, А.В. Еремин

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЙ

Тенденция применения современных методов автоматизированного проектирования зданий и сооружений влечет за собой потребность в изучении BIM-технологий в сфере дорожного строительства, что позволяет на любом из этапов жизненного цикла объекта внести своевременные корректировки, произвести согласование с заказчиком и сократить время на изменение конструктивных решений, рассчитать и определить объемы работ на объекте до начала строительства.

Ключевые слова: проектирование, автомобильные дороги, BIM технологии, автоматизированное проектирование, единая система, моделирование.

D.A. Popov, O.A. Volokitina, A.V. Eremin

BIM TECHNOLOGY: INTRODUCTION OF THE TECHNIQUE INTO THE DESIGN OF ROADS

The tendency to apply modern methods of computer-aided design of buildings and structures entails the need to study BIM-technologies in the field of road construction, which allows making timely adjustments at any of the stages of the life cycle of an object, making coordination with the customer and reducing the time for changing design solutions, calculating and determine the scope of work at the facility prior to construction.

Keywords: design, roads, BIM technology, computer-aided design, unified system, modeling.

Сравнительно недавно в нашей стране начала активно появляться технология BIM (Building Information Modeling) для проектирования и строительства зданий и сооружений. Всплеск интереса к данному вопросу во многом связан с активной политикой компании

Autodesk в России. В связи с этим упоминание BIM ассоциируется с программами Autodesk Building Design Suite, включающем в себя AutoCAD, AutoCAD Architecture, Revit и пр.[1].

Описание роли и места BIM технологий выглядит современно и привлекательно с точки зрения применения в сфере проектирования автомобильных дорог. Раньше проектирование всех объектов делалось, как правило, в виде одной или нескольких проекций этих объектов, представленных на бумажном носителе. В 1960–1970-х гг. начались первые попытки автоматизации процесса черчения с целью уменьшения времени и улучшения качества чертежей.

Этот вид автоматизации часто называют 2D-проектированием или, говоря языком проектирования, CAD (Computer-Aided Drafting).

Развитие проектирования на этом не остановилось, и следующим этапом стали 1980-е гг. Возможность компьютера на тот момент позволяла заниматься построением трехмерных моделей объектов, а чертежи можно было строить в разрезе и проекции. Именно тогда в 3D-моделировании появилась важная идея параметризации объектов, которая в совокупности с технологией твердотельного моделирования позволила резко повысить эффективность проектирования. Класс программных систем, ориентированных на моделирование, а не на черчение, также получил название CAD, но уже с другой расшифровкой — Computer-Aided Design. В русском языке такие системы называются САПР. По отраслевому назначению среди САПР обычно выделяют всего три основных вида:

1. MCAD (Mechanical Computer-Aided Design) - машиностроительные САПР;
2. ECAD (Electronic Computer-Aided Design) — радиоэлектронные САПР;
3. CAAD (Computer-Aided Architectural Design) — САПР архитектуры и строительства.

Системы проектирования автомобильных дорог относятся к 3-й категории как объекты капитального строительства, однако САПР автомобильных дорог и архитектурные САПР используют разные модели данных и принципы проектирования. Во многом САПР зданий похожи на машиностроительные САПР, в то время как САПР дорог тяготеют по моделям данных к геоинформационным системам (ГИС). Аналогично поступают и многие производители программного обеспечения, в линейках продуктов которых наблюдается такое разделение. Например, компания Autodesk имеет продукт Revit, применимый как для машиностроения, так и для зданий. Кроме того, Autodesk имеет совершенно иной продукт AutoCAD Civil 3D, предназначенный для проектирования объектов инфраструктуры, в том числе автомобильных дорог.

Со временем на рынке программных продуктов появились различные сопутствующие системы, автоматизирующие инженерные расчёты — CAE (Computer-Aided Engineering), управляющие программы для станков — CAM (Computer-Aided Manufacturing), подготовку технологических процессов — CAPP (Computer-Aided Process Planning), ведомостей, электронные описания изделия и технические руководства. Такое комплексное применение программ классов CAD/CAM/CAE/CAPP позволило сформировать полную цифровую модель изделия.

Следующей предпосылкой к эволюции автоматизированного проектирования стала потребность в работе с неожиданно быстро возникающими огромными массивами цифровой информации. Возникли новые классы систем, предназначенные для организации и координации работ инженерного персонала — системы управления данными об изделии (PDM — Product Data Management) и электронные архивы. Всё это в совокупности легло в основу концепции управления изделием в течение всего его жизненного цикла — PLM (Product Lifecycle Management), возникшей в 1985 г.

В настоящее время концепция PLM получила нормативное закрепление на уровне международных стандартов (семейство ISO 10303, называемое также STEP; в России ему

соответствует семейство ГОСТ Р ИСО 10303). Большинство современных ведущих САПР полноценно поддерживают эти стандарты.

До настоящего времени в нашей стране информация об автомобильных дорогах (проекты организации дорожного движения, инженерная и рабочая документация, материалы диагностики и паспортизации, материалы земельно-имущественного учёта и пр.) в максимальной полноте были представлены в виде бумажных архивов, хранящихся в управлениях автомобильных дорог. Некоторая часть информации была представлена в виде электронных паспортов и чертежей. Следует отметить, что практически ни один заказчик сегодня не требует от подрядчиков сдавать полноценные электронные модели дороги (САПР-модели по итогам проектирования или ГИС-модели по результатам исполнительной съёмки, паспортизации или кадастрового учёта). В PLM/BIM цифровая модель изделия/здания появляется на этапе проектирования, однако в отрасли дорожного строительства такой объект, как автомобильная дорога непрерывно меняется в процессе эксплуатации. В PLM/BIM цифровая модель автомобильной дороги представляется в формате САПР на стадии проектирования и строительства, но на стадии эксплуатации информация собирается в базах данных в рамках процедур диагностики, инвентаризации, кадастра и обследований инженерных сооружений. В рамках современных подходов эта информация интегрируется в составе геоинформационных систем (ГИС) автомобильных дорог.

Таким образом, жизненный цикл автомобильных дорог является более сложным, нежели в архитектуре, а разнородность возникающих моделей (ГИС - и САПР - моделей) всей дороги и её элементов позволяет говорить о более сложных концепциях управления дорогами, нежели BIM в архитектуре [2,4].

Сегодня доминирующими САПР автомобильных дорог в дорожных проектных организациях РФ являются 4 системы: CREDO Дороги (КредоДиалог, г. Минск), IndorCAD/Road (ИндорСофт, г. Томск), Топоматик Robur-Автомобильные дороги (Топоматик, г. Санкт-Петербург), AutoCAD Civil 3D (Autodesk, USA). Все вышеперечисленные САПР обладают необходимым функционалом для подготовки полного цикла проектной документации: от обработки материалов изысканий до подготовки чертежей.

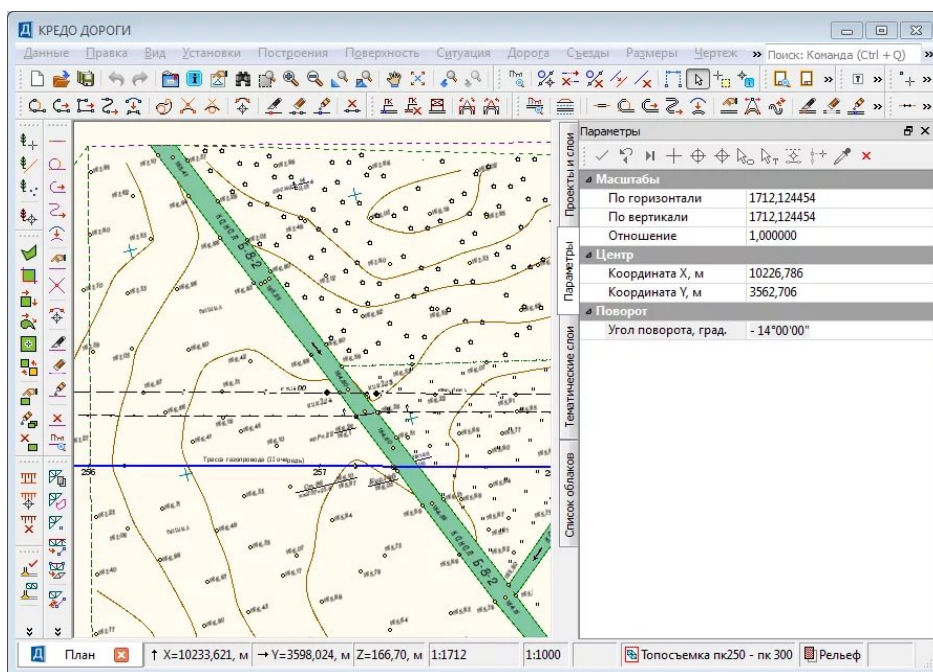


Рис. 1. Участок трассы в программе «CREDO Дороги»

Традиционно этап проектирования начинается с инженерных изысканий, результатом которых является сформированная модель местности, содержащая более точную, чем на этапе планирования, цифровую модель рельефа, модель ситуации, модель геологии, модель инженерных коммуникаций и другую информацию, важную для принятия проектных решений.

При использовании традиционного подхода проектирование начинается только после полного окончания формирования ЦММ, что неизбежно приводит к существенным временным издержкам. BIM-технология, реализованная в IndorCAD 10, позволяет минимизировать временные издержки, выполняя работы по уточнению ЦММ и независимому проектированию.

Параллельно с подготовкой или последовательным уточнением модели инженерных изысканий может выполняться концептуальная модель дороги, с которой дальше будут выполняться обычные проектные манипуляции традиционными инструментами по редактированию плана, продольного и поперечных профилей. Работа же по наполнению и уточнению модели инженерных изысканий может продолжаться в процессе проектирования, а процесс проектирования можно начать уже сразу после получения первого уточнения модели рельефа.

Параллельная работа проектировщиков и изыскателей возможна при помощи использования среды общих данных (СОД), предоставляющей в качестве слоя ЦММ отдельно подготавливаемую модель местности. По ходу наполнения цифровой модели местности информацией о зданиях, инженерных коммуникациях и других значимых объектах, проектировщики посредством СОД получают изменения в модели и могут корректировать проектные решения с учетом полученных изменений. Одним из многих преимуществ, получаемых при использовании BIM-технологии в проектировании по сравнению с традиционным подходом, является возможность обнаруживать потенциальные коллизии с инженерными коммуникациями и другими объектами. Это позволяет обнаружить конфликты на ранних стадиях проектирования и внести соответствующие изменения в проектное решение задолго до строительства [3].

После занесения в модель информации о толщах геологических структур и построения цифровой модели геологии данные о геологических слоях могут быть использованы при работе с профилями, построении чертежей, подсчете объемов земляных работ, а также трехмерной визуализации геологической модели. Уже в процессе проектирования автомобильной дороги цифровая модель геологии может уточняться и корректироваться, при этом проектировщики, используя СОД, автоматически получают изменившуюся модель в сечениях и могут учитывать геологические слои в объемах.

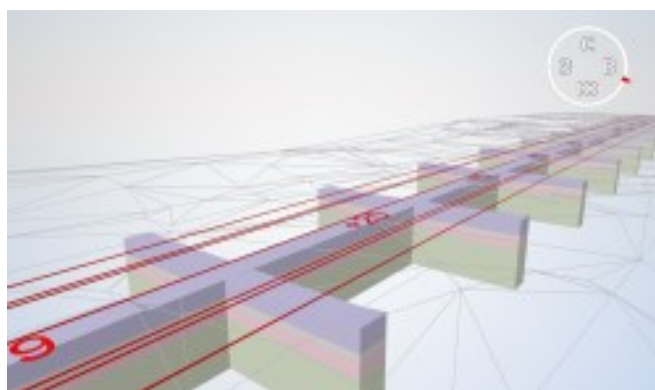


Рис. 2. Сечение геологических слоев под проектируемой дорогой

Проектируемые объекты модели полностью параметризованы: в процессе проектирования любые параметры проектируемой дороги (план, продольный, поперечные

профили, конструкции дорожной одежды и многие другие) могут своевременно изменяться, т. е. в любое время и без необходимости перепроектирования всего того, что уже было сделано. Ведь даже при переходе из «насыпи» в «выемку» конструкция поперечного профиля автоматически изменится благодаря использованию встроенных в систему «сценариев».

В IndorCAD 10 встроена библиотека типовых решений, которую пользователь может дополнять собственными элементами. Помимо конструкций поперечного профиля, библиотека может содержать также типовые конструкции дорожных одежд. Таким образом, внесение заранее рассчитанной в IndorPavement конструкции дорожной одежды в модель дороги может быть выполнено в несколько щелчков мыши [3].

Использование среды общих данных позволяет всем участникам процесса не только видеть актуальную информацию по проектируемому объекту, но и иметь возможность вставлять комментарии, прикрепляя их к тому или иному объекту проекта. Скажем, заказчик при предоставлении ему такой возможности или ГИП могут, «подключившись» к текущему состоянию модели, оставить какие-либо замечания или ремарки о некоторой части проекта. Проектировщики, непосредственно выполняющие проектные работы, при этом могут сразу увидеть замечания и оперативно внести правки в модель.

Некоторые объекты проекта (остановочные комплексы, пункты взимания платы, АЗС, надземные пешеходные переходы, мосты и т. д.) зачастую проектируются отдельно и в других программных продуктах. Система IndorCAD 10 позволяет загружать и устанавливать на создаваемую модель проектной поверхности различные 3D-объекты, созданные с использованием специализированных программных средств, поддерживающих распространенные форматы данных (DWG, IFC, OBJ), для получения цельной единой модели проекта. Например, объекты придорожного сервиса, смоделированные в специальных программах, без проблем «встраиваются» в проектное решение.

В результате проектирования постепенно формируется проектная модель дороги — полноценная 3D-модель, детально описывающая конструктивные решения всех элементов дорожной одежды, делая возможным использование модели на этапе строительства.

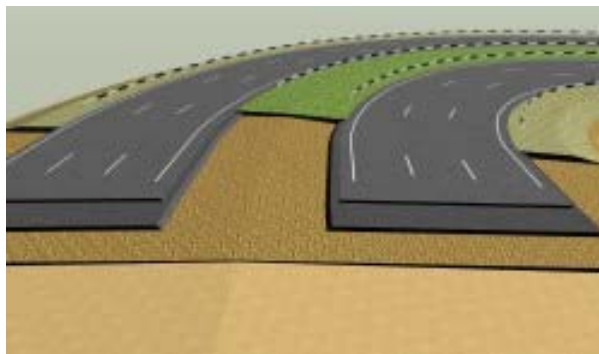


Рис. 3. Послойная модель конструкции дорожной одежды в IndorCAD 10

Выводы

1. Применение BIM-технологий в сфере проектирования и строительства автомобильных дорог позволит сократить сроки введения объекта в эксплуатацию.
2. Своевременно принимать решения по корректировке проектных решений и изменению объемов работ при строительстве объекта.

Библиографический список

1. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? [Электронный ресурс] <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-dlya-dorozhnoy-otrasli-cto-to-novoe-ili-my-etim-uzhe-zanimaemsya.pdf>.
2. Бойков В.Н. САПР автодорог — перспективы развития. - САПР и ГИС автомобильных дорог #1, 2013, с.7.
3. BIM-решения «ИндорСофт» для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог [Электронный ресурс] <https://dorogniki.com/stati/bim-resheniya-indorsoft-dlya-proektirovaniya-i-ekspluatsii-avtomobilnyx-dorog/>.
4. Баранник С. В. Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 24–28. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.3.

References

1. BIM for the road industry: something new or are we already doing it? [Electronic resource] <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-dlya-dorozhnoy-otrasli-cto-to-novoe-ili-my-etim-uzhe-zanimaemsya.pdf>.
2. Boykov V.N. Road CAD - development prospects. - CAD and GIS of highways # 1, 2013 p.7.
3. BIM-solutions "IndorSoft" for the design and operation of roads [Electronic resource] <https://dorogniki.com/stati/bim-resheniya-indorsoft-dlya-proektirovaniya-i-ekspluatsii-avtomobilnyx-dorog/>.
4. Barannik S.V. Applicability of BIM-technologies in the road sector // CAD and GIS of highways. 2015. № 1 (4). Pp. 24–28. DOI: 10.17273 / CADGIS.2015.1.3.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 697.329:662.997.001.24

*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

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В статье представлена методика расчета мощности солнечной электро-
станции, включая вычисления мощностей основных ее элементов: аккумуля-
торных батарей, солнечных панелей и инвертора.

Ключевые слова: солнечная электростанция, мощность, аккумуляторные батареи, солнеч-
ные панели, инвертор.

A.A. Tyuterev, O.N. Ryazanova

THE METHOD OF CALCULATING POWER OF SOLAR POWER STATION

The method of calculating the power of a solar station is presented in the ar-
ticle, including calculations of the power of its main elements: batteries, solar pa-
nels and inverter.

Keywords: solar station, power, batteries, solar panels, inverter.

Солнечная энергия является важным источником возобновляемой энергии. Технологии ее получения можно классифицировать как пассивно-солнечную и активно-солнечную в зависимости от того, как они захватывают и распределяют солнечный свет или преобразовывают его в солнечную энергию.

Активные солнечные методы включают в себя применение фотоэлектрических систем, концентраторов солнечного излучения и солнечных коллекторов для использования солнечной энергии. Пассивные солнечные методы включают в себя ориентирование расположения здания к солнцу, выбор материалов с благоприятной термической массой или светодисперсионными свойствами и проектирование пространства, в котором естественным путем сможет циркулировать воздух.

При расчете солнечной электростанции необходимо составить список потребителей электроэнергии и посчитать, какая мощность и напряжение необходимы для каждого. Она может питать множество потребителей энергии с условием, что общая энергия мощность потребителей не будет превышать мощность самой электростанции. При выборе элементов солнечной электростанции для снижения стоимости необходимо отследить изменение нагрузки в сутки.

Общая мощность нагрузок, на выбранных интервалах времени, можно рассчитать по формуле

$$P_{n,j} = \sum_{i=1}^N P_{oc,i}, \quad (1)$$

где N – число потребителей, включенных в сеть на j -м интервале времени.

Во время дневного времени суток солнечные панели заряжают аккумуляторную батарею и обеспечивают питанием потребителей. Тогда общая мощность солнечной электростанции будет определяться по формуле

$$P_n = \max\{P_{n,j}\}, \forall j \in \overline{1, M}, \quad (2)$$

где M – количество интервалов времени, входящих в интервал свечения.

Расчет необходимой аккумуляторной мощности для солнечной электростанции.

Ночью накапливаемая в аккумуляторе энергия от солнечных панелей электростанции потребляется. Сама энергия батареи определяется как произведение её мощности при номинальном напряжении. Она показывает потенциальную емкость батареи, то есть, как долго она может питать нагрузку, если она полностью заряжена.

Изменение емкости ΔC за время питания нагрузки $\Delta t_{\text{нв}}$ определяется по формуле

$$\Delta C = \frac{P_n}{U_n} \Delta t_{\text{нв}} = \frac{P_n}{U_n} (24 - \Delta t_{\text{дв}}), \quad (3)$$

где P_n – номинальная мощность нагрузки;

U_n – номинальное напряжение нагрузки;

$\Delta t_{\text{нв}}$ – интервал ночного времени суток;

$\Delta t_{\text{дв}}$ – интервал дневного времени суток.

Глубокий разряд может вывести аккумулятор из строя. Поэтому производители аккумуляторов устанавливают конечное напряжение разряда, при достижении которого аккумулятор необходимо отключать от нагрузки и заряжать. Чтобы аккумулятор служил долго, его нельзя разряжать более чем на 70-80%.

Степень разреженности аккумуляторной батареи рассчитывается

$$S_p = \frac{C_n - C_{\min}}{C_n} 100\% = \frac{\Delta C}{C_n} 100\%, \quad (4)$$

Получаем выражение для определения требуемой емкости аккумуляторной батареи при постоянной нагрузке в виде

$$C_n = \frac{100}{S_p} \frac{P_n}{U_n} \Delta t_{\text{нв}}, \quad (5)$$

Энергоемкость аккумуляторной батареи солнечной электростанции вычисляется по формуле

$$W = C_n \cdot U_n, \quad (6)$$

Число последовательно включенных одиночных аккумуляторных батарей в ветви находят по формуле

$$n = U_n / U_{\text{аб}}, \quad (7)$$

где $U_{\text{аб}}$ – напряжение отдельной аккумуляторной батареи.

Число параллельных ветвей в аккумуляторной батарее

$$m = C_n / C_{\text{аб}}, \quad (8)$$

где $C_{\text{аб}}$ – емкость отдельной аккумуляторной батареи.

Общее число одиночных аккумуляторных батарей, входящих в аккумуляторную батарею солнечной электростанции представлено в виде

$$N = \frac{100}{S_p} \frac{P_n}{W_{\text{аб}}} \Delta t_{\text{нв}}, \quad (9)$$

где $W_{\text{аб}} = C_{\text{аб}} / U_{\text{аб}}$ – энергоемкость отдельной аккумуляторной батареи.

Чем больше энергоемкость или емкость при заданном напряжении аккумулятора, тем меньше отдельных аккумуляторов потребуется в аккумуляторную батарею солнечной электростанции.

Выражение для определения напряжения аккумуляторной батареи солнечной электростанции [1]

$$U_n = \frac{100}{S_p} \frac{P_n}{m \cdot C_{\text{аб}}} \Delta t_{\text{нв}} \quad (10)$$

В общем случае нагрузка электростанции непостоянная, она изменяется во времени. С учетом этого требуемая емкость солнечной батареи будет рассчитываться по формуле

$$C_H = \frac{100}{S_p \cdot U_H} (P_{H1} \cdot \Delta t_1 + P_{H2} \cdot \Delta t_2) \quad (11)$$

Расчет мощности солнечных панелей солнечной электростанции. Для того, чтобы узнать, сколько энергии вырабатывается солнцем на поверхности панели, необходимо учесть два фактора: среднегодовую солнечную радиацию и ее среднемесячное значение в наихудших условиях.

Один модуль с мощностью P_w в период выбранного времени сможет выработать следующее количество энергии

$$W = \frac{kEP_w}{1000} \quad (12)$$

где E – значение инсоляции за выбранный период. Для расчета следует выбрать месяц, в котором наблюдается наименьшее значение инсоляции;

k – сезонный коэффициент [1], учитывает нагрев солнечных панелей на солнце, а также угол падения в течение дня.

Расчет инвертора. Одним из ключевых приборов, в построении солнечной электростанции является инвертор. Инвертор рассчитывается путем увеличения суммарной мощности всей нагрузки на 30%. Благодаря этому, инвертор позволит включать такие электроприборы, которые потребляют пусковую мощность в 2-3 раза превышающую их паспортную [2].

Вывод

Данная методика расчета выходной мощности солнечной электростанции учитывает изменение во времени значения мощности нагрузки и является общим случаем. Меняя мощность фотоэлектрических панелей или их количество, можно построить солнечную батарею нужной мощности. Таким образом, появляется два варианта – переизбыток мощности или ее недостаток. В первом случае избыток энергии следует аккумулировать и запастись. Во втором – следует подключить дополнительные источники энергии.

Библиографический список

1. Методика расчета мощности солнечных электростанций / Г. П. Охоткин – Вестник Чувашского университета. 2013. №3. С. 222-230.
3. Основные принципы построения автономных солнечных электростанций / Г. П. Охоткин, А. В. Серебрянников – Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. С. 102-104.
3. Михеев Г. М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования. М., ИД «Додэка XXI», 2010, 224 с.
4. Якобсон И. Я. Наладка и эксплуатация переключающих устройств силовых трансформаторов. М., «Энергоатомиздат», 1985, 120 с.

References

1. The method of calculating power of solar power / G.P. Okhotkin – Vestnik Chuvashskogo universiteta. 2013. № 3. 220-230 sec.
2. Basic principles of building autonomous solar power plants / G.P. Okhotkin, A.V. Serebryannikov – Sovremennye probleme nauki i obrazovaniya. 2012. № 6. 102-104 sec.
3. G.M. Yakobson. Power plants and electrical networks. Diagnostics and control of electrical equipment. Moscow, ID “Dodeka XXI”, 2010, 224 sec.
4. I.Y. Mikheev. Adjustment and operation of switching devices of power transformers. Moscow, ID “Energoatomizdat”, 1985, 120 sec.

*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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

В статье рассматривается использование альтернативных источников энергии и экологических решений в детских дошкольных учреждениях.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, возобновляемые источники энергии, детские дошкольные учреждения, энергоэффективность.

A.A. Tyuterev, O.N. Ryazanova

USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN KINDERGARTENS

The article discusses the use of alternative energy sources and environmen-
tally friendly solutions in preschool institutions.

Keywords: alternative energy sources, renewable energy, kindergartens, energy efficiency.

В настоящее время человечество активно занимается изучением альтернативных источников энергии. К ним относят энергию солнца, ветра, термальную энергию, энергию биомассы, гидроэнергию малых рек и водоемов, энергию приливов и отливов [1]. Повышенный интерес к их использованию в строительстве вызван рядом факторов:

- истощение природных ресурсов, трудности в их добыче и переработке;
- увеличение численности населения планеты;
- принятие в 2009 году Федерального закона № 261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», который обязывает производителей и потребителей энергоресурсов внедрять и использовать технологии энергосбережения;
- прогноз Международного Энергетического Агентства об увеличении спроса на энергию в период с 2005 по 2030 год в 1,5 раза, к 2050 – в 2 раза [2];
- ускорение научно-технического прогресса;
- экономический потенциал возобновляемых источников энергии страны (табл. 1).

Альтернативные источники энергии активно применяют и при проектировании детских дошкольных учреждений.

Энергию солнца можно использовать не только в городах, где количество солнечных дней в году достаточно для непрерывного снабжения энергией, благодаря установкам, преобразовывающим также рассеянный солнечный свет в энергию.

Таблица 1

Экономический потенциал возобновляемых источников энергии Российской Федерации

Возобновляемый источник энергии	Значение (млн т у.т. в год)
Солнечная энергия	12,5
Энергия биомассы	35
Геотермальная энергия	11,5
Ветровая энергия (млрд кВт·ч / год)	15
Гидроэнергия	10
Энергия малых рек	65
Низкопотенциальное тепло	36

В настоящее время существует несколько способов использования солнечного излучения для получения тепловой и электрической энергии: солнечный обогрев и фотогальванические системы.

В пассивной модели детского сада энергия Солнца используется для обогрева здания при помощи окон и расширительных баков с повышенными теплоизоляционными свойствами. В таких зданиях много света, что позволяет снизить потребление электроэнергии.

В активной модели солнечного обогрева применяются панели солнечных коллекторов, а использование воды в системе теплообмена позволяет поддерживать определенную температуру и распределять тепло по всему зданию. Наибольший экономический эффект достигается с применением бивалентных и комбинированных систем солнечного теплоснабжения, где солнечные коллекторы работают в совокупности с дополнительными источниками теплоты и низкотемпературными системами отопления. Это приводит к повышению эффективности показателей системы солнечного теплоснабжения.

В фотогальванических системах происходит процесс преобразования солнечного света в электрическую энергию. Солнечная батарея представляет собой полупроводниковый фотоэлектрический генератор, выполненный в виде плоской панели из солнечных элементов, заключенный в алюминиевый корпус.

Солнечная фотоэлектрическая установка состоит из солнечной батареи, зарядного устройства, аккумулятора и инвертора. Их применяют для автономного освещения и питания электроприборов. Эффективность использования солнечной фотоэлектрической установки определяется интенсивностью солнечного излучения. Поэтому целесообразно использовать ее в качестве резервного источника электрической энергии при подключении к сети централизованного электроснабжения (рис. 1) или резервного источника автономной системы электроснабжения, построенной на базе дизельного или бензинового генератора (рис. 2).

Тепловые насосы – установки, служащие для переноса тепловой энергии от теплоносителя с низкой температурой к теплоносителю с высокой температурой. Они отличаются большой производительностью тепловой энергии и низким потреблением электрической. Экономическая выгода при их применении в 1,5-2,5 раза больше по сравнению с самыми эффективными котельными.

Источником низкопотенциальной энергии для работы теплового насоса служит проточная вода с температурой от +5°C до +30°C, грунт или воздух. Схема работы теплового насоса представлена на рис. 3.

В детских дошкольных учреждениях экономия энергии может достигаться путем оптимизации формы здания. Она «должна обеспечивать не только эффективное использование возобновляемой энергии солнца и ветра, но и сберегать энергию, поступающую от инженерных сетей на освещение, отопление, вентиляцию и охлаждение» [3].



Рис. 1. Система резервного электроснабжения

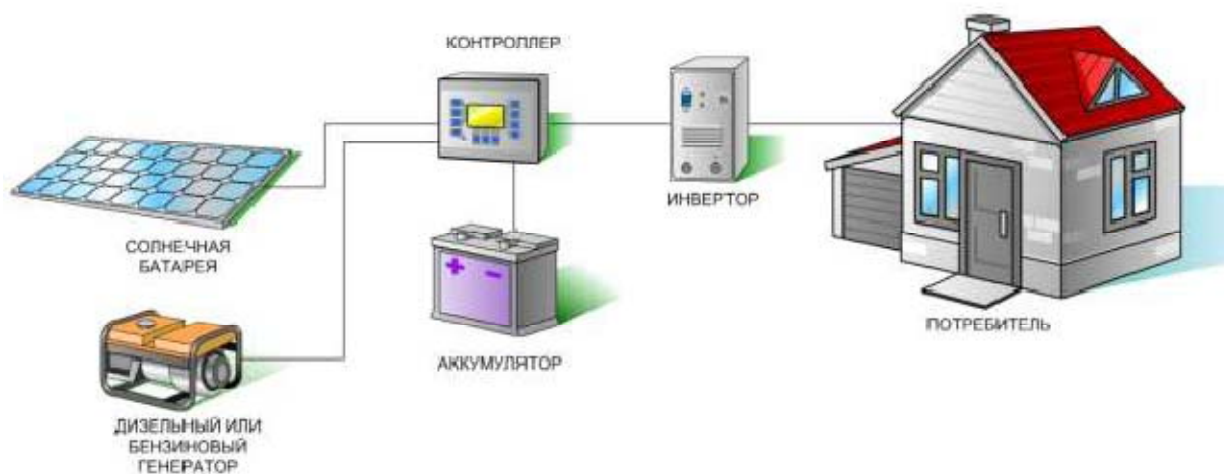


Рис. 2. Система автономного электроснабжения

Также в детских дошкольных учреждениях возможно **вторичное использование сточных вод для технических нужд** с применением, так называемых, двойных систем. Рядом с водопроводной сетью питьевого назначения организуется вторая сеть доставки сточной воды, прошедшей очистку. Такую воду можно использовать в следующих целях:

- бытовая техническая вода для санузлов в случаях, не предусматривающих прямой контакт с человеком (в основном, для слива унитазов);
- полив зеленых насаждений;
- мойка пешеходных дорожек, тротуаров;
- водоснабжение декоративных фонтанов;
- системы отопления (контуры питания отопительных котлов);
- системы охлаждения (охлаждающие башни, конденсаторы, теплообменники);
- системы противопожарной безопасности (пожаротушение водой).

Схема работы теплового насоса



Рис. 3. Схема работы теплового насоса

Очистка воды для технического использования предусматривает последовательное прохождение через осветление флокуляцией, фильтрование и дезинфекцию. В основном на такую очистку направляется бытовая сточная вода, чтобы не создавать излишне громоздкую сеть, так называемый «серый» слив.

Основные преимущества – полная автономность системы водоснабжения при абсолютной невозможности перекрестного загрязнения питьевой и технической воды, отсутствие химических реагентов и вредных субпродуктов, существенная энергетическая эффективность (для питания электронасоса используется источник постоянного тока напряжением 12 В), возможность использования солнечной энергии, полностью автоматический цикл очистки.

Регенерация дождевой воды. Такая вода может успешно использоваться в рабочих контурах санитарных приборов, стиральных машин, для уборки, полива растений. По характеристикам «мягкая» дождевая вода, в сравнении с водопроводной, так как она не дает отложений на трубах, манжетах и нагревательных элементах стиральных машин и позволяет снизить количество моющего средства.

Дождевая вода не требует какой-либо особой очистки. Фильтрования достаточно, пока она стекает по крыше здания и попадает в накопительные резервуары. В системе регенерации дождевой воды иногда применяют водонапорный насос.

Дождевая вода считается непригодной для питья, поэтому питающий трубопровод и водоразборные точки (водоразборные краны, точки подключения к бытовым приборам) должны быть маркированы хорошо видимой предупредительной надписью.

Можно сделать вывод, что возобновляемые источники энергии, вероятно, никогда не смогут полностью заменить традиционные ископаемые, но в сочетании с мероприятиями по снижению энергопотребления будут способствовать уменьшению вредных выбросов в окружающую среду и экономии запасов природных ресурсов.

Библиографический список

1. Энергосбережение в жилищной и коммунальной сфере / Л.Н. Чернышов – Учебник для вузов. Москва. 2008.
2. URL: <https://www.iea.org/russian/publications/>

3. 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.

4. Зарубежный опыт использования возобновляемых источников энергии как основа повышения энергопродуктивности российских регионов / Е.А. Гудкова, Л.Н. Чернышов – Вестник МГСУ. 2010. № 4. С. 84-91.

References

1. Energy saving in housing and utilities / L.N. Chernyshov – Textbook for universities. Moscow. 2008.

2. URL: <https://www.iea.org/russian/publications/>

3. 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.

4. Foreign experience of using renewable energy sources as a basis for increasing the energy efficiency of Russian regions / E.A. Gudkova, L.N. Chernyshov – Vestnik MGSU. 2010. № 4. 84-91 sec.

*Воронежский государственный
технический университет*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазо-
снабжения и нефтегазового дела*

Д.М. Чудинов

*Канд. техн. наук, проф. кафедры жилищно-
коммунального хозяйства Т.В. Щукина*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазо-
снабжения и нефтегазового дела*

Н.А. Петрикеева

*Старший преподаватель кафедры теплога-
зоснабжения и нефтегазового дела*

Н.М. Попова

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-53-21

e-mail: dmch@mail.ru

Voronezh State

Technical University

*Ph.D. in Engineering, Assoc. Prof. of Dept. of
Heat and Gas Supply and Oil and Gas Busi-
ness D.M. Chudinov*

*Ph.D. in Engineering, Prof. of Dept. of Hous-
ing and Public Utilities T.V. Schukina*

*Ph.D. in Engineering, Assoc. Prof. of Dept. of
Heat and Gas Supply and Oil and Gas Busi-
ness N.A. Petrikeeva*

*Senior lecturer of Dept. of Heat and Gas
Supply and Oil and Gas Business*

N. M. Popova

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

e-mail: dmch@mail.ru

Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

Значительная часть эксплуатационных затрат в жилищно-коммунальном хозяйстве приходится на обеспечение микроклимата помещений. В качестве энергетических ресурсов, в подавляющем большинстве, применяется органическое топливо, загрязняющее окружающую среду. Внедрение энергосберегающих мероприятий в многоквартирных жилых домах позволит снизить это негативное воздействие.

Ключевые слова: энергоэффективность, ограждающие конструкции, инженерные коммуникации, альтернативные источники энергии.

D.M. Chudinov, T.V. Schukina, N.A. Petrikeeva, N.M. Popova

ENERGY SAVING ACTIONS IN APARTMENT HOUSES

Considerable part of operating costs in housing and communal services are the share of providing a microclimate of rooms. As energy resources the organic fuel polluting the environment is in the majority applied. Introduction of energy saving actions in apartment inhabited houses will allow to reduce this negative impact.

Keywords: energy efficiency, enclosing structures, utilities, alternative energy sources.

Сокращение эксплуатационных затрат на обеспечения микроклимата в помещениях жилых зданий достигается через основные принципы проектирования энергоэффективных зданий, которые можно сформулировать следующим образом:

- выбор площадки строительства жилого дома с возможностью максимальной нейтрализации негативного воздействия природно-климатических факторов, путем организации рельефа местности и размещения группы зданий;
- выбор оптимальных размеров жилого здания и его ориентации;
- применение современных строительных материалов с высокими теплотехническими свойствами, отвечающих экологическим требованиям;
- наделение ограждающих конструкций полифункциональными свойствами, способствующих использованию энергии возобновляемых источников;
- использование автоматизированного инженерного оборудования обеспечения микроклимата помещений, в том числе энергетических установок на базе альтернативных источников энергии (солнечные системы тепло- и электроснабжения, ветроэнергетические установки и т.д.);
- оснащение систем энергопотребления приборами учета;
- разработка инструкции по эксплуатации, управлению и обслуживанию систем теплоснабжения жилых зданий с контролем исполнения руководством управляющей компании.

Перечисленные положения адресованы не только к проектируемым (новым) жилым зданиям, но и существующим, уровень физического и морального износа ограждающих конструкций и инженерного оборудования которых предписывает проведение реконструкции.

Рассмотрим наиболее значимые из перечисленных пунктов подробнее.

Авторами [1] предложены расчетные зависимости по определению оптимальных геометрических размеров

$$a_{opt} = \sqrt[3]{\frac{HF_o \left\{ \sum_{i=2,4} [q_{оzp.,i}(1-P_i) + q_{w,i}P_i] \right\}^2}{q_{оzp.,5}(1-P_5) + q_{w,5}P_5 + q_{оzp.,6} \sum_{i=1,3} [q_{оzp.,i}(1-P_i) + q_{w,i}P_i]}}, \quad (1)$$

$$b_{opt} = \sqrt[3]{\frac{HF_o \left\{ \sum_{i=1,3} [q_{оzp.,i}(1-P_i) + q_{w,i}P_i] \right\}^2}{q_{оzp.,5}(1-P_5) + q_{w,5}P_5 + q_{оzp.,6} \sum_{i=2,4} [q_{оzp.,i}(1-P_i) + q_{w,i}P_i]}}, \quad (2)$$

$$Z_{opt} = \frac{F_o}{a_{opt}b_{opt}}, \quad (3)$$

где H - высота этажа, м; F_o - общая полезная площадь здания, м²; $q_{оzp.,i}$ - удельные тепловые потоки через наружные ограждающие конструкции, Вт/м² ($i = 1, 2, 3, 4$ относятся к стенам, $i = 5$ - к покрытию, $i = 6$ - к перекрытию); $q_{w,i}$ - удельные тепловые потоки через заполнения световых проемов, Вт/м²; P_i - коэффициент остекления наружного ограждения i - ориентации.

Системы отопления жилых зданий должны быть оснащены радиаторными термостатическими клапанами, регуляторами перепада давления на каждом стояке, обеспечивающие соответственно автоматическое поддержание температуры в помещении и оптимальный гидравлический баланс.

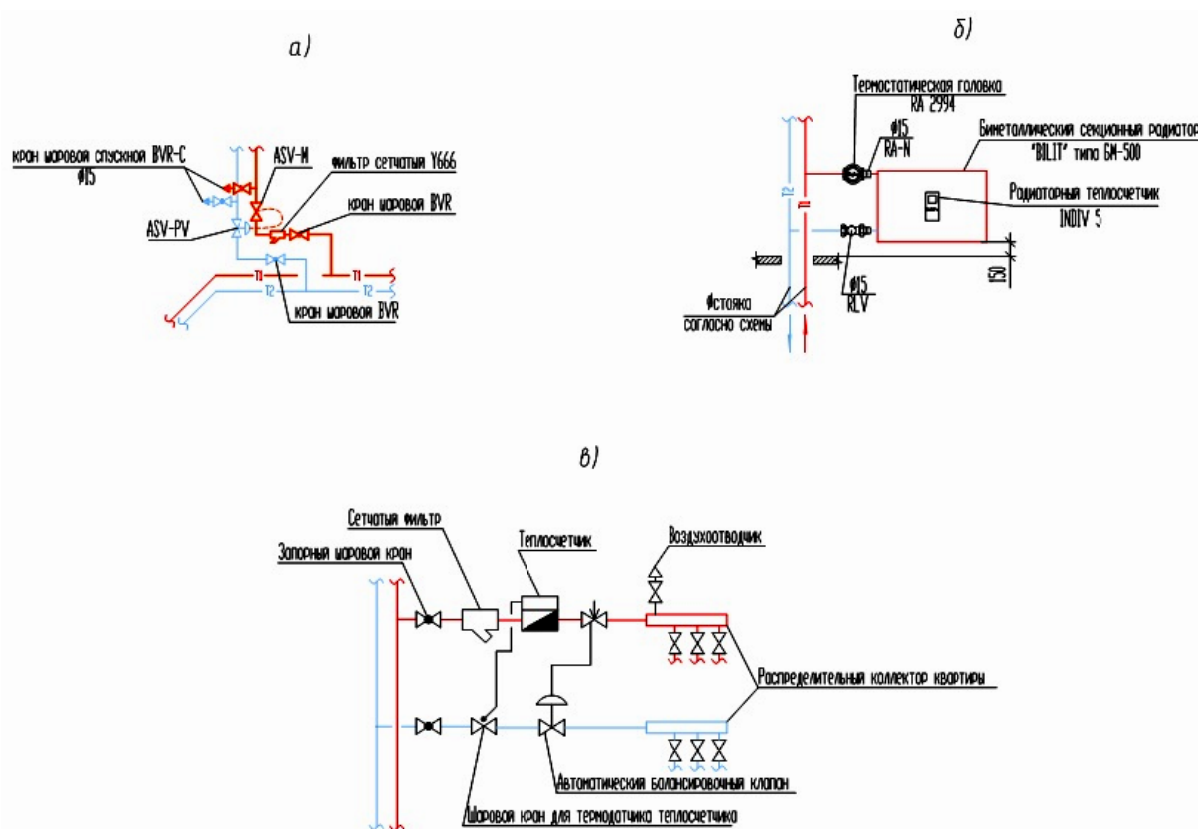


Рис. 1. Технические узлы системы отопления жилого дома:

- а) узел присоединения стояка к магистрали; б) узел присоединения отопительного прибора к стояку;
в) индивидуальный узел ввода системы отопления

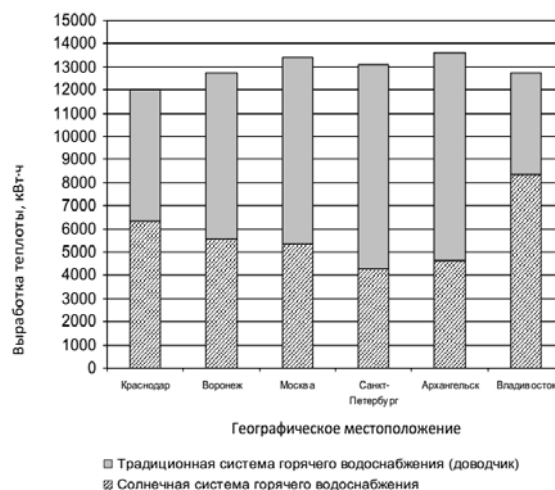
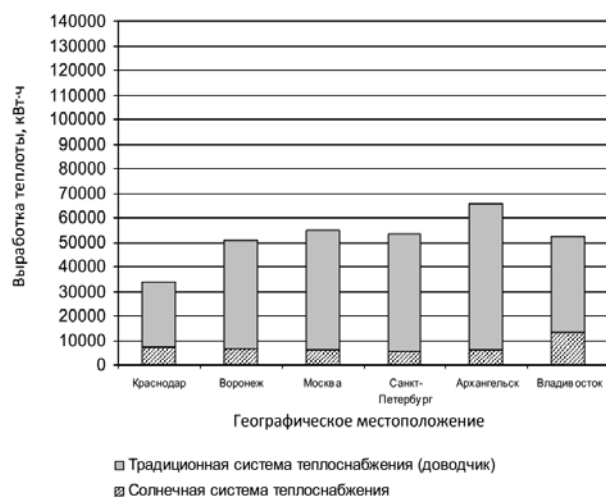
Учет расхода тепловой энергии осуществляется в узле ввода, в котором также производится контроль параметров теплоносителя; преобразование параметров теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха; регулирование расхода и распределение его по системам потребления теплоты; отключение систем потребления теплоты.

Для поквартирного учета тепловой энергии в зависимости от конструктивных особенностей системы отопления возможно применение радиаторных теплосчетчиков или индивидуальных узлов ввода системы отопления (см. рис. 1).

Внедрения теплогенераторов на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии определяется валовым (климатические условия), техническим (коэффициент полезного действия установки) и экономическим (срок окупаемости) потенциалами.

Наиболее перспективными в условиях Российской Федерации являются солнечные системы теплоснабжения, применяемые для зданий коттеджного типа. Однако, современные планировки последних этажей многоквартирных жилых зданий часто идентичны коттеджам, площадь перекрытий которых можно использовать для установки солнечных коллекторов и фотоэлектрических установок для частичного энергообеспечения.

Техническая и экономическая возможность внедрения гелиосистем для различных регионов России показана на рис. 2 и 3 [2]. Годовой коэффициент замещения для рассматриваемых регионов варьируется в пределах: 10 % - 25 % (солнечные системы теплоснабжения); 33 %- 66% (солнечные системы горячего водоснабжения). Конкурентоспособные свойства подобных установок возрастут, если выработку тепловой и электрической энергии за счет солнечной радиации объединить в одном конструктивном решении [3, 4].



а) б)
Рис. 2. Годовая выработка теплоты солнечной системой теплоснабжения (а), горячего водоснабжения (б) и дублером для различных регионов России



Рис. 3. Климатические зоны эффективного использования гелиосистем

Выводы

Снижение ресурсопотребления на обеспечение микроклимата в помещениях многоквартирных жилых домов (новых и эксплуатируемых) может быть достигнуто посредством внедрения энергосберегающих мероприятий, в том числе за счет рационального расположения деревьев и кустарников (сокращение энергопотребления на отопление и охлаждение до 25% [1]). Рост цен на органическое топливо, повышение коэффициента полезного действия солнечных коллекторов – факторы расширяющие зону рентабельного использования гелиосистем в Российской Федерации.

Библиографический список

1. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
2. Чудинов, Д.М. Использование гелиосистем в различных регионах России / Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина // Энергосбережение. - 2009. - № 7. - С. 64-80.
3. Пат. 2538152 Российская Федерация, МПКF24J2/26. Многофункциональный солнечный коллектор/ Щукина Т.В., Чудинов Д.М., Кузнецова Н.В.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх. - строит. ун-т. - № 2012125107/06; заявл. 15.06.2012; опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1. - 7 с.
4. Щукина, Т.В. Комбинированные солнечные модули и надежность систем жизнеобеспечения / Т.В. Щукина, А.К. Тарханов, Д.М. Чудинов // Сантехника, отопление, кондиционирование. - 2014. - № 1 (145). - С. 82-85.
5. Сотникова, О.А. Экономическая эффективность использования солнечных систем горячего водоснабжения / О.А. Сотникова, Д.М. Чудинов // АВОК. – 2007. - № 2. – С. 88-94.
6. Чудинов, Д.М. Влияние параметров оборудования гелиоустановок на эффективность альтернативного теплоснабжения зданий / Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, О.А. Сотникова // Промышленная энергетика. – 2008. - № 9. - С. 44-46.
7. Сотникова, О.А. Экономическое обоснование и перспективы развития солнечного теплоснабжения / О.А. Сотникова, Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина // Промышленная энергетика. – 2008. - № 6. - С. 50-52.
8. Щукина, Т.В. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии в гелиоустановках / Т.В. Щукина, Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2017. - № 1. - С. 118-121.

References

1. Tabunshchikov, Yu. A. Energy efficient buildings / Yu.A. Tabunshchikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin – M.: AVOK-PRESS, 2003. – 200 pp.
2. Chudinov, D. M. Use of heliosystems in various regions of Russia / D.M. Chudinov, T.V. Schukina // Energy saving. - 2009. - №. 7. - Pp. 64-80.
3. Pat. 2538152 Russian Federation, MPKF24J2/26. Multipurpose solar collector / Schukina T. V., Chudinov D.M., Kuznetsova N.V.; applicant and patent holder TheVoronezh State University of Architecture end Civil Engineering - № 2012125107/06; it is stated 15.06.2012; it is published 10.01.2015, Bulletin №. 1. - 7 pp.
4. Schukina, T.V. The combined solar modules and reliability of life support systems / T. V. Schukina, A.K. Tarkhanov, D.M. Chudinov // Plumber, heating, conditioning. - 2014. - №. 1 (145). – Pp. 82-85.
5. Sotnikova, O.A. Cost efficiency of use of the solar systems of hot water supply / O.A. Sotnikova, D.M. Chudino // AVOK. – 2007. - № 2. – Pp. 88-94.
6. Chudinov, D.M. Influence of parameters of the equipment of solar power plants on efficiency of alternative heat supply of buildings / D.M. Chudinov, T.V. Schukina, O.A. Sotnikova // Industrial power. – 2008. - № 9. – Pp. 44-46.
7. Sotnikova, O.A. Economic justification and prospects of development of solar heat supply / O.A. Sotnikova, D.M. Chudinov, T.V. Schukina // Industrial power. – 2008. - № 6. – Pp. 50-52.
8. Schukina T.V. The combined development of thermal and electric energy in solar power plants / T. V. Schukina, D.M. Chudinov, N.A. Petrikeeva, N.M. Popova // Scientific bulletin of the Voronezh state architectural and construction university. Series: High technologies. Ecology. - 2017. - №. 1. - Pp. 118-121.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 666.964

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц кафедры проектиро-
вания автомобильных дорог и мостов
А.В. Еремин
Россия, г. Воронеж, тел. 89103469587
e-mail: bora.av@mail.ru
студент 2 курса группы М-202
Р.П. Курдюков
Россия, г. Воронеж, тел. 89997200933
e-mail: romankurdyukov@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
Cand. tech. Sciences, Associate Professor
Department of Highways and Bridges Design
A.V. Eremin
Russia, Voronezh, tel. 89103469587
e-mail: bora.av@mail.ru
2nd year student of the group M-202
R.P. Kurdyukov
Russia, Voronezh, tel. 89997200933
e-mail: romankurdyukov@gmail.com*

А.В. Еремин, Р.П. Курдюков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЦЕПТА ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОГРАНУЛОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Аннотация: в статье рассматриваются темы восстановительных работ в регенерации асфальтобетонного покрытия и обеспечивает решения задач о вычислении объема материалов, которые составляют регенерируемое слой холодной регенерации.

Ключевые слова: холодная регенерация, ресайклинг, ресайклер, асфальтогранулят, асфальтогранулобетон, асфальтобетонная смесь.

A.V. Eremin, R.P. Kurdyukov

DETERMINATION OF A RECIPE FOR PREPARATION OF AN ASPHALT GRANOON CONCRETE MIXTURE

Annotation: The article deals with the topics of restoration works in the re-generation of asphalt concrete pavement and provides solutions to the problems of calculating the volume of materials that make up the regenerated layer of cold re-generation.

Keywords: Cold regeneration, recycling, recycler, asphalt granulate, asphaltgranulobeton, asphal-granulotobetonnyaya mixture

В настоящее время количество автомобильных дорог в неудовлетворительном состоянии постепенно увеличивается из-за возрастания интенсивности движения и нагрузок на существующую дорожную одежду. Учитывая существующие экономические реальности на большинстве из них не производят своевременные ремонтные работы.

Из вышесказанного следует возникновение необходимости разработки с последующей реализацией более экономичных технологий восстановления и при необходимости усиления

поврежденного асфальтобетонного покрытия. Одной из таких технологий является метод холодной регенерации асфальтобетонного покрытия.

Технология холодной регенерации позволяет полноценно повторно использовать материал существующего покрытия в конструкции дорожной одежды и исключить появление отраженного трещинообразования на поверхности новых слоев покрытия, характерного для стандартных методов усиления существующего покрытия асфальтобетонными слоями.

В зависимости от категории автомобильной дороги, и как вытекающее из этого интенсивности приложения грузовой нагрузки на ней регенерируемый слой позиционируется как:

- с приведенной расчетной интенсивностью воздействия нагрузки $N_r > 2000$ ед./сут регенерированный слой рассматривают в качестве верхнего монолитного слоя основания, на который должно быть уложено двухслойное асфальтобетонное покрытие общей толщиной 9 - 10 см;

- с приведенной расчетной интенсивностью воздействия нагрузки $500 \leq N_r \leq 2000$ ед./сут на регенерированный слой может быть уложено однослойное покрытие из плотного асфальтобетона толщиной 4 - 5 см;

- с приведенной расчетной интенсивностью воздействия нагрузки $N_r \leq 500$ ед./сут регенерированный слой рассматривают в качестве слоя покрытия, на котором должна быть устроена поверхностная обработка.

Технология холодной регенерации асфальтобетонного покрытия включает в себя следующие операции: фрезерование существующего покрытия с получением асфальтобетонного гранулята; приготовление асфальтогранулобетонной смеси с существующим гранулятом, которая включает в себя добавление связующего материала и доп. скелетного материала с перемешиванием данных компонентов на месте. (рис.). Холодная регенерация так же может производиться "на заводе" или передвижной смесительной установке, когда материал старого покрытия перевозится в центральный отвал, из которого он забирается для обработки, например, смесителем принудительного действия, или "на месте" – с помощью рециклера.

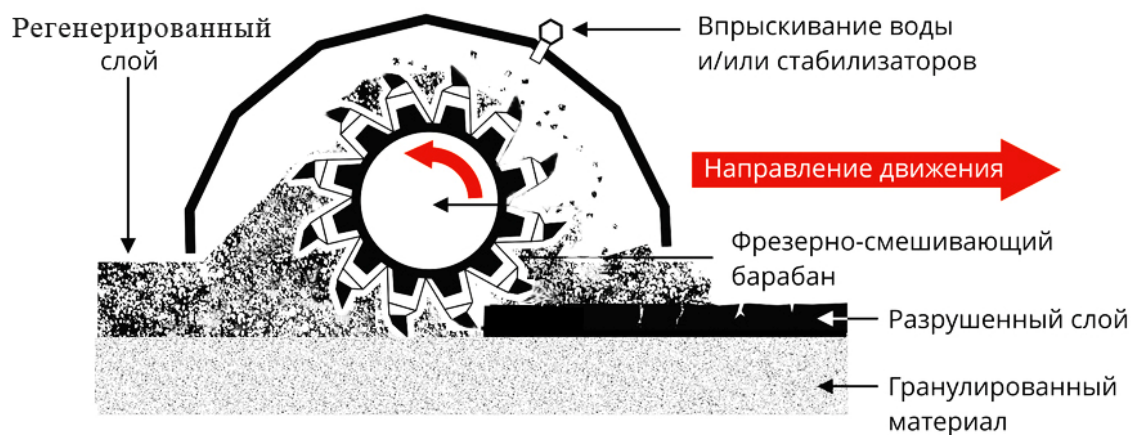


Рис. Схема работы фрезы при фрезеровании асфальтобетонного покрытия

В зависимости от вида вяжущего добавляемого в асфальтобетонный гранулят при приготовлении асфальтогранулобетонной смеси, они подразделяются на следующие типы:

А - без добавления вяжущего;

Э - с добавлением битумной эмульсии;

В - с добавлением вспененного битума;

Б - с добавлением разогретого битума;

М - с добавлением минерального вяжущего (чаще всего цемента или извести);

К - с добавлением комплексного вяжущего (чаще всего битумной эмульсии и цемента).

В рамках реализации своих обязательств по государственным контрактам холдингом ООО «ГЕО-ПРОЕКТ» были запроектированы и сопровождались при строительстве с реализацией на них технологии холодной регенерации существующего покрытия следующие участки:

- автодорога Р-216 (А-154) км 55+000- км 69+000, км 69+000- км 91+000;
- автодорога Р-22 (М-6) км1254+000- км 1261+000, км1265+000- км 1272+000;
- автодорога Р-254 км 127+000-км144+000, км 144+000- км 151+00 и т.д.

При реализации технологии холодной регенерации на вышеуказанных объектах основной проблемой являлось правильное определение рецепта приготовления асфальтогранулобетонной смеси ввиду индивидуальных составов существующего асфальтобетона на каждой захватке в рамках реализации каждого проекта.

Для решения вышеуказанной проблемы на каждую захватку проводились дополнительные отборы кернов существующего асфальтобетона с лабораторными исследованиями для выявления не хватающих фракций щебеночного материала. После чего расчетным путем определялся рецепт приготовления.

Для смесей типов В и Б готовят четыре замеса из асфальтобетонного граенулята с влажностью 2 %: с добавлением 1,0, 1,5 и 2,0 % битума (сверх 100 % АГ по массе) и сравнительный - без добавления битума. На один замес требуется 2 кг асфальтобетонного гранулята.

Из смесей, приготовленных на основании запроектированной конструкции дорожной одежды и лабораторных исследований кернов, прессуют по три цилиндрических образца площадью 40 см² и определяют физико-механические свойства асфальтогранулобетона под давлением 7 МПа, высота образца должна составлять 71,4±1,5 мм. При прессовании избыток воды должен выделяться через зазор между нижним пансоном и формой. И через сутки хранения образцов в помещении при температуре 20°С и влажности воздуха 60-80%, образцы высушивают до постоянного веса в сушильном шкафу, перед испытанием их следует охладить до комнатной температуры, для определения средней плотности образцов.

С целью упрощения испытания, объем образца (V) вычисляют с погрешностью 1 см³ по формуле

$$V = \bar{h}S - 6, \quad (1)$$

где $\bar{h}$ - среднее значение высоты образца из четырех замеров штангенциркулем в точках, равноотстоящих друг от друга по окружности образца, с погрешностью 0,01 см;

S - площадь образца, равная 40 см²;

6 см³ - ориентировочная разница между объемами, определенными геометрическим и гидростатическим методами.

Среднюю плотность образца γ_a определяют с погрешностью 0,01 г/см³ по формуле

$$\gamma = \frac{g_0}{V}, \quad (2)$$

где g_0 - масса образца, взвешенного с погрешностью 1 г на воздухе.

За среднюю плотность для каждой серии образцов принимают среднее арифметическое результатов определений плотности трех образцов. Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,03 г/см³.

Вычисляют коэффициенты упаковки гранул для каждой серии образцов из асфальтогранулобетона с разным содержанием битума по формуле

$$K_z = \left(1 - \frac{V_m}{V_{mz}} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

До испытания образцы выдерживают в воздушной среде при заданной температуре более 2 ч. После определяют среднюю плотность образцов и испытывают на сжатие при 20 °С.

Оптимальным является содержание битума, при котором образцы показывают максимальное значение показателя R20. Как правило, у образцов из такой серии максимальным оказывается и значение показателя Кг.

Если средний показатель R20 для двух смежных серий отличается менее, чем на 0,1 МПа, предпочтение следует отдать асфальтогранулобетону с более высоким значением показателя Кг.

В зависимости от тенденции изменения показателей Кг и R20 с изменением содержания битума может потребоваться изготовление дополнительных замесов с другим содержанием битума: менее 1,0 % или более 2,0 %.

Если показатель R20 для серии с оптимальным содержанием битума не отвечает требованиям табл. 1, следует попытаться откорректировать гранулометрический состав асфальтогранулобетонной смеси можно с помощью добавления в асфальтобетонный гранулят минеральный порошок или песок, или перейти на смеси типов К или М.

7.30. Для смесей типа Э процедура подбора оптимального состава асфальтогранулобетона аналогична.

Основные замесы готовят с добавлением 2,0, 3,0 и 4,0 % эмульсии.

В смесях этого типа содержание воды, как правило, оказывается избыточным, и лишняя вода отжимается при прессовании образцов.

Определение средней плотности образцов упрощенным способом и испытание на сжатие при 20 °С осуществляют через 7 сут после их изготовления, так как асфальтогранулобетон на эмульсии требует времени для формирования битумной пленки.

Для смесей типа М основные замесы готовят с добавлением 2,0, 3,0 и 4,0 % цемента и добавлением в последние две смеси 1,0 и 2,0 % воды (сверх 100 % асфальтобетонный гранулят по массе) соответственно (помимо 2 % воды, содержащейся в грануляте).

Если какая-либо из этих смесей плохо перемешивается, следует увеличить содержание воды на 0,5 %.

В остальном процедура подбора оптимального состава АГБ аналогична как для типа Э.

Оптимальным является содержание цемента, при котором у образцов достигается максимальное значение показателя Кг. Значение же показателя R20 должно соответствовать требованиям табл. 1. В противном случае следует попытаться откорректировать гранулометрический состав асфальтогранулобетонной смеси или увеличить содержание цемента, но не более, чем до 5 %.

Для смесей типа К назначают содержание: цемента 3 %, а эмульсии - 2,0, 3,0 и 4,0 % (сверх 100 % АГ по массе). Если обеспечена 2 %-ная влажность асфальтобетонного гранулята, воду в смеси не добавляют.

В остальном процедура подбора оптимального состава АГБ аналогична как для типа Э.

Оптимальным является содержание эмульсии, при котором у образцов наблюдается максимальное значение показателя Кг.

С увеличением в смеси содержания цемента растет и кратковременный модуль упругости (Ер). Например, при одном и том же содержании эмульсии 3 % и содержаниях цемента 2,0, 3,0 и 4,0 % соответствующие значения Ер регенерированного слоя в 28-дневном возрасте при 10 °С могут достигать 1700, 2950 и 4250 МПа.

Эмульсия снижает кратковременный модуль упругости регенерированного слоя из смесей типа К примерно на 20 %, по сравнению со смесями типа М.

Оптимальное соотношение между содержанием цемента и эмульсии в смеси - 50:50, но допускаются вариации от 60:40 до 40:60.

Если показатель R20 находится на пределе или ниже требований табл. 1, а корректировка гранулометрического состава АГБ-смеси нежелательна из экономических соображений, можно увеличить содержание цемента (но не более 5 %) и повторить процедуру подбора оптимального содержания эмульсии.

Подобрав состав, изготавливают соответствующую смесь для проверки остальных физико-механических свойств АГБ. На замес требуется 4 кг асфальтобетонного гранулята.

Прессуют шесть образцов и через сутки или 7 сут (в зависимости от типа АГБ-смеси) определяют их среднюю плотность. После этого делят образцы на две группы по три образца так, чтобы средние арифметические результатов определения плотности в каждой из групп были максимально близки.

Для трех образцов одной из групп определяют водонасыщение (время выдерживания образцов в вакуум-приборе и затем при атмосферном давлении - по 30 мин), а также показатели R_b предела прочности и K_b предела водостойкости. Это делается сразу после определения средней плотности. При вычислении водонасыщения используют значения массы образцов, взвешенных на воздухе, полученные при определении их средней плотности.

Перед определением показателя R_{50} образцы из второй серии высушивают (после определения средней плотности) до постоянного веса.

Если показатели W и K_b отвечают требованиям табл.1, следует или откорректировать гранулометрический состав АГБ-смеси, или увеличить содержание вяжущего в смесях типа Б, В и Э, или перейти на смеси типов К или М, для которых, как правило, не возникает проблем с этими показателями.

Если показатель R_{50} не отвечает требованиям табл. 1, что иногда имеет место для смесей типов Б, В, и Э, следует перейти на смеси типов К или М, для которых всегда может быть обеспечено требуемое значение этого показателя путем увеличения содержания цемента.

Выводы

1. Технология холодной регенерации позволяет полноценно повторно использовать материал существующего покрытия в конструкции дорожной одежды и исключить появление отраженного трещинообразования на поверхности новых слоев покрытия, характерного для стандартных методов усиления существующего покрытия асфальтобетонными слоями.

2. При реализации технологии холодной регенерации основной проблемой являлось правильное определение рецепта приготовления асфальтогранулобетонной смеси ввиду индивидуальных составов существующего асфальтобетона на каждой захватке в рамках реализации каждого проекта.

Библиографический список

1. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации. Министерство транспорта Российской Федерации государственная служба дорожного хозяйства (РОСАВТОДОР) Москва 2003. –С.56

2. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. Дата введения 2001.01-01-С.94.

References

1. Methodical recommendations for the restoration of asphalt concrete pavements and foundations of highways by means of cold regeneration. Ministry of Transport of the Russian Federation State Road Service (ROSAVTODOR) Moscow 2003. –С.56

2. ODN 218.046-01. Designing non-rigid pavement. Introduction date 2001.01-01-С.94.

*Воронежский государственный
технический университет
Доктор технических наук, профессор
кафедры строительства и эксплуатации
автомобильных дорог*

Ю.И. Калгин

*Магистрант кафедры строительства и
эксплуатации автомобильных дорог*

Н.А. Барабасъ

*Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 236-18-89
e-mail: nata.barabas@mail.ru*

Voronezh State

Technical University

*Doctor of technical sciences, professor of the
department of road construction
and operation*

Yu.I. Kalgin

*Magistrate of the department of road
construction and operation*

N.A. Barabas

*Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 236-18-89
e-mail: nata.barabas@mail.ru*

Ю.И. Калгин, Н.А. Барабасъ

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ С АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТОМ ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Объект исследования: органоминеральные смеси для устройства и ремонта конструктивных слоев дорожных одежд. Выполнена разработка эффективных составов органоминеральных смесей с применением комплексных вяжущих и вторичных материалов дорожной отрасли. Получены оптимальные составы органоминеральных смесей, и определены их характеристики. Достигнуто улучшение физико-механических показателей, снижение стоимости и повышение эффективности использования органоминеральных смесей при строительстве и ремонте дорожных одежд.

Ключевые слова: капитальный ремонт, дорожная одежда, органоминеральные смеси, комплексное вяжущее, асфальтогранулят.

Yu.I. Kalgin, N.A. Barabas

ORGANIC-MINERAL MIXTURES WITH ASPHALT GRANULATE FOR CAPITAL REPAIR OF PAVEMENT

The object of research: organic-mineral mixtures for the device and repair of structural layers of pavement. The development effective compositions of organic-mineral mixtures using complex binders and secondary materials of the road industry. The optimal compositions of organic-mineral mixtures were obtained, and their characteristics were determined. Improvement of physical-mechanical indicators, reduction of cost and increase of efficiency using organic-mineral mixtures in the construction and repair of pavements has been achieved.

Keywords: overhaul, pavement, organic-mineral mixtures, complex binding, asphalt granulate.

Органоминеральные смеси являются одними из наиболее эффективных материалов, применяемых при строительстве и ремонте конструктивных слоёв дорожных одежд. Использование органоминеральных смесей при выполнении дорожных работ имеет

несомненные технологические, экономические и эксплуатационные преимущества. Например, высокая технологичность материала, возможность обеспечения требуемой ровности и шероховатости покрытия или слоя основания, эффективность и сжатые сроки проведения дорожно-ремонтных работ, эксплуатационная надёжность, возможность использования местных материалов и вторичных ресурсов дорожной отрасли, а также отходов промышленного производства [1,6].

Важнейшим преимуществом органоминеральных смесей следует считать возможность использования вторичных ресурсов, получаемых при разборке реконструируемых и ремонтируемых дорожных одежд, и в первую очередь - асфальтогранулята.

С целью разработки эффективных составов смесей для капитального ремонта дорожной одежды были подобраны составы плотных органоминеральных смесей, содержащих в минеральной части от 30 до 40 % асфальтогранулята с зерновым составом приведенным в таблице 1. Составы органоминеральных смесей были подобраны в зависимости от содержания зёрен крупнее 5 мм в минеральной части. Составы минеральной части органоминеральных смесей приведены на рис.

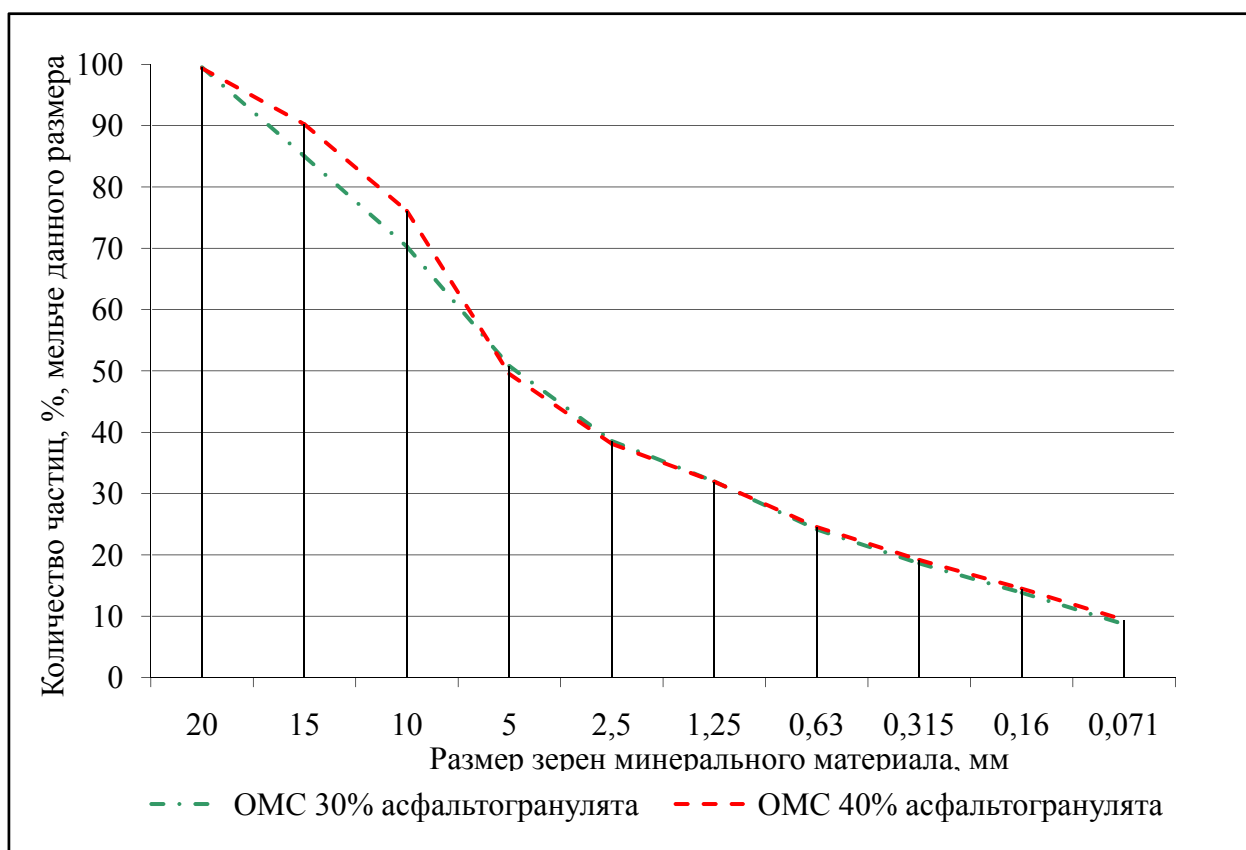


Рис. Зерновые составы органоминеральных смесей с различным содержанием асфальтогранулята в минеральной части

Содержание цемента в смесях составило 3 и 4 %, воды - 1,5 %, битумной эмульсии 2 класса - 4-8 % (по массе).

Таблица 1

Гранулометрический состав асфальтогранулята

Показатель	Размер сит в мм										
	40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Количество частиц, мельче данного размера, %	100	98,34	83,36	68,42	53,37	41,39	34,88	26,57	19,90	13,68	8,07

Содержание битума в асфальтогрануляте, определённое методом выжигания, составляло 5,1 % сверх 100 % минеральной части. По гранулометрическому составу асфальтогранулят соответствует мелкозернистому плотному асфальтобетону тип Б по ГОСТ 9128-2009 [3]. Приготовление органоминеральных смесей осуществляли при помощи лабораторной асфальтосмесительной установки. Первоначально выполнялось сухое перемешивание смеси минерального материал определённого гранулометрического состава и асфальтогранулята, выбранного в соответствии с требованиями ГОСТ 30491-2012 [2], портландцемента марки М 42,5Н, затем вводилось расчетное количество воды, и выполнялось мокрое перемешивание, после чего в состав вводилась приготовленная катионная битумная эмульсия, соответствующая требованиям ГОСТ Р 55420-2013 [5]. Затем все компоненты смеси окончательно перемешивались в течение 30 секунд в холодном виде, до получения однородной консистенции.

Для изучения влияния крупного заполнителя и асфальтогранулята на физико-механические и технологические свойства материала было приготовлено 5 составов каркасных и 4 состава полукорпусных органоминеральных смесей на комплексном вяжущем. Испытание образцов согласно требованиям [4] проведено через 7 и 14 суток твердения в нормальных температурно-влажностных условиях. Результаты испытаний приведены в таблицах 2-3.

Таблица 2

Физико-механические показатели органоминеральных смесей с использованием асфальтогранулята в количестве 30 % от минеральной части

Наименование показателя	Процентное содержание компонентов комплексного вяжущего					
	Эмульсия – 4 % Портландцемент – 3% Вода – 1,5 %	Эмульсия – 5 % Портландцемент – 3 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 6 % Портландцемент – 3 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 7 % Портландцемент – 3% Вода – 1,5%	Эмульсия – 8 % Портландцемент – 3 % Вода – 1,5 %	Требования ГОСТ 30491-2012
Результаты испытаний после 7 суток твердения						
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С	2,54	2,45	2,35	2,36	1,91	-
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	1,82	1,59	1,19	1,28	0,94	-

Наименование показателя	Процентное содержание компонентов комплексного вяжущего					
	Эмульсия – 4 % Портландцемент – 3% Вода – 1,5 %	Эмульсия – 5 % Портландцемент – 3 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 6 % Портландцемент – 3 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 7 % Портландцемент – 3% Вода – 1,5%	Эмульсия – 8 % Портландцемент – 3 % Вода – 1,5 %	Требования ГОСТ 30491-2012
Результаты испытаний после 14 суток твердения						
Плотность, г/см ³	2,32	2,32	2,31	2,31	2,31	-
Набухание, %	-0,25	-0,23	-0,17	-0,11	-0,21	Не более 1,5
Водонасыщение, %	4,11	3,82	3,66	3,21	3,24	2-6
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С образцов в водонасыщенном состоянии	2,78	2,13	2,33	2,15	1,93	-
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С	2,26	1,97	2,39	2,46	2,02	Не менее 1,8
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	1,75	1,68	1,87	1,10	1,18	Не менее 0,9
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С образцов после длительного водонасыщения	3,20	2,77	2,23	1,90	2,23	-

Таблица 3

Физико-механические показатели органоминеральных смесей с использованием асфальтогранулята в количестве 40 % от минеральной части

Наименование показателя	Процентное содержание компонентов комплексного вяжущего				
	Эмульсия – 4 % Портландцемент – 4% Вода – 1,5 %	Эмульсия – 5 % Портландцемент – 4 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 6 % Портландцемент – 4 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 7 % Портландцемент – 4% Вода – 1,5%	Требования ГОСТ 30491-2012
Результаты испытаний после 7 суток твердения					
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С	2,50	2,11	2,22	1,98	-
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	2,01	1,66	1,37	1,37	-

Наименование показателя	Процентное содержание компонентов комплексного вяжущего				
	Эмульсия – 4 % Портландцемент – 4 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 5 % Портландцемент – 4 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 6 % Портландцемент – 4 % Вода – 1,5 %	Эмульсия – 7 % Портландцемент – 4 % Вода – 1,5 %	Требования ГОСТ 30491-2012
Результаты испытаний после 14 суток твердения					
Плотность, г/см ³	2,31	2,30	2,30	2,29	-
Набухание, %	-0,12	-0,70	-0,22	-0,10	Не более 1,5
Водонасыщение, %	4,55	3,52	3,53	3,65	2-6
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С образцов в водонасыщенном состоянии	2,84	2,77	2,35	1,94	-
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С	2,71	2,71	2,45	2,45	Не менее 1,8
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С	2,12	1,86	1,93	1,38	Не менее 0,9
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С образцов после длительного водонасыщения	3,12	3,05	3,65	2,65	-

Рассматривая зависимость величины физико-механических показателей органоминеральных смесей от содержания битумной эмульсии ЭБК-2 в смеси и асфальтогранулята в минеральной части, было отмечено:

- показатели прочности сухих образцов при 20 и 50 °С возрастают при увеличении содержания асфальтогранулята в минеральной части с 30 до 40 % при содержании битумной эмульсии в смеси пределах 4-6 %;

- после 14 суток твердения показатели прочности сухих образцов при 20 и 50 °С возросли в составе с содержанием асфальтогранулята 30 % и битумной эмульсии в количестве 6 %. При малом содержании асфальтогранулята и завышенном доли битумной эмульсии в комплексном вяжущем (в количестве 7 % в смеси и более) рост прочности органоминеральной смеси незначительный или вовсе не наблюдается;

- улучшения показателей прочности водонасыщенных образцов и величины коэффициентов водостойкости органоминеральных смесей с увеличением содержания асфальтогранулята не отмечено, а увеличение содержания битумной эмульсии свыше 6 % по массе в смеси значительно снижает её водостойкость;

- показатели водонасыщения всех исследованных составов соответствовали требованиям ГОСТ 30491-2012 [2]. Положительного влияния увеличения содержания асфальтогранулята и повышенного количества битумной эмульсии на водонасыщение органоминеральной смеси не отмечено;

- показатель средней плотности образцов незначительно (почти в пределах статистической погрешности) снижается при увеличении доли асфальтогранулята в минеральной части и битумной эмульсии в смеси;

– органоминеральные смеси, содержащие в минеральной части асфальтогранулят, приготовленные на комплексном вяжущем (цемент и битумная эмульсия) не склонны к набуханию. Вне зависимости от содержания асфальтогранулята и битумной эмульсии все исследованные составы имели отрицательные значения показателя набухания.

С целью исследования влияния технологических параметров при применении органоминеральных смесей с использованием асфальтогранулята в минеральной части была изучена зависимость прочностных показателей от времени твердения образцов, испытанных в сухом состоянии, в интервале от 1 до 28 суток. Содержание асфальтогранулята в смесях составляло 40 % в 100 % минеральной части. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-механические показатели органоминеральных смесей, содержащих 4 % битумной эмульсии 2 класса, с различным временем твердения

Наименование показателя	Время твердения, сут.				
	1	7	14	21	28
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре:					
20 °С	1,20	2,5	2,71	3,78	4,01
50 °С	1,30	2,0	2,12	2,36	3,14

Рассматривая результаты испытаний органоминеральных смесей было отмечено:

– после 28 суток твердения органоминеральные смеси, содержащие 40 % асфальтогранулята в минеральной части, показали высокие значения предела прочности при сжатии при температурах 20 и 50 °С;

– остаточный битум, содержащийся в асфальтогрануляте, влияет на прочность органоминеральной смеси, в большей степени на прочность при температуре 50 °С;

– отмечена высокая динамика набора прочности образцов. Так, при содержании 4% эмульсии набор предела прочности при сжатии при температуре 20 °С за нормативный период набора прочности (28 суток) составлял следующие значения: 1 сут. – 30 %; 7 сут. – 62 %; 14 сут. – 68 %; 21 сут. – 94 %; 28 сут. – 100 % (за рассмотренный период времени);

– динамика набора предела прочности при сжатии при температуре 50 °С несколько выше, что объясняется влиянием органического вяжущего в смеси. Набор предела прочности при сжатии образцов при температуре 50 °С составлял значения: 1 сут. – 41%; 7 сут. – 80% ; 14 сут. – 86 %; 21 сут. – 75 %; 28 сут. – 100%.

В целом рассматривая динамику набора прочности образцов из органоминеральной смеси, содержащей до 40 % асфальтогранулята в минеральной части, отмечено, что после 7 суток твердения образцы набрали прочность свыше 60 % в области как нормальных, так и повышенных температур.

Выводы

1. Установлена эффективность применения асфальтогранулята при его содержании до 40 % в 100 % минеральной части для получения органоминеральных смесей для капитального ремонта дорожных одежд с показателями физико-механических свойств, существенно превышающих требования ГОСТ 30491-2012 [2];

2. Отмечено, что после 7 суток твердения образцов из органоминеральной смеси, содержащей до 40 % асфальтогранулята в минеральной части, набор прочности составляет свыше 60 % в области как нормальных, так и повышенных температур;

3. Установлено, что показатели прочности сухих образцов при 20 и 50 °С возрастают при увеличении содержания асфальтогранулята в органоминеральной смеси с 30 до 40 % и при содержании битумной эмульсии 4 % по массе;

4. Отмечено, что улучшения показателей прочности водонасыщенных образцов и величины коэффициентов водостойкости органоминеральных смесей с увеличением содержания асфальтогранулята не наблюдается, а увеличение содержания битумной эмульсии свыше 6 % по массе в смеси снижает её водостойкость;

5. Плотные органоминеральные смеси, содержащие в минеральной части асфальтогранулят и приготовленные на комплексном вяжущем (цемент и битумная эмульсия), не склонны к набуханию;

6. Установлено положительное влияние применения битумной эмульсии на технологические свойства органоминеральных смесей, что является существенным положительным фактором при их использовании для устройства и ремонта дорожных одежд.

Библиографический список

1. Дорожная терминология. Справочник / под ред. М.И. Вейцмана// - М.: Транспорт, 1985.- 310 с.

2. ГОСТ 30491-2012. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. – Взамен ГОСТ 30491-97; введ. 2013-11-01.– М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.

3. ГОСТ 9128-2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Взамен ГОСТ 9128-97; введ. 2011-01-01.– М.: Стандартинформ, 2010. – 22 с.

4. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1998. - 31 с.

5. ГОСТ Р 55420-2013 Эмульсии битумные дорожные катионные. Технические условия. – Введ. 2013-09-01. – М.: Стандартинформ, 2014 – 11 с.

6. СТО НОСТРОЙ 2.25.35-2011 Устройство оснований дорожных одежд. Часть 7. «Строительство оснований с использованием асфальтобетонного гранулята» – М.: 2012. – 24 с.

References

1. Road terminology. The directory / under the editorship of M.I. Weizmann// - M.: Transport, 1985.- 310 p.

2. GOST (Russian: ГОСТ) 30491-2012. Organic-mineral mixtures and soils, reinforced with organic binders, for road and airfield construction. Technical conditions. – Instead of GOST 30491-97; introduced 2013-11 - 01.– M.: STANDARTINFORM, 2013. 15 p.

3. GOST 9128-2009 Asphalt concrete mixes for roads, airfield and asphalt. Technical conditions. – Instead of GOST 9128-97; introduced 2011-01-01.– M.: STANDARTINFORM, 2010. – 22 p.

4. GOST 12801-98 Materials based on organic binders for road and airfield construction. Test method. – M.: Publishing house of standards, 1998. - 31 p.

5. GOST R 55420-2013 Bitumen cationic emulsions for roads. Technical conditions. – Introduced 2013-09-01. – M.: STANDARTINFORM, 2014 – 11 p.

6. STO NOSTROY (Russian: СТО НОСТРОЙ) 2.25.35-2011 Arrangement bases of pavement.. Part 7. "Construction of foundations using asphalt granulate" – M.: 2012. – 24 p.

Воронежский государственный
технический университет
Магистрант группы М 232 В.А. Серебрякова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(980) 531-14-59
e-mail: viktoriaanatoliivna36@gmail.com

Voronezh State
Technical University
student M 232 V. A. Serebryakova
Russia, Voronezh, tel. +7 (980) 531-14-59
e-mail: viktoriaanatoliivna36@gmail.com

В.А. Серебрякова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В данной статье рассмотрены современные виды наиболее эффективных теплоизоляционных материалов, которые применяются в строительстве. Проведен сравнительный анализ параметров, представлены преимущества и недостатки каждого из рассматриваемых видов утеплителей. Приведены оценки экономической эффективности применения материалов. Работа направлена на выявление лучшего теплоизоляционного материала.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, коэффициент теплопроводности, усадка, гидрофобность, свойства, технические характеристики, достоинства и недостатки теплоизоляционных материалов.

V.A. Serebryakova

COMPARATIVE ANALYSIS OF HEAT-INSULATING MATERIALS USED IN CIVIL CONSTRUCTION

In this article modern types of the most effective heat-insulating materials which are applied in construction are considered. A comparative analysis of the parameters, the advantages and disadvantages of each of the considered types of insulation. Estimates of economic efficiency of application of materials are given. The work is aimed at identifying the best thermal insulation material.

Keywords: thermal insulation materials, thermal conductivity, shrinkage, hydrophobicity, properties, technical characteristics, advantages and disadvantages of thermal insulation materials.

Введение

Теплоизоляционный материал (утеплитель) – это материал, функцией которого является сохранение тепла в каком-либо здании или комнате. Данный материал работает за счет своей низкой теплопроводности. Он устанавливается, в основном, между пространствами, которым присуща большая разница температуры и влажности. Утеплитель может быть применен как для стен, так и для пола, а также для крыши.

Рассмотрим материалы, которые наиболее часто используются при строительстве гражданских зданий:

Стекловата. Это утеплитель, изготовленный из отходов производства стекла. При температуре +1450 °С из смеси песка и битого стекла вытягивается волокно. Данный материал состоит из волокон толщиной от 5 до 15 мк и длиной от 15 до 50 мм. Волокна делают стекловату упругой и весьма прочной. Работать с ней надо очень аккуратно – ведь хрупкие

стеклянные нити,ломавшись, могут попасть на кожу, в глаза и поранить их. Если случайно вдохнуть стеклянную пыль, то можно повредить легкие [Рис. 1].

Характеристики стекловаты: коэффициент теплопроводности 0,03...0,052 Вт/(м·К), допустимая температура нагрева до 500 °С.

Цена 1 м² утеплителя на 2019 г. при необходимой толщине слоя в 180 мм составляет около 395 руб.

Достоинства стекловаты: повышенная упругость (ее можно спрессовывать при перевозке до четырех раз, и по завершению транспортировки с легкостью расправить); низкая гигроскопичность; неоспоримая тепло- и звукоизоляция; материал не пожароопасный; не подвержен гниению, плесневению.

Недостатки стекловаты: небольшой срок эксплуатации (минимальный 7 лет); содержит формальдегид; требуются особые, усиленные методы предосторожности при работе со стекловатой; риск усадки.



Рис. 1. Стекловата

Шлаковата. Материал, производимый из доменных шлаков, волокна имеют толщину 4...12 микрон, а длина их составляет 16 миллиметров. Так как шлаки обладают таким свойством, как остаточная кислотность, то в сыром помещении они могут агрессивно воздействовать на металлические поверхности. Шлаковата хорошо впитывает влагу, поэтому она не пригодна для теплоизоляции фасадов зданий [Рис. 2].

Характеристики шлаковаты: коэффициент теплопроводности 0,46...0,48 Вт/(м·К); предельно допустимая температура нагрева до 300 °С (при превышении этого значения происходит спекание волокон, и материал перестает быть теплоизолятором); высокая гигроскопичность.

Цена 1 м² утеплителя на 2019 г. при необходимой толщине слоя в 200 мм составляет 360 руб.

Достоинства шлаковаты: позволяет выполнять работы на ровной и округлой поверхности; хорошая теплоизоляция, при правильной укладке плит ваты конструкция будет надежно защищена от сильных порывов ветра и промерзания; идеально выполняет функцию звукопоглощения; длительный эксплуатационный срок, при правильной установке плит, изделие способно прослужить 50 лет.

Недостатки шлаковаты: при резких перепадах температуры изделие теряет свои теплоизоляционные свойства; за счет хорошего впитывания воды, изделие теряет свои функции теплоизолятора, вода, попавшая на волокна образует кислоту, которая способствует окислению и разведению металлических деталей; определенная зона использования, специалисты не рекомендуют укладывать вату в качестве утеплителя в места с высокой степенью влаги; не устойчива к вибрации, при сильной тряске вата оседает и увеличивается ее теплопроводность.



Рис. 2. Шлаковата

Каменная вата. У этой разновидности минеральной ваты волокна примерно такие же по размеру, как у шлаковаты. Но у них есть существенное преимущество – они не колются. Поэтому работать с каменной ватой гораздо безопаснее, чем с материалом из стекла или шлака [Рис. 3].

Характеристики каменной ваты: ее коэффициент теплопроводности составляет 0,077...0,12 Вт/(м·К), а греть ее можно до 700 °С. Из разновидностей каменной ваты самыми лучшими параметрами обладает базальтовая вата. В ней присутствуют доменные шлаки, шихта и минеральные компоненты (глина, известняк и доломит). Связующего компонента, основанного она формальдегидной смоле, содержится меньше (от 2,5 до 10 %). Уменьшение объема этого вещества делает материал менее влагостойким, и угрозе испарения фенола также уменьшается результате снижается опасность для здоровья людей. Выдерживает нагревание до 1000 °С

Цена м2 теплоизоляционного материала на 2019 г. при необходимой толщине слоя в 180 мм составляет 380 руб

Достоинства каменной ваты: обладающим высоким уровнем шумо и теплоизоляции; долговечностью; отличным соотношением цена-качество.

Недостатки каменной ваты: в производстве теплоизоляционного материала применяются фенолформальдегидные связующие компоненты, выделяющие вредные летучие вещества. Даже в сравнительно малом количестве фенолы могут вызывать головные боли, кашель, слабость, тошноту, рвоту. Волокна каменной ваты не колкие и более прочные, чем у стекловаты, однако при монтаже неизбежны встряхивания материала, из-за чего каменная пыль попадает в воздух. Она вызывает чихание, кашель, одышку, а у аллергиков и более серьезные проблемы. Иногда недобросовестные производители добавляют дешёвые примеси вместо чистых базальтовых пород. Для удешевления конечного продукта, используют некачественное сырье, включая отходы металлургической промышленности, а именно шлаки, используют дешевые связующие составы.



Рис. 3. Каменная вата

Пенополиуретан. Материал представляет собой одну из разновидностей пластмассы. Он имеет ячеистую пенистую структуру, в составе пенополиуретана преобладает газообразное вещество – от 85 до 90 процентов. Газом заполнены многочисленные крохотные ячейки, изолированные друг от друга. Оставшиеся несколько процентов объема приходятся на твердую часть – тонкие стенки этих ячеек. Различные виды ППУ пользуются сегодня большим спросом – ведь их изготовить очень просто, причем сразу на строительной площадке. При этом два жидких компонента, смешиваясь, вступают в химическую реакцию. При соблюдении нужных пропорций синтезируется полимер, представляющий собой затвердевшую пену. Видоизменяя способ приготовления, можно получить пенополиуретаны, отличающиеся свойствами друг от друга. Одни из них подойдут для теплоизоляции окон и дверей, другие – для утепления домов из кирпича или железобетона, а третьи – для разнообразных трубопроводов [Рис.4].

Характеристики пенополиуретана: говоря о степени горючести, пенополиуретан не завоевал позицию лидера и является материалом горючим (Г2), а также в некоторой степени воспламеняемым (В2), самостоятельного горения без воздействия открытого пламени не поддерживает и затухает (РП1). Относительно дымообразования, то ППУ такового не образует, что даёт шанс людям на спасение во время пожара. Рабочая температура, при которой рекомендовано использовать напыляемый пенополиуретан, варьируется в пределах от -150 °С до 150 °С с возможностью увеличения данных показателей до 200 °С. Последние успешные разработки в сфере теплоизоляционных материалов позволили создать новую марку пенополиуретана – Bioterm. Этот материал относится к классу материалов с наименьшей степенью горючести. Современные технологии производства пенополиуретанов предусматривают пониженное содержание в составе готовой продукции (пены) пенорегуляторов и катализаторов, что способствует максимальному снижению горючести ППУ. Таким образом стены, утеплённые такими материалами способны защитить жилище от распространения пожара и едкого дыма, так как материалы не тлеют и не поддерживают горение.

Цена за 1м² на 2019 г. при необходимой толщине слоя в 100 мм составляет 780 руб.

Достоинства пенополиуретана: низкие показатели теплопроводности (0,023...0,032 Вт/(м·К)); имеет долгий срок службы без периодического ремонта (срок службы напрямую зависит от условий эксплуатации, но минимальный срок составляет 30 лет, при этом материал не растрескивается и не деформируется; материал не подвергается процессам гниения, разложения; высокий уровень склеивания к любому материалу, поэтому применение пенополиуретана не требует клея или дополнительного крепежа; быстрота выполнения работ; материал совершенно нетоксичен; пенополиуретан – трудногорючий материал за счет добавления антипиренов, пенополиуретан можно применять вместо пароизоляционной пленки.

Недостатки пенополиуретана: боится ультрафиолетового излучения, поэтому в случае применения для внешних работ нуждается в покрытии; при выборе производителя требует особенно тщательного подхода, поскольку некачественный пенополиуретан может стать настоящей угрозой для здоровья.



Рис. 4. Пенополиуретан

Эковата. Это вид целлюлозного теплоизоляционного материала, который является продуктом вторичной переработки. Представляет собой рассыпчатую массу серого цвета [Рис.5].

Характеристики эковаты: состав эковаты: в пределах 80 % состоит из целлюлозы вторичной обработки; 12 % составляет борная кислота, обладающая специальным свойством антисептика, направленным на защиту от воздействия грибковых микроорганизмов и предотвращающая развитие бактерий; тетраборат натрия составляет 8 % от общей массы материала и является сильным антипиреном (основная задача которого заключается в снижении уровня горючести и огнеопасности).

Цена 1 м² утеплителя при необходимой толщине слоя в 170 мм составляет 210 руб.

Достоинства эковаты: высокий уровень звукоизоляции (при толщине слоя в 15 миллиметров поглощается до 9 дБ звука, поэтому данный материал пользуется большим спросом в качестве максимальной звукоизоляции аэропортов, музыкальных студий и стадионов); обладает хорошими теплоизоляционными свойствами (коэффициент теплопроводности материала равен 0,037...0,042 Вт/(м·К)); для утепления помещения требуется небольшое количество эковаты; не имеет в своем составе ядовитых и токсических веществ; эковата достаточно легко задувается в самые труднодоступные места; является достаточно удобным бесшовным материалом, что позволяет значительно сэкономить в зимний период времени на отоплении; не содержит в своем составе вредных для человека веществ, вызывающих аллергические заболевания или заболевания кожных покровов; не поддерживает горение и не самовоспламеняется;

Недостатки эковаты: свойства через некоторое время значительно снижаются и повышается теплопроводность, на что влияют определенные факторы (во время эксплуатации эковата значительно уменьшается в объеме в пределах 20 % от общей массы, в целях избежания оседания материала, многие специалисты советуют закладывать утеплитель с небольшим избытком в 20...25 %, что позволит полностью покрыть уменьшенный объем эковаты в будущем); эковата впитывает достаточно большое количество влаги в пределах 9...15 %; во избежание снижения уровня теплоизоляции помещения, для правильного монтажа, требуется помощь высококвалифицированных специалистов, имеющих опыт работы с эковатой; важно знать, что при осуществлении сухого вида монтажа, эковата образует пыль, а при использовании влажного способа нанесения долго высыхает; в зависимости от наличия атмосферных условий в месте проведения строительных работ и толщины слоя нанесения материала, сохнуть эковата будет 48–72 часов, в некоторых случаях и дольше; это является большим недостатком в установке монтажа, зачастую времени на ведение ремонтных работ выделяется гораздо меньше; при проведении работ по утеплению конструкций вертикального типа может возникнуть риск усадки с наличием неутепленных полостей.



Рис. 5. Эковата

В результате выполненных исследований технические характеристики и свойства сведены в таблицу №1.

Таблица 1

Технические характеристики и свойства современных теплоизоляционных материалов, используемых в гражданском строительстве

Свойства	Теплоизоляционные материалы:				
	Стекловата	Шлаковата	Каменная вата	Пенополиуретан	Эковата
Пожароопасность	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Экологичность	Нет	Нет	Нет	Да	Да
Подверженность к гниению	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Гидрофобность	Хорошая	Хорошая	Низкая	Низкая	Низкая
Герметичность	Средняя	Средняя	Средняя	Отличная	Отличная
Минимальный срок службы	7	20	20	30	30
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,03...0,052	0,46...0,48	0,077...0,12	0,023...0,032	0,037...0,042
Риск усадки	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть
Гигроскопичность	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Предельно допустимая температура нагревания, °С	500	300	700	500	1000
Тепло- и звукоизоляция	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная
Цена 1м2 утеплителя при необходимой толщине слоя (в рублях)	375	320	360	1080	190

Примечание: желтым обозначены средние показатели; зеленым - лучшие; красным - худшие.

Выводы

На основе проведенных исследований, можно сделать вывод, что почти по всем характеристикам пенополиуретан и эковата превосходят другие теплоизоляционные материалы. Но при оценке экономичности утеплителей, как и других строительных материалов, следует учитывать не только их цену, но и стоимость производства работ по монтажу и элементов монтажа, транспортных расходы, а также стоимость монтажа пароизоляционной пленки.

В случае с эковатой и другими теплоизоляционными материалами, понадобятся дополнительные расходы на монтаж и транспорт. А так как пенополиуретан является хорошим пароизолятором, следовательно, монтаж пленок не требуется, так же нет элементов монтажа, так как пенополиуретан имеет высокий уровень склеивания к любому материалу. Транспортные расходы намного снижаются, так как из двух 200 л бочек выходит 10...12м³ готового утеплителя. Мало того скорость проведения работ очень высока, следовательно можно смело говорить, что пенополиуретан намного лучше по всем характеристикам, чем другие теплоизоляционные материалы.

Библиографический список

1. Технические характеристики минеральной ваты, ее марки и критерии выбора. [Электронный ресурс]. – URL: http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/77-minvata_tekhnicheskie-kharakteristiki.html.
2. Сравнение характеристик и свойств утеплителей. [Электронный ресурс]. – URL: инвалидов и маломобильных групп населения».
3. Цена утеплителя и стоимость утепления. [Электронный ресурс]. — URL: <http://academia.ru/articles/svoy-dom-nachalo/the-price-of-insulation-cost-and-insulation>.
4. Минеральная вата опасна для здоровья. [Электронный ресурс]. – URL: <http://estp-blog.ru/rubrics/rid-6043>.
5. Свойства и характеристики пенополиуретана его достоинства и недостатки. [Электронный ресурс]. – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/81-penopoliuretana-harakteristiki.html>.
6. Эковата – недостатки и достоинства утеплителя. [Электронный ресурс]. – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/8-ekovata-nedostatki.html>.

References

1. Technical characteristics of mineral wool, its brand and selection criteria. [Electronic resource.] - URL: http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/77-minvata_tekhnicheskie-kharakteristiki.html.
2. Comparison of characteristics and properties of insulation. [Electronic resource.] - URL: people with disabilities and people with limited mobility".
3. The price of insulation and the cost of insulation. [Electronic resource.] — URL: <http://academia.ru/articles/svoy-dom-nachalo/the-price-of-insulation-cost-and-insulation>.
4. Mineral wool is dangerous for health. [Electronic resource.] - URL: <http://estp-blog.ru/rubrics/rid-6043> ahhh!
5. Properties and characteristics of polyurethane foam its advantages and disadvantages. [Electronic resource.] – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/81-harakteristiki-penopoliureta-na.html>.
6. ECOWAS-the advantages and disadvantages of insulation. [Electronic resource.] – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/8-ekovata-nedostatki.htm>.

*Воронежский государственный
технический университет*

*Канд. техн. наук, ст. препод. кафедры тех-
нологии строительных материалов, изде-
лий и конструкций М.П. Степанова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-52-35
e-mail: max035@ya.ru*

*Аспирант кафедры теплогазоснабжения и
нефтегазового дела Н.В. Щетинин
Студент группы пб 3141 А.А.Иванов*

Voronezh State

Technical University

*D.Sc.(Engineerin), Prof. of the M.P. Stepanova
Russia, Voronezh, Senior Lecturer department
of technology of building materials tel. +7(473)
2-71-52-35, e-mail: max035@ya.ru*

*Postgraduate student of the Department of heat
and gas supply and oil and gas business
N.V. Schetinin*

Student group pb 3141 A.A. Ivanov

М.П. Степанова, Н.В. Щетинин, А.А. Иванов

ИННОВАЦИОННЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДИТОВОЙ МАТРИЦЫ

Работа относится к проблеме ресурсосбережения и повышения энерго-
эффективности в строительстве за счет применения бесklinkерных (бесце-
ментных) строительных композитов.

Ключевые слова: портландит, дисперсность, бесklinkерные системы твердения, компакти-
рованные контактно-конденсационные структуры, ресурсосбережение.

M.P. Stepanova, N.V. Schetinin, A.A. Ivanov

INNOVATIVE COMPOSITES BASED ON PORTLANDITE MATRIX

Work concerns a problem resource savings and increases efficiency of ener-
gy in building at the expense of application of unclinker (uncement) building
composites.

Keywords: portlandit, dispersion, besklinkernye system hardening, compacting kontaktno-
kondensatsionnye structures, resource savings.

В истории развития строительства бесklinkерные, малоклинкерные вяжущие вещества, способные образовывать гидравлические системы твердения, использовались довольно широко. Из практики применения местных вяжущих известны известково-пуццолановые, известково-трепельные, известково-цемяночные, известково-зольные, известково-глинитные системы.

Изучению бесцементных вяжущих посвящены работы В.А. Кинда, С.Д. Окорокова, В.Н. Юнга, Ю.М. Бутта, Й.А.Хинда, В.Ф. Журавлева, П.А. Будникова, Л.Н., Л.Н. Хавкина, современные работы Урхановой Л.А., Овчаренко Г.И. и др. направлены на разработку эффективных строительных композиционных материалов на их основе. Основу контактно-конденсационной теории, в 80-х годах, разработали В. Д. Глуховский, Р.Ф. Рунова др. ученые Киевского инженерно-строительного института и относится к перспективным направлениям получения изделий силикатного типа [1]. Анализ выполненных работ показывает, что актуальным остается целый ряд вопросов, связанных с разработкой и обоснованием возможности получения бесklinkерного композиционного материала без применения тепловой обработки. Это и предопределило цель исследований, которая состоит в развитии научных основ системно-структурного материаловедения и технологии бесцементных строительных

композитов с контактно-конденсационными микроструктурными матрицами из искусственного портландита и наполнителями силикатного и алюмосиликатного составов. С учетом поставленных целей были определены задачи исследований, которые состояли из двух взаимосвязанных проблем:

1. Рассмотреть возможность образования систем твердения на основе искусственного портландитового камня, продукта гидратации оксида CaO .

2. Реализовать возможность «соединения» портландитовой системы с наполняющими механо-физико-химически активными сырьевыми материалами, способными давать новые структуры за счет процессов взаимодействия с портландитовой матрицей.

Первая проблема была глубоко исследована Е.М. Чернышовым и Н.Д. Потамошневой. В результате удалось получить при контактном взаимодействии без тепловой обработки камень, обладающий прочностью 20 МПа сразу после прессования [2]. Данные значения прочности позволили ставить вопрос о возможности применения его в качестве матрицы с включением в нее наполняющих дисперсных частиц силикатного и алюмосиликатного состава.

Разновидностей материалов, входящих в данную группу, весьма много: это - трепел, глины, цеолиты, горелые породы, кварцевый песок. В нашей работе в качестве наполнителя, выбран трепел и кварцевый песок, как породы, которые в силу своей структуры и состава предположительно будут вступать во взаимодействие с портландитовой матрицей. Трепел – тонкопористая осадочная порода, которая состоит из кальцита и кварца, где кварц представлен преимущественно аморфной фазой тридимит-кристобалитового ряда, с примесью глинистых минералов [3]. Химический состав наполнителей представлен в таблице.

Таблица

Химический состав наполнителей

Наименование породы	Содержание основных оксидов, %					
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	ппп
Трепел	75,64- 82,04	5,91-11,39	2,49-6,75	0,25-1,50	0,2-2,10	0,5-2,0
Кварцевый песок	75,0-94,0	2,6-4,2	2,0-4,2	0,4-0,42	0,5-2,0	1,4-4,0

Основываясь на данных исследования структуры и состава наполнителя, можно полагать, что содержащаяся в нем аморфная фазы в виде кристобалита, тридимита, аморфизированного глинистого вещества окажется реакционно активной по отношению к гидрату CaO и в результате физико-химических взаимодействий и образования структурных связей между матрицей и наполнителем можно рассчитывать на образование низкоосновных гидросиликатов Ca .

С учетом данных о структуре в работе реализовывались экспериментальные исследования по получению композита на основе портландитовой матрицы и наполнителей кварцевого песка и трепела. Для чего полученные кристаллы портландита смешивали с наполнителем (трепел, кварцевый песок) в соотношении 1 : 1 до однородной массы, приливали воду до обеспечения влажности смеси 6-8 % по массе и после этого формовали образцы-цилиндры диаметром и высотой 3 см при внешнем механическом давлении 100 МПа для получения компактированной системы твердения. Прочность при сжатии полученного композиционного материала определялась через 1 час непосредственно после формования, а также через 1, 3 и 7 суток хранения образцов в эксикаторе. При этом для всех образцов оценивались средняя плотность и влажность.

Исследованиями установлена возможность получения компактированной структуры, обладающей начальной прочностью в диапазоне 3-10 МПа без какой-либо тепловой обработки (рис.). Оценивая влияние вида наполнителя на прочность композиционного материала, следует отметить, что наилучшие результаты были получены при применении трепела, т.е. породы, в составе которой присутствует аморфный кремнезем.

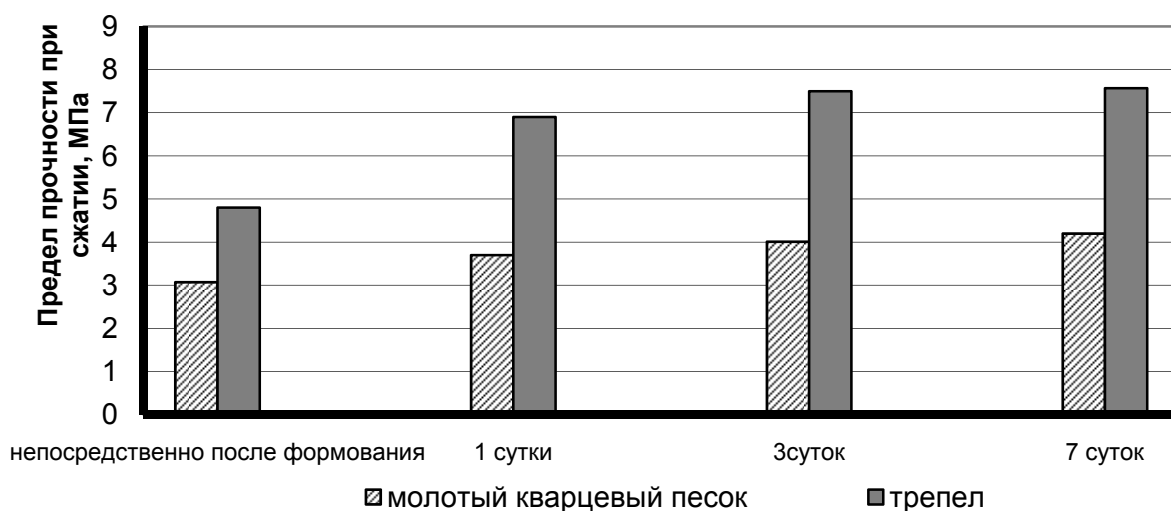


Рис. Результаты определения прочности композиционного материала

Выводы

При оценке представленных в публикации результатов следует учитывать, что они отвечают только начальной стадии исследований портландито-кремнеземистых (силикатных) композиций. В дальнейших исследованиях можно рассчитывать на получение более эффективных решений по технологии бесклнкерного композиционного материала из доступного и дешевого природного и техногенного сырья.

Библиографический список

1. Глуховский, В. Д. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / В. Д. Глуховский, Р. Ф. Рунова, С. Е. Максунув – Киев: «Вища школа». 1991.- 243 с.
2. Чернышов, Е. М. Искусственный камень на основе кристаллизации портландита / Е. М. Чернышов, Н. Д. Потамоснева // Современные проблемы строительного материаловедения/ Академические чтения РААСН: Материалы к Междунар. конф. – Самара, 1995. – С. 20 – 21.
3. Юлдашбаева, В. Ф., Горожанин, В. М., Мичурин, С. В. Химический и минеральный состав трепелов в меловых отложениях на юго-востоке Башкортостана // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана / сборник статей –Уфа, 2018,- С.316-321.

References

1. Glukhovsky, V. D., Runova, R. F., Maksunov, S. E. Binders and composite materials contact curing - Kiev: "High School". 1991-243 pp.
2. Chernyshov, Ye. M., Potamoshneva, N. D. Artificial stone based on crystallization of portlandita. Modern problems of building materials science/academic Reading Materials to the World: RAABS. Associate Professor. - Samara, 1995. – pp. 20-21.
3. Yuldashbaev, F. V., Gorozhanin, V. M., Michurin, S. In Chemical and mineral composition of Tripoli in Cretaceous deposits in the South-East of Bashkortostan// Geology, minerals and problems of Geoecology of Bashkortostan / collection of articles–Ufa, 2018,- P. 316-321.

*Воронежский государственный
технический университет
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений им. Н.В. Троицкого
Н.В. Усова
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (908)143-15-36
e-mail: natali.usova95@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Master of the dept. of design of buildings and
structures n.a. N.V. Troitsky
N.V. Usova
Russia, Voronezh, tel. +7 (908)143-15-36
e-mail: natali.usova95@yandex.ru*

Н.В. Усова

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

Конструктивные решения стенового и кровельного ограждения логистических центров характеризуются отсутствием многовариантности, основными решениями являются стеновые сэндвич-панели и плоская кровля по стальному профилированному настилу. Выбор теплоизоляционных материалов таких конструкций обусловлен выполнением требований прочности, энергоэффективности, экономичности, а также пожарной безопасности стенового и кровельного ограждения.

Ключевые слова: логистический центр, энергоэффективность, стеновое ограждение, кровельное ограждение, теплоизоляция.

N.V. Usova

ENCLOSING STRUCTURES LOGISTICS CENTERS

Constructive solutions of wall and roof fencing of logistics centers are characterized by the lack of multivariance, the main solutions are wall sandwich panels and flat roof on steel profiled flooring. The choice of thermal insulation materials of such structures is due to the requirements of strength, energy efficiency, efficiency, as well as fire safety of wall and roof fencing.

Keywords: logistics center, energy efficiency, wall structure, roof structure, insulation.

Изменение экономического развития России в начале 90-х годов послужило толчком для возникновения конкуренции и многообразия в сфере торговли и способствовало появлению торговых сетей различного назначения. В связи с этим возникла необходимость хранения и складирования товаров перед транспортировкой его в розничные сети. Таким местом стали логистические центры и склады, которые сегодня строятся в большом количестве. Немало важным в процессе проектирования складских зданий является решение задач, направленных на повышение эффективности, экономичности и индустриальности конструкций и материалов. Это может быть достигнуто путем исследования и анализа существующих решений.

После принятия в России федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении» повысились требования к теплозащите ограждающих конструкций здания [1]. Основным следствием этого повышения стало появление на рынке большого разнообразия эффективных утеплителей, которые позволяют достичь высоких показателей сопротивления теплопередаче без значительного увеличения толщины ограждающих конструкций.

Выбор ограждающих конструкций логистических центров обусловлен отличительными особенностями объемно-планировочных и конструктивных решений, к которым относятся:

- 1) большая рабочая площадь здания и соответственно площадь покрытия, большая площадь стенового ограждения и остекления;
- 2) отсутствие многовариантности конструктивных решений стенового и кровельного ограждения.

Основным решением стеновых ограждающих конструкций логистических центров являются сэндвич-панели (рис.1). Они бывают в разном исполнении в зависимости от материала обшивки, утеплителя и их совместной работы. В качестве теплоизоляционного слоя сэндвич-панелей могут применяться минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан, пенополиизоцианурат (усовершенствованный пенополиуретан). Существует и комбинированное решение, применяется и пенополистирол, и минеральная вата на основе базальта, в этом случае утеплитель располагается послойно и скрепляется полиуретановым клеем.

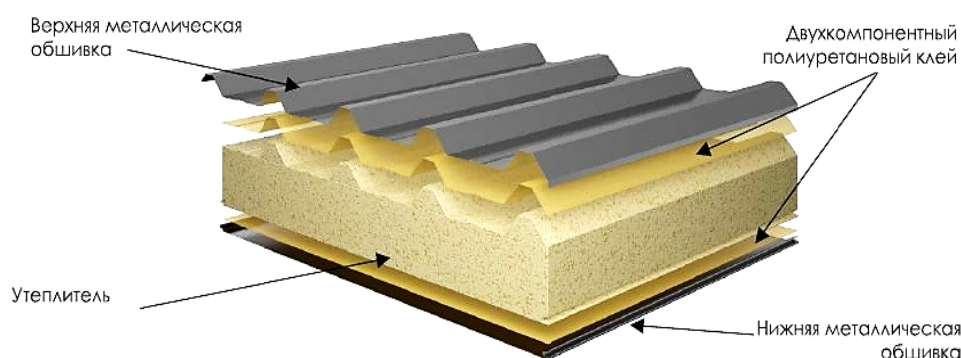


Рис. 1. Элемент стеновой сэндвич-панели

Помимо требований теплозащиты при выборе сэндвич-панелей следует учитывать требования пожарной безопасности, экологичности, износостойкости, экономичности и доступности в районе строительства [2]. Сравнительные характеристики теплоизоляционного слоя сэндвич-панелей различной толщины представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики утеплителей стеновых сэндвич-панелей

Показатель	Толщина, мм								
	50	60	80	100	120	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Минеральная вата									
Предел огнестойкости	EI30		EI60	EI120	EI150		EI180		
Приведенное сопротивление теплопередаче, Ro	1,19	1,3	1,81	2,22	2,63	3,25	4,28	5,31	6,32
Горючесть	НГ								
Экологичность	Аллерген								
Выделение вредных веществ при горении	не имеет (ТО)								
Срок службы материала	15 лет								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пенополистирол									
Предел огнестойкости	EI15								
Приведенное сопротивление теплопередаче, Ro	1,22	1,5	2,1	2,6	3,1	3,85	5,3	6,41	7,69
Горючесть	Г3								
Экологичность	Безопасен								
Выделение вредных веществ при горении	Умерено опасные (Т2), токсичный								
Срок службы материала	20 лет								
Пенополиуретан									
Предел огнестойкости	EI15								
Приведенное сопротивление теплопередаче, Ro	2,38	2,86	3,81	4,76	5,71	7,14	9,52	-	-
Горючесть	Г2								
Экологичность	Безопасен								
Выделение вредных веществ при горении	Умерено опасные (Т2), токсичный								
Срок службы материала	50 лет и более								
Пенополиизоцианурат									
Предел огнестойкости	EI15	EI30		EI60			EI90	-	-
Приведенное сопротивление теплопередаче, Ro	2,38	2,86	3,81	4,76	5,71	7,14	9,52	-	-
Горючесть	Г1								
Экологичность	Безопасен								
Выделение вредных веществ при горении	Умерено опасные (Т2), токсичный								
Срок службы материал	50 лет и более								

Конструкция покрытия логистических центров представляет собой прогонную систему, выполненную из стальных двутавровых неразрезных профилей (для шага колонн 6 м и 12 м), из стальных решетчатых прогонов (для шага колонн 12 м), по которым укладывается профилированный настил и кровельное ограждение. Плоская кровля с основанием из профилированного настила имеет, как правило, конструкцию, состоящую из пароизоляционного слоя, теплоизоляционного слоя, крепежных элементов и гидроизоляционного слоя (рис. 2).

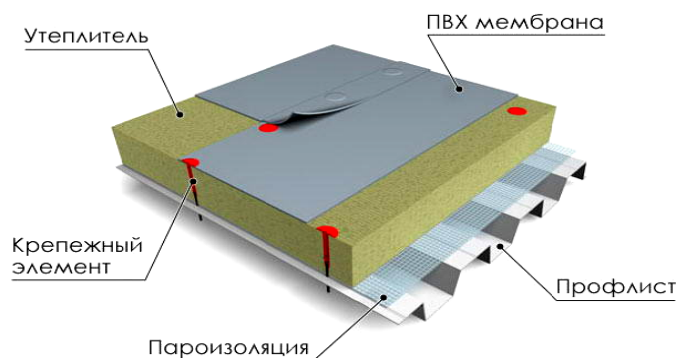


Рис. 2. Элемент кровельного покрытия

Для теплоизоляционного слоя используют в основном минеральную вату, также возможен вариант комбинированного решения (минеральная вата и полиизоцианурат, минеральная вата и экструзионный пенополистирол). Сравнительные характеристики теплоизоляционных материалов на примере компании «Технониколь» приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2

Характеристики утеплителей в кровельном покрытии

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий	Значение	Метод испытаний
Минеральная вата				
Горючесть	степень	-	НГ	ГОСТ 30244-94
Теплопроводность, для условий эксплуатации А	Вт/м·°С	-	0,040	ГОСТ 7076-99, СП 23-101-2004
Теплопроводность, для условий эксплуатации Б	Вт/м·°С	-	0,041	ГОСТ 7076-99, СП 23-101-2004
Паропроницаемость	Мг/(м·ч·Па)	не менее	0,3	ГОСТ 25898-2012
Водопоглощение по объему	%	не более	1,5	ГОСТ EN 1609-2011
Плотность	кг/м ³	-	120 (±10)	ГОСТ EN 1602-2011
Экструзионный пенополистирол				
Горючесть	степень	-	Г4/Г3	ГОСТ 30244-94
Теплопроводность, для условий эксплуатации А и Б	Вт/м·°С	не более	0,032	ГОСТ 7076-99
Паропроницаемость	Мг/(м·ч·Па)	не менее	0,014	ГОСТ 25898-2012
Водопоглощение по объему	%	не более	0,2	ГОСТ 15588-2014
Полиизоцианурат				
Группа горючести	степень	-	Г1(Г2)	ГОСТ 30244-94
Теплопроводность, при условиях эксплуатации А	Вт/(м*К)	не более	0,022(0,025)	ГОСТ 7076-99
Теплопроводность, при условиях эксплуатации Б	Вт/(м*К)	не более	0,023(0,026)	ГОСТ 7076-99
Водопоглощение по объему при длительном погружении (28 сут.)	%	не более	1,0	ГОСТ EN 12087-2011

Выводы

Ограниченность решений ограждающих конструкций логистических центров не является препятствием для повышения тепловой эффективности зданий, поскольку это компенсируется многообразием утеплителей. Выбор теплоизоляционных материалов должен быть направлен на выполнение требований энергоэффективности и энергосбережения. Решать такие задачи следует путем:

- 1) Снижения тепловых потерь и, как следствие, затрат на электроэнергию и отопление зданий;
- 2) Повышения сроков эксплуатации конструкций между капитальными ремонтами и сроков службы конструкции в целом;
- 3) Сокращения издержек на промежуточные и сопровождающие мероприятия;
- 4) Экономической целесообразности, рентабельности и окупаемости стоимости строительства.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02-2003. М., Минрегион России, 2012, 100 с.
3. Теплоизоляционные материалы плоской кровли «Технониколь» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tn.ru/catalogue/teploizolyatsiya/>.
4. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий, Инженерно-строительный журнал, №1, 2010, 9-13 с.
5. Зарубина Л. П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. 2-е изд. СПб., БХВ-Петербург, 2012, 416 с.

References

1. Federal Law of 23.11.2009 N 261-ФЗ On energy saving and on increasing energy efficiency and on introducing amendments to certain legislative acts of the Russian Federation.
2. SP 50.13330.2012 Thermal protection of buildings. Updated edition of SNiP 23.02-2003. M., Ministry of Regional Development of Russia, 2012, 100 sec.
3. Thermal insulation materials of flat roof "TechnoNIKOL" [Electronic resource] – Access mode: <https://www.tn.ru/catalogue/teploizolyatsiya/>.
4. Gorshkov A.S. Energy Efficiency in Construction: Issues of Standardization and Measures to Reduce Energy Consumption of Buildings, Engineering and Construction Journal, №1, 2010, 9-13 sec.
5. Zarubina L.P. Thermal insulation of buildings and structures. Materials and technology. 2nd ed. SPb., BHV-Petersburg, 2012, 416 sec.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 725:69(213.5)

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
Проектирования зданий и сооружений
Т.В. Макарова,
Магистранты кафедры проектирования
зданий и сооружений Н.Н. Меркулова,
В.Б. Першин
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (950)758-34-21
e-mail: cool.cool-nadya2014@ya.ru*

*Voronezh State
Technical University
Pf. D. of the department of building design
and structures
T.V. Makarova
Masters of the department of building design
N.N. Merkulova,
V.B. Pershin
Russia, Voronezh, tel. +7 (950)758-34-21
e-mail: cool.cool-nadya2014@ya.ru*

Т.В. Макарова, Н.Н. Меркулова, В.Б. Першин

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО И КОНСТРУКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЖАРКО-ВЛАЖНОМ КЛИМАТЕ

В данной статье приведена общая характеристика жарко-влажного климата. Рассмотрены объемно-планировочные и конструктивные решения в данных климатических условиях. Приведены примеры различных солнцезащитных устройств, а также описаны способы борьбы с жарким воздухом внутри помещений здания. Уделяется внимание сопутствующим осложняющим факторам и вторичным воздействиям.

Ключевые слова: жаркий влажный климат, объемно-планировочные решения, конструктивные решения, солнцезащита, микроклимат помещения.

T.V. Makarova, N.N. Merkulova, V.B. Pershin

THE MAIN ASPECTS OF SPACE PLANNING AND STRUCTURAL DESIGN OF CIVIL BUILDINGS FOR THE OPERATING CONDITIONS IN HOT-HUMID CLIMATES

This article provides a General description of the hot-humid climate. Space-planning and design solutions in these climatic conditions are considered. Examples of various sun protection devices are given, as well as ways to combat hot air inside the building. Attention is paid to the concomitant complicating factor and secondary effects.

Keywords: hot humid climate, space-planning solutions, design solutions, sun protection, microclimate of the room.

Введение. При проектировании зданий и сооружений в особых климатических условиях необходимо учитывать ряд специфических факторов: направление и скорость ветра, дневные и ночные температуры, влажность воздуха, ориентация по сторонам света, внутренний микроклимат в помещениях— от этого зависит расположение проектируемых объектов.

К особым климатическим условиям относятся также территории с жарким климатом. Жаркий климат можно разделить на два типа по влажностному режиму: жаркий сухой и жаркий влажный.

Начальным этапом проектирования является определение особенностей объемно-планировочных и конструктивных решений в жарко-влажном климате. Для достижения конкретной цели необходимо для начала изучить климатические особенности территорий с данным климатом.

К территориям с жарким влажным(жарким субтропическим) климатом относятся восточные окраины всех континентов, а также районы находящиеся между 25°–35°южной и северной широты. Ярким представителем такого климата является Черноморское побережье Кавказа от Туапсе до Адлера.

Районы с жарким влажных климатом характеризуются продолжительным жарким летом и мягкими зимами. Средняя температура самого теплого месяца колеблется в пределах от +27°C до +38°C, влажностью 55–100%, что касается холодных месяцев то обычно +4°C–+10°C. В районах с таким климатом суммарные средние годовые значения осадков распределяются в течении года равномерно от 750 до 2000 мм. Летом осадки выпадают редко, но в основном они проявляются в виде частых ливней, а зимой – это дожди и небольшие снегопады. Карта распределения жарко-влажного климата на территории нашей страны в соответствии с [1] показана на рис.1.

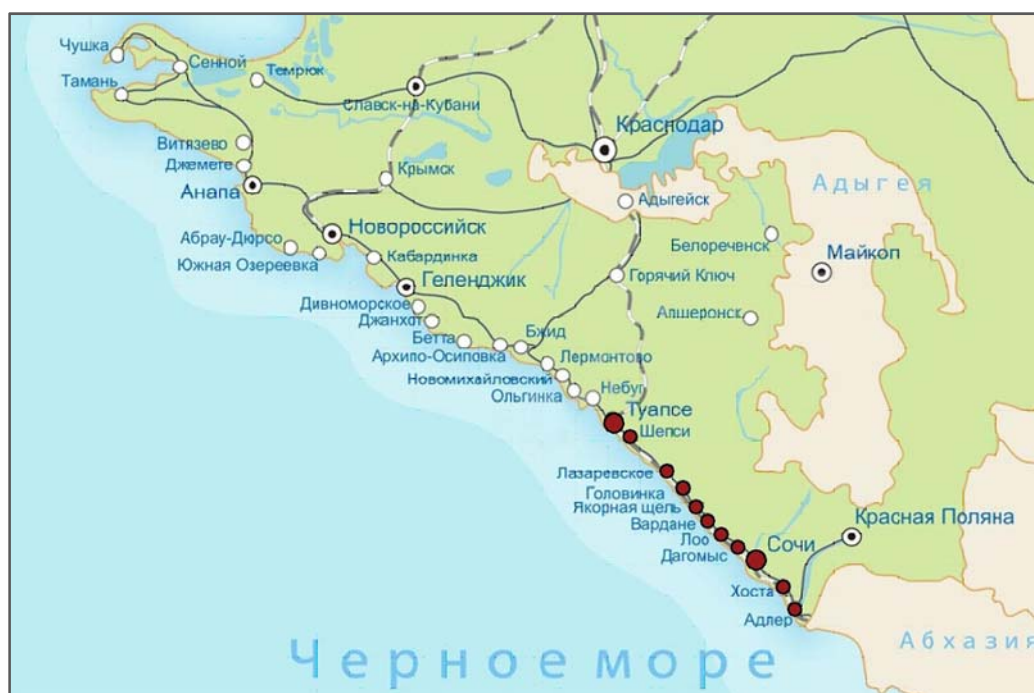


Рис. 1. Карта распределения жарко-влажного климата

Кроме того, для Черноморского побережья Кавказа характерно сейсмическое воздействие. Интенсивность сейсмических сотрясений здесь достигает 8–10 баллов. В таких районах необходимо применять антисейсмические мероприятия, которые включают в себя совокупность особых конструктивных и объемно-планировочных решений, обеспечивающих определенный нормами уровень сейсмостойкости зданий и сооружений.

При не соблюдении этих условий–может привести к размножению насекомых, бактерий и грибов, что создает угрозу для здоровья человека и сокращает срок службы материалов конструкций. Так некоторые виды бактерий ускоряют коррозионные свойства металлов, что ведет к ускоренному разрушению бетонных и железобетонных конструкций[3]. Благодаря повышенной влажности(более 22%) происходит гниение древесины, которое тоже происходит по вине бактерий, питающихся клетчаткой. В связи с этим древесина теряет свои фи-

зические свойства: мягкость, хрупкость, потемнение, образование глубоких трещин, что приводит к сокращению прочности материала.

Еще большую угрозу для деревянных конструкций представляют насекомые-вредители (жуки-точильщики, усачи, термиты и др.). Наиболее опасными являются термиты, которые поселяются семьями в древесине и потребляют ее изнутри, снаружи повреждения могут быть незаметны. Они могут перевозиться в деревянных изделиях (дверные и оконные рамы, мебель и др.) и начать местное повреждение в любом месте.

Климат в таких условиях оказывает определяющее влияние на конструкции зданий и сооружений и поэтому следует применять особые объемно-планировочные конфигурации и конструктивные исполнения при проектировании, строительстве и реконструкции зданий. Для начала уделим внимание планировочным решениям в жарко-влажном климате.

Особенности объемно-планировочных решений в жарко-влажном климате. Помимо обычных требований функционального, технического, экономического характера, общими требованиями для объемно-планировочных решений зданий в жарко-влажном климате являются: защита от солнечных лучей; обеспечение помещений стабильным проветриванием; изоляция кухонной зоны от помещений с длительным пребыванием людей, расчленение объемов.

Общественные здания городского или районного масштаба, в основном, проектируются по индивидуальным проектам, в которых используются следующие объемно-планировочные схемы: анфиладная, зальная, коридорная, галерейная и комбинированная. Среди них наиболее распространенной является галерейного типа со сквозным или угловым проветриванием. Приветствуется сквозные летние помещения, такие как: террасы, галереи, залы. Данный объемно-планировочный прием проиллюстрирован на примере гостиницы на 145 мест на отм. + 13, 2 м (рис.2).



Рис. 2. План на отм. +13,2 м гостиницы на 145 мест галерейного типа

Для жарких влажных районов характерна открытая структура зданий с раскрытием внутренних помещений во внешнюю среду. Непосредственная связь с внешней средой является средством повышения функционально-эксплуатационных и санитарно-гигиенических качеств. Благодаря жарким летним месяцам, появляется возможность для ночлега и проведения досуга на свежем воздухе, для этого проектируют затененные лоджии, балконы и веранды. Также в таких районах по возможности необходимо проектировать здания, приподнятые над уровнем земли на колоннах (свыше 900 мм или высотой с первый этаж). С помощью этого приема, достигается проветривание нижней части конструкции здания, которое как раз положительно влияет на эксплуатационные свойства.

Для поддержания благоприятного микроклимата внутри помещения проектируют наружные стены толстыми, кровлю массивной, возможно применение тепловых навесов. Эти элементы здания служат хорошими аккумуляторами прохладного воздуха. Наружные ограждающие конструкции (кроме покрытий и стен, ориентированных на восток и запад, которые обладают теплостойкостью и имеют солнцезащитные устройства) в условиях жарко-влажного климата следует проектировать легкими, трансформирующими, способствующими максимальному насыщению помещения воздухом.

Для обеспечения хорошего проветривания используют следующие приемы:

- 1) увеличивают размеры оконных проемов, для обеспечения помещений максимальным потоком воздуха;
- 2) увеличение высоты потолков в некоторых помещениях;
- 3) применение легких ограждающих конструкций;
- 4) устройство кондиционеров.

В соответствии с градостроительными требованиями на территории данного климата, как и везде, должны быть предоставлены все условия для маломобильных групп населения, это касается проходов внутри здания, необходимое количество мест на автостоянках, устройство пандусов, подъемников, специально оборудованных лестниц с поручнями, специализированные туалетные кабины, тактильные указатели и другие мероприятия [6].

Особенности строительства в жарко-влажном климате не ограничиваются только объемно-планировочными конфигурациями, важно учитывать и конструктивные решения при проектировании и строительстве зданий, чтобы не возникли дополнительные проблемы.

Конструктивные решения в условиях жарко-влажного климата. Галереи, балконы и лоджии необходимо защищать от прямых солнечных лучей, поэтому применяют специальные солнцезащитные устройства (СЗУ). СЗУ защищают от солнечного блеска, упрощает вентиляцию помещений, предоставляют возможность рассеивания прямых солнечных лучей для освещения и защита от осадков. К солнцезащитным устройствам можно отнести: козырьки (рис.3 а и б), жалюзи (рис.3 в, г, д) или маркизы (рис.3 е), солнцерезы. Козырьки применяют для затенения южных фасадов [2]. Жалюзи или маркизы защищают помещение от солнечной радиации; не зависят от ориентации оконных проемов. Солнцерезы – особые навесные конструкции, которые защищают остекленный фасад от прямых солнечных лучей.

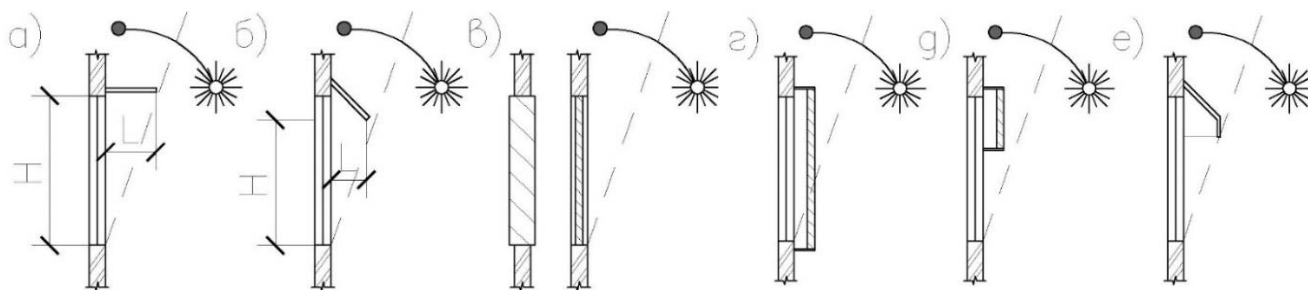


Рис. 3. Типы солнцезащитных устройств здания:

- а – горизонтальный козырек; б – наклонный козырек;
в – жалюзи, расположенные в пределах толщины светопроёма; г – жалюзи около проёма;
д – жалюзи на откосе от светопроёма; е – маркизы

В жарко-влажном климате крыши проектируются двускатными, легкими, с выступающими свесами (рис.4). Они защищают не только от солнечных лучей, но и обеспечивают хороший водоотвод при ливнях.

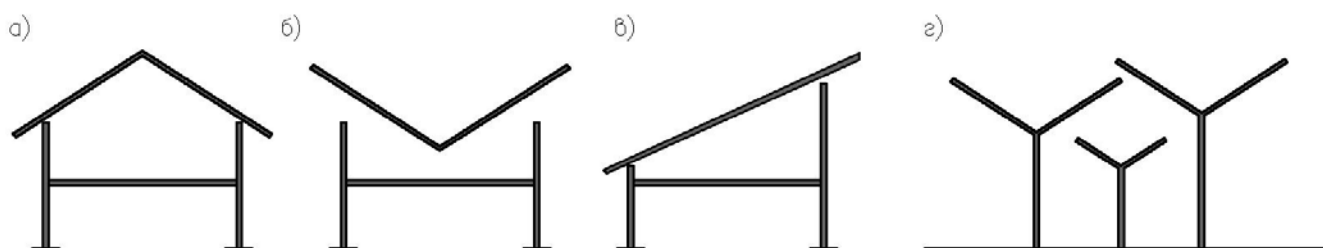


Рис. 4. Покрытия зданий во влажном жарком климате:

а – двускатная крыша с внешним водоотводом; б – двускатная крыша с внутренним водоотводом;
в – односкатная крыша; г – зонтичная крыша

Использование солнцезащитного остекления: ставит, стеклопрофилит, термолукс. В состав такого остекления входят стекла с добавками окислов металлов или аэрозольным покрытием. Такое остекление обладает отражающими и сортирующими свойствами.

Также для такого климата характерно использование материалов светлых тонов для отделки стен и покрытий, так как белый цвет имеет высокий коэффициент отражения.

Полы необходимо отделывать материалами с большим показателем теплоусвоения такими как, мрамором, цементом, керамикой, глиной и т.д.

В районах с жарким влажным климатом необходимо устройство открытых лестниц, вынесенных из объема здания. Для защиты таких лестниц от осадков применяют защитные решетки.

Конструктивные мероприятия борьбы с насекомыми-вредителями заключается в том, что: здание строят на каменном фундаменте и опорах, с высоким цоколем или сплошным железобетонным основанием, уложенное на протравленный инсектицидами грунт; вокруг цоколя выполняют бетонную или асфальтовую отмостку[3]. Для защиты оконных и дверных проемов от насекомых предусматривают сетки, ставни, экраны[3].

Подводя итог, этапы проектирования здания в жарком влажном климате можно выразить в виде небольшой схемы (рис.5).

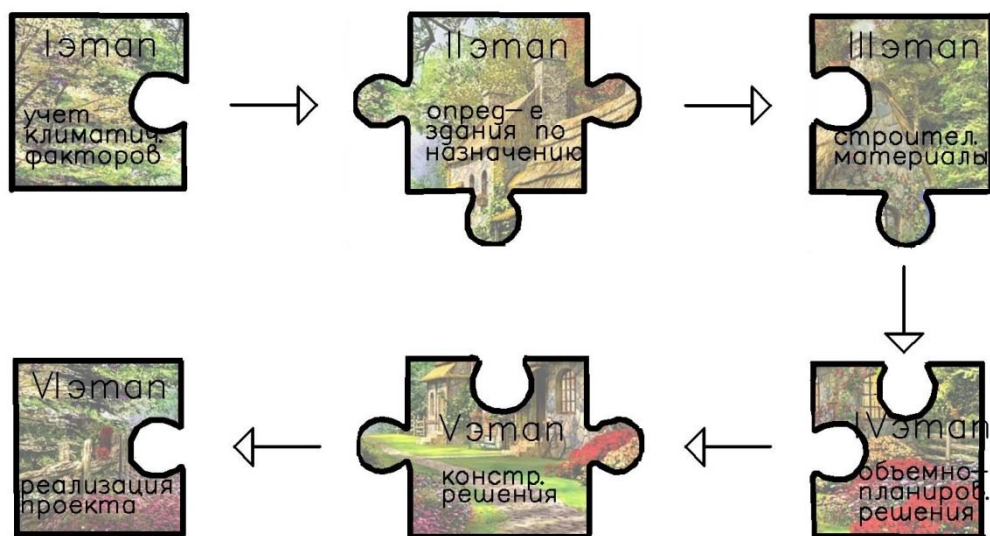


Рис. 5. Этапы проектирования здания в жарком влажном климате

Выводы

1. Объемно-планировочная конфигурация и конструктивное исполнение зданий непосредственным образом определяют не только функционально-эстетические, архитектурные, социальные, экономические требования, но и санитарно-гигиенические условия. Предъявляемые требования к зданиям и сооружениям в условиях данного климата, могут быть неприемлемы для других климатических районов, поэтому для определенного объекта строительства следует учитывать местоположение территории.

2. Совокупность объемно-планировочных и конструктивных особенностей проектирования зданий и сооружений в условиях жарко-влажного климата должны предусматривать защиту от солнечных лучей, уменьшение влажности внутреннего воздуха, обеспечение хорошего проветривания помещений и дворового пространства, борьба с вредителями, что в дальнейшем предотвратит большие затраты на ремонт и эксплуатацию зданий.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.-М.:Минрегион России от 30 июня 2012.-96с.
2. Фирсанов В.М. Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата: учебник для студентов архитектурных и строительных специальностей вузов.-2-е издательство.-М. :Высшая школа, 1982.-248с.
3. Шевцов К.К. Проектирование зданий для районов с особыми климатическими условиями: учебное пособие для вузов/К.К. Шевцов.-М. :Высшая школа, 1986.-232 с.
4. Маклакова Т.Г. Конструкции гражданских зданий: учебник/ Т.Г. Маклакова, С.М.Нанасова.-М.: ABC, 2002.-272 с.
5. Шевченко Л.П. Архитектура и климат Южно-Российского региона: учебное пособие для вузов/ Л.П. Шевченко.- Ростов-на-Дону :1998.-183 с.
6. Макарова Т.В., Петрова О.С.Обеспечение доступности маломобильным группам населения при реконструкции гостиниц. В сборнике: Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции. 2017.с. 65-70.

Reference

1. SP 50.13330.2012 thermal protection of buildings. Updated version of SNiP 23-02-2003.- Moscow: Ministry of regional development of Russia on June 30, 2012.-96 p.
2. Firsanov V. M. Architecture of civil buildings in hot climate: textbook for students of architectural and construction specialties of universities.- 2nd publishing house.- Moscow: Higher school, 1982.-248 p.
3. ShevtsovK.K. Design of buildings for areas with special climatic conditions: a textbook for universities/K. Shevtsov.- Moscow: High school, 1986.- 232 p.
4. Maklakova T. G. Constructions of civil buildings: textbook/ T. G. Maklakova, S. M. Nanasawa.- Moscow: ABC, 2002.-272 p.
5. Shevchenko L.P. Architecture and climate of the South Russian region: a textbook for universities/ L. P. Shevchenko.- Rostov-on-don :1998.-183 p.
6. Makarova T.V., Petrova O.S. ensuring accessibility to people with limited mobility in the reconstruction of hotels. In the collection: Current trends in the construction and operation of real estate. Collection of scientific articles on the materials of scientific-practical conference. 2017.p. 65-70.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры проекти-
рования зданий и сооружений Э.Е. Семенова
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений В.А. Богай
Россия, г. Воронеж, тел. 8-919-180-08-70
e-mail: gurevanikaa@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the designing of
buildings and constructions faculty E.E. Semenova
Master of the designing of buildings and construc-
tions faculty V.A. Bogay
Russia, Voronezh, tel. 8-919-180-08-70
e-mail: gurevanikaa@mail.ru*

Э.Е. Семенова, В.А. Богай

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗРЕЛИЩНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Рассмотрен аспект применения энергосберегающих мероприятий и инженерных решений при проектировании зрелищных сооружений с минимальными тепловыми. Проанализированы основные достоинства и недостатки различных энергосберегающих решений.

Ключевые слова: энергосбережение, теплопередача, стекло, отопление.

E.E. Semenova, V.A. Bogai

THE SPECTACULAR DESIGN OF THE INSTITUTIONS USING ENERGY-SAVING SOLUTIONS

The aspect of the application of energy-saving measures and engineering solutions in the design of entertainment facilities with minimal heat is considered. The main advantages and disadvantages of various energy-saving solutions are analyzed.

Keywords: energy saving, heat transfer, glass, heating.

В наши дни одной из наиболее актуальных проблем является поиск и создание энергосберегающих мероприятий и инженерных решений по созданию сооружений с минимальными тепловыми потерями.

Применение энергосберегающих технологий в значительной мере предопределяет нормы технологического и строительного проектирования зданий и, в частности, требования к параметрам внутреннего воздуха, удельного влаго-, паро-, тепло-, газовыделения.

Получение значительной экономии топлива связано напрямую с рациональными объемно-пространственными и архитектурно-планировочными решениями, которые применяются при проектировании различных зданий и сооружений.

Основными объемно-пространственными и архитектурно-планировочными решениями, способствующими энергосбережению в зданиях, являются:

- поиск и выбор оптимальной формы зданий, которая характеризуется пониженным коэффициентом компактности, что обеспечивает в зимний период минимальные теплопотери, а в летний - минимальные теплопоступления;
- выбор оптимальной ориентации здания по сторонам света, учитывая господствующее направление ветра в зимний период, с целью достижения максимально положительного воздействия климата на здание и его тепловой баланс;

- изменение и совершенствование архитектурно-планировочных решений жилых зданий, имеющих широкий корпус, которые позволяют значительно снизить теплопотери;
- уменьшение периметра наружных стен, за счет отказа от различных выступов, западов и т. п. «архитектурных приемов»;
- на существующих зданиях - надстройка мансардных этажей с применением легких ограждающих конструкций, имеющих повышенные теплозащитные свойства;
- стремиться к минимальному остеклению северных фасадов, увеличивать площадь остекления южных фасадов;
- использование наружных светопрозрачных ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными характеристиками с вентиляционными клапанами;
- применение доводчиков входных дверей;
- установка дополнительных тамбуров при входах в здание;
- стремиться максимально использовать естественное освещение с целью минимальных затрат на электрическую энергию;
- при выборе объемно-планировочного решения стремиться к отказу использования излишних коридоров, холлов и темных помещений.

Наравне с изменением объёмно-планировочных решений зданий, определённой экономии можно добиться благодаря мероприятиям по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Немаловажную роль играет применение экономически целесообразного сопротивления теплопередачи наружных ограждений при строительстве. За счет улучшения теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций и применения эффективных теплоизоляционных материалов, увеличивается сопротивление теплопередаче и снижаются тепловые потери здания. Из опыта доказано, что наиболее эффективна теплозащита стен с наружной стороны. [1] Пример конструкции стены с утеплением с наружной стороны приведен на рис. 1.

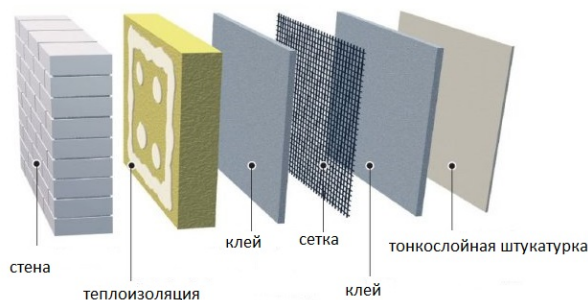


Рис. 1. Конструкция стены с утеплением с наружной стороны

Так же стоит обратить внимание на тепловую защиту наружной стены в месте установки отопительного прибора. Так как отопительные приборы обычно устанавливаются у наружных ограждающих стен под оконными проемами, температура поверхности стены за прибором выше, чем в остальной части, что приводит к увеличению теплового потока и является причиной повышенных тепловых потерь через ограждения. Для снижения тепловых потерь за счет лучистого теплообмена устанавливается защита в виде экрана с низкой степенью черноты, для снижения же тепловых потерь за счет теплопроводности - устанавливается теплоизоляционный слой с низким коэффициентом теплопроводности на участке всей ниши наружной стены.[2]

В оконных блоках следует предусмотреть меры по сокращению воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков. Для этого следует устанавливать дополнительное (тройное) остекление. Используемые до сих пор в массовом строительстве двойные окна в спаренных и отдельных переплетах имеют малое сопротивление теплопередачи, что приводит к большим теплопотерям. Однако, используя стеклопакеты с тройным остеклением, представленным на рис. 2, данной проблемы можно избежать.



Рис. 2. Стеклопакет с тройным остеклением

Для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков, устраиваются вентилируемые окна с тройными стеклопакетами. Между стеклами могут располагаться солнцезащитные жалюзи. Конструкция таких стеклопакетов такова, что в теплое время года, движущийся внутри воздух охлаждает нагретые стекла и переплеты, уменьшая теплопоступления снаружи внутрь помещения. В холодный период года через вентилируемое окно проходит удаляемый воздух из помещения, а окно служит теплоизолятором от холодного наружного воздуха. Температура стекла, обращенного в помещение повышается, а тепловые потери через остекление снижаются. [4]

Для достижения максимального комфорта внутри помещений, полученного сокращением теплопоступлений в помещения от солнечной радиации, используется теплопоглощающее и теплоотражающее остекление. Применение данного остекления особенно актуально при проектировании здания с большой площадью стеклянных наружных ограждающих конструкций.

Теплоотражающие стекла покрывают селективными или полимерными пленками на металлической основе, которые отражают лучи в инфракрасном диапазоне излучения (тепловые лучи). Коэффициент пропуска таких стекол тепловых лучей составляет $0,2 \dots 0,6$, когда обычные стекла имеют коэффициент пропуска $0,8 \dots 0,95$.

Стекло монтируют в одном пакете с простым стеклом так, чтобы отражающая пленка находилась внутри пакета. Наибольшую эффективность имеют двойные или тройные стекла с толщиной воздушной прослойки между ними $10 \dots 15$ мм. В этом случае естественная конвекция между стеклами дестабилизирована, а воздушная прослойка служит теплоизолятором, так как передача теплоты через оконный блок осуществляется только за счет кондуктивной теплопроводности воздуха. В холодный период года отражающее стекло уменьшает тепловые потери через окна, отражает тепло от нагревающих приборов внутрь здания. В теплое же время года регулирует количество тепла, поступающего внутрь здания, защищая его от перегрева. Применение теплоотражающих стекол позволяет снизить теплопоступления и затраты энергии на системы кондиционирования на $15 \dots 20$ %. [3]

В зрелищных сооружениях целесообразно применение периодического режима работы системы отопления, так как в таких сооружениях иногда могут использоваться для отопления неполные сутки и дни недели. В такие дни в нерабочее время внутри помещений допускается небольшое снижение температуры.

В режиме работы такой системы отопления в течение суток наблюдается три характерных промежутка времени: основной рабочий режим, когда в помещении поддерживаются заданные параметры температуры и влажности; дежурный режим, когда после основного режима система отопления переводится на режим поддержания пониженной температуры в помещении; режим форсированного нагрева помещения, в течение которого система отопления переводится на возможно быстрый разогрев помещения после охлаждения.

Следовательно, экономия энергии заключается в том, что такая система отопления не работает круглосуточно в полном режиме. Экономия энергии тем больше, чем продолжительнее период охлаждения.

Для снижения количества холодного воздуха, поступающего внутрь здания через дверные проемы, устраиваются воздушные завесы. Данное мероприятие особенно актуально для зрелищных сооружений, где присутствуют большие площади дверных полотен, которые, в связи с большим количеством людей, часто открываются и, соответственно, пропускают большее количество холодного воздуха, не делая другие здания и сооружения.

В таких случаях применяют комбинированные воздушно-тепловые завесы с тамбуром и без него, а забор воздуха осуществляется из помещения или извне. Воздушная завеса состоит из двух симметрично расположенных пар воздухораспределительных стояков, расположенных вертикально, которые установлены внутри помещения. Внутренняя пара стояков, расположенная ближе к помещению, подает подогретый (до 60 °С) в калориферах воздух, а наружная пара стояков подает не подогретый воздух, забираемый из помещения. При закрытых воротах наружная пара стояков отключается, а внутренняя завеса работает в режиме отопления. При открывании ворот к работе подключается и наружная пара стояков. Энергосбережение достигается за счет снижения потребности в теплоте на нагрев приточного воздуха и затрат электроэнергии на его перемещение.[5]

Вывод

Вышеизложенные рекомендации по энергосбережению и повышению энергетической эффективности еще раз доказывают тот факт, что в истоках проектирования должны быть заложены основные технологические и архитектурные решения, примененные из имеющегося опыта проектирования, ведь вопрос строительства энергоэффективных зданий в России становится одним из ключевых, а проблема рационального использования энергоресурсов приобретает все большее значение.

Библиографический список

1. Семенова Э.Е. Буданов И.А. Анализ энергосберегающих архитектурных решений при проектировании гражданских зданий
2. Основы энергосбережения и энергоаудита. В.М. Фокин, 2006 [Электронный ресурс] – <https://studfiles.net/preview/6071344/page:11/>
3. Архитектурные решения и энергоэффективность [Электронный ресурс] – <http://www.spbenergo.com/talk/koroljev1.html>
4. Мероприятия по энергосбережению в зданиях и сооружениях [Электронный ресурс] – <https://helpiks.org/8-68045.html>
5. Энергосбережение в зданиях и сооружениях [Электронный ресурс] – <https://docplayer.ru/28373632-Energoberezhenie-v-zdaniyah-i-sooruzheniyah.html>.

References

1. Semenova E. E. Budanov I. A. Analysis of energy-saving architectural solutions in the design of civil buildings.
2. Fundamentals of energy saving and energy audit. V. M. Fokin, 2006 [Electronic resource] – <https://studfiles.net/preview/6071344/page:11/>
3. Architectural solutions and energy efficiency [Electronic resource] – <http://www.spbenergo.com/talk/koroljev1.html>.
4. Energy saving measures in buildings and structures [Electronic resource] – <https://helpiks.org/8-68045.html>.
5. Energy saving in buildings and structures [Electronic resource] – <https://docplayer.ru/28373632-Energoberezhenie-v-zdaniyah-i-sooruzheniyah.html>.

Воронежский государственный технический университет

Канд. техн. наук, проф. кафедры проектирования зданий и сооружений

Э.Е. Семенова, semenova@vgasu.vrn.ru;

Студент группы С-1541б строительного факультета В.С. Думанова

Россия, г. Воронеж, тел. +7(920) 210-15-55

e-mail: valeria_97@list.ru

Voronezh State

Technical University

Professor of the Department of Design of Buildings and Structures

E.E. Semenova, semenova@vgasu.vrn.ru;

Student of group C-1541-b construction faculty

V.S. Dumanova

Russia, Voronezh, tel. +7(920) 210-15-55

e-mail: valeria_97@list.ru

Э.Е. Семенова, В.С. Думанова

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДВОРЦОВ БРАКОСОЧЕТАНИЯ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Проанализированы архитектурные и объемно-планировочные решения существующих отечественных и зарубежных зданий дворцов бракосочетания. Рассмотрены требования доступности общественных зданий маломобильным группам населения.

Ключевые слова: дворец бракосочетания, объемно-планировочная схема, вертикальные и горизонтальные коммуникации, архитектурный облик, нормы проектирования, доступность маломобильным группам населения.

E.E. Semenova, V.S. Dumanova

DESIGN ANALYSIS OF MARRIAGE PALACES TO MEET MODERN REQUIREMENTS

Architectural and space-planning solutions of existing domestic and foreign buildings of wedding palaces are analyzed. Requirements of accessibility of public buildings to low-mobility groups of the population are considered.

Keywords: wedding Palace, space-planning scheme, vertical and horizontal communications, architectural appearance, design standards, accessibility to people with limited mobility.

Дворец бракосочетания и управления записи актов гражданского состояния (ЗАГС) - играет важную роль как в жизни общества и человека в отдельности, так и в объемно-планировочной структуре города, являясь основным общегородским ориентиром и архитектурной достопримечательностью.

История дворцов бракосочетания началась не так давно. 1 ноября 1959 года впервые в СССР был открыт Дворец бракосочетания (в настоящее время - Отдел регистрации актов гражданского состояния о браке Дворец бракосочетания № 1).

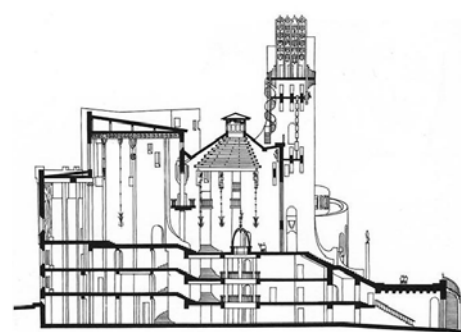
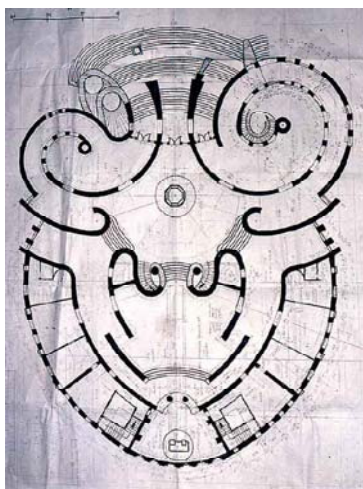
Объемно-планировочная система здания - анфиладная центрическая. Помещения вестибюльной группы представляют собой концентрическую схему, которая заключается в трехстороннем расположении помещений относительно входа. Вертикальные коммуникации размещаются в непосредственной близости от входа, при этом создается компактное внутреннее пространство с удобной ориентацией. Недостатком такого планировочного решения является большая пересеченность людских потоков.



Рис. 1. Дворец бракосочетания № 1 г. Санкт-Петербург

В Грузии в 1985 году архитекторы Виктор Джорбенадзе и ВажиОрбеладзе попытались изменить стереотипный образ дворца торжественных обрядов. Тогда в Тбилиси был построен самый эффектный дворец, который формировал новое восприятие торжественности, выраженное масштабностью и бионической архитектурой, рис.2.

Объемно-планировочная схема здания – комбинированная, что делает данное здание многофункциональным. Входной узел представлен просторным вестибюлем с гардеробом, вертикальными и горизонтальными коммуникациями. К сожалению, в последующие годы здание перестало выполнять предполагаемую функцию, оно долгое время находилось в запустении, пока не было передано в частную собственность под жилой дом.



В

Рис. 2. Дворец торжественных обрядов в Тбилиси: а – главный фасад, б – план, в – разрез

На начальном этапе учреждения дворцов бракосочетания располагались в уже существующих зданиях стиля классицизм и барокко. Они, несомненно, выглядят торжественно, имеют эмоциональную выразительность и масштабность. Сейчас этот выбор уже кажется стереотипным и неразнообразным, поэтому в настоящее время идет поиск новых архитектурных решений зданий дворцов бракосочетаний, подчеркивающих их уникальность.

Так, например, в городе Казань спроектирован и построен знаменитый, по своему архитектурному решению, Дворец бракосочетания – Центр семьи «Казань», рис.3. Необычность этого здания в том, что оно, совмещает в себе традиции национальной и современной архитектуры. Функциональная схема здания имеет четкое зонирование: на первом этаже расположена входная группа (вестибюль, гардероб, вертикальные коммуникации), второй

этаж занимает администрация, на третьем этаже располагаются 3 торжественных зала, комнаты жениха и невесты. А со смотровой площадки открывается прекрасная панорама города. Стоит отметить, что прилегающая территория озелена и облагорожена.



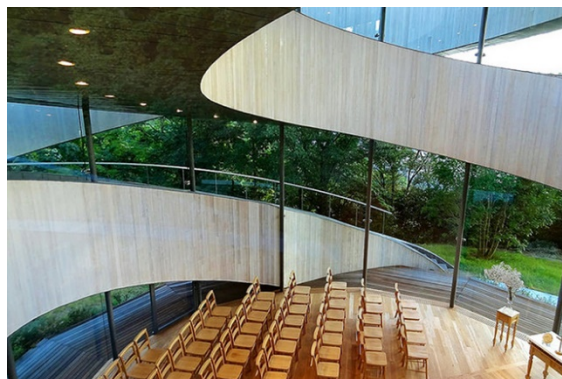
Рис. 3. Центр семьи «Казан»

Одним из самых удивительных дворцов бракосочетания является спиралевидная часовня в Японии— оригинальное современное здание, построенное в 2013 году. (Рис4.)

Внутренняя часть часовни стеклянная, в которой расположен основной зал, вмещающий до 80 человек. Здание по спирали обвивают две лестницы, будто парящие в воздухе, придавая зданию легкий, воздушный вид. Лестницы предназначены для жениха и невесты, которые по поднимаются по отдельности на эксплуатируемую кровлю — это символизирует путь молодоженов к совместной жизни.



а



б

Рис. 4. Дворец бракосочетания в Японии:
а – общий вид, б - фрагмент торжественного зала

В настоящее время изменяются существующие нормы проектирования и появляются новые. Большинство городских и районных Дворцов бракосочетания и управления ЗАГС не отвечают современным требованиям, поэтому проектирование и строительство именно этого типа общественного здания является очень актуальным.

Один из важных разделов, которому следует уделить особое внимание, является обеспечение доступности маломобильным группам населения. Любое общественное здание, в том числе и дворец бракосочетания, должно быть адаптирован для всех групп населения

На участке около здания должно быть выделено 10 % машино-мест для людей с инвалидностью.

Непосредственный вход в здание необходимо оборудовать пандусом в соответствии с СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» с уклоном 1/20. Входная дверь проектируется распашная размером не менее 1,2 м, а габаритные размеры тамбура не менее 2,5*2 м. Размеры всех внутренних дверей по нормам размером не менее 0,9 м.

Для маломобильных групп населения на территории необходимо предусматривать пешеходные пути с учетом движения инвалидов на креслах-колясках шириной 2 м. Пешеходные пути должны иметь твердую поверхность, не допускающую скольжение. Также наносятся тактильные полосы на покрытие пешеходных путей, выполняющих предупредительную функцию.

Возможна установка как внутри, так и снаружи здания, наклонного подъемника для МГН, предназначенного для перемещения людей в кресло-колясках с одного уровня на другой вдоль лестничного марша. Принцип работы: Платформа движется по направляющим, установленным на стене, вдоль прямолинейного участка лестничного марша.

Не стоит забывать, что любое общественное здание должно быть оборудовано санитарными узлами с определенными габаритами, доступными для маломобильных групп населения.

Подводя итог, можно сделать вывод, что, несомненно, при проектировании дворца бракосочетания и управления ЗАГС не стоит забывать о традициях, но с другой стороны, нужно учитывать потребности современного общества.

Архитектурный облик ЗАГС должен показывать важность роли бракосочетания, являться точкой притяжения внимания. С функциональной точки зрения – дворец бракосочетания и управления ЗАГС – сложная система, в которой происходит ряд процессов управления и регистрации. Необходимо запроектировать здание с учетом всех необходимых требований.

Библиографический список

1. Основы архитектуры и строительных конструкций : учебник для академического бакалавриата / под общ. ред. А. К. Соловьева. — М. : Издательство Юрайт, 2016 — 458 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс.
2. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001
3. <http://kzags.gov.spb.ru/palaces/23> - государственный сайт комитета по делам записи актов гражданского состояния.

References

1. The basic architecture and building construction : a textbook for academic bachelor / under the General editorship of A. K. Solovyov. — Moscow : yurayt Publishing house, 2016 — 458 p. — Series : Bachelor. Academic course.
2. SP 59.13330.2016 Availability of buildings and structures for people with limited mobility. Updated version of SNiP 35-01-2001
3. <http://kzags.gov.spb.ru/palaces/23> - the state website of the Committee of civil registration.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 697.341

*Воронежский государственный
технический университет*

*Канд. техн. наук, доцент кафедры теплога-
зоснабжения и нефтегазового дела*

Д.Н. Китаев

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-21

e-mail: dim.kit@rambler.ru

*Магистрант кафедры теплогазоснабже-
ния и нефтегазового дела*

И.Ю. Фильшина

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-21

e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Voronezh State

Technical University

*Ph.D. (Engineerin), Assoc Prof. of Department
of Heat and Gas Supply and Oil and Gas
Business D.N. Kitaev*

Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-21

e-mail: dim.kit@rambler.ru

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

I. Yu. Filshina

Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-53-21

e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Д.Н. Китаев, И.Ю. Фильшина

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГРАФИКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ Г. ВОРОНЕЖ

Проведены расчеты температурных графиков центрального качествен-
ного регулирования по отопительной нагрузке для г.Воронеж с учетом уста-
новки у потребителя современных отопительных приборов. Получены при-
ближенные уравнения, позволяющие с достаточной степенью точности для
инженерных расчетов определять температуру воздуха и воды в обратной
магистральной сети в точке излома в зависимости от используемого графика.

Ключевые слова: теплоснабжение, тепловые сети, регулирование, точка излома

D.N. Kitaev, I.Yu. Filshina

TEMPERATURE GRAPHICS OF HEAT NETWORKS IN THE CONDITIONS OF VORONEZH

The temperature charts of the central quality control of the heating load for
Voronezh were calculated taking into account the installation of modern heating
appliances by the consumer. Approximate equations have been obtained that al-
low, with a sufficient degree of accuracy for engineering calculations, to deter-
mine the temperature of air and water in the return line of the network at the break
point depending on the schedule used.

Keywords: heat supply, heat networks, regulation, break point.

При качественном режиме регулирования тепловой сети и отопительном графике тем-
пературы теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети τ_1 , °С и в обратном τ_2 , °С
при произвольной температуре наружного воздуха определяют по формулам [1,19]

$$\tau_1 = t_g + (\tau_{np.o} - t_g) \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n.o}} \right)^{\frac{1}{1+n}} + (\tau_{1o} - \tau_{np.o}) \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n.o}} \right), \quad (1)$$

$$\tau_2 = \tau_1 - (\tau_{1o} - \tau_{2o}) \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n.o}} \right). \quad (2)$$

где t_g - расчетная температура воздуха в помещениях, °C;

t_n - произвольная температура наружного воздуха, °C;

$t_{n.o}$ - расчетная температура для проектирования отопления, °C;

τ_{1o} - температура воды в подающей магистрали сети при $t_{n.o}$, °C;

$\tau_{np.o}$ - средняя температура воды в отопительном приборе, °C, определяемая по форму-

ле $\tau_{np.o} = \frac{1}{2}(\tau_{см.o} + \tau_{2o})$;

$\tau_{см.o}$, τ_{2o} - температура воды в абонентской установке и в обратной магистрали системы теплоснабжения при расчетных параметрах системы отопления, °C;

n - эмпирический показатель, зависящий от типа отопительного прибора и схемы его подключения.

Используем уравнения (1),(2) с константами для г.Воронеж: $t_g = 18^\circ\text{C}$, $t_{n.o} = -24^\circ\text{C}$, $\tau_{1o} = 95^\circ\text{C}$, $\tau_{2o} = 70^\circ\text{C}$ [12,14], задавшись значением температуры воды в точке излома $t_u = 70^\circ\text{C}$ [10]. Согласно данным исследований других авторов, у современных отопительных приборов среднее значение показателя n , связанный с теплоотдающей способностью, равен 0,3 [3-5]. Это значение и будем использовать в дальнейших расчетах. Подставляя представленные значения констант для г.Воронеж, получим выражения для расчета температурного графика:

$$\tau_1 = 18 + 62 \left(\frac{18 - t_n}{42} \right)^{\frac{10}{13}} + \frac{15}{42} (18 - t_n) \quad (3)$$

$$\tau_2 = \tau_1 - \frac{25}{42} (18 - t_n) \quad (4)$$

Задаваясь значениями t_n можно провести расчеты по формулам (3),(4) построить графики $\tau_1 = f(t_n)$ и $\tau_2 = f(t_n)$. Температуру воды в подающей магистрали в точке излома согласно действующим рекомендациям принимают 70°C с целью обеспечения нормативной температуры горячей воды у потребителя 60°C [7,16]. Значения $t_{n.u.}$ и $\tau_2(t_{n.u.})$ обычно определяют графически [1,19]. Подход с определением температуры $t_{n.u.}$ графическим методом в настоящее время является устаревшим, да и погрешность такого метода зависит от многих факторов и может оказаться не допустимой, а время вычислений значительным.

Подставим в уравнение (3) значение $\tau_1 = 70^\circ\text{C}$ и после преобразований получим уравнение

$$2604 \left(\frac{18 - t_n}{42} \right)^{\frac{10}{13}} + 15(18 - t_n) - 2184 = 0, \quad (5)$$

корнем которого является значение $t_n = t_{n.u.} = -7,903^\circ\text{C}$ с точностью 0,1.

Были проведены расчеты графиков 100/70, 110/70, 120/70, 130/70, 140/70, 150/70 с определением значений $t_{n.u.}$ На рисунке представлены зависимости $\tau_1 = f(t_n)$ и температуры воздуха в точке излома для подающей магистрали тепловой сети.

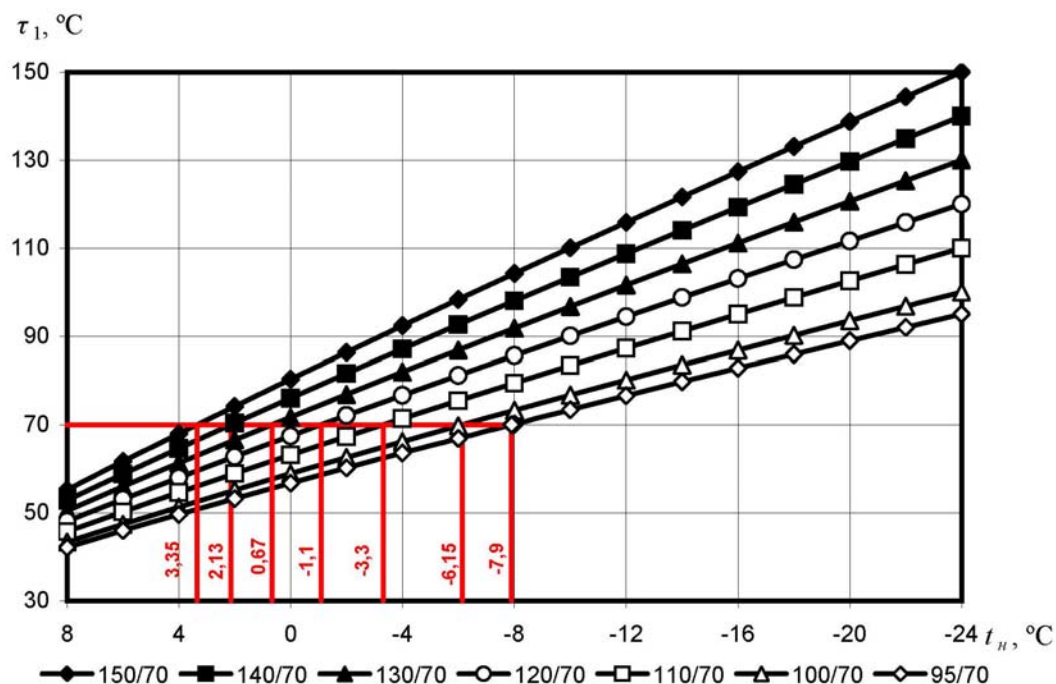


Рис. Температуры воды в подающей магистрали сети для используемых графиков регулирования

Зависимость $t_{н.и.}$ от температуры воды в подающей магистрали при расчетной для проектирования отопления со средним значением абсолютной погрешности 3,27 % может быть описана уравнением вида [13,20]

$$t_{н.и.} = 2,497 \cdot 10^{-5} \tau_1 (t_{н.о.})^3 - 1,138 \cdot 10^{-2} \tau_1 (t_{н.о.})^2 + 1,849 \tau_1 (t_{н.о.}) - 102,294. \quad (6)$$

Следует отметить, что уравнение (6) применимо и для температур меньших 95 °С, но с погрешностью около 5%. Например при температурном графике 85/70 погрешность формулы (6) составляет 4,11%.

Напомним, что температура наружного воздуха в точке излома температурного графика является важным параметром. Она разбивает весь отопительный период на 2 характерных области при использовании закрытой двухтрубной сети с зависимой схемой подключения потребителя [8,9] от +8 °С до $t_{н.и.}$ и от $t_{н.и.}$ до расчетного значения для проектирования отопления. В первом диапазоне температура в подающей магистрали тепловой сети постоянна и обычно имеет значения 70 °С и в это время используется местное регулирование, а во втором диапазоне температура в сети меняется в зависимости от наружной. В первом диапазоне возможны избыточные поступления теплоты в систему отопления зданий, а следовательно, перетопы, влекущие за собой высокие платежи [15,17,18].

Для Воронежа средние температуры наружного воздуха составляют: декабрь -5,2, январь -7,5 и февраль -7,2 °С. При повсеместно используемом в настоящее время температурном графике 95/70 [2] температура $t_{н.и.} = -7,903$ °С. На практике это означает работу системы теплоснабжения зданий большую часть отопительного сезона в зоне необходимости местного регулирования, которое не осуществляется должным образом. Из вышеизложенного следует, что повышение температурного графика при существующем положении в сфере ЖКХ города, должно привести к снижению перетоков зданий.

В таблице представлены результаты расчетов значений $t_{н.и.}$ и $\tau_2(t_{н.и.})$ для соответствующих температурных графиков.

Значения температур наружного воздуха и воды в точке излома графиков, °С

τ_1/τ_2	95/70	100/70	110/70	120/70	130/70	140/70	150/70
$t_{н.в.}$	-7,903	-6,147	-3,305	-1,096	0,67	2,13	3,35
$\tau_2(t_{н.в.})$	54,582	52,753	49,710	47,266	45,254	43,548	42,088

Было получено уравнение, позволяющее определить температуру воды в обратной магистрали тепловой сети в точке излома в зависимости от температурного графика с максимальным значением ошибки 0,33%:

$$\tau_2(t_{н.в.}) = 2,126 \cdot 10^{-3} \tau_1(t_{н.в.})^2 - 0,744 \tau_1(t_{н.в.}) + 105,991. \quad (6)$$

Выводы

1. Для условий г. Воронеж проведены расчеты температурных графиков 95/70÷150°С с учетом установки у потребителя современных отопительных приборов. Для каждого температурного графика с точностью до 0,001 определены значения температур наружного воздуха в точке излома.

2. Исследовано влияние изменения температурного графика на температуру воздуха в точке излома, позволившее установить тенденцию уменьшения температуры наружного воздуха при уменьшении температурного графика, а следовательно и возможность увеличения избыточного количества поданной теплоты потребителю при зависимых схема подключения не оборудованных автоматикой.

3. Получены уравнения, позволяющие с достаточной точностью определять температуры наружного воздуха и в обратной магистрали сети в точке излома отопительного температурного графика центрального качественного регулирования для г.Воронеж в зависимости от значения температурного графика.

Библиографический список

1. Громов, Н.К. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / Н.К. Громов, Е.П. Шубин.М. Энергоатомиздат. 1988. – 376с.
2. Каширин, М.А. Выбор оптимальной трассы тепловых сетей промпредприятия / М.А. Каширин, Д.Н. Китаев // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – №2(11). – С. 9-12.
3. Китаев, Д.Н. Современные отопительные приборы и их показатели /Д.Н. Китаев // Сантехника, отопление, кондиционирование, энергосбережение. – 2014. – №1. – С. 48 – 49.
4. Китаев, Д.Н. Современные отопительные приборы и система теплоснабжения /Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина // Энергосбережение. – 2012. – №6. – С. 59 – 63.
5. Китаев, Д.Н. Влияние современных отопительных приборов на регулирование тепловых сетей /Д.Н. Китаев // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014. – Т.2, №4(17). С. 49-55.
6. Китаев, Д.Н. Погрешность расчета температурного графика тепловой сети при использовании показателей отопительных приборов/ Д.Н. Китаев // Промышленная энергетика. – 2013. – №7. – С.34-37.
7. Китаев, Д.Н. Расчет температуры наружного воздуха в точке излома температурного графика / Д.Н. Китаев // Новости теплоснабжения. – 2012. – №10 (146). – С. 46-48.
8. Китаев, Д.Н. Перспективные схемы использования когенерационных установок в системах теплоснабжения / Д.Н. Китаев, А.В. Золотарев, Н.С. Шестых // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – №2(7). – С. 26 – 29.

9. Китаев, Д.Н. Развитие системы теплоснабжения городского округа город Воронеж в долгосрочной перспективе / Д.Н. Китаев // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2010. - №2(3). – С.72-77.
10. Китаев Д.Н. Расчет фактического теплопотребления промплощадки / Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2017. №3(8). – С.40-45.
11. Китаев, Д.Н. Температурный режим в магистральных стальных трубопроводах горячего водоснабжения при нарушениях циркуляции / Д.Н. Китаев, В.Ю. Хузин, В.И. Щербаков, Т.В. Щукина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2017. - №3(699). – С. 62-68.
12. Китаев, Д.Н. Охлаждение воды в полипропиленовых трубопроводах / Д.Н. Китаев, В.Ю. Хузин, Т.В. Щукина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. - №1(10). – С. 14-19.
13. Китаев, Д.Н. Нелинейная зависимость теплоемкости идеального газа от температуры / Д.Н. Китаев, Е.М. Черных // Вестник воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т.4.- №12. – С.36-40.
14. Копытина М.Ю. Диагностика загрязнений 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.
15. Мартыненко Г.Н. Перспективы развития системы газоснабжения городского округа г.Воронеж на период 2035г. / Г.Н. Мартыненко, Д.Н. Китаев // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2018. - №3(51). – С. 11-21.
16. Мелькумов, В.Н. Энергосбережение в системах традиционного и альтернативного теплоснабжения / В.Н. Мелькумов, О.А. Сотникова, В.С. Турбин, Д.Н. Китаев, Р.В. Сорокин // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2004. - №2. – С. 62 – 66.
17. Семенов, В.Н. Влияние энергосберегающих технологий на развитие тепловых сетей / В.Н. Семенов, Э.В. Сазонов, Д.Н. Китаев, О.В. Тертычный, Т.В. Щукина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. - №8(656). – С. 78-83.
18. Семенов, В. Н. Энергосбережение и повышение энергоэффективности для объектов социальной сферы / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина, Д.Ю. Королев // Энергосбережение. – 2010. - №6. – С. 38-43.
19. Строй, А.Ф. Расчет и проектирование тепловых сетей / Строй, А.Ф., В.Л. Скальский. – Киев: «Будивельник», 1981. – 144с.
20. Черных, Е.М. Математическая модель конвективного теплопереноса при зарядке теплового аккумулятора/Е.М. Черных, Д.Н. Китаев // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия «Энергетика». 2007. - Том 3. - №6. – С.124-128.

References

1. Gromov, N.K. Water heating networks: a design guide / N.K. Gromov, E.P. Shubin.M. Energoatomizdat. 1988. - 376 p.
2. Kashirin, M.A. Selection of the optimal route of thermal networks of an industrial enterprise / M.A. Kashirin, D.N. Kitaev // Urban planning. Infrastructure. Communications. - 2018. - №2 (11). - p. 9-12.
3. Kitaev, D.N. Modern heating devices and their performance /D.N. Chinas // Plumbing, heating, air conditioning, energy saving. - 2014. - №1. - S. 48 - 49.
4. Kitaev, D.N. Modern heating devices and heat supply system. Kitaev, T.V. Shchukin // Energy Saving. - 2012. - №6. - P. 59 - 63.

5. Kitaev, D.N. The influence of modern heating devices on the regulation of heating networks / D.N. Kitaev // Scientific Journal. Engineering systems and facilities. - 2014. - Vol. 2, No. 4 (17). Pp. 49-55.
6. Kitaev, D.N. Error of calculation of the temperature graph of the heat network when using indicators of heating devices / D.N. Chinas // Industrial energy. - 2013. - №7. - P.34-37.
7. Kitaev, D.N. Calculation of the outdoor temperature at the break point of the temperature graph / D.N. Kitaev // News of heat supply. - 2012. - №10 (146). - pp. 46-48.
8. Kitaev, D.N. Perspective schemes for the use of cogeneration plants in heating systems / D.N. Kitaev, A.V. Zolotarev, N.S. Sixth // Scientific Journal. Engineering systems and facilities. - 2012. - №2 (7). - pp. 26 - 29.
9. Kitaev, D.N. The development of the district heating system of the city of Voronezh in the long term / D.N. Kitaev // Scientific Journal. Engineering systems and facilities. - 2010. - №2 (3). - P.72-77.
10. Kitaev D.N. Calculation of actual heat consumption at the site / D.N. Kitaev, T.V. Shchukin // Urban Planning. Infrastructure. Communications. - 2017. №3 (8). - P.40-45.
11. Kitaev, D.N. Temperature regime in the main steel pipelines of hot water supply in violation of circulation / D.N. Kitaev, V.Yu. Khuzin, V.I. Shcherbakov, T.V. Shchukin // News of higher educational institutions. Building. - 2017. - №3 (699). - p. 62-68.
12. Kitaev, D.N. Water cooling in polypropylene pipelines / D.N. Kitaev, V.Yu. Khuzin, T.V. Shchukin // Urban Planning. Infrastructure. Communications. - 2018. - №1 (10). - p. 14-19.
13. Kitaev, D.N. Nonlinear dependence of the heat capacity of an ideal gas on temperature / D.N. Kitaev, E.M. Chernykh // Bulletin of the Voronezh State Technical University. - 2008. - Vol.4. - №12. - P.36-40.
14. Kopytina M.Yu. Diagnostics of environmental pollution and an integrated approach to its protection / M.Yu. Kopytina, D.N. Kitaev, T.V. Schukina, E.A. Apoykova // Ecology and Industry of Russia. - 2017. - T.21. - №4. - pp. 59-63.
15. Martynenko G.N. Prospects for the development of the state supply system of the city district of Voronezh for the period of 2035. / G.N. Martynenko, D.N. Kitaev // Scientific Journal of Construction and Architecture. - 2018. - №3 (51). - pp. 11-21.
16. Melkumov, V.N. Energy saving in the systems of traditional and alternative heat supply / V.N. Melkumov, O.A. Sotnikova, V.S. Turbin, D.N. Kitaev, R.V. Sorokin // AVOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply, and building physics. - 2004. - №2. - S. 62 - 66.
17. Semenov, V.N. Influence of energy saving technologies on the development of heat networks / V.N. Semenov, E.V. Sazonov, D.N. Kitaev, O.V. Tertychny, T.V. Shchukin // News of higher educational institutions. Building. - 2013. - №8 (656). - p. 78-83.
18. Semenov, V.N. Energy saving and energy efficiency for social facilities / V.N. Semenov, D.N. Kitaev, T.V. Schukina, D.Yu. Korolev // Energy Saving. - 2010. - №6. - pp. 38-43.
19. Stroy, A.F. Calculation and design of heat networks / Stroy, A.F., V.L. Skalsky. - Kiev: Budivelnik, 1981. - 144s.
20. Chernykh, E.M. Mathematical model of convective heat transfer when charging a heat accumulator / E.M. Chernykh, D.N. Kitaev // Bulletin of the Voronezh State Technical University. Series "Energy". 2007. - Volume 3. - №6. - P.124-128.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд.тех.наук, доцент кафедры теплогазо-
снабжения и нефтегазового дела
Г.Н. Мартыненко
Россия, г. Воронеж, тел. +7(900)-304-62-51
e-mail: glen2009@rambler.ru*

*Воронежский государственный
технический университет
Студент кафедры жилищно-
коммунального хозяйства М.М. Коробова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(900)-306-11-93
e-mail: mari.korobova.97@bk.ru*

*Воронежский государственный
технический университет
Студент кафедры жилищно-
коммунального хозяйства Е.Н. Аникин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(960)-111-57-33
e-mail: anikin.evgeny2017@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), the associate professor of
heatgas supply and oil and gas put
G.N. Martynenko
Russia, Voronezh, tel. +7 (900)-304-62-51
e-mail: glen2009@rambler.ru*

*Voronezh State
Technical University
Student of department of housing and com-
munal services M.M. Korobova
Russia, Voronezh, tel. +7(900)-306-11-93
e-mail: mari.korobova.97@bk.ru*

*Voronezh State
Technical University
Student of department of housing and com-
munal services E.N. Anikin
Russia, Voronezh, tel. +7(960)-111-57-33
e-mail: anikin.evgeny2017@yandex.ru*

Г.Н. Мартыненко, М.М. Коробова, Е.Н. Аникин

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ И ШАГА УКЛАДКИ ТРУБ В СИСТЕМАХ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА

Напольные системы отопления являются достаточно дорогостоящими, но малоизученными, что мешает их широкому применению в строительстве. В данной работе были сделаны попытки ликвидировать пробелы в области влияния шага укладки труб на тепловой поток, отдаваемый системой.

Ключевые слова: напольная система отопления, тёплый пол, теплопотери, экономическая выгода.

G.N. Martynenko, M.M. Korobova, E.N. Anikin

STUDYING THE EFFECT OF THERMAL INSULATION THERMAL INSULATION AND PIPE STEPS IN THE FLOOR HEATING SYSTEMS ON THE DISTRIBUTION OF THE HEAT FLOW

Floor heating systems are quite expensive, but low-utilized, which prevents their widespread use in construction. In this article, we were able to eliminate gaps in the area of influence of the pipe laying step on the heat flow given off by the system.

Keywords: floor heating system, underfloor heating, heat loss, economic benefits.

При организации напольного отопления, предназначенные для подачи теплоносителя (горячей воды) трубопроводы, встраивают, непосредственно, в конструкцию пола, т.е. трубопроводы защищают гофрированной оболочкой и заливают раствором цемента и песка. После того, как данный раствор застывает, он образует собой отопительный прибор, нагревательным элементом которого становится монолитный «тёплый» пол. Такие системы успешно устраиваются в жилищном строительстве, а также являются приемлемым решением для установки и поддержания комфортной тепловой обстановки на различных объектах: промышленного и общественного назначения.

Напольное отопление – это система, предназначенная для обогрева, преобладающее количество теплоты в которой передается путем излучения. Тепловой поток передаётся от теплоносителя стенке трубы, затем наружная поверхность трубы нагревает слой бетона, который, в свою очередь, непосредственно связан с покрытием пола. Нагретое покрытие излучает тепло в окружающую среду. Одним из главных факторов теплового комфорта при использовании данной системы отопления является снижение объёмов перемещения воздуха в отапливаемом помещении (по сравнению с конвективным отоплением); восходящие конвективные потоки тёплого воздуха переносят вредные вещества.

С помощью уменьшения температуры воздуха в отапливаемом помещении на $1\div 2^{\circ}\text{C}$, без ухудшения тепловой обстановки, удаётся сэкономить около 5-10% энергии, по сравнению с конвективным отоплением. Главным преимуществом напольного отопления является то, что температура теплоносителя на входе в систему гораздо ниже, в сравнении с другими системами, что предоставляет возможность использовать нетрадиционные источники тепла: солнечные коллекторы, тепловые насосы и конденсационные котлы.

Для выполнения норм, предостерегающих опасное влияние на человека, температура поверхности пола не должна превышать нормируемых значений[1].

Данные сведения также определяют максимальное значение отдачи тепла поверхностью пола (отопительным прибором):

- около 100 Вт/м^2 для жилых помещений с температурой 20°C ;
- около 170 Вт/м^2 для пограничных зон в жилых помещениях с температурой 20°C ;
- около 90 Вт/м^2 для ванных комнат с температурой 25°C .

Данная система отопления является низкотемпературной. Максимально возможная температура теплоносителя в подающем трубопроводе составляет 55°C , а перепад температуры в подающем и обратном трубопроводе не превышает 10°C [1].

Конструкцию отопительного прибора панельно-лучистого отопления на базе системы KAN-thermProfil можно отнести, согласно номенклатуре нормы, PN-EN 1264, к типу А – выполнение мокрым методом. Трубы укладывают путем вдавливания между профилированными выступами изоляционной пенополистирольной плиты.

Применяется в качестве напольного отопления в строительстве жилья и объектов общественного назначения.

Преимуществами системы являются быстрый монтаж за счет легкой фиксации труб, а также простой укладки системных плит, меньший расход раствора на стяжку, возможность монтажа труб с разным шагом и разными способами (в виде спирали, двойного меандра и меандра), надежная фиксация труб, возможность применения для полов, подвергающихся интенсивной эксплуатационной нагрузке[2].

Рассмотрим четыре расчетных варианта системы напольного отопления квартиры, с применением различной толщины тепловой изоляции и различным шагом трубы.

В первом расчетном варианте в качестве тепловой изоляции используем плиты пенополистирольные EPS 100-038 толщиной 50 мм и шагом укладки труб 150 мм. Характеристики перекрытия сведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики перекрытия

Описание материала	d	λ	ρ	R
	м	Вт/(м·К)	кг/м ³	м ² ·К/Вт
Напольное покрытие: Керамическая плитка 0,012 м ² ·К/Вт				0,012
Цементная стяжка	0,0650	1,300	2200	0,050
Пенополистирольная плита ProfilEPSc пленкой PS. D= 30 мм	0,0300	0,045	20	0,667
Плиты пенополистирольные EPS 100-038 с объемной плотностью	0,0200	0,038	20	1,316
Пленка PE для укладки под теплоизоляцией. D=0,15 мм	0,0002	0,200	1300	0,001
Железобетон	0,2500	1,700	2500	0,147

Расчет производим по программе KANC.O. 4.1 basic (см. рис.1).

В помещение (рис.1), площадью 11,9 м² и внутренней температурой 20 °С, поступает количество теплоты в размере 99,2 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °С, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 12 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1180 Вт. Длина трубы – 79,3 м.

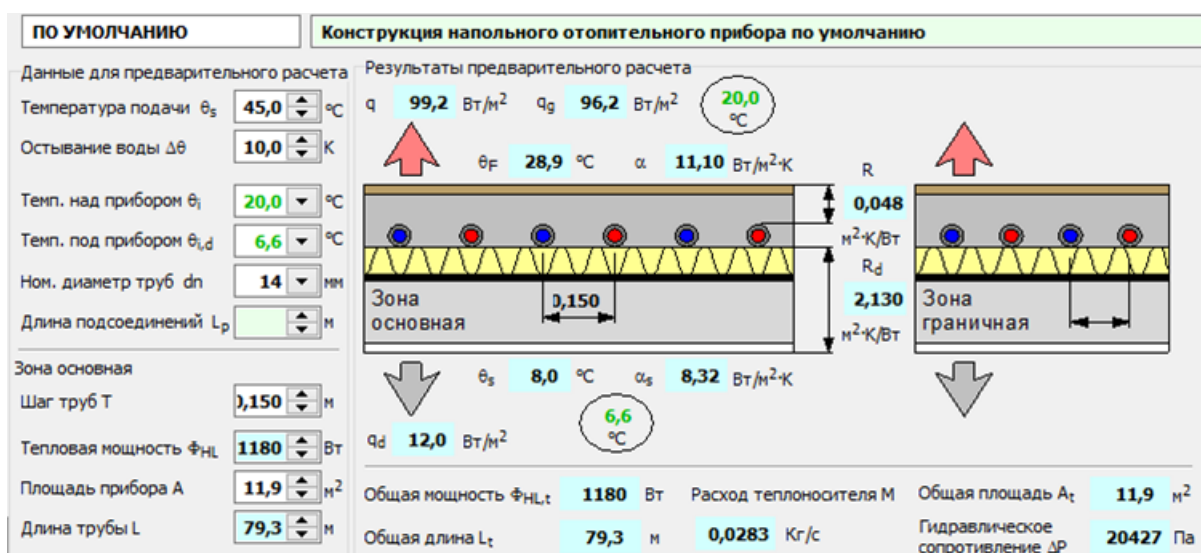


Рис. 1. Расчет напольного отопительного прибора для жилой комнаты

В помещение (рис.2), площадью 15,2 м² и внутренней температурой 20 °С, поступает количество теплоты в размере 99,2 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °С, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 12 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1507 Вт. Длина трубы – 101,3 м.

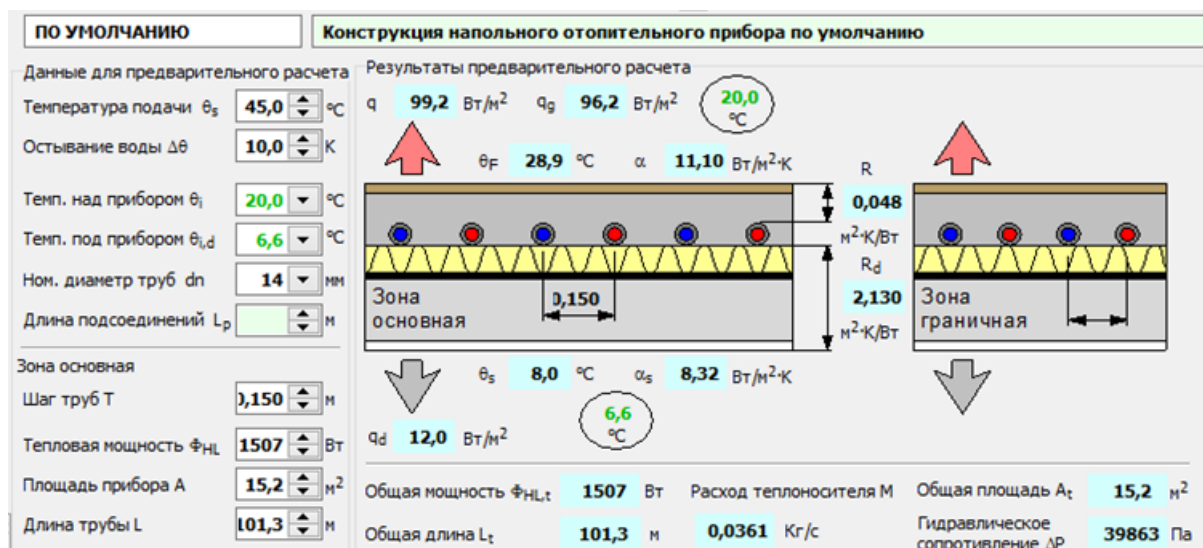


Рис. 2. Расчет напольного отопительного прибора для жилой комнаты

В помещение (рис.3), площадью 8,7 м² и внутренней температурой 20 °C, поступает количество теплоты в размере 99,2 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °C, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 12 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 863 Вт. Длина трубы – 58 м.

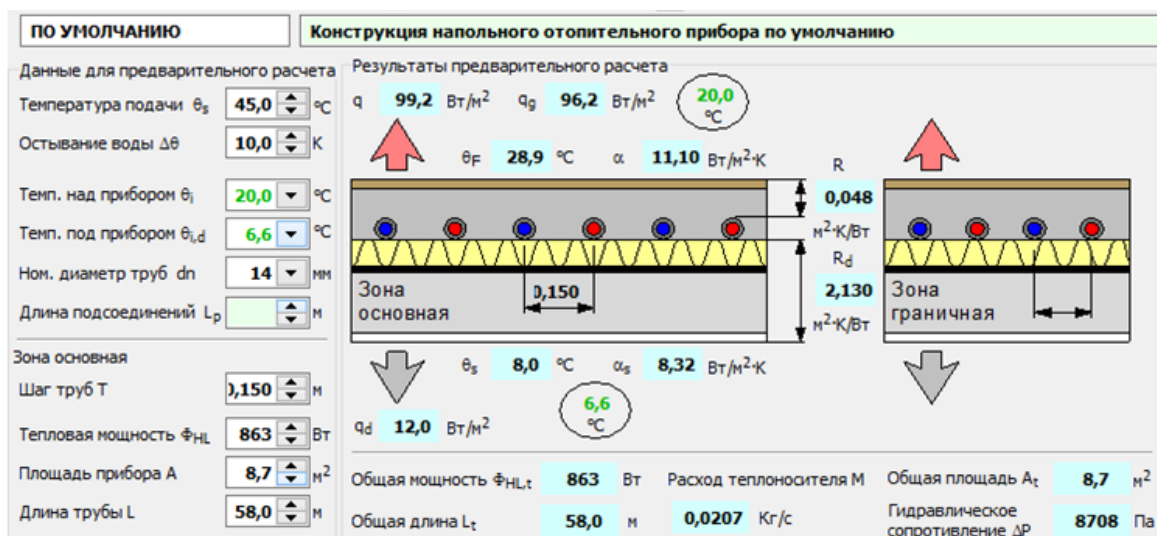


Рис. 3. Расчет напольного отопительного прибора для кухни

В результате расчетов (рис.4), получили, что требуемая расчетная тепловая мощность системы достигает 3550 Вт.

Символ источника тепла				ДРУГОЙ ИСТОЧНИК ТЕПЛА			
Параметры теплоносителя:							
$\theta_{\text{г}}, [^{\circ}\text{C}]$:		45,00		$\theta_{\text{г}}, [^{\circ}\text{C}]$:		35,00	
$\theta_{\text{г,г}}, [^{\circ}\text{C}]$:		33,63					
Вид теплоносителя: ☒ Вода				Концентрация, [%]:		100,0	
Информация о системе:							
Общий расход теплоносителя в системе $M_{\text{сист}}, [\text{кг/с}]$:						0,085	
Общий объем системы $V_{\text{сист}}, [\text{л}]$:						100	
Расчетная тепловая мощность системы $\Phi_{\text{НЛ,сист}}, [\text{Вт}]$:						3550	
Теряемая мощность $\Phi_{\text{тер,сист}}, [\text{Вт}]$:						13	
Общая мощность, передаваемая системой $\Phi_{\text{общ,сист}}, [\text{Вт}]$:						3563	
Параметры источника тепла: ДРУГОЙ ИСТОЧНИК ТЕПЛА С.О.							
$\Delta P_{\text{НС}}, [\text{Pa}]$:		0		$V_{\text{НС}}, [\text{л}]$:		60,0	
Гидр. сопротивл. первичного контура и ист. теп. $\Delta P_{\text{сист}}, [\text{Па}]$:						10297	
Запас мощности для заполнения буферной емкости $\Phi_{\text{НЛ,запас}}, [\text{Вт}]$:							
Требуемая расч. мощность источника тепла зимой $\Phi_{\text{НЛ,зима}}, [\text{Вт}]$:						3550	
Требуемая расч. мощность источника тепла летом $\Phi_{\text{НЛ,лето}}, [\text{Вт}]$:							
Требуемая расч.мощн.ист.тепла в переходный период $\Phi_{\text{НЛ,пер}}, [\text{Вт}]$:							
Кол-во одновременно работающих квартирных станций $N_{\text{КС,однвр}}, [\text{шт}]$:							

Рис. 4. Итоговая тепловая мощность системы

На реализацию напольного отопления трехкомнатной квартиры с использованием системы KAN-thermProfil потребуется 276 м трубы полиэтиленовой PE-RT системы KAN-therm, стоимостью 29 602,5456 руб.

Для второго расчетного варианта в качестве тепловой изоляции используем плиты пенополистирольные EPS 100-038 толщиной 20 мм и шагом укладки труб 150 мм. Характеристики перекрытия сведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики перекрытия

Описание материала	d	λ	ρ	R
	м	Вт/(м·К)	кг/м ³	м ² ·К/Вт
Напольное покрытие: Керамическая плитка				0,012
Цементная стяжка	0,0650	1,300	2200	0,050
Пенополистирольная плита ProfilEPS с пленкой PS. D= 30 мм	0,0300	0,045	20	0,667
Плиты пенополистирольные EPS 100-038 с объемной плотностью	0,0200	0,038	20	1,316
Пленка PE для укладки под теплоизоляцией. D=0,15 мм	0,0002	0,200	1300	0,001
Железобетон	0,2500	1,700	2500	0,147

Расчет производим по программе KANCO. 4.1 basic. Проводим аналогичные расчеты.

В помещение, площадью 11,9 м² и внутренней температурой 20 °С, поступает количество теплоты в размере 99,2 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °С, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 18,3 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1180 Вт. Длина трубы – 79,3 м.

В помещение, площадью $15,2 \text{ м}^2$ и внутренней температурой 20°C , поступает количество теплоты в размере $99,2 \text{ Вт/м}^2$. Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет $6,6^\circ\text{C}$, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет $18,3 \text{ Вт/м}^2$. Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1507 Вт . Длина трубы – $101,3 \text{ м}$.

В помещение, площадью $8,7 \text{ м}^2$ и внутренней температурой 20°C , поступает количество теплоты в размере $99,2 \text{ Вт/м}^2$. Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет $6,6^\circ\text{C}$, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет $18,3 \text{ Вт/м}^2$. Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 863 Вт . Длина трубы – 58 м .

В результате расчетов, получаем, что требуемая расчетная тепловая мощность системы так же достигает 3550 Вт .

На реализацию напольного отопления трехкомнатной квартиры с использованием системы KAN-thermProfil потребуется 276 м трубы полиэтиленовой PE-RT системы KAN-therm, стоимостью $29\,602,5456 \text{ руб.}$

Для третьего расчетного варианта в качестве тепловой изоляции используем плиты пенополистирольные EPS 100-038 толщиной 50 мм и шагом укладки труб 200 мм . Характеристики перекрытия сведены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристики перекрытия

Описание материала	d м	λ Вт/(м·К)	ρ кг/м ³	R м ² ·К/Вт
Напольное покрытие: Керамическая плитка				$0,012 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$
Цементная стяжка	0,0650	1,300	2200	0,050
Пенополистирольная плита ProfilePS с пленкой PS. D= 30 мм	0,0300	0,045	20	0,667
Плиты пенополистирольные EPS 100-038 с объемной плотностью	0,0500	0,038	20	1,316
Пленка PE для укладки под теплоизоляцией. D=0,15 мм	0,0002	0,200	1300	0,001
Железобетон	0,2500	1,700	2500	0,147

Расчет производим по программе KANCO. 4.1 basic.

В помещение, площадью $11,9 \text{ м}^2$ и внутренней температурой 20°C , поступает количество теплоты в размере $86,7 \text{ Вт/м}^2$. Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет $6,6^\circ\text{C}$, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт составляет $11,2 \text{ Вт/м}^2$. Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1032 Вт . Длина трубы – $59,5 \text{ м}$.

В помещение (рис.10), площадью $15,2 \text{ м}^2$ и внутренней температурой 20°C , поступает количество теплоты в размере $86,7 \text{ Вт/м}^2$. Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет $6,6^\circ\text{C}$, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт составляет $11,2 \text{ Вт/м}^2$. Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1318 Вт . Длина трубы – 76 м .

В помещение, площадью $8,7 \text{ м}^2$ и внутренней температурой 20°C , поступает количество теплоты в размере $86,7 \text{ Вт/м}^2$. Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет $6,6^\circ\text{C}$, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт составляет $11,2 \text{ Вт/м}^2$. Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 754 Вт . Длина трубы – $43,5 \text{ м}$.

В результате расчетов, мы получаем, что требуемая расчетная тепловая мощность системы достигает 3104 Вт .

На реализацию напольного отопления трехкомнатной квартиры с использованием системы KAN-thermProfil потребуется 217 м трубы полиэтиленовой PE-RT системы KAN-therm, стоимостью 23 280,8884 руб.

Для четвертого расчетного варианта в качестве тепловой изоляции используем плиты пенополистирольные EPS 100-038 толщиной 20 мм и шагом укладки труб 200 мм. Характеристики перекрытия сведены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики перекрытия

Описание материала	d	λ	ρ	R
	м	Вт/(м·К)	кг/м ³	м ² ·К/Вт
Напольное покрытие: Керамическая плитка	0,012			0,012
Цементная стяжка	0,0650	1,300	2200	0,050
Пенополистирольная плита ProfilEPS с пленкой PS. D= 30 мм	0,0300	0,045	20	0,667
Плиты пенополистирольные EPS 100-038 с объемной плотностью	0,0200	0,038	20	1,316
Пленка PE для укладки под теплоизоляцией. D=0,15 мм	0,0002	0,200	1300	0,001
Железобетон	0,2500	1,700	2500	0,147

Расчет производим по программе KAN.C.O. 4.1 basic.

В помещение, площадью 11,9 м² и внутренней температурой 20 °С, поступает количество теплоты в размере 86,7 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °С, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 17,1 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1032 Вт. Длина трубы – 59,5 м.

В помещение, площадью 15,2 м² и внутренней температурой 20 °С, поступает количество теплоты в размере 86,7 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °С, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 17,1 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 1318 Вт. Длина трубы – 76 м.

В помещение, площадью 8,7 м² и внутренней температурой 20 °С, поступает количество теплоты в размере 86,7 Вт/м². Перекрытие находится на грунте, соответственно, температура под прибором составляет 6,6 °С, количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором в грунт, составляет 17,1 Вт/м². Общая мощность напольного отопительного прибора составляет 754 Вт. Длина трубы – 43,5 м.

В результате расчетов, мы получаем, что требуемая расчетная тепловая мощность системы так же достигает 3104 Вт.

На реализацию напольного отопления трехкомнатной квартиры с использованием системы KAN-thermProfil потребуется 217 м трубы полиэтиленовой PE-RT системы KAN-therm, стоимостью 23 280,8884 руб.

Подводя итоги расчетов системы напольного отопления с применением разной толщины изоляции при одинаковом шаге трубы, можно сказать, что тепловая мощность систем не отличается, экономические затраты одинаковы, но при меньшей толщине изоляции система отдает большее количество теплоты в грунт.

Выводы

В вопросах энергосбережения, которые поднимаются все чаще [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], недостаточно исследуется вопрос об устройстве «теплых полов» на теплоизоляции или внутри нее. В работе затронут вопрос оптимальной вариативности применения изоляции и шага укладки труб «теплого пола».

В результате проделанных расчетов, проведения сравнительного анализа по стоимости и теплотерям (табл. 5) можно утверждать, что при большей толщине тепловой изоляции система напольного отопления отдает меньшее количество теплоты через перекрытие (в грунт); при меньшем шаге укладки труб достигается большая тепловая мощность системы, но это не всегда экономически целесообразно.

Таблица 5

Сравнительные характеристики систем напольного отопления

Шаг укладки труб	Мощность с.о., Вт	Стоимость с.о., □	Изменение мощности, %	Изменение стоимости, %
150	3550	29602,5456	12,56	21,36
200	3104	23280,8884		

Исходя из результатов таблицы 5, можно сделать вывод о том, что применение шага укладки труб 150 мм экономически выгоднее, так как процентное изменение мощности системы напольного отопления меньше, чем процентное изменение стоимости.

Библиографический список

1. Системы отопления: Лабораторный практикум/ Коллектив авторов; Воронеж. гос. техн. ун-т. - Воронеж, 2019, 116с.
2. Панельно - лучистое отопление и охлаждение, справочник, система KAN-therm/ Москва, 2018, 107с.
3. Исанова, А.В. Влияние параметров работы теплонасосной установки системы теплоснабжения на выбор энергосберегающего режима её функционирования / А.В. Исанова, Г.Н. Мартыненко, В.И. Лукьяненко //Международный научно-исследовательский журнал. –2015. –№ 2-1 (33).– С. 36-39.
4. Исанова, А.В. Оптимизация работы теплонасосной пофасадной системы отопления при соблюдении требуемых параметров теплового комфорта жилых зданий/ А.В. Исанова, Г.Н. Мартыненко//Научный журнал строительства и архитектуры. – 2018. – № 3 (51). – С. 40-47.
5. Исанова, А.В. Использование теплонасосных установок для создания энергоэффективных малоотходных технологий в коммунальной инфраструктуре городского округа в г. Воронеж / А.В. Исанова, А.М. Чуйков, В.И. Лукьяненко//В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности Ответственный редактор: В.А. Небольсин, ответственный секретарь: А.В. Звягинцева. –2014. –С. 143-148.
6. Жерлыкина, М.Н. Техничко-экономическое сравнение различных материалов труб, применяемых при поквартирной разводке системы отопления/ М.Н. Жерлыкина, М.С. Кононова//Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 1 (4). – С. 96-103.
7. Маслова, Т.О. Энергосбережение в жилищном фонде / Т.О. Маслова, И.С. Курасов, Г.Н. Мартыненко//Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. –2018. –№ 1 (10). – С. 20-31.
8. Мартыненко, Г.Н. Гибридная солнечная черепица как альтернативный источник энергии/ Г.Н. Мартыненко, А.В. Миляева, Е.С. Исаева//Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1 (10). – С. 39-43.
9. Китаев, Д.Н. Современные отопительные приборы и их показатели/ Д.Н. Китаев//Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2014. – № 1 (145). – С. 48-49.
10. Martynenko, G.N., Optimization of operation of a heat-pump facade system of heating during ob-servance of the required parameters of thermal comfort of residential buildings / G.N. Martynenko, A.V. Isanova, A.A. Sedaev // Russian Journal of Building Construction and Architecture. – 2018. – № 4 (40). – С. 6-14.

References

1. Heating systems: Laboratory practical work / Collective of authors; Voronezh St. Technic. University. - Voronezh, the 2019-116th.
2. Panelno radiant heating and cooling, reference book, system KAN-therm/Moscow, the 2018-107th.
3. Isanova, A.V. The influence of the parameters of the heat pump installation of the heating system on the choice of energy-saving mode of its operation / A.V. Isanova, G.N. Martynenko, V.I. Lukyanenko // International Research Journal. - 2015. - № 2-1 (33). - p. 36-39.
4. Isanova, A.V. Optimization of the operation of the heat pump front heating system subject to the required parameters of the thermal comfort of residential buildings / A.V. Isanova, G.N. Martynenko // Scientific Journal of Construction and Architecture. - 2018. - № 3 (51). - p. 40-47.
5. Isanova, A.V. The use of heat pump installations to create energy efficient low-waste technologies in the municipal infrastructure of the city district in the city of Voronezh / A.V. Isanova, A.M. Chuikov, V.I. Lukyanenko // In the collection: Complex problems of technospheric safety Responsible editor: V.A. Nebolsin, executive secretary: A.V. Zvyagintsev. - 2014. - p. 143-148.
6. Zherlykina, M.N. Technical and economic comparison of various pipe materials used in the apartment wiring of the heating system / M.N. Zherlykina, M.S. Kononova // Housing and Communal Infrastructure. - 2018. - № 1 (4). - p. 96-103.
7. Maslova, T.O. Energy saving in the housing stock / T.O. Maslova, I.S. Kurasov, G.N. Martynenko // Urban Planning. Infrastructure. Communications. - 2018. - № 1 (10). - p. 20-31.
8. Martynenko, G.N. Hybrid solar tile as an alternative source of energy / G.N. Martynenko, A.V. Milyaeva, E.S. Isaeva // Urban Planning. Infrastructure. Communications. - 2018. - № 1 (10). - pp. 39-43.
9. Kitaev, D.N. Modern heating devices and their indicators / D.N. Kitaev // Plumbing, heating, air conditioning. - 2014. - № 1 (145). - p. 48-49.
10. Martynenko, G.N., Optimization of operation of a heat-pump facade system of heating during observance of the required parameters of thermal comfort of residential buildings / G.N. Martynenko, A.V. Isanova, A.A. Sedaev // Russian Journal of Building Construction and Architecture. - 2018. - № 4 (40). - C. 6-14.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 625. 855. 42 + 625.76

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
проектирования автомобильных дорог
и мостов А.В. Андреев
Россия, г. Воронеж,
тел. +7(473) 271-52-02
e-mail: aavturbo@yandex.ru*

*Voronezh state
technical University
Kand. Techn. Sciences, Assoc. of the Department
of design of automobile roads and bridges
A.V. Andreev,
Russia, Voronezh,
tel. +7(473) 271-52-02
e-mail: aavturbo@yandex.ru*

А.В. Андреев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ШЛАКОВЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ

В статье рассматривается вопрос об изменении во времени такого важного транспортно-эксплуатационного показателя как коэффициент сцепления на покрытиях автомобильных дорог со шлаковыми асфальтобетонами. Представлены результаты исследований, проводившихся на опытном участке автомобильной дороги в Липецкой области.

Ключевые слова: коэффициент сцепления, шлаковые асфальтобетонные покрытия, транспортно-эксплуатационные показатели.

A.V. Andreev

DETERMINATION OF DYNAMICS OF CHANGES OF THE COEFFICIENT OF FRICTION DURING THE OPERATION THE SLAG IN ASPHALT PAVEMENTS

In the article the question of change in time of such important transport and operational indicator as coefficient of coupling on coverings of highways with slag asphalt concrete is considered. The results of studies conducted on the experimental section of the road in the Lipetsk region are presented.

Keywords: coefficient of adhesion, slag asphalt concrete coatings, transport and operational indicators.

В настоящее время при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог возрастают объёмы применения местных строительных материалов, в том числе и отходов промышленности чёрной и цветной металлургии - шлаков. Они активно применяются во всех слоях конструкции дорожной одежды, в том числе и в качестве минерального заполнителя для покрытий автомобильных дорог различных технических категорий. Поэтому актуальным становится вопрос по изучению влияния данного материала на транспортно-эксплуатационные свойства автомобильных дорог, а также особенностей их эксплуатации в различные периоды года.

Одним из основных транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги является коэффициент сцепления, величина которого зависит от состояния проезжей части, от типа покрытия, а также от вида применяемого для асфальтобетона минерального материала. В процессе эксплуатации под действием движущегося транспорта величина коэффициента сцепления уменьшается из-за шлифуемости каменных частиц. Это, прежде всего, происходит на покрытиях из традиционного асфальтобетона, где в качестве минерального материала выступает гранитный щебень.

Особое внимание было уделено динамике изменения величины коэффициента сцепления с течением времени на шлаковых асфальтобетонных покрытиях. Исследования проводились на опытно-производственном участке автодороги II технической категории на обходе села Борино в Липецкой области. Автомобильная дорога относится к числу федеральных, общей протяжённостью - 9,9 км. Строительство участка осуществлялось по проекту, разработанному Воронежским филиалом ГипродорНИИ. В соответствии с проектом на этой дороге имеются характерные участки отличающиеся по условиям строительства и срокам сдачи. Здесь встречаются покрытия из мелкозернистого и крупнозернистого шлакового асфальтобетона [1, 2].

Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий производилось портативным прибором ППК-МАДИ-ВНИИБД по полосам наката на проезжей части. Значения коэффициента сцепления для мелкозернистого и крупнозернистого асфальтобетона определялись на протяжении шести лет после сдачи дороги в эксплуатацию. Результаты определения коэффициента сцепления приводятся на рисунке.

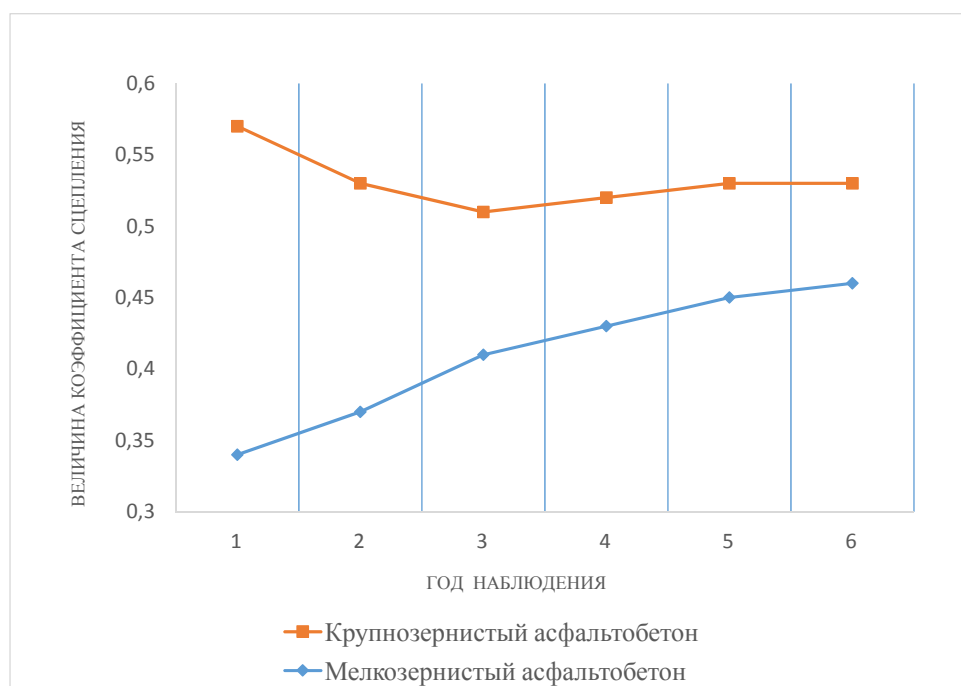


Рис. Динамика изменения коэффициента сцепления на шлаковых асфальтобетонных покрытиях

Значение коэффициента сцепления для мелкозернистого шлакового асфальтобетона изменяется от 0,34 до 0,46, что отвечает требованиям ГОСТ Р 50597-2017 [3], и не требует устройства слоя поверхностной обработки. Величина коэффициента сцепления на крупнозернистом шлаковом асфальтобетоне, по своим значениям близка к коэффициенту сцепления на поверхностной обработке, однако, в процессе эксплуатации наблюдается некоторое снижение значений с 0,57 до 0,53 возникающее из-за дробимости отдельных выступов каменных частиц.

Выводы

- величина коэффициента сцепления на шлаковых асфальтобетонных покрытия остаётся стабильной в течении длительного срока эксплуатации и позволяет во многих случаях не делать поверхностной обработки;
- стабильность коэффициента сцепления свидетельствуют об отсутствии шлифуемости минерального материала. Следовательно, шлаковое асфальтобетонное покрытие способно обеспечить безопасность движения за счет хорошей устойчивости и управляемости автомобиля;
- применение шлаковых асфальтобетонных покрытий позволит уменьшить стоимость содержания и ремонтов за счет снятия необходимости в устройстве и восстановлении шероховатого слоя с помощью поверхностной обработки, а также увеличения межремонтных сроков службы.

Библиографический список

1. Андреев А.В. Определение транспортно-эксплуатационных параметров автомобильных дорог с асфальтобетонными покрытиями на основе шлаковых материалов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж, 2005. – 206 с.
2. Андреев А.В. Исследование динамики изменения основных транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог с покрытиями из шлаковых асфальтобетонов // Научный вестник ВГАСУ, 2004. - №2. - С. 86-89.
3. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. Введ. с 26.09.2017. М.: ФГУП Стандартинформ, 2017. - 27 с.

References

1. Andreev A.V. Definition of transport and operational parameters of roads with asphalt concrete pavements based on slag materials // Thesis for the degree of candidate of technical sciences. Voronezh, 2005. - 206 sec.
2. Andreev A.V. Investigation of the dynamics of changes in the main transport and operational indicators of highways with coatings of slag asphalt-concrete // Scientific Journal VGASU, 2004. - №2. - sec. 86-89.
3. GOST R 50597-2017 Roads and streets. Requirements for the operational condition, acceptable under the terms of road safety. Control methods. Enter from 09/26/2017. M.: Federal State Unitary Enterprise Standardinform, 2017. - 27 sec.

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования автомобильных дорог и мостов
А.В. Андреев Россия, г. Воронеж,
тел. +7(473) 271-52-02
e-mail: aavturbo@yandex.ru*

*Voronezh state technical University
Kand. Techn. Sciences, Assoc. of the Department of design of automobile roads and bridges
A. V. Andreev, Russia, Voronezh,
tel. +7(473) 271-52-02
e-mail: aavturbo@yandex.ru*

А.В. Андреев

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ СО ШЛАКОВЫМИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ В СЛОЖНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

В статье рассматривается вопрос об особенностях эксплуатации автомобильных дорог со шлаковыми асфальтобетонными покрытиями на фоне образования зимней скользкости в виде стекловидного льда. Представлены результаты расчёта экономического эффекта от эксплуатации таких покрытий в зимний период.

Ключевые слова: шлаковые асфальтобетонные покрытия, зимняя скользкость, стекловидный лёд, транспортно-эксплуатационные показатели.

A.V. Andreev

FEATURES OF OPERATION OF ROADS WITH SLAG ASPHALT COATINGS IN DIFFICULT WEATHER CONDITIONS

The article discusses the features of operation of roads with slag asphalt concrete coatings on the background of the formation of winter slipperiness in the form of glassy ice. The results of the calculation of the economic effect of the operation of such coatings in winter are presented.

Keywords: slag asphalt concrete pavement, winter slippery, glassy ice, transport and operational indicators.

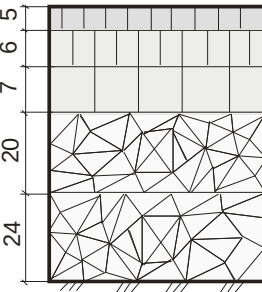
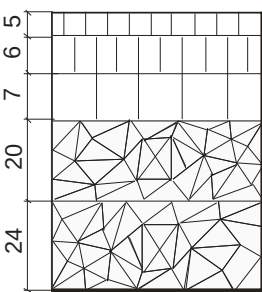
Важным требованием предъявляемым к автомобильным дорогам, является их стабильное функционирование в условиях воздействия на них сложных природных явлений. Одним из самых неблагоприятных по погодным условиям является зимний период, когда частота образования снежно-ледяных отложений очень велика. Анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что около 50% ДТП в зимний период происходят из-за низких сцепных качеств дорожного покрытия с колесами автотранспорта. Поэтому актуальной становится задача по строительству конструкций дорожных одежд и покрытий, которые уменьшат риск образования зимней скользкости.

В Воронежском государственном техническом университете на кафедре проектирования автомобильных дорог и мостов проводились исследования по выявлению особенностей образования зимней скользкости в виде стекловидного льда на шлаковых и традиционных асфальтобетонных покрытиях [1, 2, 3]. Программа исследований предусматривала проведение лабораторных опытно-экспериментальных работ по определению теплофизических

свойств шлаковых асфальтобетонов, информация о которых в справочной и нормативной литературе отсутствует. Часть исследований по оценке состояния покрытий в зимний период проводилась с помощью вычислительного эксперимента с использованием математической модели для расчета их температурного режима [2, 3]. Для проведения расчётов была составлена специальная программа для ЭВМ и рассмотрены два варианта конструкции дорожной одежды, представленных в таблице. С целью проведения сравнительной характеристики между этими покрытиями в конструкциях дорожных одежд были рассмотрены одинаковые основания из доменного шлакового щебня Новолипецкого металлургического комбината.

Таблица

Варианты конструкций дорожных одежд принятых для расчёта по программе для ЭВМ

Конструкция дорожной одежды	Наименование слоя	Теплофизические показатели		
		Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м*К	Удельная теплоёмкость, Дж/кг*К
	Горячий шлаковый плотный мелкозернистый асфальтобетон I марки, типа А	2320	0,39	1,68
	Горячий шлаковый пористый крупнозернистый асфальтобетон	2280	0,40	1,71
	Горячий шлаковый пористый крупнозернистый асфальтобетон	2280	0,40	1,71
	Фракционированный доменный шлаковый щебень, устраиваемый по способу заклинки	800	0,19	1,10
	Рядовой доменный шлаковый щебень	800	0,19	1,10
	Грунт земляного полотна (суглинок и глина)	2000	1,62	1,45
	Горячий щебёночный плотный мелкозернистый асфальтобетон I марки, типа А	2400	1,40	1,65
	Горячий щебёночный пористый крупнозернистый асфальтобетон	2300	1,25	1,65
	Горячий щебёночный пористый крупнозернистый асфальтобетон	2300	1,25	1,65
	Фракционированный доменный шлаковый щебень, устраиваемый по способу заклинки	800	0,19	1,10
	Рядовой доменный шлаковый щебень	800	0,19	1,10
	Грунт земляного полотна (суглинок и глина)	2000	1,62	1,45

В качестве исходных данных для расчёта температурного режима асфальтобетонного покрытия использовалась следующая информация:

- данные о конструкциях дорожных одежд и грунте земляного полотна в соответствии с таблицей;
- среднемесячные данные о метеорологических параметрах в районе прохождения автомобильной дороги (температура воздуха, температура грунта на глубине 3,2 м, плотность и толщина слоя снега в поле, скорость ветра) для расчёта начального распределения температуры в дорожной конструкции;
- данные о переходах температуры воздуха через 0° С.

В результате расчётов было доказано, что количество случаев образования стекловидного льда на шлаковых асфальтобетонных покрытиях при одинаковых погодных условиях из-за большей тепловой инерции на 15% ниже, чем на традиционных [2, 3]. Поэтому, экономический эффект от эксплуатации шлаковых асфальтобетонных покрытий в зимний период времени складывается из экономического эффекта от уменьшения количества ДТП, увеличе-

ния скорости движения, от сокращения расхода противогололёдных материалов и как следствие от уменьшения экологического воздействия на придорожную полосу хлоридами.

Экономический эффект от уменьшения числа ДТП при сокращении времени нахождения скользкости на покрытии определялся по формуле [4]

$$\mathcal{E}_{\text{ДТП}} = A_i \times Z_i, \quad (1)$$

где A_i – ущерб от ДТП определяемый по формуле

$$A_i = t_i \times a_i \times P \times m \times N \times L, \quad (2)$$

где t_i – продолжительность нахождения скользкости на покрытии (принимается равным нормативному сроку ликвидации зимней скользкости), ч; a_i – удельный вес ДТП, зависящий от состояния покрытия, на 1 млн. авт. км. Для стекловидного льда $a_{\text{зол}}=0,7$ ДТП / 1 млн. авт. км; P – средние потери от ДТП (56250 рублей в базисных ценах 2001 года); m – коэффициент тяжести ДТП; N – интенсивность движения, авт/ч; L – длина участка, км; Z_i – возможное число ДТП на 1 млн авт км, определяется по эмпирической формуле [4]

$$Z = 2 \times 10^{-5} K_{\text{умог. } i}^{0,373} \times N \times t_i \times L, \quad (3)$$

где $K_{\text{умог. } i}$ – итоговый коэффициент аварийности, вычисленный для зимнего периода по формуле

$$K_{\text{умог.}} = K_1 K_2 \dots K_n, \quad (4)$$

где $K_1 \dots K_n$ – частные коэффициенты аварийности.

Экономический эффект от увеличения скорости движения на шлаковом асфальтобетонном покрытии за счёт уменьшения количества случаев образования зимней скользкости, по сравнению с традиционным асфальтобетонным покрытием, рассчитывался по формуле [4]

$$\mathcal{E}_v = S \times L \times t \times N \times \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right), \quad (5)$$

где S – стоимость 1 авт-ч (принимается равной 28,7 рублей в базисных ценах 2001 года); V_1 – средняя скорость движения автомобилей при наличие гололёдных образований, ($V_1=33,8$ км/ч); V_2 – средняя скорость движения автомобилей на влажном покрытии, ($V_2=54,5$ км/ч).

Экономический эффект от сокращения расхода ПГМ рассчитывался для хлористого натрия NaCl по формуле [4]

$$\mathcal{E}_{\text{NaCl}} = C_{\text{NaCl}} \times \Delta Q, \quad (6)$$

где C_{NaCl} – отпускная цена на 1 т соли; ΔQ – сокращение расхода соли, определяемое по формуле [4]

$$\Delta Q = Q_{\text{трад.}} - Q_{\text{шлак.}}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{трад.}}$, $Q_{\text{шлак.}}$ – общий расход соли на традиционном и шлаковом асфальтобетонном покрытии, соответственно, т.

Для расчётов общего расхода соли учитывалось только количество обработок на дороге гололёда, твёрдого налёта и гололедицы без учёта снежного наката. Для Липецкой области количество случаев с гололёдом, твёрдым налётом и гололедицей составляет 45,7% от общего количества возможных случаев образования зимней скользкости (около 73 случаев).

Экономический эффект за счёт уменьшения загрязнения окружающей среды солями рассчитывался по формуле [4]

$$\mathcal{E}_{\text{OC}} = \gamma \times \sigma \times f_i \times (Q_{\text{трад.}} - Q_{\text{шлак.}}) \times k, \quad (8)$$

где γ – коэффициент, переводящий бальную оценку в стоимостную; σ – коэффициент, оценивающий состав реципиентов, на которые воздействует вредное вещество, $\sigma_{\text{расч}}=4$; f_i – безразмерный коэффициент, оценивающий рассеивание примесей; k – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества.

Результаты расчёта экономического эффекта представлены в табл. 2

Таблица 2

Составляющие экономического эффекта для условий Липецкой области от эксплуатации шлаковых асфальтобетонных покрытий в зимний период

Наименование экономического эффекта	Величина экономического эффекта в базисных ценах 2001 года, руб.
	на 1 км
1. От уменьшения числа ДТП при сокращении времени нахождения скользкости на покрытии	545,3
2. От увеличения скорости движения за счёт уменьшения количества случаев образования зимней скользкости	2852,8
3. От сокращения расхода ПГМ	185,4
4. За счёт уменьшения загрязнения окружающей среды солями	665,8
Общий экономический эффект за весь зимний период	4989,6

Выводы

Снижение образования зимней скользкости в виде стекловидного льда на автомобильных дорогах со шлаковыми асфальтобетонными покрытиями, по сравнению с традиционными, позволяет обеспечивать более длительное время высокие значения основных транспортно-эксплуатационных показателей таких как: скорость, безопасность и пропускную способность.

Постоянный скоростной режим автомобилей в зимний период и уменьшение использования количества противогололёдных материалов повышает экологическую безопасность дорог с покрытиями на основе шлаковых материалов и позволяет получить определённый экономический эффект при эксплуатации и содержании.

Библиографический список

1. Андреев А.В. Экспериментальные исследования транспортно-эксплуатационных параметров автомобильных дорог с покрытиями из шлаковых асфальтобетонов // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура №3 2008. - С. 138-143.
2. Самодурова Т.В., Андреев А.В. Математические модели и вычислительный эксперимент при решении задач зимнего содержания дорог // Математика. Компьютер. Образование. Труды 9 Международной конференции, Дубна, 2002. – С. 464-469.
3. Самодурова Т.В., Андреев А.В. Исследование условий образования различных видов зимней скользкости на покрытиях автомобильных дорог // Журнал Известия ВУЗов. Строительство, 2003. – № 5. – С. 91-96.
4. Подольский, Вл.П. Самодурова Т.В., Федорова Ю.В. Экологические аспекты зимнего содержания дорог // Воронеж: ВГАСА, 2000. – 152 с.

References

1. Andreev A.V. Experimental studies of transport and operational parameters of roads covered with slag asphalt concrete // Scientific Journal of VGASU. Construction and architecture №3 2008. - sec. 138-143.
2. Samodurova T.V., Andreev A.V. Mathematical models and computational experiment in solving problems of winter road maintenance // Mathematics. Computer. Education. Proceedings of the 9th International Conference, Dubna, 2002. - sec. 464-469.
3. Samodurova T.V., Andreev A.V. Investigation of the conditions for the formation of various types of winter slipperiness on highways // Journal of Higher Educational Institutions. Construction, 2003. –№ 5. - sec. 91-96.
4. Podolsky, V.I.P. Samodurova T.V., Fedorova Yu.V. Environmental aspects of the winter maintenance of roads // Voronezh: VGASA, 2000. - 152 sec.

*Воронежский государственный
технический университет
Доцент кафедры проектирования
автомобильных дорог и мостов
О.А. Волокитина
Студент дорожно-транспортного
факультета группы 3931 И.Н. Волков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-52-02
e-mail: dixi.o@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Associate Professor of Automotive Engineering
roads and bridges
O.A. Volokitina
Road Traffic Faculty Student
groups 3931 I.N. Volkov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-52-02
e-mail: dixi.o@mail.ru*

О.А. Волокитина, И.Н. Волков

ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА СОХРАНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Для прогнозирования работоспособности и долговечности автомобильных дорог на стадии проектирования и строительства особое внимание необходимо уделять реальным расчетным характеристикам конструктивных слоев дорожной одежды, позволяющим оценить деформационные и прочностные свойства как конструкции в целом, так и отдельного конструктивного слоя, что дает возможность проектирования конструкций нежестких дорожных одежд с учетом накопления деформаций между слоями.

Ключевые слова: слой, модуль упругости, деформация, сферический штамп.

O.A. Volokitina, I.N. Volkov

INFLUENCE OF DESIGN CHARACTERISTICS OF CONSTRUCTIVE LAYERS SENSITIVE ROAD CLOTHES FOR THE PRESERVATION OF OPERATIONAL QUALITIES OF AUTOMOBILE ROADS

To predict the performance and durability of roads at the design and construction stage, special attention must be paid to the actual design characteristics of the pavement design layers, which allow evaluation of the deformation and strength properties of both the structure as a whole and a separate structural layer, which makes it possible to design structures that are non-rigid - wet clothes taking into account the accumulation of deformations between the layers.

Keywords: layer, modulus of elasticity, deformation, spherical stamp.

В последнее время значительное внимание стало уделяться вопросам обследования состояния оценки деформационно-прочностных характеристик автомобильных дорог. Зная деформационно-прочностные характеристики дорожной одежды, такие как модуль упругости и деформации; прочностные показатели в виде предельных напряжений; распределение напряжений по толщине слоя; внутреннее трение и сцепление между частицами; реальное значение коэффициента Пуассона, можно оценить вероятность возникновения деформаций и разрушений и своевременно принять меры, предотвращающие их развитие в неблагоприятный период года [1].

Сохранение эксплуатационных качеств автомобильной дороги в процессе длительной эксплуатации возможно лишь при учете механики накопления пластических деформаций во всех конструктивных слоях дорожной одежды, и более жестких требований, предъявляемых к материалам, применяемых в дорожном строительстве, следовательно, необходимо учитывать способность материалов в различной степени проявлять упругие и пластические свойства, степень проявления которых зависит от уровня напряжений, числа и длительности загрузений.

Проанализировав исследования многих авторов [2,3,4], рассматривающих случаи напряженно-деформированного состояния дорожных одежд при различных условиях загрузки и предлагаемые методы расчета дорожных конструкций, можно сказать, что степень приближения полученных ими моделей, характеризующих работу дорожных одежд, зависит от прочностных и деформационных характеристик применяемых ими при оценке работы конструкции.

Возникновение необратимых деформаций, вызванных пластическими смещениями в одном из элементов конструкции, означает переход ее в запредельное состояние, что ведет к снижению деформационных и прочностных характеристик. Поэтому только при условии работы нежесткой дорожной одежды в стадии обратимых деформаций может быть гарантировано сохранение ее высоких эксплуатационных качеств в течение расчетного срока эксплуатации. Выбор такого критерия предельного состояния для расчета нежестких дорожных одежд обусловлен так же и тем, что автомобильные дороги подвержены воздействию главным образом кратковременной нагрузки от движущихся автомобилей. Такая нагрузка в отличие от статической приводит к более быстрому затуханию напряжений по глубине и вызывает при прочих равных условиях меньшую деформацию дорожной одежды.

Дорожные одежды состоят, как правило, из нескольких слоев, в которые могут входить слабосвязные и зернистые материалы, недостаточно или вовсе неспособные сопротивляться растягивающим напряжениям, а напряжения, возникшие в результате эксплуатации, превышают сопротивление сдвигу материалов этих слоев, при этом возникают постепенно накапливающиеся от многократных приложении нагрузки, остаточные деформации и дорожная одежда начинает разрушаться. Поэтому обязательным критерием прочности при расчете таких конструкций дорожных одежд следует считать достижение местного предельного равновесия по сдвигу в подстилающем грунте или слабосвязном материале одного из слоев. Кроме этого при расчете оснований нельзя пренебрегать условиями сопряжения слоев. Реальные условия сопряжения зависят от характера поверхности и степени сцепления слоев на контакте.

Таким образом, для получения реальных расчетных характеристик конструктивных слоев нежестких дорожных одежд таких, как модуль упругости, коэффициент сцепления, угол внутреннего трения, нами предложен метод вдавливания сферического штампа. В качестве расчетной схемы здесь используется модель слоистого упругого полупространства (рис.1) [3].

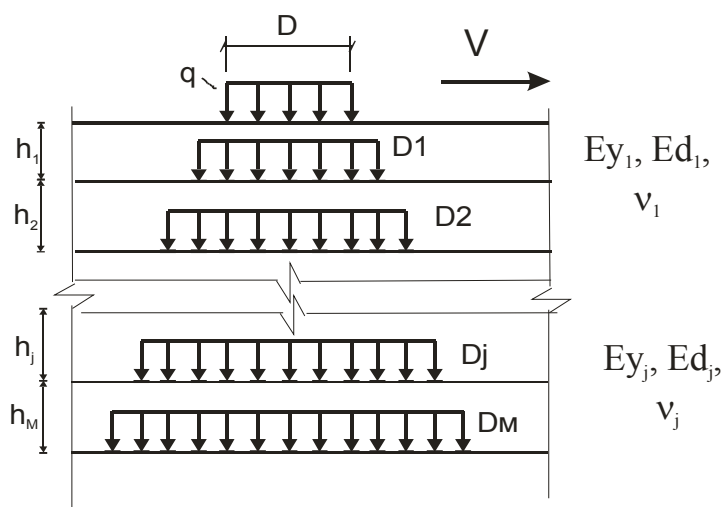


Рис. Расчетная схема для определения необходимых численных значений параметров

Учитывая число и время нагружений, упругие и вязко - упругие свойства материалов и используя теорию наследственной ползучести и соотношение Больцмана-Вольтерра при моделировании упругопластических свойств материалов общая относительная деформация составит

$$\varepsilon^{n,t} = \frac{\sigma}{E_y} + \frac{\sigma^2}{E_d [R]} \cdot \frac{\lg n}{\lg N} (e^{\frac{t}{t_p}} - 1), \quad (1)$$

где R – предел прочности материала на сжатие; E_y и E_d – модули упругости и деформации; σ – напряжение сжатия; N – число нагружений, которые должен выдержать материал до разрушения; n – реализованное число нагружений; t – время действия напряжения; t_p – время релаксации напряжений.

Полная вертикальная деформация кубического элемента объемом $dx \, dy \, dz$, расположенного в упруго – пластическом полупространстве (сплошном или слоистом) составит при условии сопротивления боковому расширению

$$dU^{n,t} = \left[\frac{\sigma}{E_y} + \frac{\sigma^2}{E_d [R]} \cdot \frac{\lg n}{\lg N} (e^{\frac{t}{t_p}} - 1) \right] (1 - \nu^2) dz, \quad (2)$$

При рассмотрении слоистого полупространства состоящего из M слоев, полный прогиб ее поверхности, при n раз нагружениях, под центром нагрузки составит:

$$U^{n,t} = \sum_l^M \frac{\sigma_j}{E_{yj}} (1 - \nu_j^2) h_j + \sum_{n=1}^{n=N} \sum_l^M \frac{\sigma_j^2 (1 - \nu_j^2)}{E_{dj} [R]_j} \cdot \frac{\lg n}{\lg N} (e^{\frac{D_j}{V_j t_p}} - 1) h_j, \quad (3)$$

где σ_j , E_{yj} , E_{dj} , $[R]$, ν_j , h_j , t_{pj} – напряжения сжатия, модуль упругости, модуль деформации, прочность на сжатие, коэффициент Пуассона, толщина и время релаксации материала j -го слоя полупространства, D_j – диаметр круговой площади нагружения j -го слоя полупространства; V – скорость горизонтального перемещения нагрузки по поверхности полупространства.

Учитывая, что в реальной работе покрытия деформационные и прочностные показатели слоев переменны, в соответствии с температурами и влажностным режимом, то полные прогибы слоистой конструкции необходимо рассматривать в период работы на талом грунтовом основании, когда величины прогибов и деформаций существенны. Следовательно, к этому периоду относятся число загрузжений n , а к заданному сроку службы дорожной одежды T предельное число загрузжений до разрушения N . Поэтому

$$\sum_{n=1}^{n=N} \frac{\lg n}{\lg N} = T \sum_i^i \frac{\lg n_{oi}}{\lg N}, \quad (4)$$

где n_{oi} – месячное число нагружений в i месяце.

Таким образом, полный прогиб поверхности к периоду времени T , с учетом изменения деформативных характеристик слоев, при переменных температурах и влагосодержании в течении i месяцев в году, составит:

$$U_T = \sum_l^M \frac{\sigma_{j,i}}{E_{y,j,i}} (1 - \nu_j^2) h_j + T \sum_i^i \sum_l^M \frac{\sigma_{ji}^2 (1 - \nu_j^2)}{E_{dji} [R]_j} \cdot \frac{\lg n_{oj}}{\lg N} \cdot (e^{\frac{D_{ji}}{V_j t_{pj}}} - 1) h_j, \quad (5)$$

На основе полученного решения имеется возможность определения времени T достижения слоистой конструкцией определенной величины деформаций поверхности U_n

$$T [U_n] = \frac{[U_n]}{\sum_l^i \sum_i^M \frac{\sigma_{j,i}^2 (1 - \nu_i^2) \lg n_{oi}}{E_{dji} [R]_j \lg N} (e^{\frac{D_{ji}}{t_{pj}}} - 1) h_j}, \quad (6)$$

Таким образом, преимущество метода вдавливания сферического штампа, состоит в том, что решение построено непосредственно на оценке эксплуатационно - прочностных показателей автомобильной дороги и в нем учитываются особенности напряженно-деформированного состояния дорожной одежды. При этом учитываются модуль деформации, модуль упругости, время релаксации и прочность на сжатие материалов конструкции.

Изложенное позволяет решать следующие практические задачи:

- 1) Определение толщины отдельных слоев и полной толщины дорожной конструкции;
- 2) Определение требуемых прочностных и деформативных свойств слоев дорожной конструкции;
- 3) Проектирование конструкций нежестких дорожных одежд с учетом накопления деформаций между слоями.

Библиографический список

1. Апестин В.К., Яковлева Ю.М. Испытание и оценка прочности нежестких дорожных одежд - М.: Транспорт 1977. - 185 с.
2. Корсунский М.Б. Практические методы определения напряженно-деформированного состояния конструкций дорожных одежд. Тр. Союздорнии. М., 1966 Вып. 6.С.152-155.
3. А.В. Смирнов, С.К. Иллиополов, А.С. Александров Динамическая устойчивость и расчет дорожных конструкций: учебное пособие/Под ред. А.В. Смирнова. – Омск; изд-во СиБАДИ, 2003. – 188 с.
4. Волокитин В.П., Волокитина О.А., Еремин А.В. Теоретическое обоснование метода определения деформационно-прочностных характеристик асфальтобетонных покрытий на мостовых сооружениях. Дороги и мосты. 2017. № 1 (37). С. 14.

References

1. Apestin V.K., Yakovleva Yu.M. Test and evaluation of the strength of non-rigid pavements - M.: Transport 1977. - 185 p.
2. Korsunsky M.B. Practical methods for determining the stress-strain state of pavement structures. Tr. Soydnornii. M., 1966 Iss. 6.C.152-155.
3. A.V. Smirnov, S.K. Illiopolov, A.S. Alexandrov Dynamic stability and calculation of road structures: a tutorial / Ed. A.V. Smirnov. - Omsk; Publishing house SibADI, 2003. - 188 p.
4. Volokitin V.P., Volokitina O.A., Eremin A.V. Theoretical justification of the method for determining the deformation-strength characteristics of asphalt-concrete coatings on bridge facilities. Roads and bridges. 2017. No. 1 (37). P. 14.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК621. 879. 3: 621. 221. 002. 2

*Воронежский государственный
технический университет;
К-т. техн. наук, доцент кафедры
строительной техники и инженерной меха-
ники В.Н. Геращенко;
Магистрант Н.В. Шевченко
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29*

*Voronezh State
Technical University
Cand. of Tech. Science, assistant professor,
building engineering and engineering mechanics
Dept V.N. Gerashchenko;
Magistracy Chair N. V. Shevchenko
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29*

В.Н. Геращенко, Н.В. Шевченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА V-ОЙ РАЗМЕРНОЙ ГРУППЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ УЗЛОВ ТЕЛЕЖКИ ГУСЕНИЧНОЙ

Производство техники, связанной с разработкой грунта, в настоящее время развивается достаточно успешно. Современное экскаваторостроение, как продолжение отечественного машиностроения, развивается с целью улучшения моделей и повышения их производительности

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, механизм привода хода, механизм натяжения гусеничной ленты, катки опорные и поддерживающие.

V.N. Gerashchenko, N.V. Shevchenko

STUDY OF THE HYDRAULIC EXCAVATOR V-SIZE GROUPS EQUIPMENT AND SUGGESTIONS ON CONSTRUCTIVE CHANGES TO TRACKED TRUCK KNOTS

Production of equipment associated with the development of soil, is currently developing quite successfully. Modern excavator building, as a continuation of domestic engineering, is being developed to improve models and increase their productivity.

Keywords: single-bucket hydraulic excavator, drive mechanism, track tension mechanism, support and support rollers.

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 требуют эксплуатации гидравлических экскаваторов

Можно отметить, что ходовое оборудование вышеуказанных машин работает в тяжелых условиях, подвергая 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 конкурентоспособной продукции при сопоставимых 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 способствовать, а именно:

- обеспечение эффективной защиты от проникновения пыли, грязи, грунта в места посадки ходового оборудования 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 конкурентоспособных 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 экскаваторов, 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 компактными 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.

Вышеперечисленные 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 конструкции 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].

Выводы

1. Приведены результаты анализа путей снижения образования колеи в асфальтобетонных покрытиях.
2. Предложены направления для формирования в процессе уплотнения асфальтобетона изотропного напряженного состояния, способствующего устранению образования колеи при эксплуатации автомобильных дорог.

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-ая научно-практическая конференция ВГАСУ, Воронеж – 2009, 2 стр.
2. В.А. Башкиров, В.Н. Геращенко «О некоторых проблемах экскаваторострения и путях их решения». «Строительные и дорожные машины» №10, 1993, 6-8 стр.
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, 4 стр.
4. В.Н. Геращенко «Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность его работы». Научно-образовательных форум. Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий. ВГАСУ, Воронеж – 2013.

References

1. V. N. Gerashchenko "About some features of design of the caterpillar running equipment of hydraulic excavators in modern conditions". Innovations in the sphere of science, education and high technology, 64-th scientific-practical conference VSTU, Voronezh – 2009, p. 2.
2. V. A. Bashkirov, V. N. Gerashchenko "About some problems of excavator construction and ways of their decision". "Construction and road machines" No. 10, 1993, pp. 6-8
3. V. N. Gerashchenko, S. P. Vdovin, "the Study of components of the navigation equipment hydraulic excavators 5-th size group". High technology. Ecology. 15th interregional scientific and practical conference, VSTU, Voronezh – 2012, 4 pages.
4. V. N. Gerashchenko, "the Influence of constructive elements of the tracked chassis of excavator equipment on its performance". Scientific and educational forum. Innovations in science, education and high technologies. VSTU, Voronezh – 2013.

*Воронежский государственный
технический университет*

Канд. техн. наук, доцент

В.Н. Геращенко,

Магистрант Ядыкин В.А.

Россия, г. Воронеж, тел. +7(960) 101-24-33

e-mail: stim-Vgasu@Vrn.ru

Voronezh State

Technical University

D.Sc. (Engineering), associate professor

V.N. Gerashchenko,

master student Yadykin V.A.

Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 101-24-33

e-mail: stim-Vgasu@Vrn.ru

В.Н. Геращенко, В.А. Ядыкин

ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

Повышение эффективности в работе гидравлических экскаваторов может быть решено двумя способами: создание новых машин или модернизация основных узлов уже существующих. Значение модернизации заключается в том, что с помощью нее можно добиться желаемых результатов с наименьшими затратами.

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, модернизация, повышение эффективности, основные узлы.

V.N. Gerashchenko, V.A. Yadykin

INFLUENCE OF MODERNIZATION OF THE ELEMENTS OF THE RUNNING EQUIPMENT ON THE EFFICIENCY OF WORK OF HYDRAULIC EXCAVATORS

Improving the efficiency of hydraulic excavators can be solved in two ways: the creation of new machines or the modernization of the main nodes of existing ones. The value of modernization lies in the fact that with it you can achieve the desired results with the least cost.

Keywords: single-bucket hydraulic excavator, modernization, efficiency increase, main nodes.

В промышленном строительстве земляные работы часто занимают до 30-40% от общего объема. Работы, связанные с разработкой грунта, такие как: отрывка траншей, котлованов под фундаменты, устройство плотин и насыпей, а также дорожного полотна, требуют использования гидравлических экскаваторов для выполнения выше указанных видов работ [1]. Повышение эффективности работы этих машин связано с модернизацией элементов экскаваторов, в том числе и ходового оборудования. Известно, что ходовое оборудование землеройных машин работает в тяжелых условиях и подвергается высоким нагрузкам и интенсивному износу. Всё это говорит о необходимости модернизации ходового оборудования экскаваторов, так как это способствует повышению эксплуатационной производительности их при меньших затратах чем проектирование и изготовление новых образцов. Тем не менее, повышение производительности экскаваторов, а, следовательно, их эффективности за счет конструктивных изменений не является основным условием, так как требует еще снижения удельной металлоемкости и электроемкости и вместе с тем увеличения удельного веса автоматизированных машин и оборудования [2].

Вместе с тем, для повышения конкурентоспособности отечественных экскаваторов требуются следующие направления этой работы:

- широкое использование передовых технологий и новых сверхпрочных материалов;

- применение энергосберегающих и автоматизированных систем;

Все вышеизложенное говорит о том, что наряду с повышением производительности экскаваторов, что является неременным условием их эксплуатации, необходимо выполнение требований, предъявляемых к экскаваторам, а именно:

- комфортные условия работы оператора;
- надежность и долговечность работы узлов и деталей, а также легкость монтажа и демонтажа;
- стоимость единицы выработанной продукции;
- использование технологий работы экскаваторов, позволяющих автоматизировать рабочий процесс.

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.

Таким образом, практика мирового экскаваторостроения и анализ существующих конструкций показывает необходимость применения для привода хода планетарных передач, механизмы натяжения должны быть компактными с использованием в качестве демпфирующих элементов гостированных тарельчатых пружин. Опорные и поддерживающие катки в ходовом оборудовании изготавливаются с использованием жидкой смазки, обеспечивающей наилучшую работу [3].

Все вышеизложенное говорит о возможности повышения эффективности работы экскаваторов за счет ранее перечисленных мероприятий.

Библиографический список

1. 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, 4 стр.
2. Башкиров В.А. Геращенко В.Н. О некоторых проблемах экскаваторостроения и путях их решения. Строительные и дорожные машины. 1993 №10. Стр. 6-8.
3. 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, 2 стр.

References

1. V.N. Gerashchenko, P.S. Vdovin. Investigation of running gear elements of the 5-size group hydraulic excavator. High technologies. Ecology. 15 th interregional scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh-2012. 4 sec.
2. V.A. Bashkirov, V.N. Gerashchenko. On some problems of excavator-construction and the ways of their solution. Road-making and constructive machines. 1993, №10 6-8 sec.
3. V.N. Gerashchenko. Influence of constructive elements of crawler running gear in the efficiency of operation. Scientific-and-education forum. Innovation in the sphere of science, education and high technologies, VGASU, Voronezh-2013, 2 sec.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
Р.А. Жилин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18
e-mail: zhilinra@yandex.ru
Канд. техн. наук, доц. кафедры
автоматизированного оборудования
машиностроительного производства
М.Н. Краснова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)246-19-77
e-mail: krasnovam27@mail.ru
магистрант кафедры
автоматизированного оборудования
машиностроительного производства
П.В. Стрункин
Россия, г. Воронеж,
e-mail: strunkin-1992@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair
construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov
R.A. Zhilin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-18
e-mail: zhilinra@yandex.ru
D.Sc.(Engineerin), Associate prof.
of the chair of automated equipment of
machine-building manufacture
M.N. Krasnova
Russia, Voronezh, tel. +7(473)246-19-77
e-mail: : krasnovam27@mail.ru
Undergraduate of the pulpit of the chair
of automated equipment of machine-building
manufacture
P.V. Strunkin
Russia, Voronezh,
e-mail: strunkin-1992@mail.ru*

Р.А. Жилин, М.Н. Краснова, П.В. Стрункин

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В работе рассматриваются вопросы проектирования оптимальной конструкции корпуса концевой фрезы.

Ключевые слова: аддитивные технологии, высоко технологичное оборудование, технологическая оснастка, конечноэлементное моделирование.

R.A. Zhilin, M.N. Krasnova, P.V. Strunkin

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN TOOL MANUFACTURE

The creation of a rational design of the case of the end mill cutter using additive technologies is considered..

Keywords: additive technologies, high-tech equipment, technological equipment, finite element modeling, finite element method.

Технологии послойного синтеза, так называемые аддитивные технологии, уверенно вошли в современную промышленность. Они дают возможность конструкторам создавать изделия, форму которых невозможно получить традиционными методами. 3D-печать позволяет использовать большой спектр различных материалов, начиная от керамики и заканчивая тканями человека.

Аддитивное производство объединяет использование технологий компьютерного проектирования CAD (Computer-Aided Design) для создания численной модели будущей детали, исследование напряженно-деформированного состояния численной модели и непосредственное изготовление изделия на специальном оборудовании с использованием различных методов добавления материала. К основным видам таких методов относят селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting – SLM), лазерную стереолитографию (Steriolithography Laser Apparatus) и послойное наплавление полимерной нити (Fused Deposition Modeling) [1].

Возможность реализации печати металлом раскрывает огромнейшие перспективы. Уже сейчас 3D-печать металлами внедряется в серийное производство. Механические свойства печатных изделия не уступают, а иногда и превосходят аналогичные свойства традиционных изделий.

Переход к аддитивным технологиям позволяет значительно снизить материальные расходы. В настоящее время эффективное использование металла в некоторых отраслях промышленности составляет около 30%, а в авиапромышленности до 90% материалов приходится на отходы [2]. 3D-печать металлами потребляет меньше энергии и сокращает количество отходов до минимума. Кроме того, печатное изделие может быть до 60% легче, по сравнению с фрезерованной или литой деталью.

В инструментальном производстве, согласно Единой системе технологической подготовки производства (ЕСТПП), доля затрат на технологическую оснастку, например, в машиностроении, возрастает при переходе от мелкосерийного и единичного производства к серийному и массовому от 3...4 до 10...15 и 25...30% соответственно от себестоимости изделия. Трудоемкость проектирования и изготовления технологической оснастки составляет до 80%, а продолжительность этого цикла – до 90% от общей трудоемкости ТПП нового изделия [3].

Целью данной работы является разработка оптимальной конструкции корпуса концевой фрезы с помощью численного моделирования, для дальнейшего изготовления с использованием аддитивных технологий.

Для реализации поставленной задачи необходимо создать конструктивную модель с применением численного моделирования. При построении конструктивной модели детали за основу приняты рабочие чертежи с внесением некоторых обоснованных упрощений. Возможность и допустимость таких упрощений объясняется малой степенью их влияния на распределение напряжений и, в конечном итоге, на оценку прочности и жесткости детали.

Согласно поставленной задачи на данном этапе исследований необходимо определить картину напряженно-деформированного состояния концевой фрезы в условии затяжки. Фреза устанавливается в пяти лепестковый цанговый патрон, на каждый лепесток которого подается усилие равное 10800 Н, общее усилие зажима составляет 54 кН [4].

Конечно-элементная модель концевой фрезы (Рис 1.) создана с использованием программного комплекса МАКС (Моделирование и Анализ Контактных Систем). Комплекс МАКС хорошо зарекомендовал себя при решении большого числа разноплановых задач [5–8]. Модель сочетает в себе как пластинчатые, так и объемные конечные элементы.

На рис 2 представлено изображение модели фрезы с местным разрезом цилиндрической опорной части и видом на конические оболочечные ребра жесткости. Наружный диаметр корпуса 65 мм, длина фрезы составляет 135 мм. Толщина стенки цилиндрического корпуса – 5 мм; конических ребер жесткости – 2 мм. Толщина стенки центрального внутреннего канала для подачи смазывающей охлаждающей жидкости составляет 1 мм.

Конечноэлементная модель изучаемой подсистемы включает в себя совокупность ансамблей конечных элементов: корпус фрезы моделируется 2040 треугольными пространственными пластинчатыми элементами, имеющими всего 1016 узлов и 6096 узловых степеней свободы; головка фрезы представлена 6816 произвольными пентаэдрами первого порядка, имеющими всего 4075 трехмерных узла и 12225 узловых степеней свободы.

Общий ансамбль выше означенных элементов содержит 5235 узлов, имеющих в общей сумме 18321 узловую степень свободы.

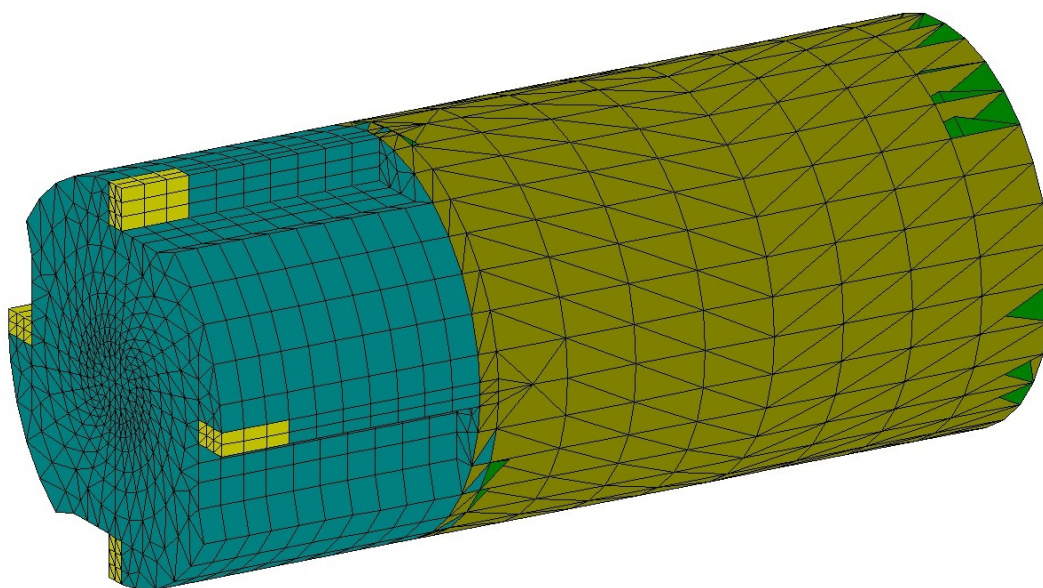


Рис. 1. Конечно-элементная модель концевой фрезы

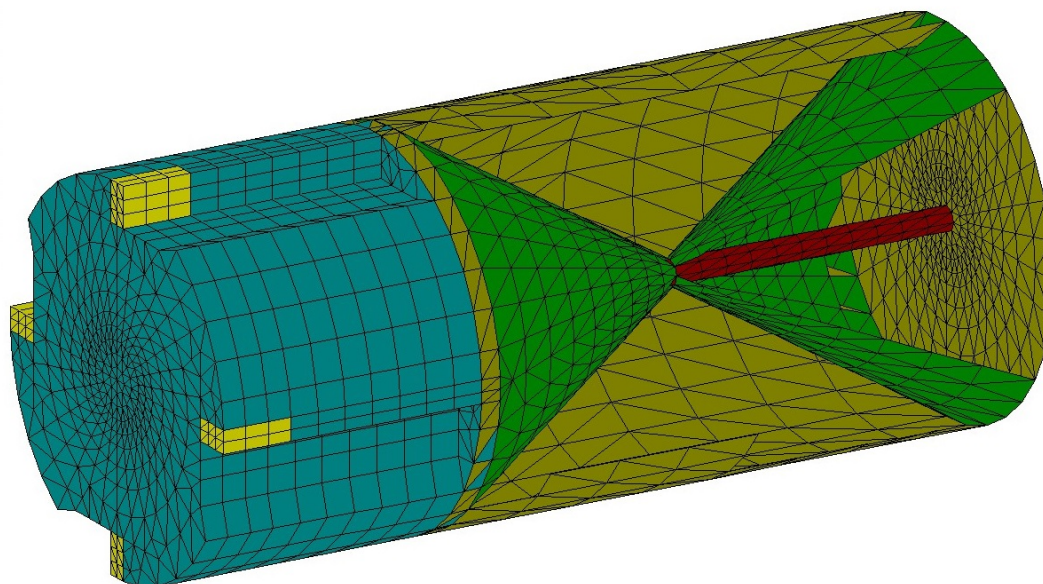


Рис. 2. Конечно-элементная модель с местным разрезом в опорной части

На рис 4 изображена пространственная эпюра эквивалентных напряжений в условиях затяжки фрезы в пяти лепестковом цанговом патроне. Максимальное значение напряжений наблюдается на наружной опорной части корпуса и не превышает 19,94 МПа. Картина распределения эквивалентных напряжений внутри опорной цилиндрической части выведена на рис 5. На рис 6 показаны эпюры перемещений. Наибольшая деформация равная 0,003682 мм возникает на наружной цилиндрической поверхности в области смещенной к основанию фрезы [9].

Для уменьшения деформации опорной части рассмотренная конструкция была дополнена центральным ребром жесткости толщиной 2 мм.

Эпюра эквивалентных напряжений дополненной конструкции показала незначительное уменьшение максимальных значений до 19,976 МПа (Рис. 7). Но общая картина распределения напряжений при этом претерпела существенные изменения. Деформация наружной опорной поверхности составила 0,00328 мм. При этом область концентрации максимальных значений осталась прежней.

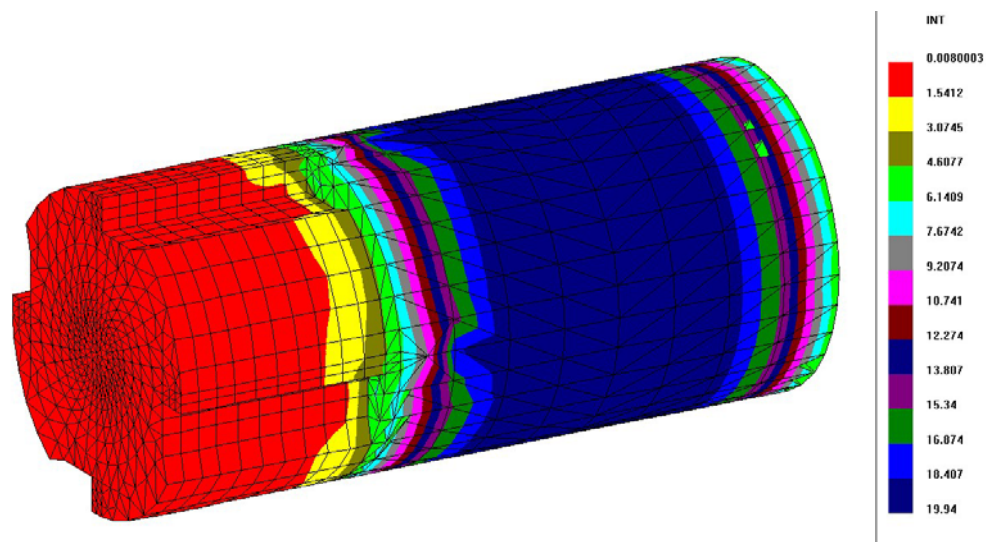


Рис. 4. Эпюра эквивалентных напряжений в условии затяжки фрезы

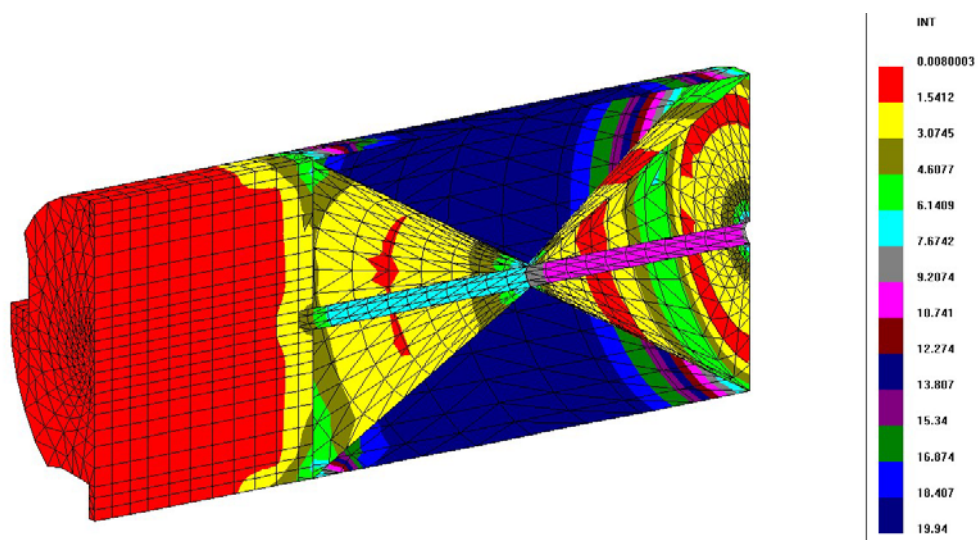


Рис. 5. Распределение эквивалентных напряжений внутри корпуса фрезы

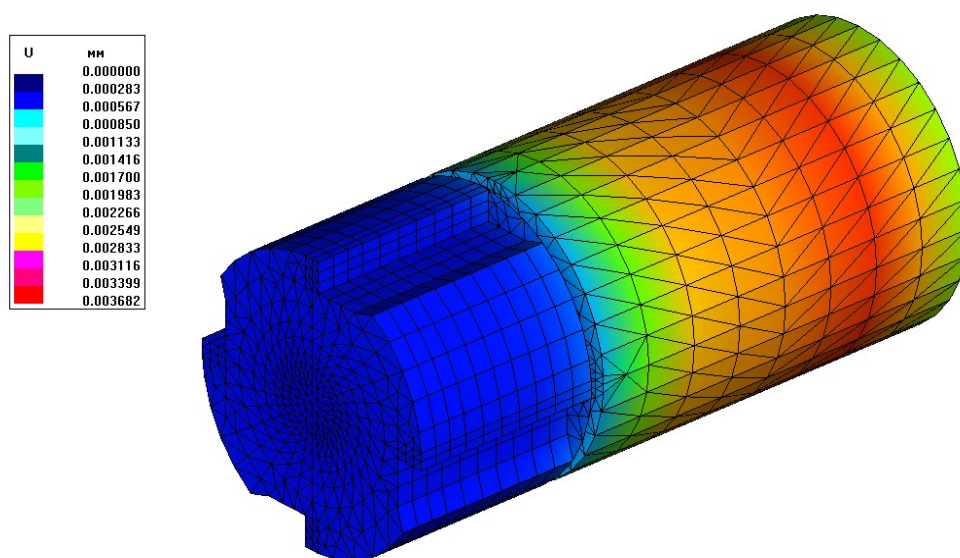


Рис. 6. Эпюры линейных перемещений в условии затяжки фрезы

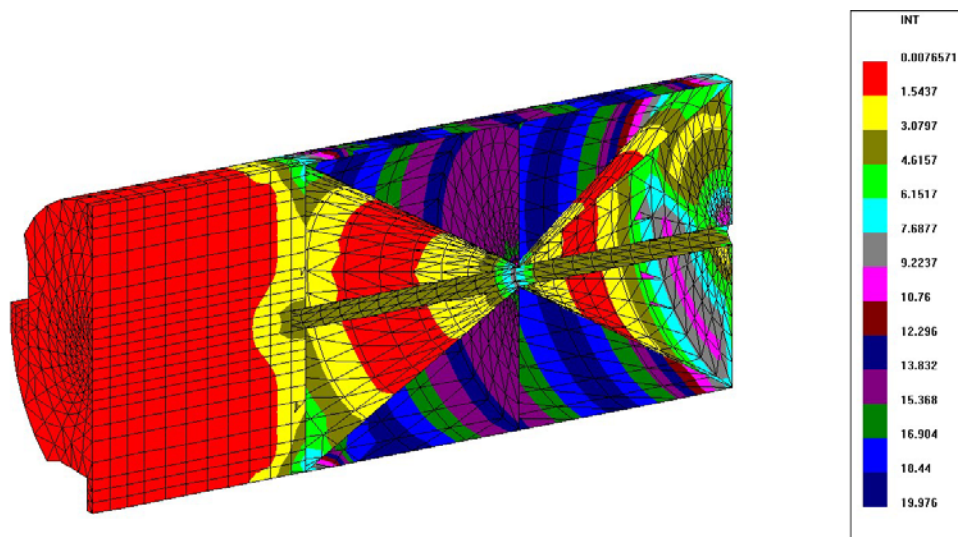


Рис. 7. Распределение эквивалентных напряжений внутри корпуса фрезы усиленной дополнительным ребром жесткости в опорной части

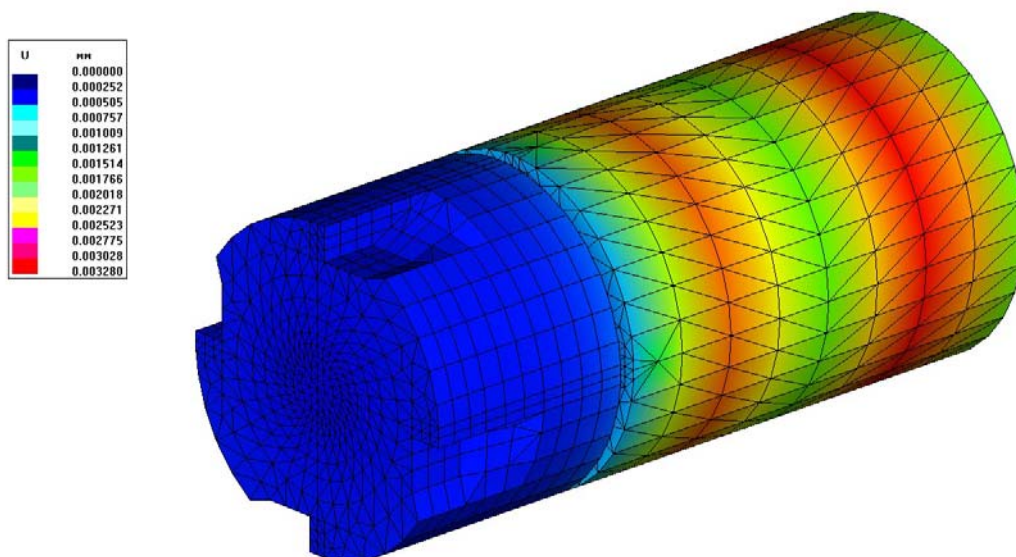


Рис. 8. Эпюры линейных перемещений в условии затяжки фрезы усиленной дополнительным ребром жесткости в опорной части

Выводы

1. Численное моделирование дает возможность исследования различных вариантов однотипных конструкций без значительных временных затрат, позволяет выбрать вариант наилучшим образом удовлетворяющий поставленной задаче без изготовления образцов в материальном виде.
2. Рассмотренные варианты конструкции корпуса фрезы гарантированно выдерживают нагрузки, возникающие при закреплении в пяти лепестковой цанге.
3. В данной конструкции имеются излишние резервы: можно уменьшить толщину стенок, вести дополнительное ребро жесткости в области концентрации максимальных значений деформации.
4. На следующем этапе работы необходимо исследовать напряженно-деформированное состояние фрезы при технологическом нагружении.

Библиографический список

1. Довбыш В. М., Забеднов П. В., Зленко М. А. Аддитивные технологии и изделия из металла http://nami.ru/uploads/docs/centr_technology_docs/55a62fc89524bAT_metall.pdf.
2. 3D-печать металлами — технологии и принтеры. 3D-принтеры, Блог компании «Top 3D Shop» <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/400731/>
3. Е.Ю. Степанова., М.А. Бурнашов., Ю.С. Степанов. Аддитивные и гибридные технологии в производстве инструмента и технологической оснастки: состояние, экономика, перспективы. Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. Вып. 8. Ч. 1 С. 141-146.
4. ГОСТ 2876-80. Цанги зажимные. Основные и присоединительные размеры.
5. Гольник Э.Р., Жилин Р.А., Радченко И.Г., Рукин Ю.Б. Новые возможности системного математического моделирования при проектировании кривошипных горячештамповочных прессов // Кузнечно-штамповочное производство, 1998. № 3. С. 24–28.
6. Рукин Ю.Б., Жилин Р.А., Измайлов В.Ю. Дискретное моделирование машин и конструкции // НАУКА - ПРОИЗВОДСТВУ. – 2006. – № 5. – С. 119–121.
7. Гольник Э.Р., Дибнер Ю.А., Жилин Р.А. Анализ состояний контактных стыков составных станин тяжелых КГШП в зависимости от уровня их затянутости // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением – 2001. – № 3. – С. 22–28.
8. Балаганский В.И., Радченко И.Г., Жилин Р.А., Новокшенов Л.Т. Обеспечение рациональных условий работы затянутого соединения станины кривошипного пресса путем конечно-элементного моделирования // Кузнечно-штамповочное производство, 1997. № 3. С. 24–27.
9. Krasnova M.N., Zhilin R.A., Strunkin P.V. Manufacturing of products with application technologies // International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration», Part 2, March 26, 2019. Beijing, PRC, With. 157–174.

References

1. Dovbysh V. M, Zabednov P. V, Zlenko M. A. Additive technologies and metal wares http://nami.ru/uploads/docs/centr_technology_docs/55a62fc89524bAT_metall.pdf.
2. The 3D–press metals – technologies and printers. 3D–printers, a company Blog «Top 3D Shop» <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/400731>
3. E.J.Stepanova., M.A.Burnashov., JU.S.Stepan. Additive and hybrid technologies in tool and industrial equipment manufacture: a condition, economy, prospects. News of TulGu. Engineering science. 2017. Вып. 8. P.1, With. 141–146.
4. GOST 2876–80. Gripping collets. Basic and coupling dimensions.
5. Golnik E.R., Zhilin R. A, Radchenko I.G., Rukin JU.B.new of possibility of system mathematical modelling at designing crank presses // Forge–shtampovochnoe manufacture, 1998. № 3. With. 24–28.
6. Rukin J.B., Zhilin R. A, Izmaylov V. JU. Discrete modelling of cars and a design // The SCIENCE – to MANUFACTURE. – 2006. – № 5. – with. 119–121.
7. Golnik E.R., Dibner J.A., Zhilin R.A. The analysis of conditions of contact joints of compound beds heavy КГШП depending on their level затянутости // Forge–shtampovochnoe manufacture. Processing of materials by pressure – 2001. – № 3. – With. 22–28.
8. Balagansky V. I., Radchenko I. G., Zhilin R. A, Novokshchenov L.T. Maintenance of rational working conditions of the tightened connection of a bed crank presses by finite element modelling // Forge–shtampovochnoe manufacture, 1997. № 3. With. 24–27.
9. Krasnova M.N., Zhilin R.A., Strunkin P.V. Manufacturing of products with application technologies // International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration», Part 2, March 26, 2019. Beijing, PRC, With. 157–174.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительной техники и инженерной
механики имени профессора Н.А. Ульянова
Р.А. Жилин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: zhilinra@yandex.ru
Студенты Дорожно-транспортного
факультета
В.М. Широков, К.С. Щетилов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(960) 87-222-81
e-mail: kabunet101@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair
of construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov
R.A. Zhilin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: zhilinra@yandex.ru
Students of the road and transport
faculty
V.M. Shirokov, K.S. Shchetilov
Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 87-222-81
e-mail: kabunet101@gmail.com*

Р.А. Жилин, В.М. Широков, К.С. Щетилов

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Подготовка специалистов по направлению «Наземные транспортно-технологические комплексы». Цели, задачи и роль данного направления в развитии современного машиностроения.

Ключевые слова: Воронежский государственный технический университет, наземные транспортно-технологические комплексы, подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование, технологические комплексы, транспорт, специальность.

R.A. Zhilin, V.M. Shirokov, K.S. Shchetilov

GROUND TRANSPORT-TECHNOLOGICAL COMPLEXES

Training of specialists in the field of «Ground transport-technological complexes». Goals, objectives and role of this direction in the development of modern engineering.

Keywords: Voronezh State Technical University, ground transport-technological complexes, lifting and transport, construction, road means and equipment, technological complexes, transport, specialty.

Современное строительство гражданских и промышленных объектов, автомобильных дорог и мостов не обходится без транспортно-технологических машин и комплексов. С каждым годом растёт потребность в разработке принципиально новых, а также модернизации уже созданных машин и транспортно-технологического оборудования. Всё более важную роль занимают требования к улучшению качества сборки деталей. В связи с этим возрастает актуальность подготовки инженеров-механиков на базе бакалавриата по специальности «Наземные транспортно-технологические комплексы». В Воронежском Государственном Техническом Университете (ВГТУ) данной специальности уделяется особое внимание.

Получение бакалаврской степени требует пять лет обучения на заочной форме. За это время студенты приобретают необходимые для будущей профессии навыки, такие как: раз-

работка конструкторско-технологической документации новых или модернизируемых наземных транспортно-технологических машин, число которых входят автомобили, тракторы, прицепы, строительные и дорожные машины, оборудование для ликвидации последствий стихийных бедствий и т.д.

Значительное внимание уделяется проектировке деталей, узлов, агрегатов кузовов, корпусных и несущих систем наземного транспорта, навык выполнения эскизов и чертежей будущих деталей, пользование чертежами узлов наземных транспортно-технологических машин для сборки и разборки транспорта. Рассматриваются вопросы разработки технологии изготовления заготовок, технология их механической обработки и сборки узлов различных машин. Изучается создание и улучшение бортовых и стационарных диагностических комплексов, современные способы разработки дизайна и проектирования автомобилей, проводятся испытания новой техники.

Совершенствование методик испытания и исследования наземных транспортно-технологических машин; создание новых или совершенствование уже существующих автоматических системы наземного транспорта; разработка или улучшение бортовых и стационарных диагностических систем транспорта, свободная работа с современными информационными технологиями, использование машинной графики – всё это входит в программу обучения современных специалистов.

В процессе прохождения практик большое внимание уделяется освоению практических навыков, например, осуществление технического обслуживания и ремонта наземных транспортных средств, выполнение слесарных, слесарно-сборочных, механосборочных операций при изготовлении машин.

Обучение проводят преподаватели, являющиеся высококвалифицированными специалистами в своей области и имеющие большой практический опыт. Все лаборатории обустроены передовым оборудованием, позволяющим наглядно ознакомиться с изучаемым материалом. На выпускающей кафедре строительной техники и инженерной механики оборудован тренировочный полигон, на котором студенты, проходят учебную практику, закрепляют теоретические знания, изучают конструкцию, принципы работы, обслуживание и эксплуатацию современных строительных, дорожных машин и оборудования. На учебном полигоне студенты обучились управлению строительными машинами и получили квалификационный разряд. Так же, всем учащимся предоставляется возможность обучения на автомобильных курсах и получения водительского удостоверения.

Специалисты, прошедшие обучение по данному направлению востребованы в таких сферах как: дорожное и промышленное строительство, коммунальное и сельское хозяйство, обслуживание лифтов и кранов. Многие из наших выпускников трудятся в транспортно-технологических управлениях строительством, в рядах Вооруженных Сил, в органах МВД, высших и средних специальных учебных заведениях.

Бакалавры могут работать техниками, обслуживающими комплексы и конкретные машины, наладчиками оборудования, помощниками инженера. В обязанности начинающего «транспортника» входит наладка оборудования широкого спектра, диагностические и ремонтные работы.

Многие выпускники стремятся стать инженерами по транспорту, конструкторами и механиками. Востребованным направлением является и профессия специалиста в области автотранспортной диагностики. Также у выпускников есть шансы стать технологами на машиностроительном производстве. Начинать свой карьерный путь чаще всего приходится с позиций помощника инженера или наладчика оборудования.

Среди профессий, по которым могут работать наши специалисты, есть несколько настоящих «хитов» рынка труда. Высоко востребованы машинисты подъемного оборудования, специалисты по наладке и эксплуатации современных строительных установок, опытные автомобильные мастера.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что быть студентом по направлению «Наземные транспортно- технологические комплексы» весьма престижно в наше время, ведь профессия, которую получают студенты, крайне важна и востребована. Наша современная жизнь невозможна без разного рода машин, а в свою очередь машины невозможны без людей, которые их создают и обслуживают. Созидание и поддержка- это наша профессия и призвание.

Библиографический список

1. Наземные транспортно-технологические комплексы [Электронный ресурс]: https://moeobrazovanie.ru/specialities_vuz/nazemnye_transportno_tehnologicheskie_kompleksy.html.
2. Актуальность профессии инженер [Электронный ресурс]: <http://vuz.edunetwork.ru/specs/99>.
3. Сайт МИИТ для абитуриента [Электронный ресурс]: <http://miit.ru/portal/page/portal/miit/speciality/>.
4. Сайт ВГТУ [Электронный ресурс]: <http://cchgeu.ru/>.
5. Образовательная программа НТТК ВГТУ [Электронный ресурс]: <http://cchgeu.ru/education/inst/df/>.
6. Перетрухин Д.С., Феденёв А.А., Раджабова Г.А., Жилин Р.А. Наземные транспортно-технологические средства // «Высокие технологии в строительном комплексе», Научно-технический журнал, № 2, 2018, С. 147–149.

References

1. Land transport and technological complexes [Electronic resource]: https://moeobrazovanie.ru/specialities_vuz/nazemnye_transportno_tehnologicheskie_kompleksy.html.
2. The relevance of the profession engineer [Electronic resource]: <http://vuz.edunetwork.ru/specs/99>.
3. The MIIT website for the applicant [Electronic resource]: <http://miit.ru/portal/page/portal/miit/speciality/>.
4. VSTU website [Electronic resource]: <http://cchgeu.ru/>.
5. The educational program of NTKK VSTU [Electronic resource]: <http://cchgeu.ru/education/inst/df/>.
6. Peretrukhin D.S., Fedenev A.A., Radjabova G.A., Zhilin R.A. Ground transport and technological means // «High technologies in construction complex», Scientific-and-Technical Journal, № 2, 2018, P. 147–149.

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
строительной техники
и инженерной механики В.А. Жулай;
Магистрант кафедры строительной техники
и инженерной механики гр. М1951 Еременко Е.Е.
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;
Master student of the department of construc-
tion equipment and engineering mechanics
gr. M1951 Eremenko E.E.
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru*

В.А. Жулай, Е.Е. Еременко

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕПАРАТОРА ПБС-90/210А

Для модернизации сепаратора взят мотор-редуктор, а в частности ведущий вал первой ступени двухступенчатого мотор-редуктора. Был произведен анализ конструкции ведущего вала с помощью системы АРМ FEM. Вследствие чего проведена модернизация ведущего вала, которая повысит надежность сепаратора.

Ключевые слова: надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сепаратор, мотор-редуктор, АРМ FEM.

V.A. Zhulai, E.E. Eremenko

INCREASE OF RELIABILITY OF SEPARATOR PBS-90 / 210A

To upgrade the separator, a gearmotor and, in particular, a first-stage drive shaft of a two-stage gearmotor were taken. The drive shaft design was analyzed using the APM FEM system. The result is a modernization of the drive shaft, which will increase the reliability of the separator.

Keywords: reliability, durability, maintainability, separator, gear motor, APM FEM.

Вопросы надежности строительного оборудования до настоящего времени находили лишь частичное отражение для студентов механических специальностей строительных, дорожных и политехнических высших учебных заведений. Большое внимание стоит уделить обеспечению планируемого уровня надежности этих машин и оборудования на стадии проектирования и эксплуатации с учетом их специфики.

Показателями надежности строительных машин и оборудования являются количественные характеристики проявления одного или нескольких свойств, составляющих надежность оборудования к определенным промежуткам времени, режимам и условиям эксплуатации. Показатели надежности машин и оборудования можно классифицировать по ряду признаков. В зависимости от сложности свойств можно различать комплексные показатели, характеризующие совокупность свойств, и единичные показатели, характеризующие определенные свойства [1].

Большинство величин показателей надежности выражается в виде наработки. Измеритель наработки выбирается в соответствии с требованиями к точности оценки показателей, техническим возможностям измерений и возможностям оценки взаимосвязи отдельных элементов, удобства планирования работ по ремонту, расчет запасных частей и пр.

Работа любой строительной машины и оборудования происходит при существенно изменяющихся внешних воздействиях, обусловленных многочисленными и разнообразными факторами. Взаимодействуя с потенциальными свойствами машин, внешние воздействия формируют качественные и прочие показатели их работы [2].

На интенсификацию строительного производства оказывают значительное влияние показатели надежности, которые в наибольшей мере поддаются управлению в сфере проектирования, производства и эксплуатации оборудования.

Уровень надежности оборудования может быть охарактеризован в первую очередь средними значениями показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности, а также комплексных показателей, отражающих стоимостные и трудовые затраты на ремонт и техническое обслуживание [3].

Недостаточная надежность оборудования сказывается на уменьшении их производительности, обусловленной простоями их в ремонте, на увеличение денежных и трудовых затрат на их содержание, на росте капитальных вложений в производственные фонды ремонтного производства и машиностроительную промышленность, занятую изготовлением запасных частей для оборудования.

Для управления уровнем надежности требуются знания большого круга вопросов, относящихся к вероятностным характеристикам отказов и их последствий; особенностям проектирования, производства и эксплуатации оборудования; экономическим явлениям и пр. Основное внимание в данной работе стоит уделить малоизученным вопросам обеспечения надежности строительного оборудования при их проектировании и эксплуатации [1,4].

Повышение надежности серийно выпускаемых и новых сепараторов чаще всего вызывает изменение определенных видов затрат в сферах создания и использования оборудования.

Сепараторы, как и щековые дробилки, используются при изготовлении щебня, песка, керамического порошка, цемента. Их применяют на заводах по изготовлению строительных смесей, при производстве стекла, керамической плитки, утилизации конструкций из железобетона.

Сепаратор магнитный барабанный ПБС-90/210А предназначен для материалов крупностью до 40 мм с разделением на два продукта: магнитный и немагнитный.

Отличительной особенностью сепараторов ПБС-90/210А является их повышенная надежность, простота эксплуатации и обслуживания.

Барабан сепаратора ПБС-90/210А комплектуются проводом в виде мотор-редуктора, при этом обеспечивается их безотказная работа в течение цикла между двумя капитальными ремонтами (не менее 18000 часов).

На рисунке 1 изображена 3D модель мотор-редуктора сепаратора ПБС-90/210А, в корпусе и без корпуса.

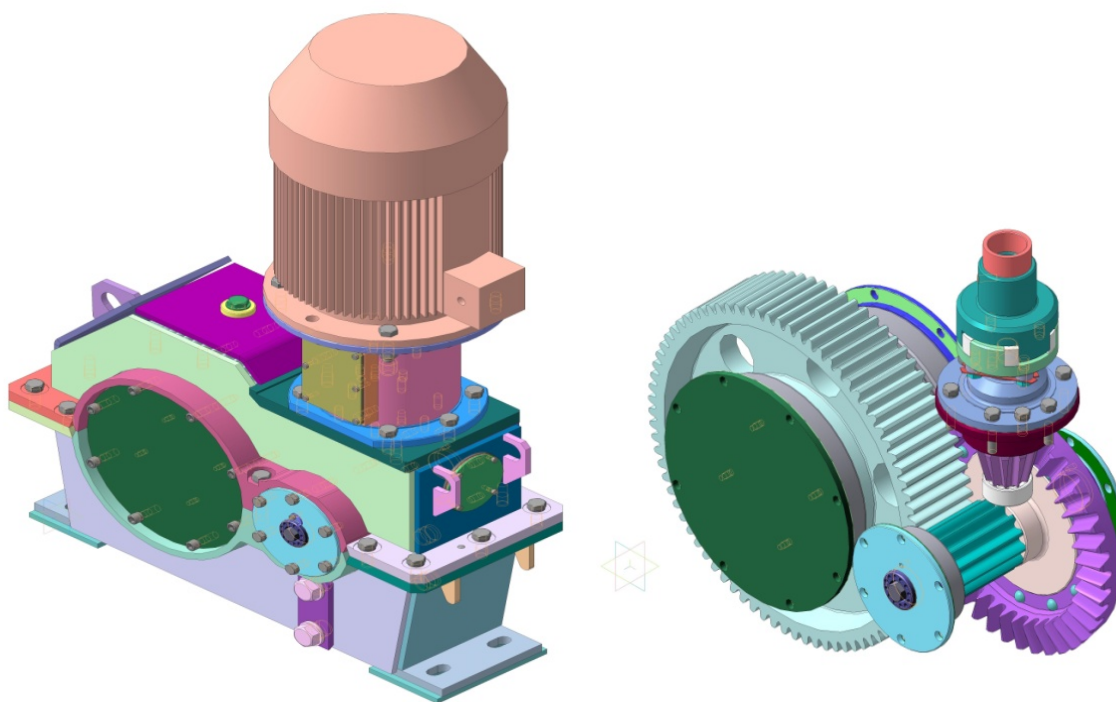


Рис. 1. 3D модель мотор-редуктора сепаратора ПБС-90/210А

Для модернизации в данном сепараторе взят мотор-редуктор, а в частности ведущий вал первой ступени двухступенчатого мотор-редуктора. Был произведен анализ конструкции ведущего вала с помощью системы APM FEM (интегрированная в КОМПАС-3D) [5].

На рисунке 2 показан ведущий вал первой ступени мотор-редуктора.

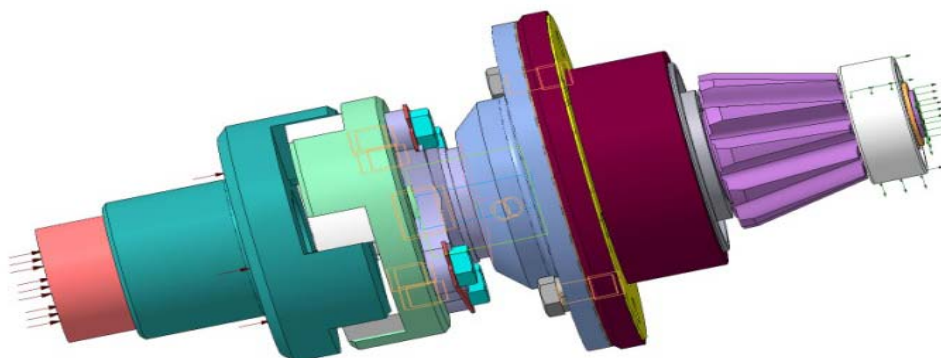


Рис. 2. Ведущий вал первой ступени мотор-редуктора

Задание 3D модели материала осуществляется средствами системы КОМПАС-3D. С помощью APM FEM были приложены нагрузки различных типов, указать граничные условия. Установлены крепления вала и приложена сила, передаваемая электродвигателем, равная 15 кН. Далее был проведен анализ коэффициента запаса прочности.

На рисунке 3 изображен анализ коэффициента запаса прочности, ведущего вала первой ступени мотор-редуктора.

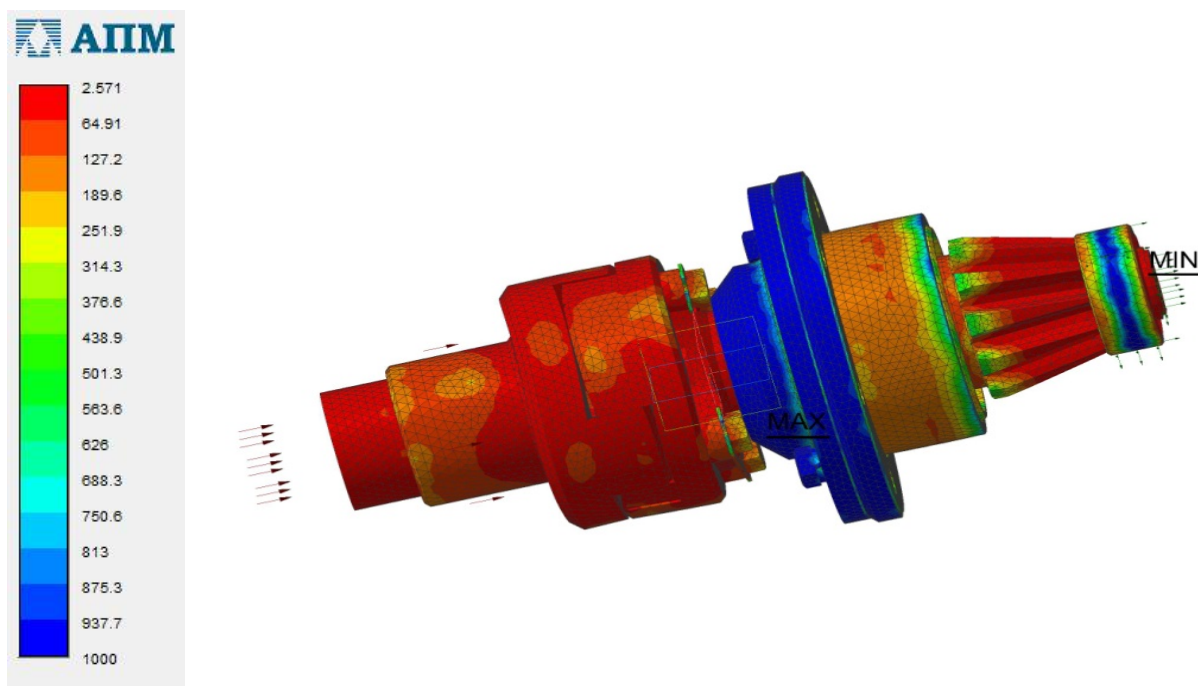


Рис. 3. Анализ коэффициента запаса прочности ведущего вала

Анализ показал необходимость внесения изменений в ведущий вал с целью модернизации и увеличения прочностных характеристик данной конструкции.

Минимальный коэффициент запаса прочности показан на ведущей шестерне. Принято решение в связи с повышением надежности ведущего вала изменить сталь на ведущей шестерне Сталь 20 ГОСТ 1050-2013 на Сталь 45 ГОСТ 1050-2013.

Проведем повторный анализ коэффициента запаса прочности с модернизацией вала.

На рисунке 4 показан анализ коэффициента запаса прочности, модернизации ведущего вала со Сталью 45 ГОСТ 1050-2013 на ведущей шестерне.

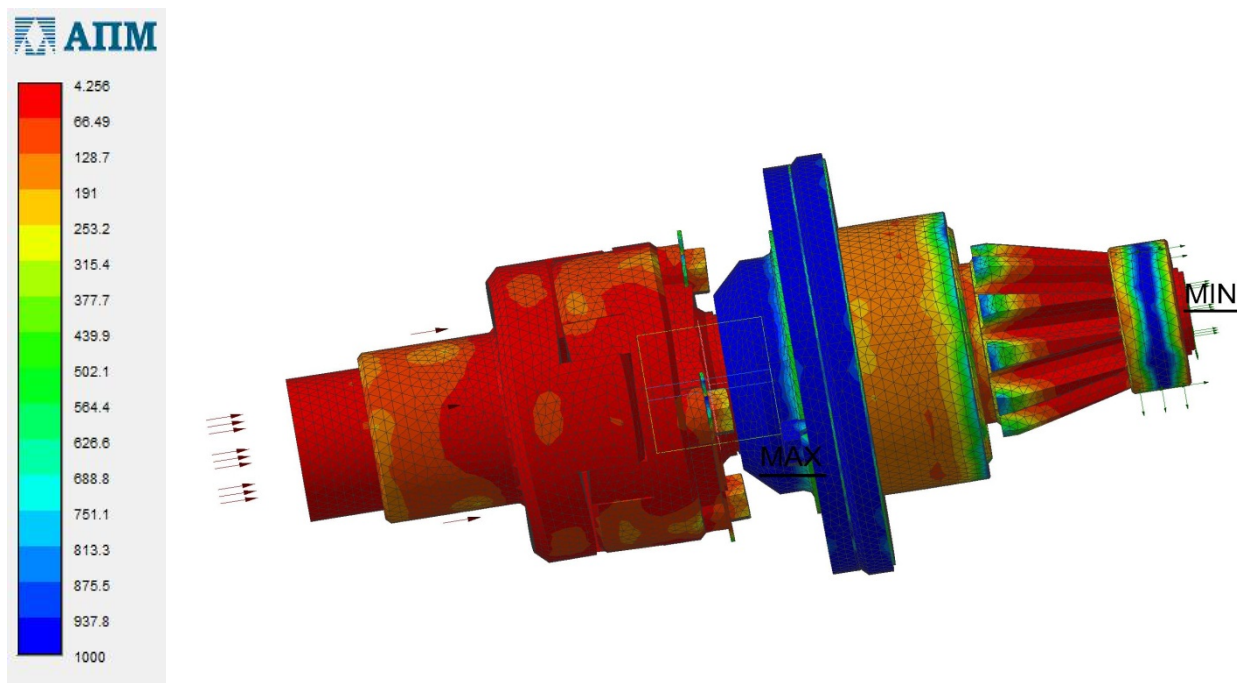


Рис. 4. Анализ коэффициента запаса прочности, модернизации ведущего вала

Также сравним информацию о нагрузках двух валов до модернизации и после, внесенную в таблицу.

Таблица

Информация о нагрузках

Материал	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	Сталь 45 ГОСТ 1050-2013
Предел текучести [МПа]	235	560
Модуль упругости нормальный [МПа]	200000	210000
Коэффициент Пуассона	0,3	0,3
Плотность [кг/м ³]	7800	7810
Температурный коэффициент линейного расширения [1/С]	0,000012	0,000013
Теплопроводность [Вт/(м*С)]	55	47
Предел прочности при сжатии [МПа]	410	600
Предел прочности при растяжении [МПа]	209	294
Предел выносливости при текучести [МПа]	139	150

Вывод

Изменив материал в шестерни ведущего вала мотор-редуктора сепаратора ПБС-90/210А Сталь 20 ГОСТ 1050-2013 на Сталь 45 ГОСТ 1050-2013, тем самым повысили показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности. Поскольку при приложенной нагрузке в 15 кН такие параметры, как предел текучести, пределы прочности при сжатии и растяжении, выносливости у Стали 45 намного выше, чем у Стали 20. Следовательно, надежность мотор-редуктора повысилась и сепаратора в целом.

Библиографический список

1. Волков Д.П., Николаев С.Н. Надежность строительных машин и оборудования: учебн. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 400с.
2. Хазов Б.Ф., Лифшиц Л.А. Обеспечение надежности строительных и дорожных машин на этапе жизненного цикла // М.: ЦНИИТЭстроймаш – 1989. – 50с.
3. Базовский И.А. Надежность. Теория и практика // М. – 1965. – 115с.
4. ГОСТ 13377-75. Надежность в технике. Термины и определения.
5. APMFEM Руководство пользователя: [Электронный ресурс]. URL: <http://apm.ru/downloads/documents/APM%20FEM.pdf>.

References

1. Volkov DP, Nikolaev S.N. Reliability of construction machines and equipment: studies. allowance. - M.: Higher. school, 1979. - 400s.
2. Khazov B.F., Lifshits L.A. Ensuring the reliability of construction and road machines at the stage of the life cycle // Moscow: TsNIITEstroy mash - 1989. - 50s.
3. Bazovsky I.A. Reliability. Theory and Practice // M. - 1965. - 115c.
4. GOST 13377-75. Reliability in technology. Terms and Definitions.
5. APM FEM User manual: [Electronic resource]. URL: <http://apm.ru/downloads/documents/APM%20FEM.pdf>.

*Воронежский государственный
технический университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строи-
тельной техники и инженерной механики
В.А. Жулай;
Канд. техн. наук, доцент кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
имени профессора Н.А. Ульянова
В.Л. Тюнин;
Канд. техн. наук, доцент кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
имени профессора Н.А. Ульянова
А.Н. Щиенко;
Студенты дорожно-транспортного фа-
культета К.С. Щетилов, В.М. Широков,
Н.С. Жидких
Россия, г. Воронеж, тел. +7(960) 87-222-81
e-mail: kabunet101@gmail.com*

*Voronezh State
Technical University
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of con-
struction machinery and engineering mechanics
V.A. Zhulai;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the
chair of construction machinery and engineering
mechanics of a name of professor
N.A. Ulyanov V.L. Tyunin;
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. Shchienko;
Students of the road and transport faculty
K.S. Shchetilov, V.M. Shirokov,
N.S. Zhidkikh
Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 87-222-81
e-mail: kabunet101@gmail.com*

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, А.Н. Щиенко,
К.С. Щетилов, В.М. Широков, Н.С. Жидких

МОЩНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОДНООСНОГО КОЛЁСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Земляные работы составляют значительную часть объема работ. Одной из важнейших тенденций является увеличение мощности и производительности машин.

Ключевые слова: колесный движитель, землеройно-транспортные машины, мощностные показатели.

V.A. Zhulay, V.L. Tyunin, A.N. Shchienko,
K.S. Shchetilov, V.M. Shirokov, N.S. Zhidkikh

POWER INDICATORS OF THE UNOXYPE WHEELED DRIVE OF THE DIGGER-TRANSPORT MACHINES

Earthworks constitute a significant part of the scope of work. One of the most important trends is the increase in power and productivity of machines.

Keywords: wheel propulsion, earth-moving machines, power indicators.

Значительную часть общего объема работ при возведении объектов промышленного, гражданского, дорожного строительства, а также добычи полезных ископаемых и мелиорации земель составляют земляные работы. В современных условиях выполнение земляных работ невозможно представить без широкого применения средств комплексной механизации труда, выполняемых самоходными колёсными землеройно-транспортными машинами (ЗТМ)

большой единичной мощности. Одной из важнейших тенденций в развитии конструкции данных машин является увеличение их энергонасыщенности, что позволяет существенно увеличить производительность и повысить качество выполняемых работ [1, 2]. При повышении энергонасыщенности ЗТМ необходимо знать точное распределение мощности (энергии) двигателя на выполнение основного технологического процесса, совершение работы в различных механизмах машины и взаимодействие колёсного движителя (КД) с опорной поверхностью. Самоходные колёсные ЗТМ снабжаются крупногабаритными шинами (КГШ), которые в значительной степени определяют технико-экономические показатели этих машин. В связи с этим оценка мощностных показателей КД представляет интерес с точки зрения дальнейшего развития теории колёсного движителя самоходных колёсных ЗТМ.

Мощностной баланс одноосного КД с межколёсным дифференциалом при установившемся движении по горизонтальной поверхности на тяговом режиме [1]

$$N_{OKD} = N_{T.OKD} + N_{f.OKD} + N_{\delta.OKD}, \quad (1)$$

где N_{OKD} – мощность, подведённая к одноосному КД;

$N_{T.OKD}$ – тяговая мощность одноосного КД;

$N_{f.OKD}$ – мощность, затрачиваемая на сопротивление качению одноосного КД;

$N_{\delta.OKD}$ – мощность, затрачиваемая на буксование одноосного КД.

Мощность, подведённая к одноосному КД

$$N_{OKD} = M_{OKD} \cdot \omega_M, \quad (2)$$

где M_{OKD} , ω_M – крутящий момент и угловая скорость, подведённые к ведущему мосту.

Крутящий момент M_{OKD} связан с крутящим моментом силовой установки M_C зависимостью

$$M_{OKD} = M_C \cdot i_{TP} \cdot \eta_{TP}, \quad (3)$$

где i_{TP} , η_{TP} – общее передаточное число и к.п.д. трансмиссии соответственно.

При дифференциальном приводе не существует определённой зависимости между угловыми скоростями отдельных колёс, а так же между угловой скоростью любого колеса и угловой скоростью двигателя. Строгая зависимость существует только между угловой скоростью двигателя (точнее – угловой скоростью корпуса дифференциала) и суммой угловых скоростей ведущих колёс

$$\omega_M = \frac{\omega_{K1} + \omega_{K2}}{2}, \quad (4)$$

где ω_{K1} и ω_{K2} – угловые скорости внутреннего и внешнего колёс.

Тяговая мощность одноосного КД

$$N_{T.OKD} = T_{OKD} \cdot v_{DM}, \quad (5)$$

где v_{DM} – действительная поступательная скорость одноосного КД.

Мощность, затрачиваемая на сопротивление качению одноосного КД

$$N_{f.OKD} = P_{f.OKD} \cdot v_{TM}, \quad (6)$$

где $P_{f.OKD}$ – сила сопротивления качению одноосного КД;

v_{TM} – теоретическая (без учёта буксования) скорость.

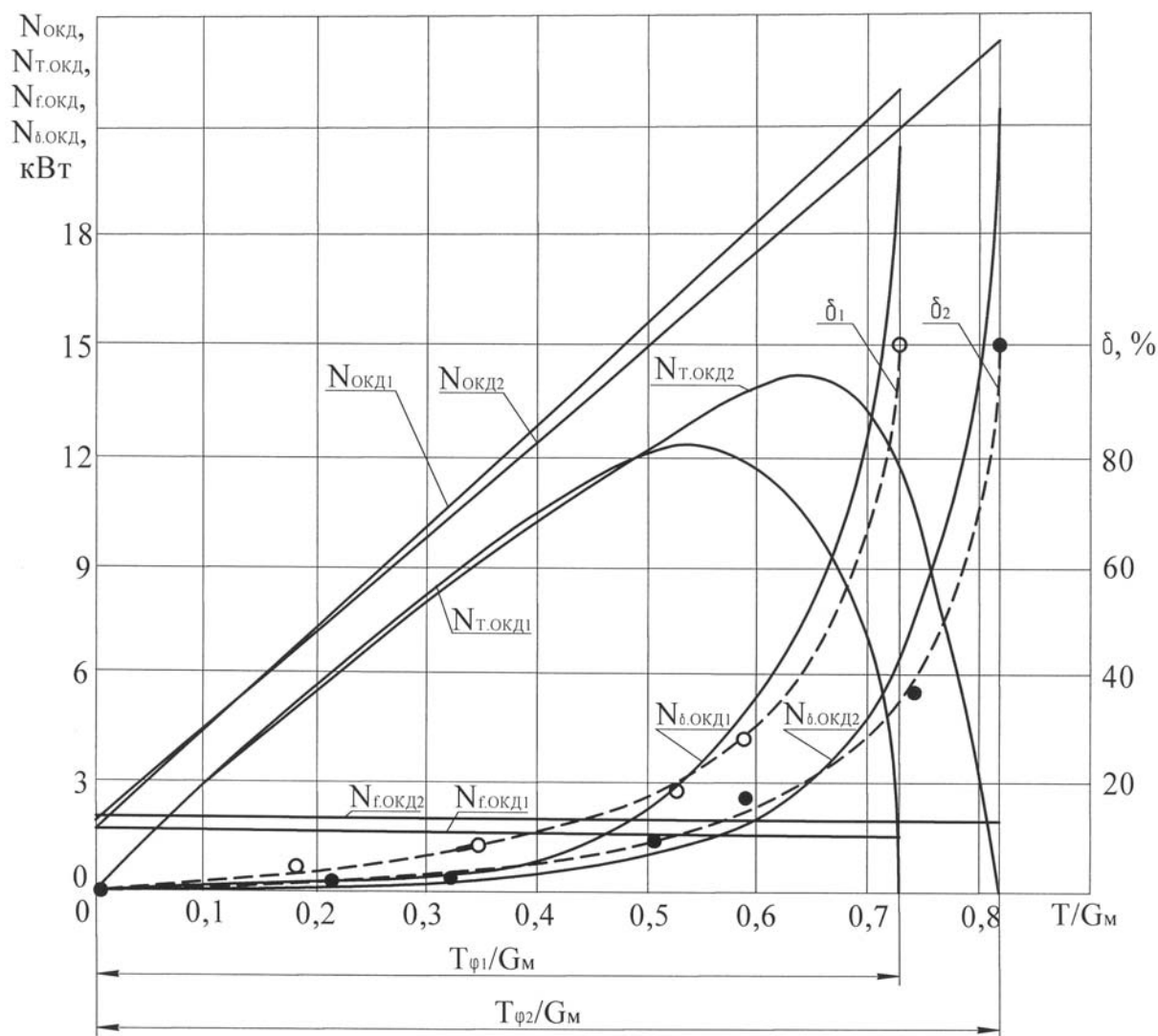
Мощность, затрачиваемая на буксование одноосного КД

$$N_{\delta.OKD} = T_{OKD} \cdot v_{\delta M}, \quad (7)$$

где $v_{\delta M} = v_{TM} - v_{DM}$ – скорость буксования одноосного КД.

По результатам экспериментальных исследований проведённых на специальном испытательном стенде [3], используя выражения (1)...(7), получены зависимости составляющих мощностного баланса одноосного КД с крупногабаритными шинами размером 21.00-28 мод. ДФ-27 (рис. 1, рис. 2). По данным зависимостям можно провести оценку влияния различных факторов на мощностные показатели одноосного КД.

При движении одноосного КД с шинами размером 21.00-28 мод. ДФ-27 и $R_0 = 7,65$ м по плотному грунту изменение внутреннего давления в шинах от 0,4 до 0,2 МПа (рис. 1) приводит к увеличению мощности, затрачиваемой на сопротивление качению одноосного КД $N_{f.ОКД}$ при $T/G_K = 0$ на 16,2 %. Кривая $N_{f.ОКД1}$ на всём промежутке изменения относительной силы тяги T/G_K ниже кривой $N_{f.ОКД2}$. Мощность, затрачиваемая на буксование одноосного КД $N_{\delta.ОКД}$ при $P_\omega = 0,4$ МПа, с увеличением T/G_K , растёт интенсивнее, чем при $P_\omega = 0,2$ МПа, так же как кривые буксования. Максимум $N_{\delta.ОКД}$ наступает на режиме $T/G_K = T_\phi/G_K$ ($\delta = 100\%$) у шины с $P_\omega = 0,2$ МПа позже чем у шины с $P_\omega = 0,4$ МПа, это связано с увеличением коэффициента сцепления ϕ [4]. Так же с увеличением ϕ связано, и то что N_{Tmax} при $P_\omega = 0,2$ МПа имеет меньшее значение силы тяги T . Кроме того N_{Tmax} при снижении P_ω от 0,4 до 0,2 МПа увеличивается на 13,8 %.



$N_{ОКД1}, N_{T.ОКД1}, N_{f.ОКД1}, N_{\delta.ОКД1}, \delta_1 - P_\omega = 0,4$ МПа; $N_{ОКД2}, N_{T.ОКД2}, N_{f.ОКД2}, N_{\delta.ОКД2}, \delta_2 - P_\omega = 0,2$ МПа

Рис. 1. Экспериментальные зависимости составляющих мощностного баланса

и кривых буксования одноосного КД с крупногабаритными шинами размером 21,00-28 мод. ДФ-27 при движении по плотному грунту от относительной силы тяги при разном внутреннем давлении в шинах

Анализ полученных зависимостей мощностного баланса (рис. 2) показывает, что на плотном грунте при $R_0 = 7,65$ м и $P_\omega = 0,6$ МПа $N_{f.ОКД}$ с радиальными комбинированными шинами ниже, чем у ОКД с диагональными шинами на 28,0 %. $N_{\delta.ОКД}$ у диагональной шины с увеличением T/G_K , растёт интенсивнее, чем у радиальной. Максимум N_δ наступает на режиме $T/G_K = T_\phi/G_K$ ($\delta = 100$ %) у радиальной шины позже, чем у диагональной шины, это связано с увеличением коэффициента сцепления ϕ [4]. $N_{ОКД}$ на всём промежутке изменения силы тяги у радиальной шины ниже, чем у диагональной.

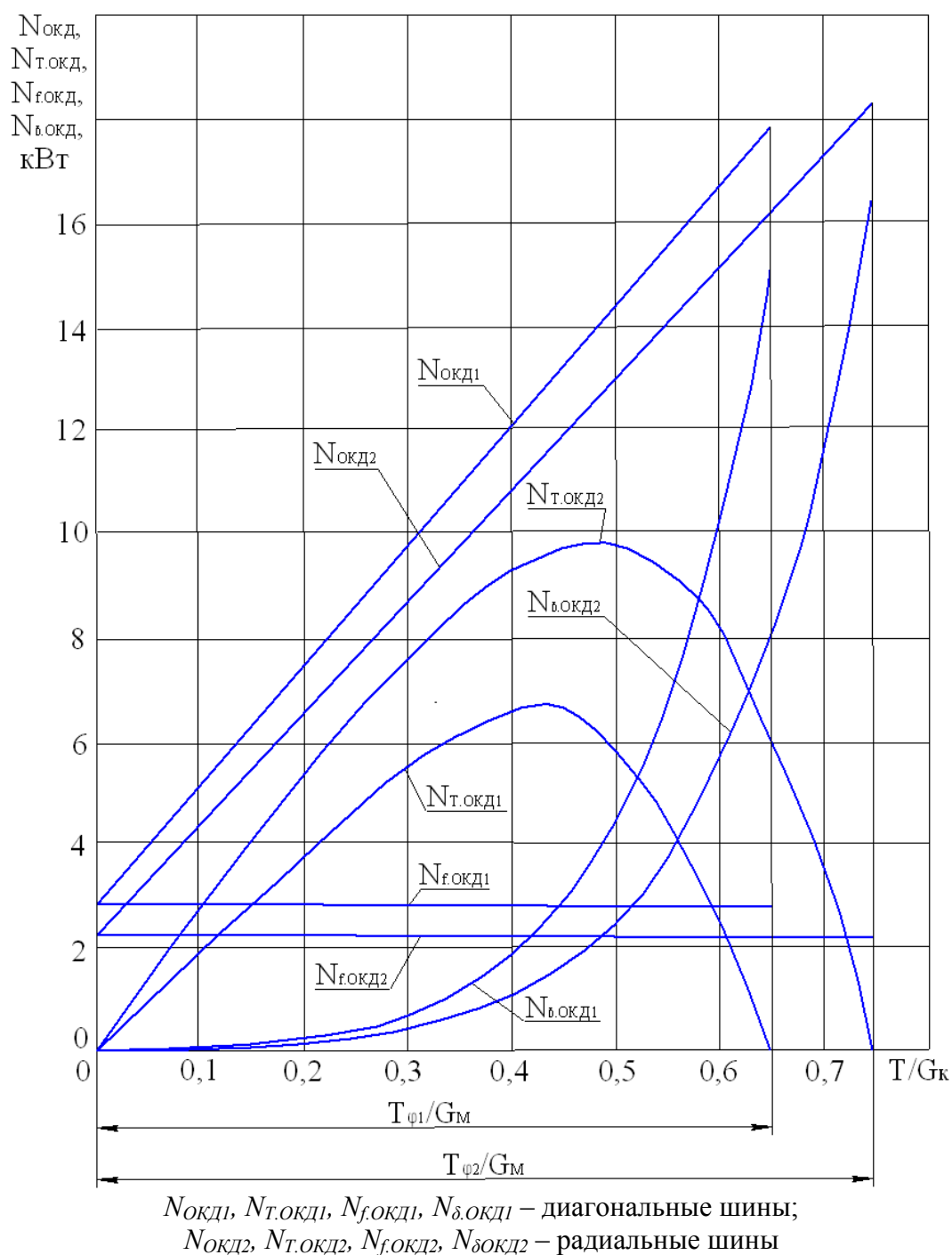


Рис. 2. Экспериментальная зависимость составляющих мощностного баланса одноосного КД с крупногабаритными шинами размером 21,00-33 мод. ВФ-166А различных конструкций на плотном грунте от относительной силы тяги при $P_\omega = 0,6$ МПа, $G_M = 69,7$ кН, $R_0 = 7,65$ м

Библиографический список

1. Тюнин В.Л. Методика расчёта мощностных показателей колёсного движителя землеройно-транспортных машин при криволинейном движении: автореф. дис ... канд. техн. наук. – Воронеж: ВГАСУ, 2008 – 17 с.
2. Прикладная механика самоходных землеройно-транспортных машин / Ю.М. Бужин, В.Л. Тюнин. – Воронеж.: ВГТУ, 2017. – 245 с.
3. 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.
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.

References

1. Tyunin V.L. Methods of calculating the power indices of the wheel propulsion of earth-moving machines with curvilinear motion: author. dis ... cand. tech. sciences. - Voronezh: VGASU, 2008 - 17 p.
2. Applied mechanics of self-propelled earth-moving machines / Yu.M. Buzin, V.L. Tyunin. - Voronezh .: VSTU, 2017. - 245 p.
3. Nikulin P.I. The study of the wheel propulsion with large tires on a special stand / P.I. Nikulin, V.L. Tyunin, R.S. Malt // Mechanization of construction. - 2007. - №4. Pp. 8-10.
4. Zhulay V.A. Determination of the parameters of the contact area of the pneumatic tire transport equipment with a deformable bearing surface / V.A. Zhulay, V.L. Tyunin // Construction and road machines. - 2015. - № 8. S. 51-54.

*Воронежский государственный
технический университет*

*Магистранты кафедры строительной тех-
ники и инженерной механики В.О. Калашни-
ков, И.В. Брянцев, А.И. Кусмарцев, Д.В. Мос-
каленко*

Студенты В.О. Наумов, М.А. Семенникова
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*
*V.O. Kalashnikov, I.V. Bryantsev, A.I. Kusmart-
sev, D.V. Moscalenko*

Students V.O. Naumov, M.A. Semennikova
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-59-18
e-mail: niksal76@mail.ru

В.О. Калашников, И.В. Брянцев, А.И. Кусмарцев, Д.В. Москаленко, В.О. Наумов, М.А. Семенникова

ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Рассмотрены вопросы снижения шума и вибрации в кабинах техноло-
гических машин.

Ключевые слова: метод конечных элементов, шум, виброакустика.

V.O.Kalashnikov, I.V.Bryantsev, A.I. Kusmartsev, D.V. Moscalenko, V.O. Naumov, M.A. Semennikova

NOISE AND VIBRATION PROTECTION OF TECHNOLOGICAL MACHINES OPERATORS

The issues of noise and vibration reduction in the cabins of technological
machines are addressed.

Keywords: finite element method, noise, vibroacoustic.

Шум – упругие колебания в частотном диапазоне слышимости человека, распростра-
няющиеся в виде волны в газообразных средах в диапазоне 16-16000 Гц, носящие беспоря-
дочный, случайный характер. При этом источником его является любое колеблющееся тело,
выведенное из устойчивого состояния внешней силой [1].

По спектральному составу в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответ-
ствующем диапазоне частот различают:

- низко- (16-350 Гц);
- средне- (350-800 Гц);
- высокочастотные шумы (выше 800 Гц).

Звук представляет собой колебательное движение упругой среды, воспринимаемое
слуховым аппаратом человека. Движение звуковой волны в воздухе сопровождается перио-
дическим повышением и понижением давления. Периодическое повышение давления в воз-
духе по сравнению с атмосферным давлением в невозмущенной среде называется звуковым
давлением. Чем больше давление, тем сильнее раздражение органа слуха и ощущение гром-
кости звука.

В зависимости от происхождения шума бывают:

-механические – возникают при движении отдельных деталей и узлов оборудования,
машин, аппаратов, приборов и т.д.;

-аэродинамические - возникают в результате движения воздуха, газов или газообразных сред с большой скоростью. Например при работе вентиляторов, воздуходувок;

-гидродинамические – возникают в результате нестационарных и стационарных режимов движения жидкости;

-электромагнитные – возникают в результате воздействия переменных магнитных сил, приводящих в колебательное движение детали и узлы электрических машин, аппаратов, приборов.

Если человек непосредственно контактирует с источниками каждого упругого колебания, то такое воздействие называется вибрацией.

Вибрация – это сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которую оно имело в статическом состоянии.

Причинами возникновения вибраций являются неуравновешенные движения, которые возникают при:

-возвратно- поступательном движении;

-вращательном движении, когда центр тяжести не совпадает с осью вращения (инструменты: режущие, пневматические, ручные и т.д.)

-соударении деталей;

-взаимодействии турбулентного потока с различными гидравлическими сопротивлениями;

-действию изменяющегося магнитного поля на ферромагнитные материалы;

-упругой деформации деталей;

-фрикционных процессах;

-работе специальных виброустановок.

В зависимости от источника возникновения различают локальную вибрацию, которая передаётся от ручных машин или ручного механизированного инструмента и органов управления машинами и оборудованием и ручных инструментов без двигателей, а также общую вибрацию. Последнюю разделяют на три категории:

– транспортная, которая действует на человека на рабочих местах транспортных средств при их движении (автомобили, тягачи, грейдеры, катки и др.);

– транспортно-технологическая, которая действует на человека на рабочих местах машин с ограниченной подвижностью или движущихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений (краны, экскаваторы, строительные машины, бетоноукладчики и др.)

– технологическая, которая действует на человека на рабочих местах стационарных машин или передаётся на рабочие места без источников вибрации (станки, электромашины, стационарные электроустановки, насосы, вентиляторы и др.)

Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к раздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

Особенности его воздействия существенно зависят от превышения уровня импульса над среднеквадратичным уровнем, определяющим шумовой фон на рабочем месте.

Развитие профессиональной тугоухости зависит от суммарного времени воздействия шума в течение рабочего дня и наличия пауз, а также общего стажа работы. Начальные стадии профессионального поражения наблюдаются у рабочих со стажем 5 лет, выраженные (поражение слуха на все частоты, нарушение восприятия шепотной и разговорной речи) — свыше 10 лет [2].

Помимо действия шума на органы слуха, установлено его вредное влияние на многие органы и системы организма, в первую очередь на центральную нервную систему, функциональные изменения в которой происходят раньше, чем диагностируется нарушение слуховой чувствительности. Поражение нервной системы под действием шума сопровождается раз-

дражительностью, ослаблением памяти, апатией, подавленным настроением, изменением кожной чувствительности и другими нарушениями, в частности, замедляется скорость психических реакций, наступает расстройство сна и т. д. У работников умственного труда происходит снижение темпа работы, ее качества и производительности.

Действие шума может привести к заболеваниям желудочно-кишечного тракта, сдвигам в обменных процессах (нарушение основного, витаминного, углеводного, белкового, жирового, солевого обменов), нарушению функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Звуковые колебания могут восприниматься не только органами слуха, и непосредственно через кости черепа (так называемая костная проводимость). При действии шума очень высоких уровней (более 145 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки.

Таким образом, воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание — шумовая болезнь. Профессиональный неврит слухового нерва (шумовая болезнь) чаще всего встречается у рабочих различных отраслей машиностроения [3], текстильной промышленности и пр. Случаи заболевания встречаются у лиц, работающих на ткацких станках, с рубильными, клепальными молотками, обслуживающих прессо-штамповочное оборудование, у испытателей-мотористов и других профессиональных групп, длительно подвергающихся интенсивному шуму.

Повышенные уровни вибрации также негативно воздействуют на человека. Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение "стоя") составляют 4—6 Гц, головы относительно плеч (положение "сидя") — 25—30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6—9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений. При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

Результаты воздействия вибрации в зависимости от ее амплитуды и частоты представлены в таблице.

Таблица

Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016—0,050	40—50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051—0,100	40—50	Изменение в центральной нервной системе
0,101—0,300	50—150	Возможно заболевание
0,101—0,300	150—250	Вызывает виброболлезнь

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни.

Для регистрации и измерения для измерения уровня шума и вибрации используются специальные приборы.

Основными приборами для измерения шума являются шумомеры. В шумомере механические звуковые колебания, воспринимаемые микрофоном, преобразуются в электрические, которые усиливаются и затем, пройдя через корректирующие фильтры и выпрямитель, регистрируются стрелочным прибором. Диапазон измеряемых суммарных уровней шума обычно составляет 30—130дБ при частотных границах 20—16 000 Гц [4,7].

Вибрация измеряется приборами, основанными на механических и электрических методах. Электроизмерительные приборы обеспечивают более высокую точность измерения в широком диапазоне частот вибраций большой и малой интенсивности. Они позволяют записывать виброграммы на значительном расстоянии от объекта вибрации, что обеспечивает безопасность и удобство проведения работ по измерениям.

Внешний вид прецизионного шумомера Октава101А и виброметра общей и локальной вибрации Октава101В представлены на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид измерительной аппаратуры

Для стационарного оборудования точки измерения вибраций выбирают на рабочих местах. Датчик вибрации крепят к рабочей площадке или сиденью работающего. Локальные вибрации, передающиеся на руки при работе с ручными машинами, измеряют по виброскорости в среднегеометрических октавных полосах от 8 до 1000 Гц. Датчик вибрации крепят в местах контакта рук с вибрирующими поверхностями.

Все методы и средства снижения вибрации можно разделить на методы уменьшения вибраций в источнике, снижение вибрации на пути распространения (виброизоляторы, виб-

ромастики), методы организации условий труда, направленных на снижение вредного воздействия вибраций на работающих, средства индивидуальной защиты (СИЗ) и лечебно-профилактических мероприятий.

Основными мероприятиями по борьбе с шумом представлены на рис.2.

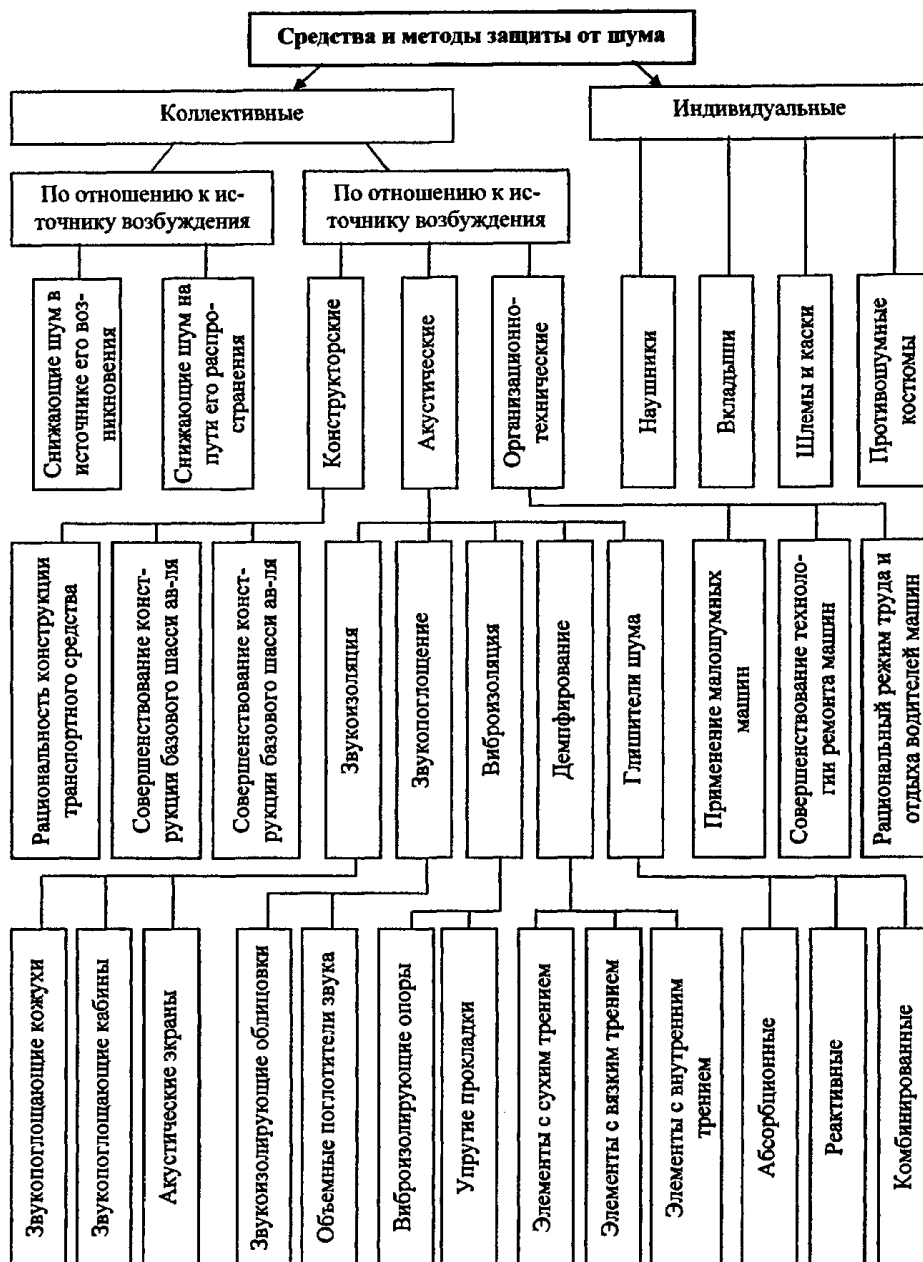


Рис. 2. Классификация средств и методов защиты от шума

В инженерной практике часто возникает необходимость выполнения динамических расчетов конструкций и сооружений с учетом их взаимодействия с окружающей средой, например, с грунтовым основанием, с жидкостями или воздухом [5]. Выполнение таких расчетов позволяет решать следующие задачи:

- Оценка уровня колебаний зданий и сооружений, находящихся вблизи мощных источников возмущений в среде, таких как взрывные работы, ударно-вибрационное технологическое оборудование (кузнечные молоты, прессы, вибраторы), работы по забивке свай, поток проходящего рядом автотранспорта;

- Определение степени виброакустического воздействия на организм человека, находящегося в зоне перечисленных источников возмущения, с учетом влияния элементов окружающей его конструкции (стен и перекрытий зданий, защитных экранов и т.п.);
- Исследование волновых процессов в элементах несущих конструкций от специальных ударных воздействий, производимых с целью обнаружения скрытых неоднородностей (арматурных стержней, пустотных полостей, трещин и т.д.) и т.п.;
- Моделирование сейсмического воздействия неоднородного грунтового основания на сооружения и коммуникации.

Метод конечных элементов является аналитической процедурой, интенсивная разработка которой велась в течение сравнительно короткого промежутка времени. Ключевая идея метода при анализе поведения конструкций заключается в следующем: сплошная среда (конструкция в целом) моделируется путем разбиения ее на области (конечные элементы), в каждой из которых поведение среды, описывается с помощью отдельного набора выбранных функций, представляющих напряжения и перемещения в указанной области. Эти наборы функций часто задаются в такой форме, чтобы удовлетворять условиям непрерывности описываемых ими характеристик во всей среде. Таким образом, если конструкция в целом неоднородна и состоит из большого количества отдельных конструктивных элементов, поведение каждого из которых описывается своим дифференциальным уравнением, то в этом случае, как правило, можно применить метод конечных элементов [1].

В основе метода конечных элементов лежит вариационный интегральный принцип Лагранжа. Суть принципа Лагранжа заключается в утверждении, что в системах, стесненных идеальными стационарными внутренними связями и находящихся под действием потенциальных сил, не зависящих явно от времени, из множества кинематически допустимых перемещений, соответствующих заданным условиям, те, которые удовлетворяют условиям равновесия, придают потенциальной энергии системы стационарное значение. Если начальное и конечное положение системы достаточно близки, то действие по Лагранжу имеет минимум для действительного движения. В связи с этим принцип Лагранжа называется также принципом наименьшего действия в форме Лагранжа, то есть одним из фундаментальных принципов механики. Согласно принципу Лагранжа, в состоянии устойчивого равновесия значение потенциальной энергии системы минимально. Из вариационного принципа Лагранжа следует, что в состоянии равновесия системы каждый из ее элементов также находится в равновесии, которое соответствует равновесному состоянию всей системы. Принцип Лагранжа устанавливает также пропорциональную связь между силами и перемещениями элементов системы. Как видно, из достаточно специализированного описания сущности принципа Лагранжа следуют простые, практически используемые положения.

Рассчитываемая система расчленяется на некоторое число отдельных элементов конечных размеров, неразрывно связанных между собой в узловых точках, для которых должен быть известен характер соотношения между перемещениями и реакциями в узлах. Таким образом, генерируется сетка из конечных элементов простой геометрической формы, которая с достаточной степенью точности аппроксимирует конкретную конструкцию.

Исследования быстропеременных процессов при помощи метода конечных элементов проводились на примере дорожного шнекороторного снегоочистителя ДЭ-210. Выбор машины обуславливался повышенным уровнем шума в кабине оператора – 83 дБА [2].

Для выполнения таких расчетов разработана программа ZVUK на основе метода конечных элементов в рамках плоской динамической задачи. Данная программа позволяет учитывать внешние кинематические воздействия, которые задаются в виде силовых и кинематических возмущений периодического или одиночного характера (для определения структурного шума), или в виде акустических источников звука (для определения воздушного шума).

Упругая среда представляется в виде прямоугольной расчетной области (РО) с заданием различных граничных условий на каждой стороне: свободный край, упругое или жесткое

закрепление на локальных участках, демпфирующие связи, гасящие отраженные волны. Эффект гашения отраженных волн позволяет на ограниченной РО моделировать расчетную схему с бесконечно удаленными границами.

Упругая среда топологической схемы представляется в виде прямоугольной расчетной области с заданием различных граничных условий на каждой стороне: свободный край, упругое или жесткое закрепление на локальных участках, демпфирующие связи, гасящие отраженные волны.

Стержневая рамная конструкция, представленная на рис. 3, топологически описывается отдельной системой макроузлов и макроэлементов, которые затем автоматически разбиваются программой на стержневые конечные элементы, причем их длина согласуется с размером конечного элемента среды.

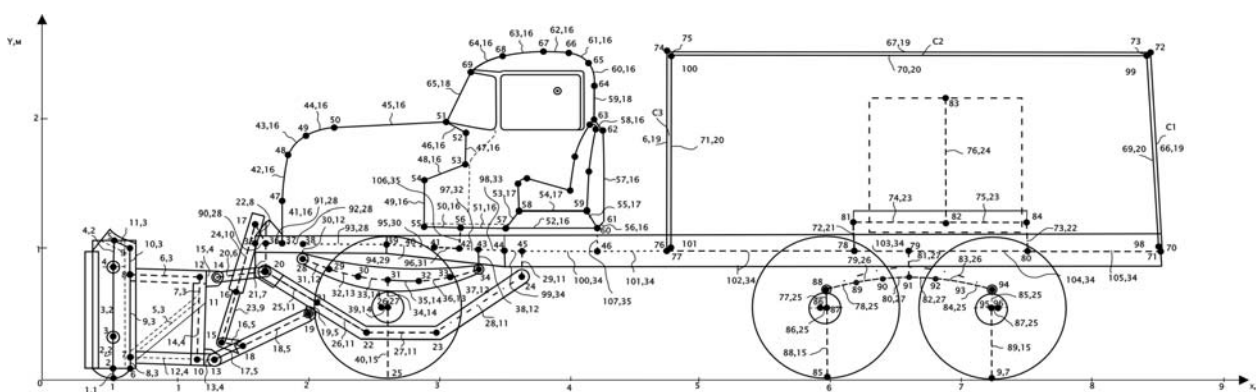


Рис. 3. Топологическая схема дорожной шнекороторной снегоочистительной машины ДЭ-210 при аппроксимации ее конечными элементами

Для оценки акустического воздействия на водителя-оператора дорожной шнекороторной снегоочистительной машины осуществлялось проведение спектрального анализа полученных спектрограмм, и последующего сравнения со значениями соответствующих величин, указанных в нормах. Следует отметить, что данные предельные значения величин указываются в октавных и 1/3-октавных полосах частот, так как интенсивность воздействия виброакустических процессов на человека в значительной мере зависит от текущего значения частоты f .

С целью снижения уровня звукового давления в кабине шнекороторного снегоочистителя, были проведены численные исследования, для чего кабина машины была капотирована звукопоглощающими конструкциями (ЗПК) [6], разработанными в научно-исследовательской лаборатории ВГАСУ [4,6]. В результате проведенного численного эксперимента удалось снизить уровень шума в кабине дорожной снегоочистительной машины до нормативных значений [2,4].

Выводы

1. Разработанная математическая модель и программный комплекс «ZVUK» позволяют проводить численные исследования быстропеременных процессов, показывая высокую степень сходимости результатов полевого и численного экспериментов.
2. Современные методы защиты от повышенных уровней воздействия шума и вибрации за счет использования математической модели позволяют намечать эффективный комплекс мероприятий для защиты от шума и вибрации не только на вновь проектируемых машинах, но и уже на существующих.

Библиографический список

1. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Дуплищев С.М., Кравченко А.А., Никитин С.А., Покачалов А.С. Методология прогнозирования виброакустических параметров тяговых машин. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 9. С. 121-124
2. Никитин С.А. Шнекороторный снегоочиститель с улучшенными виброакустическими характеристиками. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2004.
3. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А. Сравнение результатов виброакустических исследований на дорожной шнекороторной снегоочистительной машине типа ДЭ-210./ Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 223-225.
4. Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А., Труфанов М.С., Радченко И.С. Экспериментальные результаты акустических испытаний колесного погрузчика ПК 27-02./Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 125-127.
5. Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А., 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. № 1. С. 154-159.
6. 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 RU 2206458 29.03.2002.
7. Никитин С.А., Осипов А.А. Особенности проведения испытаний звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 115-117.

References

1. Ustinov Y. F., N.M. Volkov, Degtev D.N, Duplishev S.M, A.A. Kravchenko, S.A. Nikitin, A.S. Pokachalov. Methodology for predicting vibro-acoustic parameters of traction machines. News of higher educational institutions. Construction. 2003. Number 9. S. 121-124.
2. S.A.Nikitin. Loader-mount snowblower with improved vibroacoustic characteristics. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Voronezh, 2004.
3. Ustinov Y.F., Nikitin S.A., Volkov N.M., Degtev D.N. Comparison of vibroacoustic research results in screw-rotary snow remover, model DE-210./Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2010. № 1. P. 223-225.
4. Volkov N.M., Degtev D.N., Nikitin S.A., Trufanov M.S., Radchenko I.S. Experimental results of acoustic tests of wheel loader PC 27-02 / Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P. 125-127.
5. Volkov N.M., Degtev D.N., Nikitin S.A., Voropaev V.O., Voronov A.S. Numerical research of a rapidly varying vibroacoustic processes using the finite element method/ Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P. 154-159.
6. 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., Kondaurou Ju.A., Volkov N.M. SOUND-ABSORBING HONEYCOMB./ Patent 2206458, published 29.03.2002, abstract, with 6.
7. Nikitin S.A., Osipov A.A. Specificities of test operation of sound - insulating and sound absorbing materials/ Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2012. № 1. P. 115-117.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Канд. тех. наук, преподаватель

А.А. Колтаков,

Канд. тех. наук, преподаватель

А.В. Василенко,

Курсант Е.В. Широбоков,

Курсант М.В. Власов.

Россия, Воронеж, тел. 8 (920)412-27-92

E-mail: ktv602@mail.ru

Military educational scientific center of the Air Force "Military and air academy of N.E. of Zhukovsky and Yu.A. Gagarin" (Voronezh)

Kand. Sci. Tech., teacher

A.A. Koltakov

Kand. Sci. Tech., Assist. Prof., teacher

A.V. Vasilenko

Cadet E.V. Shirobokov

Cadet M.V. Vlasov

Russia, Voronezh, ph. 8 (920)412-27-92

E-mail: ktv602@mail.ru

А.А. Колтаков, А.В. Василенко, Е.В. Широбоков, М.В. Власов

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ СОСТАВА НА ОСНОВЕ ПЛАКИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

В статье представлены методика, моменты и результаты лабораторных испытаний состава на основе плакирующих компонентов для восстановления поверхностей трения плунжерных пар топливного насоса высокого давления. Оценка состояния плунжерных пар осуществляется по значению создаваемого ими давления.

Ключевые слова: плакирующий компонент, восстановительный состав, плунжерные пары, давление, лабораторная установка.

A.A. Koltakov, A.V. Vasilenko, E.V. Shirobokov, M.V. Vlasov

LABORATORY STUDIES OF THE RESTORATION PROPERTIES OF THE COMPOSITION BASED ON CLADDING COMPONENTS FOR PLUNGER PAIRS OF HIGH PRESSURE FUEL PUMPS

The article presents the methodology, moments and results of laboratory tests of the composition based on cladding components for repairing the friction surfaces of plunger pairs of a high pressure fuel pump. The state of plunger pairs is assessed according to the pressure they create.

Keywords: cladding component, reducing composition, plunger vapors, pressure, laboratory setup.

Во время эксплуатации топливной аппаратуры дизельных двигателей (ДД) изнашиваются или повреждаются поверхности деталей, в результате ухудшается процесс смесеобразования и сгорания топлива, падает его мощность, увеличивается расход топлива и т. п. [1].

Самым дорогостоящим элементом системы питания ДД является топливный насос высокого давления (ТНВД), охарактеризовать его исправность можно по значению создаваемого давления плунжерными парами. При этом, если плунжерная пара секции ТНВД развивает давление свыше 30 МПа, то такая пара является пригодной для дальнейшей эксплуатации,

если нет – то ТНВД демонтируется и направляется в ремонт, где производится замена неисправных плунжерных пар новыми [1].

Сотрудниками ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) был разработан состав на основе лакирующих компонентов для восстановления поверхностей трения плунжерных пар ТНВД. Состав необходимо добавлять в дизельное топливо (ДТ) и после одной или нескольких работок проявляется положительный эффект.

Заявленный результат был получен путем лабораторных испытаний, описанных ниже.

В ходе испытаний использовалась лабораторная установка, схема которой представлена на рисунке 1, позволяющая своим электрическим насосом (3) подавать подогретое до 80 °С ДТ к ТНВД. В ёмкость (1) V= 5 литров с ДТ добавлялся состав на основе лакирующих компонентов в количестве 1 см³ и перемешивался.

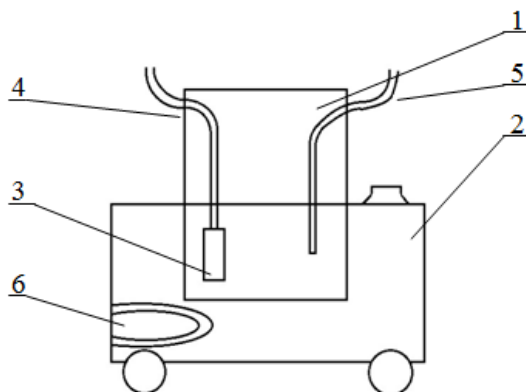


Рис. 1. Схема лабораторной установки:

1 – ёмкость с топливом; 2 – ёмкость с водой; 3 – электрический насос, 4 – нагнетательный трубопровод;
5 – сливной трубопровод (обратка); 6 – нагревательный тэн

ТНВД типа 1Д6 помещался на стенд регулировки топливной аппаратуры КИ 22205–01 УХЛ 4.2, обеспечивающий его вращение с заданной частотой, и подключался к лабораторной установке (рисунок 2).



Рис. 2. Моменты испытаний. Установка ТНВД на стенд и подключение к лабораторной установке

В качестве измерительной аппаратуры использовалось приспособление КИ-4802, соединяющееся со штуцером испытываемой секции ТНВД топливопроводом, способное измерять давление до 400 кгс/см².

Измерение давления подачи топлива каждой секции ТНВД проводилось не менее 3 раз на частотах вращения 500 и 1000 об/мин.

За время испытаний было проведено 3 приработки продолжительностью 40 минут.

Результаты, полученные в ходе испытаний, до и после каждой приработки представлены в таблицах 1 - 4.

Таблица 1

Результаты измерений до обработки

№ секции	500 об/мин			Средне	1000 об/мин			Средне
	1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа		1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа	
1	25	30	25	26,6	40	70	60	56,6
2	50	70	90	70	115	130	130	125
3	60	60	60	60	80	80	80	80
4	70	80	95	81,6	140	140	140	140
5	50	70	90	70	120	130	130	123,3
6	50	60	80	63,3	100	100	100	100

Таблица 2

Результаты измерений после 1 приработки

№ секции	500 об/мин			Средне	1000 об/мин			Средне
	1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа		1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа	
1	20	30	50	33,3	20	80	80	60
2	80	100	110	96,6	120	125	130	125
3	60	60	75	65	85	85	90	86,6
4	70	90	100	86,6	120	140	140	133,3
5	65	90	110	85	150	160	165	158,3
6	70	90	100	86,6	110	110	110	110

Таблица 3

Результаты измерений после 2 приработки

№ секции	500 об/мин			Средне	1000 об/мин			Средне
	1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа		1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа	
1	20	35	55	36,6	30	85	85	66,6
2	80	110	115	101,6	130	130	135	131,6
3	60	75	80	70	90	90	93	91
4	60	95	120	91,6	140	140	140	140
5	100	105	115	106,6	165	165	165	165
6	85	110	100	98,3	110	120	120	116,6

Таблица 4

Результаты измерений после 3 приработки

№ секции	500 об/мин			Средне,	1000 об/мин			Средне
	1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа		1 измерение, МПа	2 измерение, МПа	3 измерение, МПа	
1	55	58	60	57,6	85	93	98	92
2	90	118	120	109,3	140	150	150	146,6
3	77	85	83	81,7	100	102	103	101,6
4	110	110	120	113,3	140	140	143	143,3
5	115	115	118	116	165	170	180	171,6
6	90	115	115	106,6	135	135	140	136,6

Таблица 5

Результаты средних значений давления секций ТНВД до и после обработки составом

№ секции	500 об/мин			1000 об/мин		
	Давление до обработки МПа	Давление после обработки МПа	Результат	Давление до обработки МПа	Давление после обработки МПа	Результат
1	26,6	57,6	+117%	56,6	92	+62,5%
2	70	109,3	+56%	125	146,6	+17,3%
3	60	81,7	+36,2%	80	101,6	+27%
4	81,6	113,3	+38,8%	140	141	+0,7%
5	70	116	+65,7%	123,3	171,6	+39,2%
6	63,3	106,6	+68,4%	100	136,6	+36,6%

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 5, свидетельствует о повышении давления нагнетания всеми секциям ТНВД, особенно на низких оборотах. Однако, получить рабочие значения не удалось из-за сильного износа испытуемого ТНВД.

Выводы

Таким образом, в результате лабораторных исследований удалось установить положительный эффект применения состава на основе плакирующих компонентов для ТНВД, который объясняется формированием новых кристаллов на кристаллических решетках металлических поверхностях [2] плунжерных пар, что приводит к восстановлению их геометрических размеров и, следовательно, – повышению давления нагнетания.

При использовании восстанавливающего состава необходимо учитывать степень износа ТНВД, которая не должна превышать 30 – 40%.

Библиографический список

1. Справочник молодого слесаря по ремонту и регулировке приборов системы питания автомобилей и комбайнов: Учеб. Пособие для учащихся сел.проф.-техн.училищ. – М.: Высш.школа, 1978. – 216 с.
2. Т.И. Темников. Курс теоретических основ органической химии. – Химия, Ленинград. – 1964. –1008 с.

References

1. Handbook young mechanic for repair and adjustment of the power supply system of automobiles and combines: Studies manual for students of villages prof.-tech. schools. – M.: High school, 1978. – 216 p.
2. T. I. Temnikov. Course of the theoretical foundation of organic chemistry. – Chemistry, Leningrad. 1964. – 1008 p.

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
Канд. тех. наук, преподаватель
А.А. Колтаков
Канд. тех. наук, преподаватель
А.В. Василенко
Курсант Е.В. Широбоков
Курсант М.В. Власов
Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж)
преподаватель А.Н. Василенко
Россия, Воронеж, тел.8 (910)342-27-15
E-mail: madf.vgasu@yandex.ru*

*Military educational scientific center of the Air Force «Military and air academy of N.E. of Zhukovsky and Yu.A. Gagarin» (Voronezh)
Kand. Sci. Tech., teacher
A. A. Koltakov
Kand. Sci. Tech., Assist. Prof., teacher
A.V. Vasilenko
Cadet E.V. Shirobokov
Cadet M.V. Vlasov
Voronezh State Technical University (Voronezh)
teacher A.N. Vasilenko
Russia, Voronezh, ph. 8 (910)342-27-15
E-mail: madf.vgasu@yandex.ru*

А.А Колтаков, А.В. Василенко, Е.В. Широбоков, М.В. Власов, А.Н. Василенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА С КРУПНОГАБАРИТНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНОЙ И ГРУНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

В статье представлены результаты моделирования процесса взаимодействия колеса, оснащенного крупногабаритной пневматической шиной с грунтовой поверхностью. Для анализа была использована уточненная модель, учитывающая особенности процесса взаимодействия крупногабаритных шин. Уточненная модель позволяет учитывать особенности взаимодействия крупногабаритных шин с более высокой точностью.

Ключевые слова: колесный движитель, крупногабаритные шины, кинематика взаимодействия, тяговая характеристика, скольжение колеса.

A.A. Koltakov, A.V. Vasilenko, E.V. Shirobokov, M.V. Vlasov

MODELING OF INTERACTION OF A WHEEL WITH A LARGE PNEUMATIC TIRE AND A GROUND SURFACE

The article presents the results of modeling the process of interaction of a wheel equipped with a large pneumatic tire with a ground surface. For the analysis the refined model taking into account features of process of interaction of large-size tires was used. The refined model allows to take into account features of interaction of large-size tires with higher accuracy.

Keywords: wheeled mover, heavy tires, the kinematics of the interaction, the traction characteristic of the wheel slip.

Взаимодействие колесного движителя (КД) самоходной колесной землеройно – транспортной машины (СКЗТМ), оснащенного крупногабаритными пневматическими шинами, с деформирующейся опорной поверхностью представляет собой достаточно сложный процесс,

сопровожающийся не только взаимной деформацией опорной поверхности и пневматической шины, но и существенным проскальзыванием контактирующих тел. Применение классического подхода для решения задач подобного рода в аналитическом виде - т.н. процессов трения с износом, затруднено наличием существенных физических и геометрических нелинейностей [1,2,3,4]. Кроме того, увеличенные размеры области контакта КД, оснащенного пневматическими шинами большого диаметра (от 1,4 до 2,8 м), требуют более точного учета особенностей контактных процессов и, в частности, кинематики взаимодействия [7].

В настоящей работе для моделирования процессов взаимодействия КД с опорной деформирующейся поверхностью за основу принята модель, предложенная в работах [2,3,4,5] с уточнениями, учитывающими особенности крупногабаритных пневматических шин [7]. Одной из таких особенностей является необходимость учитывать горизонтальные смещения грунта в процессе взаимного деформирования колеса и опорной поверхностью.

При описании взаимодействия КД с грунтом обычно принимают, что преобладающим видом его деформации является вертикальное сжатие [1,5].

Результаты исследований деформаций связных грунтов под круглым штампом [1], с влажностью меньшей, либо равной $0.6\omega_m$ (ω_m - влажность на границе текучести) достаточно хорошо описываются простой зависимостью, называемой формулой Бернштейна – Летошнева

$$\sigma_c = C_i \left(\frac{z}{z_0} \right)^\mu, \quad (1)$$

где σ_c - контактное напряжение, Па;

C_i - сопротивление (коэффициент деформации) грунта (при сжатии $i=1$, при восстановлении $i=2$), на глубине Z_0 , Па/м;

μ - параметр, характеризующий изменение сопротивление грунта сжатию (восстановлению);

z - вертикальная деформация грунта, м.

Для учета различия свойств грунта при сжатии и восстановлении обычно используют два значения C_i , где $i=1$ (при сжатии), $i=2$ (при восстановлении грунта после снятия внешней нагрузки, $C_1 > C_2$).

Значение параметра μ находится в интервале (0,5...2,0) и зависит, в основном от влажности и состояния грунта [5].

Если давление на грунт изменяется в небольших пределах ($\sigma_c \cong 100...500$ кПа для плотных грунтов), то нелинейная зависимость между деформацией и нагрузкой, для большинства связных грунтов с ненарушенной структурой, может быть заменена линейной и величину μ можно принять $\mu = 1$.

Значение Z_0 обычно принимают $Z_0 = 0.01$ м и при дальнейших выводах опускают. В результате для связи деформации и нормального контактного напряжения грунта при исследовании процесса взаимодействия КД с грунтовой опорной поверхностью, в качестве первого приближения, можно использовать выражение (1) в виде

$$\sigma_c = C_i z, \quad (2)$$

Сопротивление грунта сжимающим нагрузкам, если последние не создают напряжений, превышающих предел несущей способности (предел прочности), можно оценивать модулем полной деформации E_I . При деформировании грунтового полупространства на глубину h_n круглым штампом диаметром $d_{ш}$ значение E_I определяется как [5]

$$E_I = \frac{d_{ш} \sigma_d}{h_n}, \quad (3)$$

Результаты экспериментальных исследований трехосного сжатия грунтов, приводимые в работах, свидетельствуют о том, что при рассмотрении деформаций достаточно тонкого слоя грунта ($0.1...0.2$ м), происходящих с высокой скоростью (более $0,01$ м/с), связные грунты можно рассматривать как изотропную среду. Учитывая изложенное, процесс взаимодействия КД с грунтовой деформирующейся опорной поверхностью можно рассматривать как процесс взаимодействия двух тел с изотропными свойствами. Причем для описания упругих свойств грунта использовать параметры C, μ, Z и их соотношения, применяемые для случая только вертикальной деформации грунта [1,5].

Для описания зависимости контактных напряжений на поверхности колеса с пневматической шиной, в качестве первого приближения, применяют линейную модель [5]

$$\sigma_z = K_i z,$$

где σ_{zz} - контактное напряжение, Па;

K_i - коэффициент деформации колеса с пневматической шиной ($i=1$ при сжатии, $i=2$ при восстановлении), Па/м;

Z - деформация пневматической шины, м.

Следует заметить, что нагружение пневматической шины при качении колеса носит циклический характер. Сопровождающие этот процесс деформации каркаса шины, представляющего собой оболочку из резино - кордного композита, приводят к необратимым потерям энергии, проявляющихся в виде различия упругих свойств пневматической шины при сжатии и восстановлении ее недеформированной профиля.

Для связи значений K_1 и K_2 обычно используют эмпирическую зависимость [5]

$$K_2 \approx K_1 \cdot \alpha, \quad (4)$$

где α - коэффициент, зависящий от конструкции пневматической шины и вида опорной поверхности ($\alpha = 0.8...1.0$).

Наличие двух значений K_i позволяет моделировать диссипативный характер деформации пневматической шины, связанный с рассеянием энергии внутри материала, из которого она изготовлена [2,5].

При рассмотрении кинематики качения колесного движителя с пневматической шиной по деформирующейся поверхности часто используется модель, в которой предполагается, что опорная поверхность деформируется только в направлении вектора силы тяжести, а пневматическая шина - в радиальном направлении [5].

Однако, в тех же работах приводятся результаты экспериментальных исследований, показывающие, что работа КД, практически во всех его режимах, сопровождается деформацией опорной поверхности не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлении.

Для построения модели взаимодействия КД, снабженного крупногабаритной пневматической шиной, с деформирующейся опорной поверхностью в настоящей работе предлагается использовать модель колеса, описанную в работах [2,3,4,5], а для учета горизонтальной составляющей скорости деформации опорной поверхности - использовать допущение о том, что поверхность деформируется в направлении нормали к поверхности контакта.

На рис.2.1 представлена кинематическая схема взаимодействия колесного движителя с деформирующейся опорной поверхностью.

Как и для всякой идеализированной модели, предназначенной для анализа только основных физических процессов, происходящих при взаимодействии КД с деформирующейся опорной поверхностью, при построении уточненной модели были приняты следующие допущения, большинство из которых использовалось ранее [5]:

– колесо движется с постоянной линейной скоростью $V_{кд}$ по прямолинейной траектории, и на него не действуют боковые силы - т.е. рассматривается режим установившегося движения и при анализе можно пренебречь наличием неголономных связей;

– колесо движется с постоянной угловой скоростью ω_k - т.е. работа КД рассматривается без связи с характеристиками двигателя и трансмиссии;

– пневматическая шина деформируется в радиальном направлении, причем только те ее элементы, которые находятся в пределах области контакта nm (см. рис.1);

– колесо с пневматической шиной представлено: вне области контакта - в виде цилиндра шириной B_{II} с радиусом r_0 , в области контакта - сопряженными цилиндрами с радиусами R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$), центры которых располагаются на вертикальной оси, проходящей через центр вращения колеса. Значения этих радиусов могут быть определены по приближенным выражениям [4, 5]

$$R_1 = r_0 \left(1 + \frac{\lambda}{h_n} \right), \quad (6)$$

$$R_2 = r_0 \left(1 + \frac{\lambda}{h_y} \right), \quad (7)$$

где: r_0 - радиус недеформированного профиля пневматической шины;

λ - нормальная деформация шины;

h_{II} и h_y - соответственно полная и упругая составляющие деформации опорной поверхности;

– радиальная деформация пневматической шины не превышает критического значения - т.е. $Z_{ук} \geq Z_{uc}$ [5];

– грунт деформируется в направлении нормали к поверхности контакта [3,4,5].

В дальнейшем, модель, предложенную в работах [2,3,4,5,6] будем называть - "существующей".

Следует заметить, что уравнение линии контакта в центральном продольном сечении колеса может быть получено аналитически, на основании решения контактной задачи, исходя из законов деформации опорной поверхности и пневматической шины, как это было показано в работах [3,4,].

Решение задачи с использованием нелинейного закона деформации опорной поверхности становится громоздким и, как показывает анализ, полученное уравнение линии контакта несущественно отличается от принятых приближений. Рассматривая точки контакта колеса ξ и опорной поверхности с продольной координатой x (см.рис. 1) и применяя метод обрщенного движения можно записать выражения для определения:

- коэффициента проскальзывания:

$$\theta_{\xi} = \theta_0 \cdot \frac{\left[1 + \left(\frac{R_i}{r} - 1 \right) \cdot \frac{x^2}{R_i r} \right]}{\left(1 - \frac{x^2}{2R_i^2} \right) \cdot \left[1 + \left(\frac{R_i}{r} - 1 \right) \cdot \frac{x^2}{2R_i^2} \right]}, \quad (8)$$

- горизонтальной составляющей скорости деформации опорной поверхности:

$$V_{5\xi} = V_{кд} \cdot \sin^2 \beta_i \cong V_{кд} \cdot \frac{x^2}{R_i^2}, \quad (9)$$

Для сравнительной оценки полученных результатов была проведена численная реализация зависимостей (8) и (9) и аналогичных им зависимостей из работ [2,3,4,5] для колесного движителя с пневматической шиной размером 37.5-39, движущегося по деформирующейся

опорной поверхности, при использовании существующей и уточненной моделей взаимодействия КД: $V_{KD}=1.0$ м/с, $R_1=1.5$ м, $R_2=2.5$ м, $r_o=1.3$ м, $\lambda=0.1$ м, $h_{II}=0.1$ м.

Применение уточненной модели взаимодействия КД позволяет проанализировать поведение величины скорости горизонтальной деформации опорной поверхности $V_{5\xi}$ при качении КД с КГШ по деформирующейся поверхности.

На рис.2. Представлена зависимость скорости горизонтальной деформации опорной поверхности $V_{5\xi}$ от продольной координаты контакта x при качении КД с пневматической шиной по деформирующейся опорной поверхности полученная путем численной реализации выражения (9) при значениях, соответствующих параметрам колесного движителя с пневматической шиной размером 37,5-39: $V_{KD}=1.0$ м/с, $R_1=1.5$ м, $R_2=2.5$ м, $r_o=1.3$ м, $\lambda=0.1$ м, $h_{II}=0.1$ м.

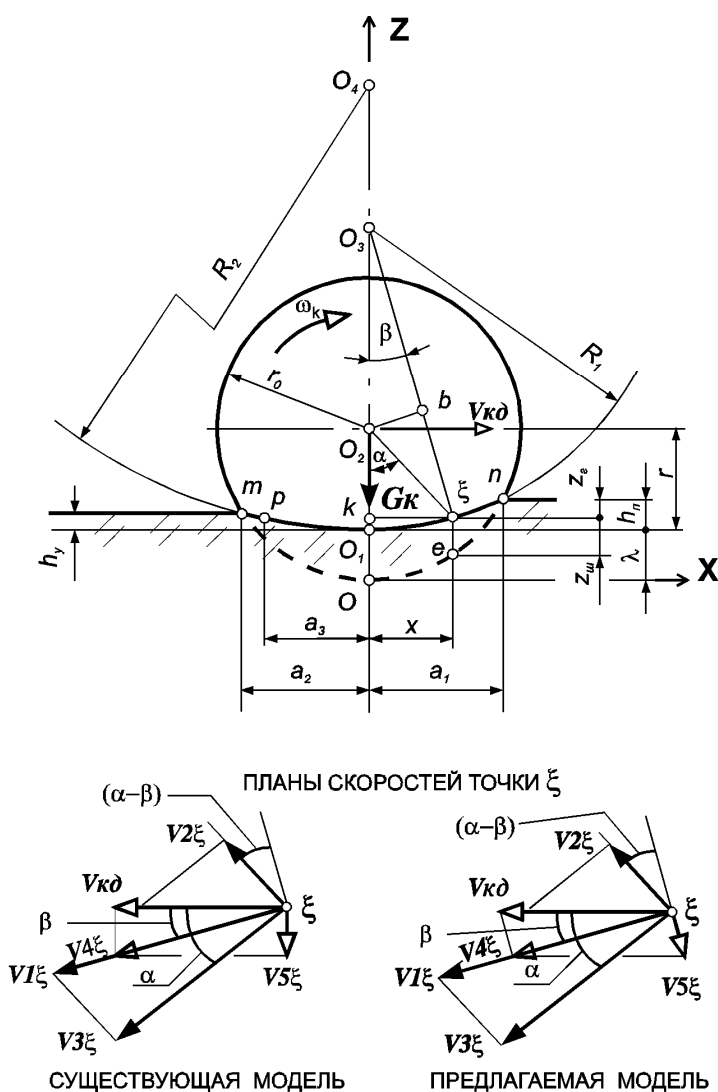


Рис. 1. Кинематическая схема взаимодействия колесного движителя с деформирующейся опорной поверхностью

Используя выражение (8) для определения скорости относительного проскальзывания произвольной точки контакта ξ , можно определить величину смещения этой точки в процессе ее проскальзывания относительно опорной поверхности, принимая за начало ее смещения точку начала контакта в зоне загрузки, иными словами определить величину пути проскальзывания этой точки $S_{II\xi}$.

$$S_{n\xi} = \theta_o \cdot \frac{r\sqrt{2(R_i/r - l)}}{(1 - r/R_i)} \left(1 - \frac{2R_i}{r}\right) \times \left(\operatorname{Arctg}\left(\frac{a_l\sqrt{2(R_i/r - l)}}{2R_i}\right) - \operatorname{Arctg}\left(\frac{x\sqrt{2(R_i/r - l)}}{2R_i}\right) \right) + \left(\frac{2\theta_o R_i}{r} - l\right)(a_l - x) + \frac{l}{6R_i^2}(a_l^3 - x^3) \quad (10)$$

На рис.3 представлена зависимость пути проскальзывания элементов протектора $S_{n\xi}$ от продольной координаты контакта x , при качении колесного движителя с пневматической шиной по деформирующейся опорной поверхности, при различных значениях θ_o и для различных взаимодействия КД.

Сравнительный анализ полученных зависимостей свидетельствует о более интенсивном характере проскальзывания элементов протектора для случая использования уточненной модели взаимодействия КД. При этом качественный характер зависимостей сохраняется, а абсолютная величина $S_{n\xi}$, в случае применения уточненной модели увеличивается, в зависимости от продольной координаты рассматриваемой точки контакта и величины θ_o , от 0 до 13...15%.

Как уже отмечалось ранее, для работы СКЗТМ наиболее характерен тяговый режим, при котором КД - один из основных структурных элементов ходового оборудования СКЗТМ, осуществляет преобразование крутящего момента в силу тяги, затрачиваемую на преодоление сил сопротивления, а также на поступательное движение машины.

Внешние силы и моменты, приложенные к КД, уравниваются равнодействующей от контактных напряжений, возникающих в области взаимодействия КД с опорной поверхностью [5,6].

Величина и характер распределения контактных напряжений, а следовательно, и форма контактной поверхности, определяются величиной и направленностью внешних нагрузок.

Рассмотрение процесса проскальзывания КД позволяет установить одну из основных характеристик работы КД - зависимость силы тяги от коэффициента проскальзывания ЦОТ.

В дополнение к допущениям, сделанным ранее, процесс взаимодействия КД с деформирующейся опорной поверхностью будем рассматривать без учета уширения колеи за счет деформации боковин пневматической шины. Кроме этого, будем считать, что величина контактных напряжений в любой точке поперечного сечения, проходящего через ось вращения колеса одинакова - т.е. не зависит от поперечной координаты.

Эти допущения аналогичны принятым в работах [4,5,6] и для КД СКЗТМ достаточно хорошо согласуются с результатами экспериментальных исследований.

Рассмотрим равновесие КД, совершающего прямолинейное поступательное движение с постоянной линейной скоростью $V_{КД}$, к которому приложены внешние силы - T , G_k и крутящий момент M_k . Действие этих сил и момента уравнивается силами реакции опорной поверхности, возникающими в области контакта колесного движителя (см.рис.4).

Для определения этих сил выберем точку на поверхности протектора пневматической шины ξ с координатой x , расположенную на элементарном участке области контакта длиной dS и шириной B_{Π} . Тогда величину вектора элементарной силы нормального давления $d\vec{N}$ и вектора элементарной силы трения $d\vec{F}$ можно определить как:

$$dN = B_n \sigma \cdot dS = \frac{B_n \sigma \cdot dx}{\cos \beta_i},$$

$$dF = \mu \cdot dN = \mu \cdot B_n \sigma \cdot dS = \frac{\mu \cdot B_n \sigma \cdot dx}{\cos \beta_i}.$$

Далее, используя методические положения, предложенные в работах [3,4,5,6] можно записать условия равновесия КД, движущегося с постоянной линейной скоростью (т.е. $V_{КД}, \theta_0 = const$), (см.рис.2.5) могут быть записаны в виде системы уравнений

$$\sum Z = G_K - \int_{-a_3}^{a_1} (dR_N \pm |dR_F|) = 0, \quad (11)$$

$$\sum X = T - \int_{-a_3}^{a_1} (dT_N \pm |dT_F|) = 0, \quad (12)$$

$$\sum M_{O_2} = M_K - \int_{-a_3}^{a_1} [O_2 b \cdot dN \pm \xi b \cdot dF] = 0, \quad (13)$$

где: $\sum Z$ - сумма проекций действующих сил на ось Z ;
 $\sum X$ - сумма проекций действующих сил на ось X ;
 $\sum M_{O_2}$ - сумма моментов действующих сил относительно точки O_2 (см.рис.2.5).

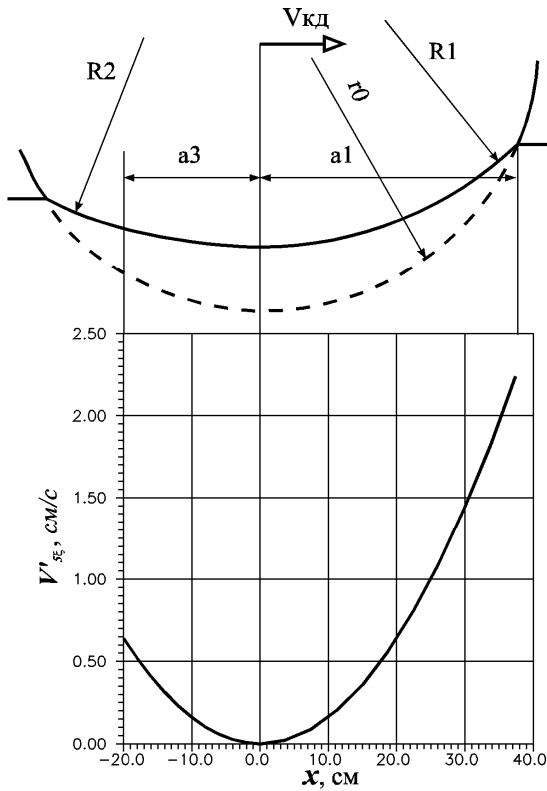


Рис. 2. Зависимость скорости горизонтальной деформации опорной поверхности $V'_{5\xi}$ от продольной координаты контакта x при качении КД с пневматической шиной по деформирующейся опорной поверхности

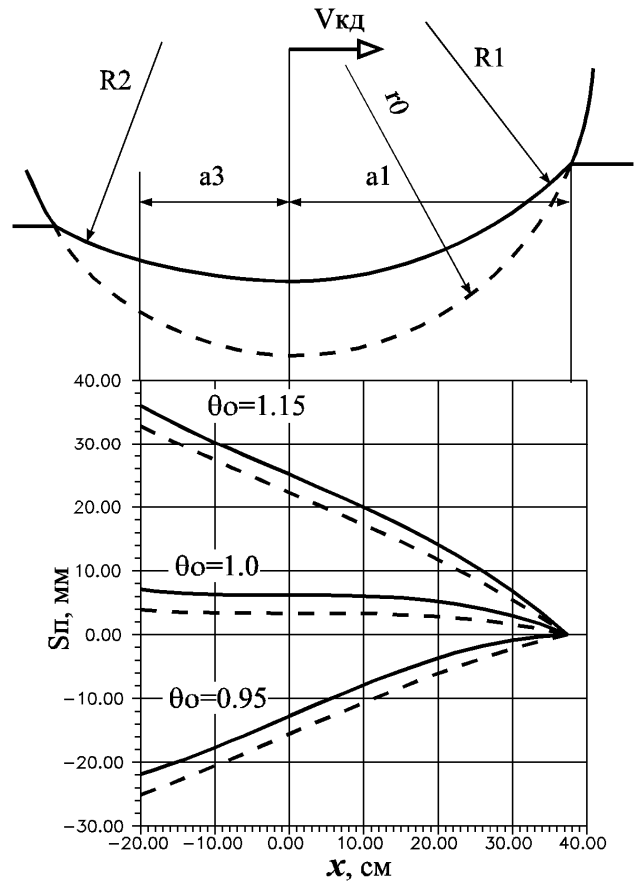


Рис. 3. Зависимость пути проскальзывания элементов протектора $S_{\Pi\xi}$ от продольной координаты контакта x , при качении колесного движителя с пневматической шиной по деформирующейся опорной поверхности при различных значениях θ_0 и для различных моделей взаимодействия КД: — существующая; — уточненная

$$G_K = \frac{B_n}{2r_O} \left[\int_{-a_3}^{a_l} \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot (a_i^2 - x^2) \cdot dx \pm \int_{-a_3}^{a_l} \mu(\sigma, x) \cdot \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot \frac{(a_i^2 - x^2)}{\sqrt{R_i^2 - x^2}} \cdot x \cdot dx \right], \quad (14)$$

где знак "+" используется для случая $\theta_\xi \geq 1$, а знак "-" - для случая $\theta_\xi < 1$.

$$T = \frac{B_n}{2r_O} \left[\int_{-a_3}^{a_l} \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot \frac{(a_i^2 - x^2)}{\sqrt{R_i^2 - x^2}} \cdot x \cdot dx \pm \int_{-a_3}^{a_l} \mu(\sigma, x) \cdot \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot (a_i^2 - x^2) \cdot dx \right], \quad (15)$$

$$M_K = \frac{B_n}{2r_O} \left[\int_{-a_3}^{a_l} (R_i - r) \cdot \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot \frac{(a_i^2 - x^2)}{\sqrt{R_i^2 - x^2}} \cdot x \cdot dx \pm \int_{-a_3}^{a_l} \mu(\sigma, x) \cdot \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot \sqrt{R_i^2 - x^2} \cdot (a_i^2 - x^2) \cdot dx \mp \int_{-a_3}^{a_l} \mu(\sigma, x) \cdot (R_i - r) \cdot \left(\frac{C_i K_i}{C_i + K_i} \right) \cdot (a_i^2 - x^2) \cdot dx \right], \quad (16)$$

Таким образом, применение выражений (11...15) позволяет определить характеристику скольжения КД.

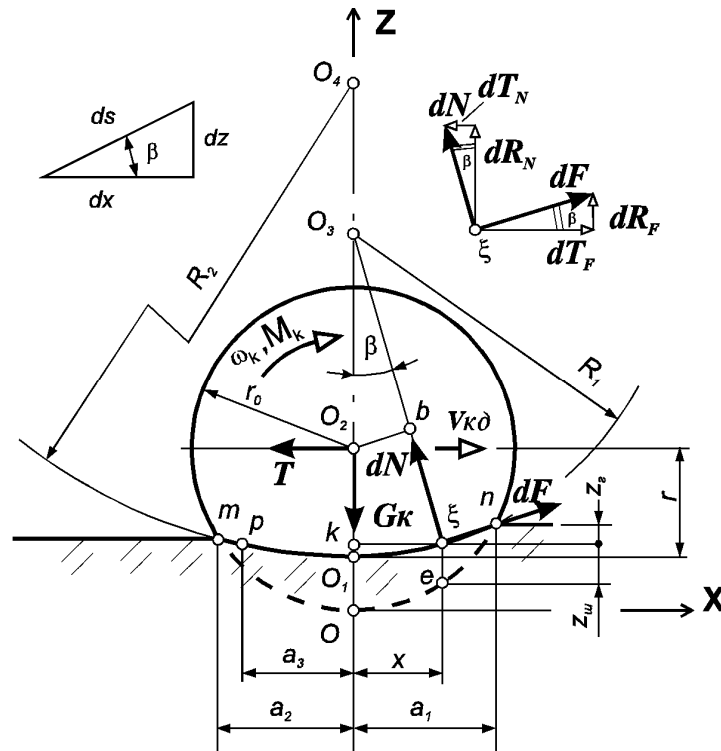


Рис. 4. Схема взаимодействия колесного движителя, оснащенного пневматической шиной, с деформирующей опорной поверхностью

На рис.5 представлены зависимости относительной силы тяги $\psi = T/G_K$ КД с пневматической шиной от коэффициента проскальзывания ЦОТ θ_0 при качении на плотном грунте, для различных моделей взаимодействия. Зависимости получены с использованием выражений (11...16) и выражений, предложенных в работе [5], при исходных данных, соответствующих параметрам шины 37,5-39: $G_k=244$ кН, $r_o=1,27$ м, $B_n=0,95$ м, $p_w=0,2$ МПа, $E_{ш}=2,2$ МН/м и параметрам грунта с модулем полной деформации $E_1 \geq 7,0$ МПа.

Анализ зависимостей показывает, что применение уточненной модели практически не оказывает влияния на качественный характер зависимости скольжения и величину коэффициента сцепления КД ($\varphi_{\max} = 0.566$ при $\theta_o = 100$ для обеих моделей).

Применение уточненной модели приводит к заметному увеличению ψ , по сравнению с существующей, в диапазоне изменения $\theta_o = (0.7...1.9)$.

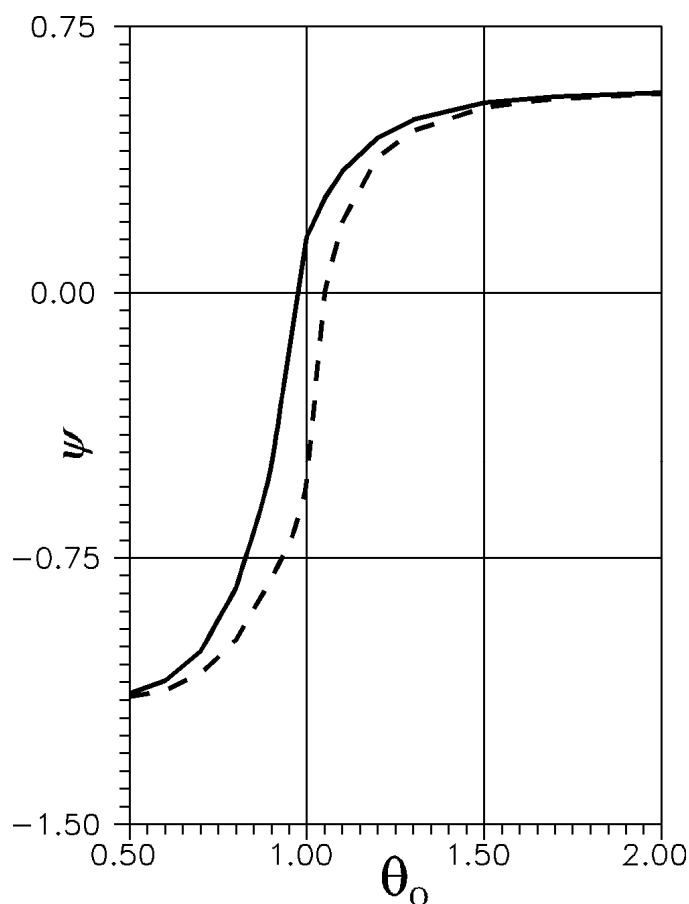


Рис. 5. Зависимости относительной силы тяги $\psi = T/G_K$ КД с пневматической шиной от коэффициента проскальзывания ЦОТ θ_o при качении на плотном грунте, для различных моделей взаимодействия: — существующая; — уточненная

В указанном диапазоне величина ψ увеличивается, по сравнению с значениями ψ , полученными при использовании существующей модели, в среднем, на 2...70%, причем наибольшее различие значений ψ наблюдается в области $\theta_o \approx 1.0$.

Выводы

Применение уточненной модели взаимодействия колеса, оснащенного крупногабаритной пневматической шиной позволяет более полно учитывать процессы его взаимодействия с грунтовой поверхностью для моделирования работы колеса в тяговом режиме.

Численная реализация уточненной модели взаимодействия колеса показала, что за счет учета горизонтальной составляющей скорости деформации грунта в продольном направлении контакта приводит к более интенсивному характеру буксования колеса в тяговом режиме.

Библиографический список

1. Бабков В.Ф. Безрук В.М. Основы грунтоведения и механики грунтов. -М.: Высш. шк., 1976.-243 с.
2. Зимелев Г.В. Теория автомобиля. -М.: Машгиз, 1959.-312 с.
3. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины. -М.: Автотрансиздат,1960.-229 с.
4. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: Учеб. для студентов машиностр. спец. вузов. -2-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1990.- 352 с., ил.
5. Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин: теория и расчет. -М.: Машиностроение, 1982.-279 с.
6. Чудаков Е.А. Качение автомобильного колеса. -М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948.-200 с.
7. Василенко А.В., Колтаков А.А., Васильев А.С. Особенности взаимодействия крупногабаритной пневматической шины с грунтовой поверхностью //Высокие технологии в строительстве, 2018, №2, с.107-114.

References

1. Babkov V. F. Bezruk V. M. Fundamentals of soil science and soil mechanics. -M.: Higher. SHK., 1976.-243 C.
2. Shmelev G. V. Theory of the car. -M.: Mashgiz, 1959.-312 PP.
3. Knoroz V. I. the Work of a car tire. -M.: Autotransmit,1960.-229 C.
4. Smirnov G. A. Theory of the motion of wheeled vehicles: Textbook. for students of the region.. spets. higher educational. -2nd ed., pererab. I DOP.- M.: mechanical engineering, 1990.- 352 p., Il.
5. Ulyanov N. Ah. Wheel propellers of construction and road machines: theory and calculation. -Moscow: Mechanical Engineering, 1982.-279 p.
6. Chudakov E. A., the Rolling of car wheels. -M.-L.: Publishing house of the USSR, 1948.- 200 PP.
- 7.Vasilenko A.V., Koltakov A. A., Vasilyev A. S. Features of interaction of large-size pneumatic tire with a ground surface //High technologies in construction, 2018, №2, с.107-114.

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;

Магистранты кафедры строительной техники и инженерной механики

В.В. Мохнатов, М.В. Калашников

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-16-44

e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru

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. Shchienko;

Undergraduates of the pulpit of the chair of building technique and mechanics engineering

V.V. Mokhnatov, M.V. Kalashnikov

Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44

e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru

Н.П. Куприн, А.Н. Щиенко, В.В. Мохнатов, М.В. Калашников

СТЕНД ДЛЯ ПРОМЫВКИ МАСЛЯНЫХ КАНАЛОВ В БЛОКЕ ЦИЛИНДРОВ

Теоретические основы конструкций для промывки масляных каналов используемых в мастерских и их модернизация. Дальнейшие направления научных работ с целью составления оптимальной ремонтно-эксплуатационной базы с использованием и оснащением всеми необходимыми инструментом, оборудованием и т.д.

Ключевые слова: ремонтно-эксплуатационная база, стенд для промывки масляных каналов.

N.P Kuprin, A.N. Shchienko, V.V. Mokhnatov, M.V. Kalashnikov

STAND FOR FLUSHING OIL PASSAGES IN ENGINE BLOCK

Theoretical basis of stands used in workshops and their modernization. Further directions of scientific work in order to compile the optimal repair and maintenance base with the use and equipment of all necessary tools, equipment, etc.

Key words: maintenance, stand for flushing oil passages.

Постоянная потребность использования строительных машин в нуждах города и различных предприятий, приводит к износу и поломкам данной техники. Дабы не допустить полного вывода из строя оборудования, следует внимательно следить за техническим состоянием эксплуатируемой машины. Для этого необходимо использовать хорошо организованную, ремонтно-эксплуатационную базу.

Эффективное использование техники возможно только при четкой организации работ по ее техническому обслуживанию и ремонту. Однако, как показывает практика, в последнее время эффективность и качество транспортного обслуживания не отвечает современным требованиям. В первую очередь это обусловлено наличием больших объемов морально устаревших и физически-изношенных машин, инструментов и оборудования. Такая ситуация сложилась из-за того, что наличие в организации изношенной техники влечет за собой уменьшение выработки и рост затрат на механизацию работ. Из-за постоянного накопления

физического и морального износа, машины эксплуатируются менее интенсивно по причине отсутствия потребности в них, потому они не вырабатывают свой ресурс за нормативный срок службы и по техническому состоянию продолжают находиться в составе парка машин.

Одним из способов решения данной проблемы является модернизация технологических процессов, оборудования и установленных конструкций в современных мастерских.

Анализ существующих конструкций

Стенд для промывки масляных каналов ОМКД-10

1. Установка разработана и изготовлена для промывки масляных каналов в блоке цилиндров двигателя ГАЗ-53А и ЗИЛ-130 рис. 1. Установка — проходная, однокамерная, с ванной для моющей жидкости, основана на рециркуляционном методе промывки.

Моечная камера изготовлена сваркой из листовой стали и уголка. Камера установлена на основании, сваренном из швеллера. На этом же основании смонтирована насосная установка. Снаружи камеры на боковой стенке крепится аппаратура контроля и управления процессом мойки.

Техническая характеристика

Тип	проходная, однокамерная
Способ мойки	рециркуляционный
Моющая жидкость	ДС-РАС
Температура жидкости, °С	80...90
Нагревательное устройство	НВ—4,87.5
Вместимость ванны, л	700
Подача деталей	ручная, на приспособлении по рольгангу
Высота рольганга от пола, мм	.800
Насосная установка:	
насос центробежный, тип	ЗК-9
производительность, м ³ /ч	35
напор, мм вод. ст.	22
электродвигатель, тип	АО2-42-2
мощность, кет	7,5
скорость вращения, об/мин	2910
Суммарная мощность установки, кет	22,5
Контрольные приборы:	
дистанционный термометр, тип	УТ-200
манометр (пределы измерения), кг, см ¹	0-^5
тепловое реле, тип	ТР-200
(пределы измерения), ° С	0...200
Время промывки каналов блока, мин	15...20
Габаритные размеры, мм:	
длина	2670
ширина	1700
высота	2275
Вес, кг 0	869,5

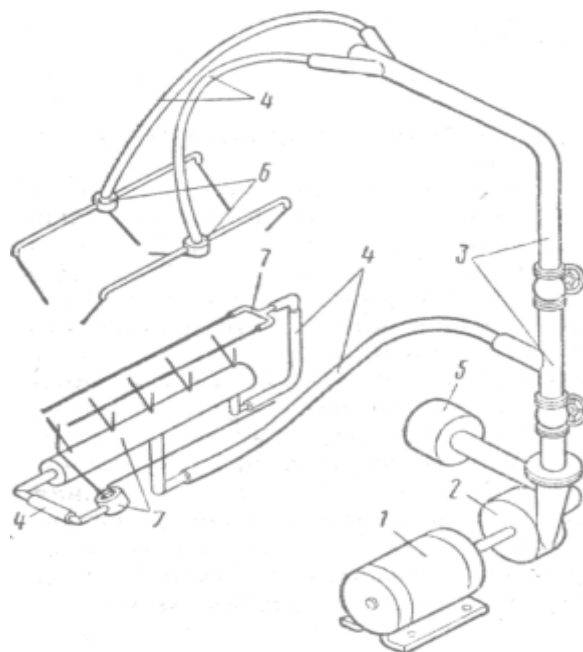


Рис. 1. Схема устройства установки для промывки масляных каналов в блоке цилиндров двигателя ЗИЛ-130:

1-электродвигатель; 2-центробежный насос; 3-магистраль; 4-гибкий шланг; 5-вентиль; 6-верхнее приспособление; 7-основное приспособление

Заодно с моечной камерой изготовлена из листовой стали и уголка ванна для моющей жидкости. Ванна — с двойными стенками, пространство между которыми заполнено листовым асбестом для создания теплоизоляционного слоя. В дне ванны установлена сливная труба.

В переднюю часть ванны вмонтированы два трубчатых электронагревателя.

В верхней части камеры расположено вытяжное устройство с дроссель-клапаном для очистки камеры от газов и паров, образующихся в процессе промывки.

Моющая жидкость подается к масляным каналам под давлением, создаваемым центробежным насосом 2.

Насос приводится в движение электродвигателем 1. Моющая жидкость поступает в насос через сетчатый фильтр 3 из заборной части ванны.

По трубопроводу с вентилями 5 через гибкие шланги 4 моющая жидкость попадает к верхнему приспособлению 6, предназначенному для раздачи моющей жидкости в каналы блока, выходящие на плоскость разъема головки с блоком и к основному приспособлению 7, предназначенному для раздачи моющей жидкости в магистральные каналы блока цилиндров, а также для фиксации блока на рольганге (рисунок 4.3).

Рольганг служит для транспортировки блока цилиндров в моечную камеру и представляет собой сварную раму с роликами, которая устанавливается на два основания. Основания позволяют регулировать высоту рольганга,

Порядок работы на установке следующий. Рабочий включает электронагреватель и нагревает моющую жидкость до температуры 90° С. Затем он устанавливает блок цилиндров на основное приспособление и закрепляет два верхних приспособления. После этого рабочий поднимает двери камеры, задвигает по рольгангу приспособление вместе с блоком внутрь камеры и опускает двери.

Достоинства - малые габариты узлов, простота использования, низкие затраты на изготовление.

Недостатки - недолговечность некоторых узлов, долгая настройка стенда.

Предлагаемый стенд для промывки масляных каналов в блоке цилиндров

Модернизируемый стенд рис.2 предназначен для промывки масляных каналов блока цилиндров двигателя от смолистых отложений, стружки, абразивов и других загрязнений.

Корпус 1 установки сварен из металлического проката и обшит стальным листом. Внутри корпуса имеется емкость 12 для дизельного топлива, гидропульсирующая установка, пневмоцилиндр с системой рычагов и фильтры 11. На передней панели размещен пульт управления 3.

Гидропульсирующая установка 2 создает пульсирующий поток жидкости и состоит из двух воздушно-гидравлических аккумуляторов, дифференциального и редукционного клапанов и насоса.

При работе насоса жидкость поступает одновременно в оба воздушно-гидравлических аккумулятора. В один непосредственно, в другой через редукционный клапан, отрегулированный на 50 кг/см^2 .

Жидкость из обоих аккумуляторов подводится к дифференциальному клапану по разные стороны иглы клапана. Игла клапана срабатывает при значительном превышении давления, созданного в аккумуляторе сжатым воздухом и насосом.

Происходит импульс жидкости, который подводится к центральному масляному каналу блока и через скалку 4 — к опорам коленчатого вала.

Отработавшая жидкость стекает через фильтры в емкость.

При работе блок цилиндров накрыт крышкой 7, при открытой крышке насос отключается.

Работа установки: блок цилиндров с помощью поворотного пневмокрana 6 устанавливается на подставку 8 и вкатывается по рольгангу 10 до упора в торцовую стенку 5, при этом штуцера подачи жидкости войдут в отверстия центрального масляного канала, а скалка в коренные подшипники. С помощью пневмоцилиндра 13 и рычагов 9 производится зажим блока. Краном управления закрывается крышка и одновременно включается насосная установка. Отключение установки производится автоматически

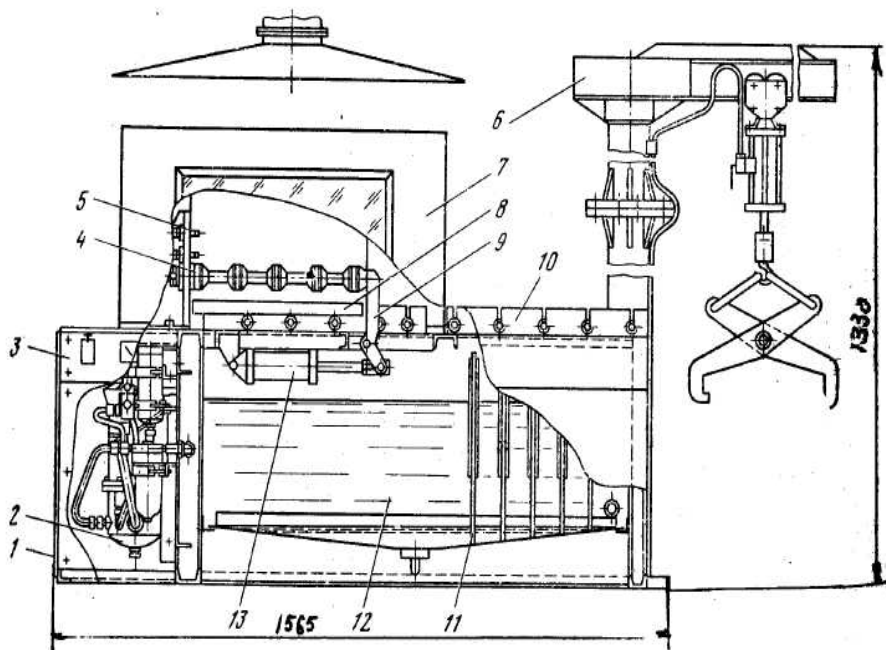


Рис. 2. Стенд для промывки масляных каналов блоков двигателей:

1- корпус, 2 – гидропульсирующая установка, 3 – пульт управления, 4 – скалка, 5 – стенка, 6 – поворотный пневмокран, 7 – крышка, 8 – подставка, 9 – рычаг, 10 – рольганг, 11 – фильтр, 12 – емкость, 13 – пневмоцилиндр

Основные характеристики стенда

Тип установки	стационарная	тупиковая
Принцип действия		промывка пульсирующей струей
Моечная жидкость		дизельное топливо
Подача жидкости		насосом П2-23
производительность, л/мин		50
давление, кгс/см ²		65
Электродвигатель		ВА051-4
мощность, кВт		7,5
частота вращения вала, об/мин		1450
Вентиляция		принудительная
Прижим блока		пневматический
Рабочее давление импульса, кг/см ²		50
Число импульсов, им/мин		12...15
Время промывки, мин		8...10
Масса, кг		1200

Предлагаемое устройство рис. 3 предназначено для промывки масляных каналов шатунов. Для использования устройства следует установить вместо скалки стенда. Способ действия аналогичен.

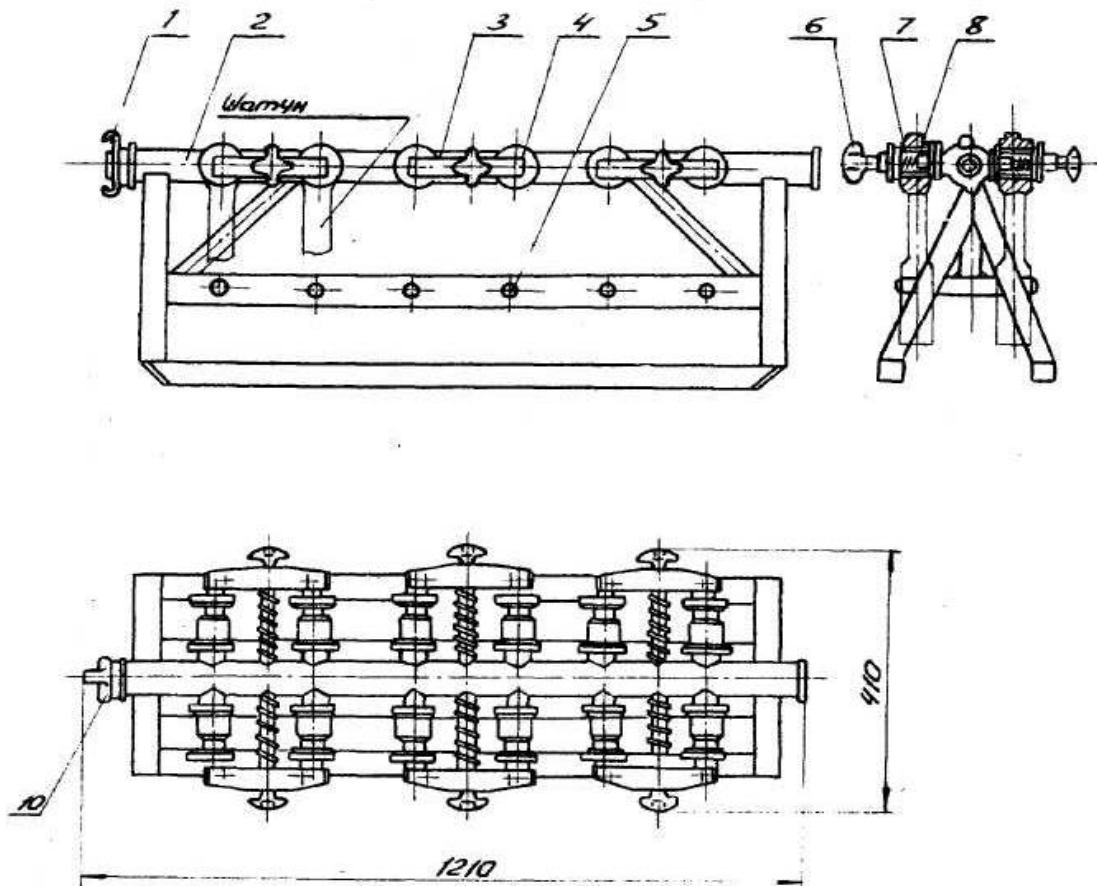


Рис. 3. Устройство для промывки масляных каналов шатунов:

1 – каркас, 2 – рукоятка, 3 – коромысло, 4 – прижим, 5, 6 – прокладка, 7 – пружина, 8 – штифт, 9 – ерш, 10 – головка соединительная

Достоинства - высокая производительность, универсальность, большая экономия времени.

Недостатки - Трудоемкость обслуживания, большие габариты и масса, высокая цена станда.

Библиографический список

1. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.Н.Малова.- М.: Машиностроение, 1973.-Т.2, 588 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.Г.Косиловой, К.Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985.-Т.2, 656 с.

References

1. Handbook of mechanical engineer / ed. A. N. Malova. Mmm.: Mechanical engineering, 1973.-Vol. 2, 588 p.

2. Reference technologist-mechanical engineer / edited by A. G. Cocilovo, K. Meshcheryakova.- Moscow: Mechanical Engineering, 1985.-Vol. 2, 656 p.

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;

Магистранты кафедры строительной техники и инженерной механики
В.В Мохнатов, М.В. Калашников
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru

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. Shchienko;

Undergraduates of the pulpit of the chair of building technique and mechanics engineering
V.V. Mokhnatov, M.V. Kalashnikov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru

Н.П. Куприн, А.Н. Щиенко, В.В. Мохнатов, М.В. Калашников

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЦИЛИНДР С ФИКСИРОВАННЫМ ХОДОМ ШТОКА

Рассмотрены вопросы повышения производительности, снижения энергетических затрат и утомляемости оператора путем установки гидроцилиндров с фиксированным ходом поршня в конструкцию механизма подъема стрелы погрузчика.

Ключевые слова: строительные и дорожные машины, погрузочное оборудование, механизм подъема стрелы погрузчика, гидравлический цилиндр.

N.P Kuprin, A.N. Shchienko, V.V. Mokhnatov, M.V. Kalashnikov

HYDRAULIC CYLINDER WITH FIXED STOCK PROCESS

The issues of increasing productivity, reducing energy costs and operator fatigue by installing hydraulic cylinders with a fixed piston stroke in the design of the mechanism for lifting the loader arm are considered.

Key words: construction and road machines, loading equipment, loader boom lifting mechanism, hydraulic cylinder.

При выполнении различных погрузочно-разгрузочных работ на строительных площадках и в складских помещениях, выполнения монтажных операций в строительстве применяют специальные машины, обладающие наименьшими технико-экономическими показателями. К таким машинам можно отнести экскаваторы, различные виды погрузчиков, автомобильных кранов и другие строительные и дорожные машины. Управление рабочим оборудованием вышеперечисленных машин – гидравлическое. Как правило, технологический цикл этих машин однообразен и повторяющийся в определенных условиях.

В качестве примера - для погрузочно-разгрузочных работ и для перемещения на малые расстояния сыпучих и кусковых материалов применяют фронтальные ковшовые погрузчики на колесном или гусеничном ходу. Погрузочное оборудование монтируется на шасси тягачей с мощностью двигателей 30...500 кВт, соответственно их грузоподъемность 0,5...15,0 т при высоте разгрузки 2,8...5,5 м. Данные машины обеспечивают погрузку строительного материала в автомобили, имеющие различную высоту бортов. В таблице приведены параметры автомобилей-самосвалов.

Таблица

Параметры автомобилей-самосвалов

Автомобили	Высота кузова самосвала (мм)	Автомобили	Высота кузова самосвала (мм)
САЗ-3502	2410	САЗ-3503	2150
САЗ-3504	2150	ЗИЛ-ММЗ-4502	2350
ГАЗ-САЗ-53Б	2215	КамАЗ-5511	2700
ЗИЛ-ММЗ-555	2350	МАЗ-5549	2720
ЗИЛ-ММЗ-554М	2350	КрАЗ-256 Б1	2800

Оснащение парка строительных машин современными одноковшовыми фронтальными погрузчиками и улучшение их использования позволяет повысить уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ в строительстве, обеспечить выполнение заданий по комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ. Для повышения производительности, снижения энергетических затрат и утомляемости оператора есть необходимость в конструкцию механизма подъема стрелы погрузчика установить гидроцилиндры с фиксированным ходом поршня, которые автоматически будут ограничивать высоту подъема ковша под выбранную марку машин.

Изучив техническую литературу и проведя патентный поиск, следует отметить несколько предложений по регулированию хода штока поршня гидроцилиндра:

1. Известна система управления рабочим оборудованием гидравлического фронтального погрузчика, содержащая датчик положения стрелы, двуплечий рычаг, связанный с гидрораспределителем и дополнительной гидравлической магистралью, в которую включены гидродатчик и гидроприемник со штоковой и поршневые полости, причем в магистраль, сквозные штоковые полости гидродатчика и гидроприемника подключен гидропневмоаккумулятор. Эта система позволяет использовать усилие гидроцилиндра слежения за положением ковша для подъема стрелы. Известен цилиндр, в котором с целью определения положения штока предусмотрены вставки из ферромагнитного материала, вблизи в отверстия цилиндра для поршневого штока предусмотрен чувствительный магнитный элемент, что позволяет оператору следить за положением ковша при подъеме и фиксировать его в нужном положении возвратом гидравлического золотника в нейтральное положение. Общим недостатком этих изобретений является сложность конструкции системы управления рабочим оборудованием [1].

2. Известен цилиндр с регулируемым ходом штока, представляющий собой цилиндр, в котором установлен жестко, закрепленный на штоке основной поршень, образующий поршневую и штоковую полости и размещенные в поршневой полости несколько поршней, телескопически связанных с основными, при этом полости этих поршней сообщены с индивидуальными распределительными устройствами, а также штоковая полость сообщена с упомянутыми распределительными устройствами. Данный гидроцилиндр обеспечивает шаговое регулирование хода штока. Это ограничивает применение его в грузоподъемных и землеройных машинах из-за трудности управления, сложности конструкции и большого количества распределительных устройств. [2].

3. Известны гидравлические следящие системы [3].

Задачей, на решение которой направлено изобретение, [4] является обеспечение плавного регулирования хода штока, соответствующего всей его длине, упрощение конструкции и повышение точности хода штока, что позволяет использовать данное решение в грузоподъемных и землеройных машинах рис. 1. При работе фронтального погрузчика с предлагаемым гидроцилиндром в механизме подъема стрелы и автосамосвалами одной марки, оператор вначале устанавливает высоту ковша поршнем-ограничителем 4 и в конце стрелы на установленной высоте распределительное устройство 6 возвращается в нейтральное положение автоматически при упоре в поршень ограничитель 4. При этом снижаются энергетические затраты связанные с ограничением высоты подъема ковша, а также улучшаются условия работы оператора по слежению за высотой подъема, что уменьшает его утомляемость.

Цилиндр с регулируемым ходом штока включает: основной поршень, который связан со штоком и образует поршневую и штоковую полости, сообщенные посредством трубопроводов с распределительным устройством, дополнительный поршень смещен в штоковой полости цилиндра и разделяет штоковую полость на две - основную рабочую и ограничительную, сообщенную через внутренний канал с распределительным устройством. Размещение одного дополнительного поршня в штоковой полости цилиндра позволяет, в сравнении с прототипом, плавно регулировать ход штока по всей его длине одним распределителем и упростить работу оператора при выполнении технологических циклов грузоподъемных и землеройных машин.

Цилиндр с регулируемым ходом штока работает следующим образом:

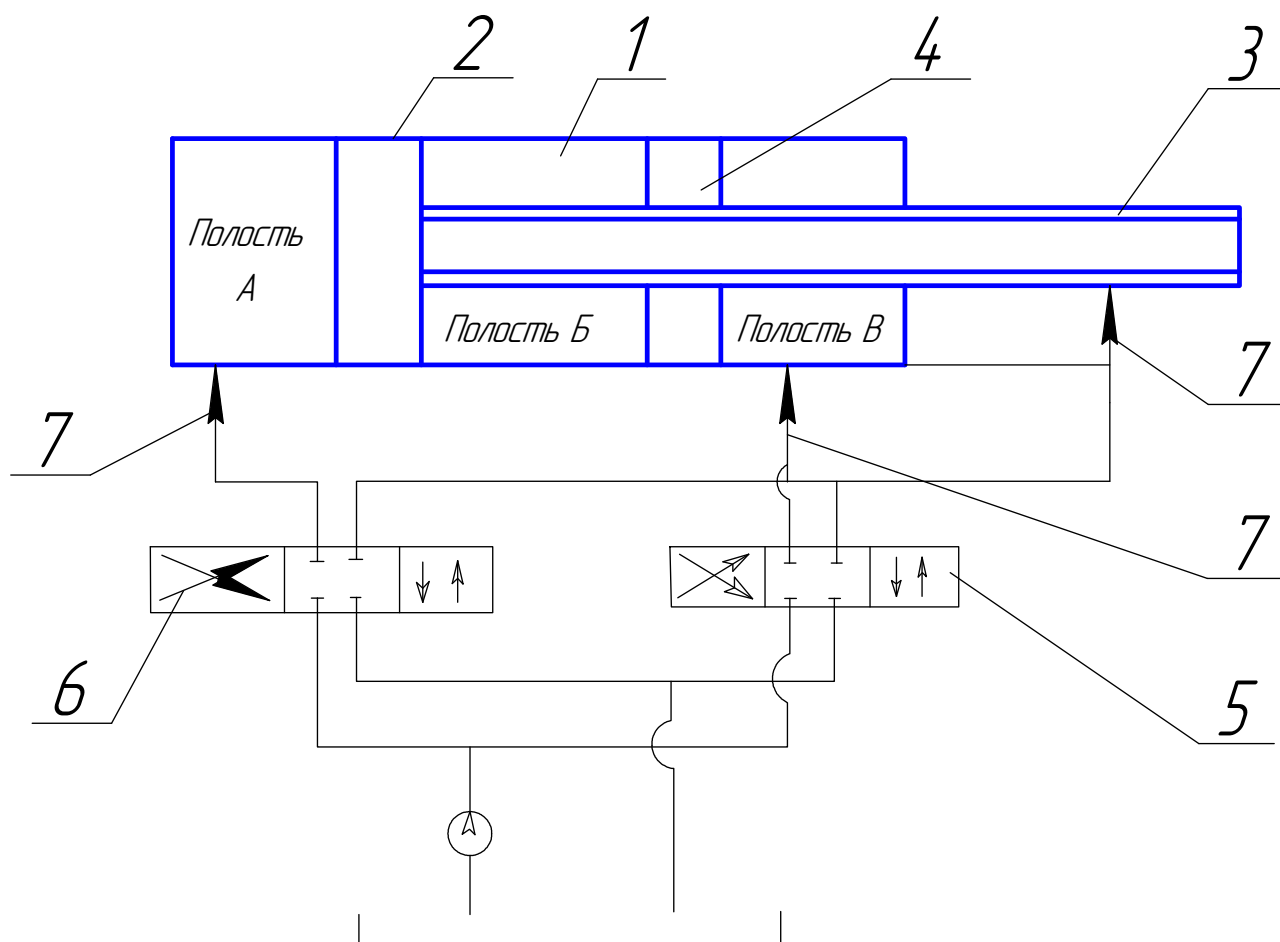


Рис. 1. Схема работы гидроцилиндра

В начале работы оператор с помощью распределительного устройства 5 подает жидкость (воздуха) в полость Б перемещает поршень-ограничитель 4 в крайнее правое положение до упора в крышку цилиндра 1, при этом жидкость из полости В на слив через распределительное устройство 5 и последнее становится в нейтральное положение. Затем оператор распределительным устройством 6 перемещает шток 3 на требуемое расстояние, подавая жидкость в полость А, одновременно из полости Б по каналу полого штока 3 жидкость идет на слив и фиксирует шток 3 в заданном положении установкой распределительного устройства 6 в нейтральное положение. После этого поршень-ограничитель 4 распределительным устройством 5 перемещается влево до основного рабочего поршня 2 и распределительное устройство 5 возвращается в нейтральное положение, запирая полость В. Дальнейшая основная работа цилиндра 1 осуществляется распределительным устройством 6, и ограничение хода штока при выполнении заданного цикла осуществляется фиксированным положением поршня-ограничителя 4.

Если необходимо увеличить ход штока 3, то оператор ставит распределительное устройство 5 на слив и распределительным устройством 6 выдвигает шток 3 на заданную величину, тем самым основной поршень 2 перемещает поршень-ограничитель 4 в цилиндр 1 в новое положение и заданное положение поршня-ограничителя фиксируется возвратом распределительного устройства 5 в нейтральное положение. Гидравлический цилиндр с регулируемым ходом штока может быть использован не только на фронтальных погрузчиках в механизме подъема ковша, но и других машинах для выполнения задач по ограничению хода штока.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство СССР № 501042, кл. В 66 F 9/22, 1976 г.
2. Патент Японии № 5723124, кл. F 16 J 10/02, 1982 г.
3. Башта Т.М. Гидравлические следящие системы. - М., 1960. - С. 122.
4. Патент Российской Федерации № 2053423 кл. F 16 J 10/02, В 66 F 9/22, 1996 г.

References

1. USSR author's certificate No. 501042, cl. In 66 F 9/22, 1976.
2. Japan patent number 5723124, cl. F 16 J 10/02, 1982.
3. Bashta T.M. Hydraulic tracking systems. - M., 1960. - p. 122.
4. Patent of the Russian Federation No. 2053423 Cl. F 16 J 10/02, B 66 F 9/22, 1996.

*Воронежский государственный
технический университет
д-р.техн. наук, проф. кафедры строительной
техники и инженерной механики В.А. Нилов,
магистрант Е.П. Гурин
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 E.P. Gurin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Е.П. Гурин

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ АМОРТИЗАТОРОВ ТОЛКАЮЩЕЙ ПЛИТЫ

В статье рассмотрены вопросы расширения области применения рабочего оборудования бульдозера для выполнения работ в качестве толкача скрепера. Исследован вопрос действия сил на раскосы отвала при работе бульдозером и толкачом. Предложена конструкция амортизатора двустороннего действия, обеспечивающая снижение динамических нагрузок для бульдозера и толкача.

Ключевые слова: бульдозер, скрепер, толкач, амортизатор.

V.A. Nilov, E.P. Gurin

RESEARCH INSTALLATION OF CAMS PLUGGING PLATE

The article deals with the expansion of the field of application of the working equipment of the bulldozer to perform work as a scraper pusher. The question of the action of forces on the bracing of the blade when operating with a bulldozer and a pusher is investigated. A construction of a double-sided shock absorber is proposed, which provides for the reduction of dynamic loads for the bulldozer and pusher.

Keywords: bulldozer, scraper, pusher, shock absorber.

Для повышения производительности скреперов применяют тракторы-толкачи на базе бульдозеров (рис. 1). Поскольку стыковка скрепера и толкача происходит в условиях динамического нагружения металлоконструкций обеих машин, то в их конструкции должны быть предусмотрены амортизаторы.

Конструктивно амортизаторы удобно устанавливать в рабочем оборудовании бульдозеры вместо жестких подкосов (рис. 2), удерживающих отвал в рабочем положении. Отечественная промышленность выпускает два типа бульдозера-толкача ДЗ-120 и ДЗ-121. Первый из них создан на базе бульдозера ДЗ-110А, а второй – на базе бульдозера ДЗ-118. 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.



Рис. 1. Трактор-толкач с оборудованием бульдозера

При проектировании рабочего оборудования трактора-толкача необходимо учитывать особенности его работы как бульдозера, так и толкача скрепера. В обоих случаях применение амортизатора должно снижать динамические нагрузки на рабочее оборудование.

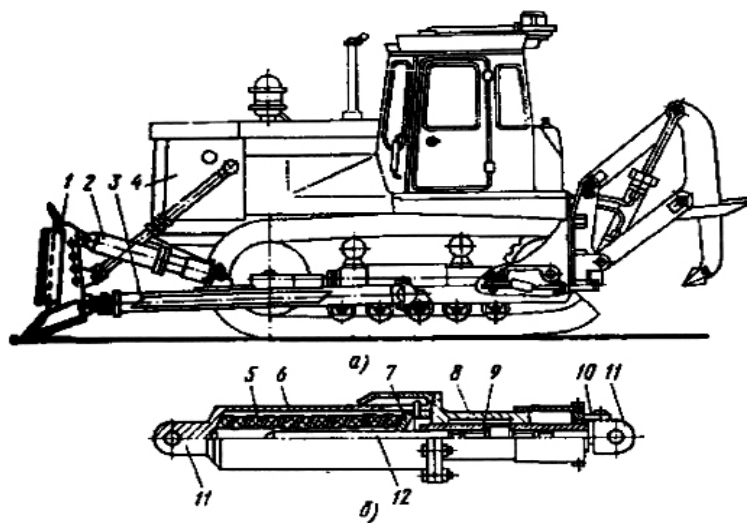


Рис. 2. Бульдозер-толкач ДЗ-120:
а) – общий вид; б) – амортизатор

При работе бульдозером и расчете металлоконструкций на прочность рассматривается случай встречи отвала с непреодолимым препятствием (рис. 3а). При этом воздействие на отвал бульдозера осуществляется на кромку отвала, а подкос работает на растяжение. В случае со скрепером (рис. 3б) усилие стыковки расположено выше, а подкос работает на сжатие. При проектировании амортизатора необходимо применить такую конструкцию, при которой амортизатор работал и на сжатие, и на растяжение.

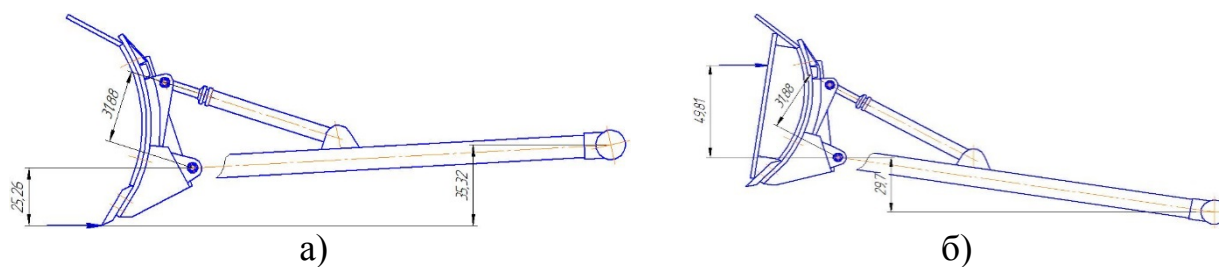


Рис. 3. Схема сил, действующих на отвал:
а – встреча с непреодолимым препятствием; б – работа толкачом

Поэтому целесообразно применить конструкцию амортизатора двустороннего действия с одним пакетом упругих элементов. Схема такого амортизатора представлена на рис. 4.

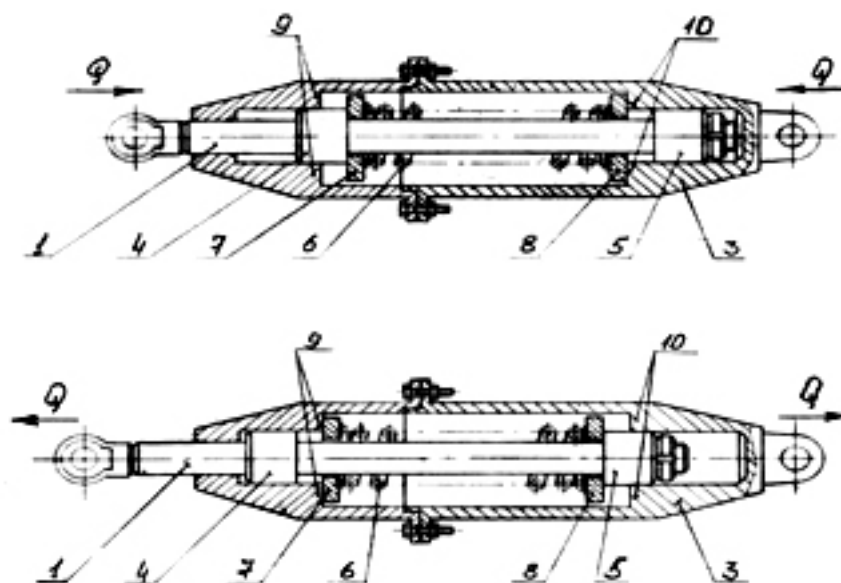


Рис. 4. Схема амортизатора двустороннего действия

Амортизатор двустороннего действия состоит из штока 1, заключенного в разъемные корпуса 3. На штоке 1 имеются выступы 4 и 5, которые взаимодействуют с шайбами 7 и 8, а последние ограничивают перемещение упругих элементов 6. При сжатии амортизатора выступ 4 штока 1 воздействует на упругий элемент 6 через шайбу 7, сжимая его. При растяжении амортизатора на упругий элемент 6 воздействует выступ 5 штока 1. Он через шайбу 8 сжимает упругий элемент 6. Таким образом, упругий элемент 6 амортизатора всегда работает на сжатие, независимо от направления усилия на шток 1.

Подбор параметров амортизатора выполнен для бульдозера ДЗ-110 на базе трактора Т-130.1Г-1.

Найдем расчетные нагрузки на амортизатор при встрече отвала бульдозера с непреодолимым препятствием (кирпичная кладка).

При этом возникает дополнительная динамическая составляющая $P_{1д}$, которая равна

$$P_{1д} = V_0(m_6 * C_0) * 0,5, \quad (1)$$

где V_0 – скорость бульдозера при копании грунта, м/с (по тяговой характеристике $V_0=1,9$ км/ч или 0,527 м/с);

m_6 – масса бульдозера;

C_0 – суммарная жесткость препятствия;

$$C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}, \quad (2)$$

где C_1 – коэффициент жесткости металлоконструкций навесного оборудования;

C_2 – коэффициент жесткости препятствия;

$$C_1 = \alpha_{\text{ж}} * G_r = 0,9 * 58300 = 52400 \text{ кг/см};$$

где $\alpha_{\text{ж}}$ – коэффициент жесткости металлоконструкций навесного оборудования,

$$\alpha_{\text{ж}} \approx 0,9 \dots 1,0 \text{ (кг/см)/кг};$$

$$C_2 = \beta_{\text{ж}} * B = 19 * 322 = 6118 \text{ кг/см};$$

где $\beta_{\text{ж}}$ – коэффициент жесткости препятствия на 1 см длины отвала, (кг/см)/см;

B – длина отвала, см.

Суммарная жесткость препятствия

$$C_0 = (52400 * 6122)/(52400 + 6122) = 5318 \text{ кг/см}.$$

Динамическая составляющая равна

$$P_{1\text{д}} = 0,527(13450 * 5318/10)^{0,5} = 140,9 \text{ кН}.$$

В этом расчетном случае одновременно действуют максимальная статическая $P_{1\text{с}}$ и динамическая $P_{1\text{д}}$ составляющие

$$P_{1\text{max}} = P_{1\text{с}} + P_{1\text{д}} = 98,22 * 10^3 + 140,9 * 10^3 = 239,12 \text{ кН}.$$

Приведем действие расчетных нагрузок к месту расположения амортизаторов. Согласно схемы сил (рис. 3а) при встрече ножа с непреодолимым препятствием амортизаторы работают на растяжение и каждый из них воспринимает расчетную нагрузку

$$P_{\text{раст}} = 239,12 * 25,46/(31,88 * 2) = 95,48 \text{ кН}.$$

Ход растяжения амортизатора найдем из условия, что за счет равнозамедленного движения бульдозера при встрече с непреодолимым препятствием он полностью теряет скорость за 0,5 с. При этом кромка ножа останавливается, а бульдозер проходит путь

$$S = \frac{(a * t^2)}{2} = \frac{0,527 * 0,5^2}{2} = 0,132 \text{ м}.$$

При этих условиях ход амортизатора составляет

$$S_{\text{ам}} = S * 25,26/31,88 = 0,106 \text{ м}.$$

В качестве упругих элементов применим тарельчатые пружины по ГОСТ 3057-90. По характеристике нагружения нам подходят тарельчатые пружины с посадочным диаметром на шток 63 мм и рабочей нагрузкой 914,0 кН при деформации 0,8 от максимальной (номер пружины 470, тип 2, максимальная деформация 3,3 мм, максимальная нагрузка 112,0 кН).

Количество упругих элементов (расчетное), работающих на растяжение

$$Z_{\text{раст}} = S_{\text{ам}}/(2,4 * 0,8) \approx 56 \text{ шт}.$$

Длина недеформированного пакета пружин составляет

$$L_{\text{св}} = 56 * 10,3 = 577 \text{ мм}$$

При работе в качестве толкача скрепера амортизаторы работают на сжатие. Усилие на толкающую плиту при стыковке толкача и копающего скрепера определим из условия, что скорость толкача уменьшается с 2,2 км/ч до рабочей скорости скрепера 1,9 км/ч (тяговая характеристика бульдозера) за время стыковки $t=1,0$ с. Движение толкача в этом режиме можно считать равнозамедленным.

Замедление толкача при выравнивании скоростей составляет

$$a = (V_{\text{т}} - V_{\text{с}})/t = (2,2 - 1,9)/(3,6 * 1,0) = 0,083 \text{ м/с}^2.$$

Динамическая составляющая равна

$$P_{\text{дин}} = m_{\text{бул}} * a = 13450 * 0,083 = 1,163 \text{ кН}.$$

Суммарное усилие на толкающую плиту равно

$$P_{\text{сум}} = T_{\text{доп}} + P_{\text{дин}} = 126 + 1,163 = 127,63 \text{ кН}.$$

Приведем это усилие к раскосам отвала бульдозера

$$P_{\text{сжат}} = ((P_{\text{сум}}) * 49,81)/(2 * 31,88) = 99,33 \text{ кН}.$$

Вывод

Поскольку силовое воздействие на амортизаторы толкача и бульдозера при его встрече с непреодолимым препятствием примерно одинаковы, но направлены в противоположные стороны, поэтому целесообразно применить конструкцию амортизатора двустороннего действия с одним пакетом упругих элементов.

Библиографический список

1. <http://www.stroj-mash.ru/rabochee-oborudovanie/rabochee-oborudovanie-buldozerov.html>
2. Артемьев К.А., Борисенков В.А. Теория и расчет скреперов и скреперных агрегатов: Учеб.пособие. – Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1996. – 334 с.

References

1. <http://www.stroj-mash.ru/rabochee-oborudovanie/rabochee-oborudovanie-buldozerov.html>
2. Artemyev K.A., Borisenkov V.A. Theory and calculation of scrapers and scraper units: Proc. allowance. - Voronezh: Voronezh University Press, 1996. - 334 p.

Воронежский государственный
технический университет д-р. техн. наук,
проф. кафедры строительной техники и
инженерной механики В.А. Нилов,
магистрант А.В. Солнцев.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1014@mail.ru

Voronezh State Technical University
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and
engineering mechanics
Dept V.A. Nilov,
Magistracy Chair A.V. Solncev Russia, Voro-
nezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1014@mail.ru

В.А. Нилов, А.В. Солнцев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ МОСТОВ ТЯГАЧА ПРИЦЕПНОГО СКРЕПЕРА

Работа связана с исследованием изменения вертикальных нагрузок на ведущие мосты колесного тягача при разработке грунта скрепером. Приведены аналитические и графические результаты проведенных исследований

Ключевые слова: вертикальное нагружение, ведущие мосты.

V.A. Nilov, A.V. Solncev

STUDY OF VERTICAL LOADING OF BRIDGES TRAILER SCRAPER

The work is connected with the study of the change of vertical loads on the driving axles of the wheel tractor when developing the soil with a scraper. The analytical and graphical results of the research are presented.

Keywords: vertical loading, drive axles.

Экспериментально зафиксировано, что при разработке грунта прицепным скрепером сцепной вес тягача $G_{сц}$ уменьшается на 10...14% вне зависимости от вида (гусеничное или колесное) ходового оборудования [1, 2]. Экспериментально подтверждено уменьшение сцепного веса $G_{сц}$ тягача в зависимости от реализуемой им силы тяги T . Для изучения этого вопроса составлена схема сил, действующих на прицепной брус скрепера (рис. 1).

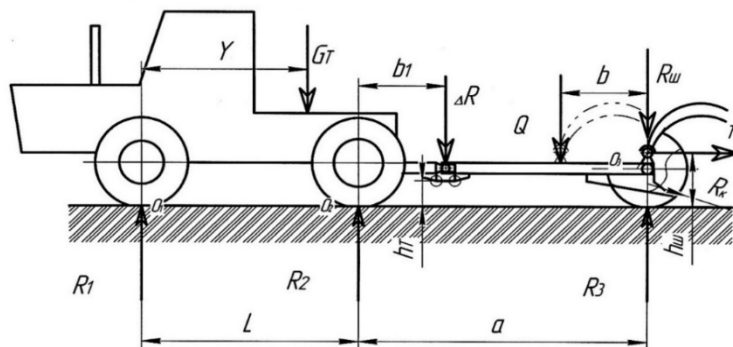


Рис. 1. Расчетная схема

Для аналитического исследования составлены расчетные зависимости для определения вертикальных нагрузок на мосты тягача R_1 и R_2 , догрузки ΔR и степени неравномерности вертикального нагружения мостов (K).

$$R_1 = \frac{1}{L} [G_T(L - Y) - \Delta R \cdot b_1 - T \cdot h_T] \quad (1)$$

$$R_2 = \frac{1}{L} [G_T \cdot Y + \Delta R(L + b_1) + T \cdot h_T] \quad (2)$$

$$K = R_2/R_1 = \frac{[G_T \cdot Y + \Delta R(L + b_1) + T \cdot h_T]}{[G_T(L - Y) - \Delta R \cdot b_1 - T \cdot h_T]} \quad (3)$$

$$\Delta R = \frac{1}{(a - b_1)} [Q \cdot b + T(h_T - h_{ш})] \quad (4)$$

По этим зависимостям построены графики вертикального нагружения на тягач, без перемещения шаровой опоры и в статике.

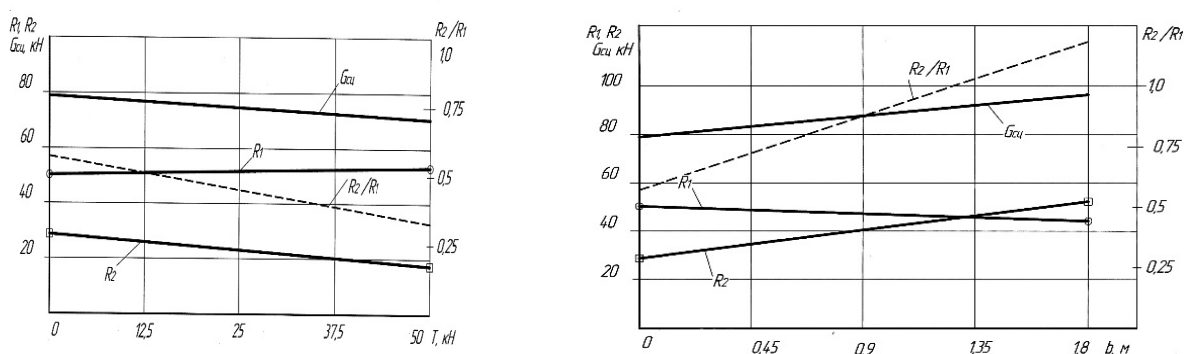


Рис. 2. Изменение нагрузок на мосты тягача:
а) при изменении плеча догрузки; б) в зависимости от силы тяги тягача

Графики на рис. 2а подтверждают снижение сцепного веса тягача при копании грунта, которое отмечено в предыдущих исследованиях [1]. Графики, приведенные на рис. 2б демонстрируют увеличение сцепных качеств тягача в зависимости от плеча догрузки b (рис. 1) в статике. При этом видно, что степень неравномерности вертикального нагружения мостов « K » слишком быстро возрастает и даже значительно превышает значение 1,0 (желательно, чтобы « K » было близким к единице, но несколько меньше).

Для исключения снижения сцепного веса тягача предложено улучшенная конструкция прицепного устройства (рис. 3), у которой высота над грунтом шаровой опоры и точки крепления к тягачу одинаковые (H). Прицепное устройство, представленное на рис. 4 обеспечивает увеличение сцепного веса тягача, поскольку у него $h_T > h$.

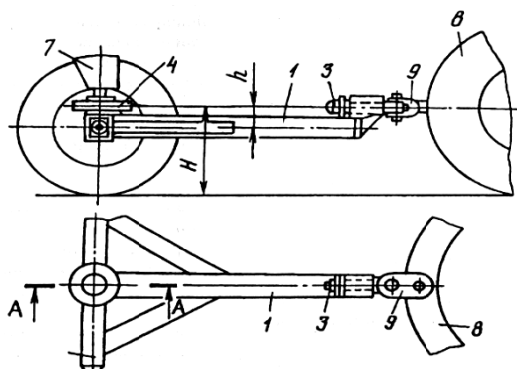


Рис. 3. Прицепное устройство, стабилизирующее сцепной вес тягача

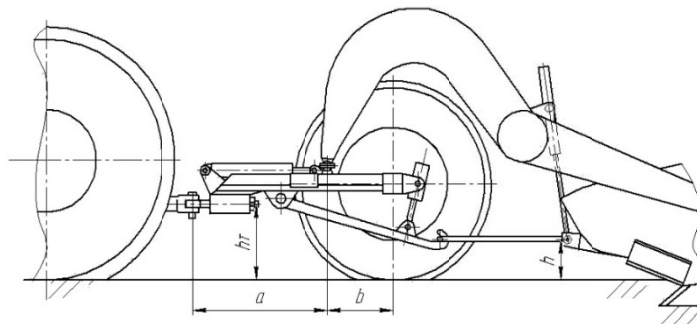


Рис. 4. Устройство по авторскому свидетельству [3], увеличивающее сцепной вес тягача

Влияние нового прицепного устройства [3] на изменение вертикальных нагрузок на мосты колесного тягача иллюстрируют графические зависимости на рис. 5.

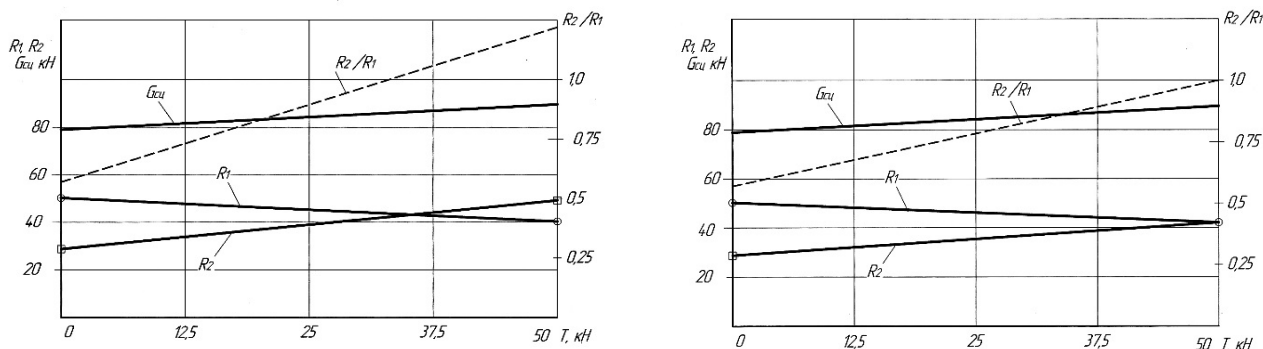


Рис. 5. Влияние высоты h передачи силы тяги на ковш:
а) высота $h=0,15$ м; б) высота $h=0,17$ м

Новое прицепное устройство [3] обеспечивает необходимое увеличение сцепного веса тягача (при достаточном значении «К»). Изменением высоты передачи тягового усилия к ковшу (h , рис. 4) можно регулировать коэффициент неравномерности нагружения мостов тягача «К». Это устройство не требует существенных изменений в конструкции серийного прицепного устройства, поскольку нет необходимости перемещать шаровую опору вдоль прицепного бруса. Однако её применение связано с изменением конструкции соединения тяговой рамы и ковша скрепера.

Выводы

1. Конструкция серийного прицепного устройства уменьшает сцепной вес тягача за счет развиваемой им силы тяги, поэтому для компенсации снижения сцепного веса необходимо применять различные устройства, в том числе с перемещением шаровой опоры вдоль прицепного бруса.

2. Устройство, стабилизирующее сцепной вес тягача, предусматривает минимум конструктивных изменений, однако большая высота приложения силы тяги к трактору способствует существенному перераспределению вертикальных нагрузок на его мосты без увеличения его сцепного веса.

3. Новое прицепное устройство, наоборот, увеличивает сцепной вес тягача за счет развиваемой им силы тяги, однако конструктивно оно сложнее серийного прицепного устройства, хотя не предусматривает перемещение шаровой опоры.

Библиографический список

1. Зинченко Н.С. Исследование рабочего процесса прицепного скрепера, увеличивающего сцепной вес гусеничного тягача при копании грунта. Омск, 1980.
2. Косенко А.А. Повышение эффективности работы прицепного скрепера с колесным тягачом Воронеж, - 2003.
3. А.с. № 1701836 СССР, МКИ⁵ E02F 3/64. Прицепной скрепер с догружающим устройством. Авт. изобр. Нилов В.А., Борисенков В.А. № 4703710/03; Заявл. 08.06.89; Опубл. 30.12.91, Бюл. № 48. – 3 с.

References

1. Zinchenko N. S. The study of the working process of the trailer scraper, which increases the weight of the caterpillar tractor hitch when digging soil. Omsk, 1980.
2. Kosenko A. A. improving the efficiency of the towed scraper wheel tractor Voronezh, in 2003.
3. A. S. №. 1701836 of the USSR, MKI⁵ E02F 3/64. Trailed scraper with dogugaeshi device. Auth. Fig. Nilov, A. V., Borisenkov V. A. №. 4703710/03; Appl. 08.06.89; Publ. 30.12.91, Byul. №. 48. 3 PP.

*Воронежский государственный
технический университет
Студенты 541 группы
Дорожно-транспортного факультета
Д.С. Перетрухин, А.А. Феденев
Канд. техн. наук, доцент кафедры строи-
тельной техники и инженерной механи-
ки Ю.И. Калинин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(930) 40-26-096,
+7(915) 54-91-973
e-mail: Inaugurated@yandex.ru ,
fedenev-sasha@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Students 541 groups
of the Road and Transport Faculty
D.S.Peretruxhin, A.A. Fedenev
D. Sc. (Engineerin), Associate Professor at
the Department of Construction Engineering
and Mechanical Engineering Y.I.Kalinin
Russia, Voronezh, tel. +7(930) 40-26-096,
+7(915) 54-91-973
e-mail: Inaugurated@yandex.ru ,
fedenev-sasha@yandex.ru*

Д.С. Перетрухин, А.А. Феденев, Ю.И. Калинин

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОВЕСА КАНАТА ОТ УСИЛИЯ ЕГО НАТЯЖЕНИЯ

Приведены результаты экспериментальной проверки влияния натяже-
ния каната на его провес.

Ключевые слова: тяговый канат, провес, усилие натяжения, исследование.

D.S. Peretruxhin, A.A. Fedenev, Y.I. Kalinin

STUDYING THE DEPENDENCE OF THE VEHICLE OF THE ROPE FROM THE EFFORTS OF ITS TENSION

The results of experimental verification of the effect of rope tension on its
sag are given.

Keywords: traction rope, sag, tension force, research.

Обеспечение безопасности грузоподъемных кранов является одной из важных задач при создании и эксплуатации грузоподъемной техники в строительной отрасли. Безопасность грузоподъемных машин (ГПМ) должна обеспечиваться на стадии проектирования путём соблюдения соответствующих нормативных документов при расчете ГПМ в целом, расчёте их элементов и узлов в частности. На стадии эксплуатации безопасность ГПМ достигается периодическим техническим освидетельствованием и обслуживанием в соответствии с расчетными требованиями инструкций по эксплуатации.

Одним из ответственных элементов, создающих опасные риски при эксплуатации ГПМ, являются грузоподъемные и тяговые канаты. Выбор и применение типоразмера каната в соответствии с расчетными положениями при проектировании и соответствующая регулировка при эксплуатации позволяет гарантировать безопасность, расчетную долговечность каната.

Тяговые канаты, используемые в механизмах ГПМ, в отличие от грузоподъемных канатов должны быть отрегулированы на возможность преодоления расчетных сопротивлений, возникающих при работе тяговых механизмов, без излишних дополнительных нагрузок.

Тяговые канаты в грузоподъемных машинах в своем большинстве имеют замкнутый контур, который работает в реверсируемом режиме. Одна ветвь этого контура постоянно воспринимает рабочую нагрузку, а другая ветвь свободно провисает. При реверсировании механизма характер натяжений каната меняется на противоположный. Величина установочного натяжения каната, определяемая величиной провеса разгруженной ветви каната, предопределяет величину необходимого натяжения каната без лишних нагрузок на канат и на механизм в целом. Оптимальная величина этого натяжения является залогом его расчётной долговечности и безопасной эксплуатации.

Тяговый канат при свободном провисании можно рассматривать как не растяжимую гибкую нить, равномерно нагруженную силой тяжести собственного веса. В грузоподъемных машинах, например, в башенных кранах канат используется для передвижения грузовой тележки по стреле. Стрела может занимать как горизонтальное, так и наклонное положение.

При горизонтальном расположении опорных точек каната, предполагая канат абсолютно гибким, реакции опор направлены по касательной к осевой линии на концах каната, т. е. совпадают по величине и противоположны по направлению с натяжением каната в точках А и В (рис. 1). Вертикальные составляющие опорных реакций одинаковые по величине и направлению. Горизонтальные составляющие – равны по величине и противоположны по направлению (рис. 1, а).

При наклонном положении стрелы сила тяжести тягового каната перераспределяет опорные реакции в пользу нижней опорной точки, т.е. опорные реакции в точке А будут больше, чем в точке В (рис. 1, б). При этом положение максимальной стрелы прогиба каната остается неопределенной и представляет особую задачу.

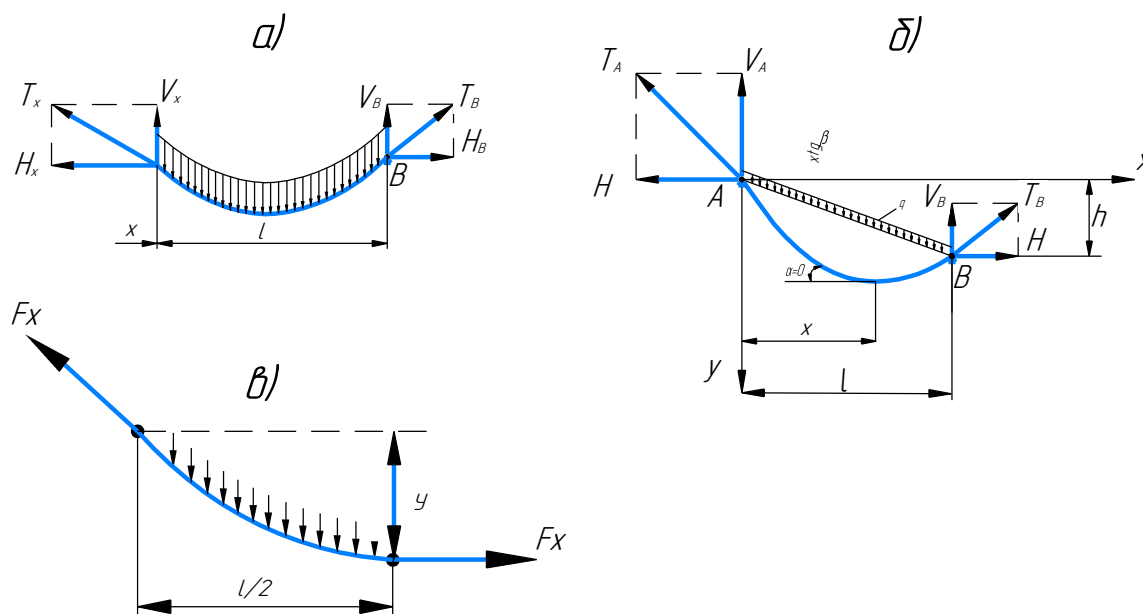


Рис. 1. Схемы расчёта каната, при действии силы тяжести собственного веса

Рассматривая частный случай, когда опоры нити расположены на одной высоте, максимальный провес каната будет расположен в середине пролета. Рассматривая равновесие половины каната относительно опоры А (рис. 1, в). Составим уравнение моментов сил относительно опоры А:

$$\sum M_A = q \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} - F_x \cdot y = 0, \quad (1)$$

откуда получим зависимость усилия в канате от его провеса в середине пролета:

$$F_x = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot y}, \quad (2)$$

где y – стрела провеса каната;
 q – погонная масса каната;
 l – длина пролета между опорными точками каната.

Для опытной проверки выражения (1) в лабораторных условиях была собрана экспериментальная установка (рис. 2). Установка состоит из двух вертикальных стоек 1. К стойкам прикреплены кронштейны 2, имеющие проушины с роликами. Ролики служат шарнирной опорой для исследуемого каната 3. Канат свободно огибает ролики и может перекашиваться по ним. Один конец каната присоединен к измерительному динамометру растяжения 4 закрепленному на стойке. Другой конец каната после роликовой опоры присоединен к нагрузочной платформе 5. На ней размещают грузы 6, которые позволяют создавать различные усилия натяжения исследуемого каната. Измерение провеса каната осуществлялось с помощью инструментальной линейки с ценой деления 0,5 мм. Линейка закреплена на регулируемой стойке 7. Начало отсчета шкалы линейки соответствовало нулевому провесу каната.

Для экспериментов были использованы канаты, выбранные по ГОСТу 2688-80. Канат № 1 диаметром 7,6 мм и канат № 2 диаметром 5,6 мм и с погонной нагрузкой 2Н/м и 1,14Н/м соответственно. Для измерения усилий натяжения каната использовались динамометры марки ДПУ-0,01-2 и ДПУ-0,1-2. Длина пролета L составляла 5,54 м.

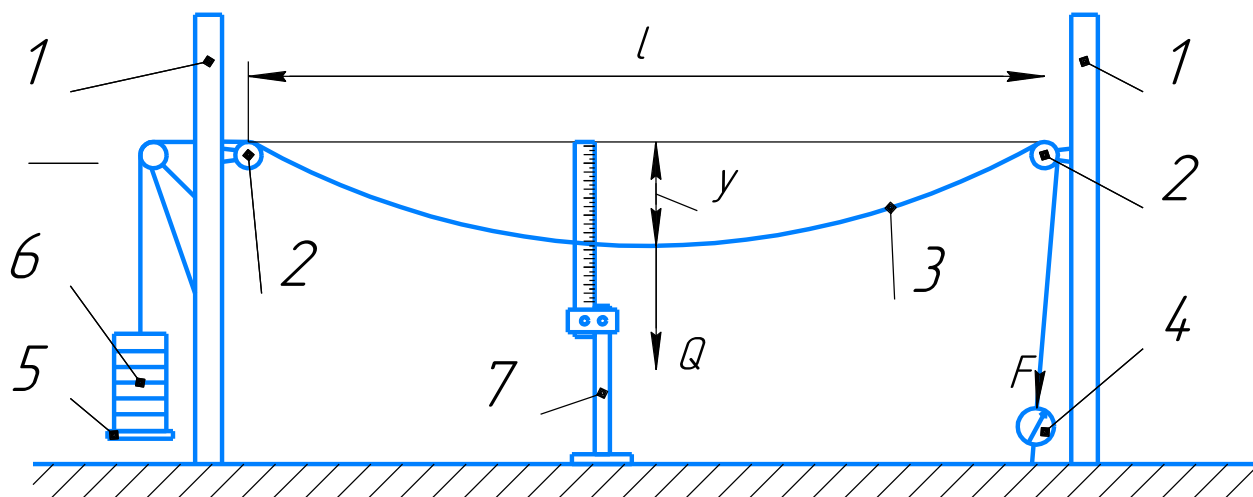


Рис. 2. Схема установки для экспериментального исследования провеса каната при действии на него силы натяжения

Величина натяжения каната задавалась путем помещения грузов различной массы на грузовую платформу 5.

Таблица 1

Зависимость провеса y от усилия в канате № 1 $F_{\text{опыт.}}$.

№, п/п	$F_{\text{опыт.}}, \text{ Н}$	$y, \text{ м}$	$F_{\text{расч.}} = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot y}, \text{ Н}$	Относительная величина провеса, %
1	80	0,066	116,3	1,19
2	120	0,045	170,5	0,81
3	202	0,027	284,2	0,48
4	350	0,015	511,5	0,27
5	500	0,009	852,5	0,16
6	550	0,0075	1023	0,13
7	537	0,0085	902,6	0,15
8	458	0,011	697,5	0,19
9	280	0,02	383,6	0,36
10	130	0,043	178,4	0,77
11	82	0,068	112	1,22

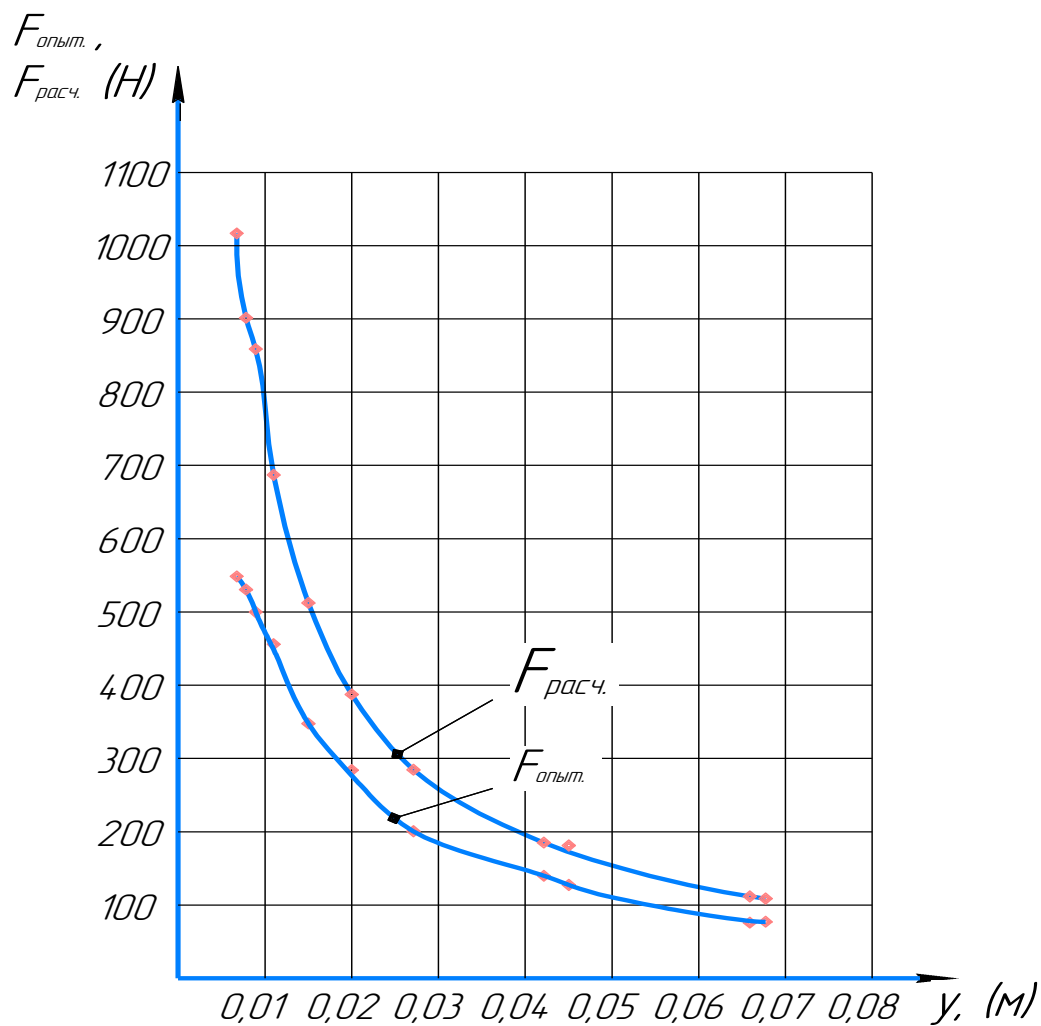


Рис. 3. График зависимости усилия в канате от провеса

Таблица 2

Зависимость провеса уот усилия в канате № 2 $F_{\text{опыт.}}$

№, п/п	$F_{\text{опыт.}}, \text{ Н}$	$y, \text{ м}$	$F_{\text{расч}} = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot y}, \text{ Н}$	Относительная величина про- веса %
1	588	0,00070	6250	0,012
2	584	0,00085	5147	0,015
3	523	0,001	4375	0,018
4	281	0,006	729.2	0,1
5	130	0,025	175	0,45
6	93	0,028	156.3	0,5
7	88,5	0,032	136,7	0,57
8	69	0,041	106,7	0,74
9	43	0,057	76.8	1,02
10	51,8	0,058	76.2	1,04
11	25	0,085	51.5	1,53
12	20	0,09	48.6	1,62
13	5	0,153	28.6	2,76
14	12,5	0,206	21	3,71

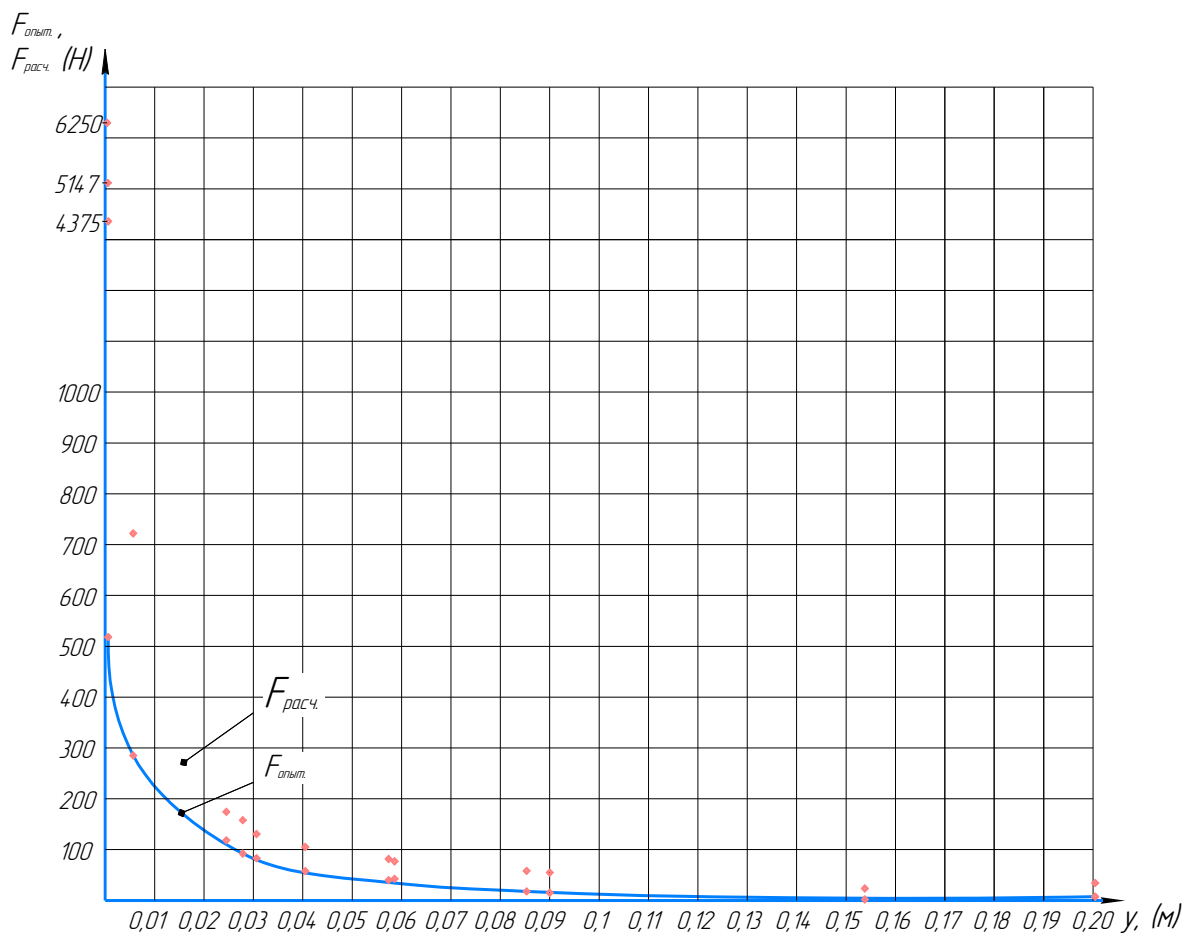


Рис. 4. График зависимости провеса каната от усилия в канате

Выводы

1. Различие усилия натяжения каната, полученного в опыте, от расчетного усилия по формуле (2) можно объяснить тем, что канаты не были идеально ровными, а имели некоторую деформацию, которая "съедала" часть провеса каната.

2. Оптимальная величина усилия натяжения каната при невозможности замерить фактическое усилие может быть гарантирована измерением величины провеса каната, которую можно принимать приблизительно равной $1 - 1,5 \%$ от пролета.

Библиографический список

1. Беркман М.Б., Бобовский Г.Н., Куйбида Г.Г., Леонтьев Ю.С. Подвесные канатные дороги, Издательство «Машиностроение» - Москва, 1984 г., 264 с.
2. Куйбида Г.Г. Кабельные краны, Издательство «Машиностроение» - Москва, 1989 г., 288 с.

References

1. Berkman M.B., Bobovsky G.N., Kuybida G.G. Cable cars, Publishing "Mashinostroenie" – Moscow, 1984, 264sec.
2. Kuybida G.G. Cable cranes, Publishing "Mashinostroenie" –Moscow, 1989, 288 sec.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики
им.проф. Н.А. Ульянова
А.А. Серов,
магистрант А.П.Шабанова,
студент В.А.Савинков
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 construc-
tion technical and engineering mechanics
Dept. name's N.A. Ulyanov
A.A. Serov,
mag. A.P. Shabanova,
V.A.Savinkov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-59-18
e-mail: serov-andrey76@yandex.ru*

А.А. Серов, А.П. Шабанова, В.А. Савинков

ГИДРОМОЛОТЫ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Назначение, принцип действия гидромолотов, особенности выбора в зависимости от интенсивности работы, воздействие на рабочую машину и оператора

Ключевые слова: гидромолот, гидромотор, рабочее оборудование.

A.A. Serov, A.P. Shabanova, V.A.Savinkov

HYDROMOLTS SPECIAL FEATURES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Purpose, the principle of operation of hydraulic hammers, especially the choice depending on the intensity of work, the impact on the working machine and the operator.

Keywords: hydraulic hammer, hydraulic motor, working equipment.

В настоящее время большинство строительных процессов не обходится без специальной строительной техники. Для выполнения тяжелой работы по демонтажу строительных конструкций, разрушению нерудных строительных материалов и иных работ подобного характера применяют специальное навесное оборудование – гидравлический молот.

Гидравлический молот (рис.) — это специальное навесное оборудование для самоходных землеройных машин, назначение которого, разрушать и измельчать поверхности искусственного или естественного происхождения. Данное оборудование незаменимо при выполнении демонтажных работ в строительстве.

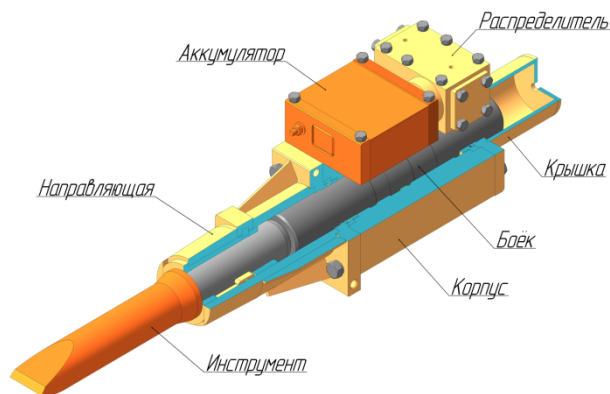


Рис. Устройство гидромолота

Гидромолоты делятся на классы:

- Малый — с энергией удара 400-1500 Дж
- Средний — с энергией удара 1500-3500 Дж
- Тяжелый — с энергией удара более 3500 Дж

Гидромолоты малого класса отличаются легкостью, компактностью и мобильностью. Благодаря их относительно малой мощности они незаменимы в городских условиях, вблизи зданий и коммуникаций. При грамотном подходе к организации работ их можно применять даже внутри помещений, что актуально при проведении ремонта и реконструкции. С помощью гидромолотов малого класса можно выполнять работы по вскрытию асфальтового и бетонного покрытия небольшой толщины, демонтировать кирпичную кладку, ломать легкую мерзлоту и т.п. При использовании сменного рабочего инструмента некоторые модели данного класса можно использовать для трамбования грунта.

Гидромолоты среднего класса применяются для разрушения асфальто-бетонных покрытий, фундаментов, бетонных и кирпичных стен, строительстве и ремонте дорог, прокладке трубопроводов. Среднеразмерные гидромолоты наиболее применимы при разработке мерзлых грунтов. Сочетание их массовых и энергетических характеристик позволяет добиваться весьма высокой производительности даже на тяжелых грунтах до 7-ой категории. Модели с энергией удара более 2500 Дж следует с осторожностью применять вблизи зданий и коммуникаций.

Тяжелые гидромолоты используются для решения задач, которые ранее решали взрывным методом. Работа в карьерах, на скальных грунтах, при дроблении крупных негабаритов и разработка крупных объемов тяжелой мерзлоты. Эффективность тяжелых гидромолотов очевидна при сносе промышленных сооружений, зданий, мостов и иных объектов.

В настоящее время на рынке представлены гидромолоты европейских, японских, корейских и отечественных марок и разобраться в конкурирующих моделях одного класса непростая задача. При подборе конкретного варианта следует обратить внимание на интенсивность применения. По данному критерию гидромолоты можно разделить на универсальные и специализированные.

Универсальные модели применяются эпизодически в случаях локального вскрытия дорожного покрытия, разбивания остатков фундамента или мерзлого грунта, с которыми не справился ковш экскаватора. С этими задачами эффективно справляются бюджетные модели корейских и отечественных производителей.

Специализированные гидромолоты экономически целесообразно применять в случаях постоянного интенсивного использования, например при прокладке тоннелей, трубопроводов в условиях вечной мерзлоты или в скальных породах, при выполнении вскрышных работ, на добыче рудных или нерудных материалов, при разрушении негабаритных обломков для последующей загрузки в дробилку. В случае необходимости решения задач подобного

рода наиболее грамотным будет выбор проверенных временем брендов: Atlas Copco, Caterpillar, Sandvik, NPK, Furukawa, Indeco и других.

Гидромолоты являются активным видом оборудования, оказывающим динамическое воздействие на базовую машину. В процессе работы гидромолота на базовую машину действует знакопеременные нагрузки. Реакция, направленная вдоль продольной оси молота, обусловленная возвратно-поступательным движением бойка. Она должна быть уравновешена весом корпусных деталей молота и частью веса экскаватора.

Динамическое воздействие гидромолота на базовую машину проявляется и в создании более высокой, чем при использовании сменного оборудования других видов, вибрационной нагрузки на операторе – машинисте экскаватора. Рабочее оборудование экскаватора с гидромолотом представляет собой колебательную систему нескольких масс (масса молота, рукояти, стрелы и др.), имеющих шарнирные сочленения и упругости. Для уравнивания реактивной силы возникающей при движении бойка молота, гидромолот необходимо прижимать к объекту работы с помощью гидроцилиндров привода рабочего оборудования экскаватора. Контролировать усилие прижатия машинисту затруднительно, поэтому, как правило, экскаватор вывешивается, опираясь на молот, а часть его колес или опорной поверхности гусениц отрывается от поверхности стоянки. Высота отрыва уменьшается по мере заглубления инструмента гидромолота в обрабатываемую среду. При этом трудно обеспечить приложение усилия вдоль продольной оси молота. Несовпадение направления реакции гидромолота и усилия прижатия ведет к увеличению износа направляющих втулок инструмента, снижению эффективности молота и увеличению вибрационной нагрузки на базовую машину в особенности в тех случаях, когда ось молота не перпендикулярна обрабатываемой поверхности и не совпадает с вертикалью. Измерения напряжений в элементах металлоконструкции экскаватора и вибрационной нагрузки на рабочем месте машиниста показывают, что при работе гидромолота на разрушаемом объекте, то есть когда внедрение инструмента в разрушаемую среду за каждый удар достаточно мало (1-5мм.), величина напряжений меньше, чем в режиме копания ковшем, а уровень вибрации меньше, чем это регламентировано санитарными нормами. После каждого удара корпус молота под действием силы прижатия опускается до упора в инструмент, то есть экскаватор как бы падает с некоторой высоты, ударяясь о неподвижный инструмент. Это соударение вызывает реакцию, величина которой тем больше, чем больше внедрение инструмента за предыдущий удар. При внедрении инструмента за удар свыше 10-15 мм эта реакция может превышать величину реакции, возникающей при реверсировании бойка гидромолота. Самое большое негативное воздействие возникает при внезапном разрушении, например, негабаритных кусков горных пород или каких-либо бетонных конструкций. В этих случаях «падение» экскаватора происходит с наибольшей высоты, ограниченной высотой отрыва колес или гусениц от поверхности стоянки.

Во ВНИИстройдормаше в 1980-х годах была также разработана так называемая виброзащитная подвеска гидромолота. В этой конструкции ударный блок гидромолота мог перемещаться относительно адаптера, присоединенного жестко к экскаватору, с помощью гидроцилиндра с ходом около **250 мм**. Гидроцилиндр был включен в гидравлическую систему параллельно с рабочим цилиндром молота, а площадь поршня цилиндра прижима была выбрана таким образом, чтобы усилие прижатия при рабочем давлении гидромолота не могло вывешивать колеса или гусеницы экскаватора на максимальном вылете рабочего оборудования. Усилие прижатия при этом всегда направлено вдоль оси молота. При испытаниях было отмечено, что уровень амплитуды колебаний элементов рабочего оборудования экскаватора уменьшался в **2...2,5** раза по сравнению с жестким закреплением гидромолота в адаптере. Но главное то, что при внезапном разрушении негабарита экскаватор не ударяется о поверхность грунта, так как его колеса не были оторваны от поверхности стоянки при прижатии молота, а, следовательно, такая подвеска должна была существенно увеличить ресурс экскаватора. Однако данная конструкция не получила дальнейшего развития.

Помимо вибрационного воздействия на базовую машину гидромолот создает в окружающей среде **большой шум**. При жесткой подвеске гидромолота среднего класса в щеках уровень внешнего шума в радиусе **8...10 м** составляет **94...98 дБ (А)**. В тех случаях, когда ударный блок гидромолота установлен в коробчатом кожухе, а между ними размещены специальные шумопоглощающие прокладки по всему контуру (исполнение Vibrosilenced), уровень внешнего шума удастся снизить примерно на 5...8 дБ (А). Если же все наружные отверстия кожуха дополнительно закрыты резиновыми вставками (исполнение Vibrosilenced+), то уровень внешнего шума снижается еще на 5...8 дБ (А). Гидромолоты с повышенной вибро- и шумозащитой (исполнение Silenced) производят различные зарубежные фирмы, но их цена значительно больше цены стандартного исполнения.

Легкие молоты Atlas Copco имеют цельнолитые корпуса – данная особенность обеспечивает снижение вибраций и шумов из-за меньшего количества отдельных деталей. Многие производители применяют системы двойной амортизации – гидравлической и механической. Гидромолоты Indeco выпускаются в исполнении серии HD с шумоизоляцией и серии Whisper («Шепот») с усиленной шумоизоляцией. Оба типа обеспечивают значительное снижение уровня шума, особенно для версии Whisper, где внутри корпуса используется звукопоглощающий материал.

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод, что с экономической и практической точки зрения целесообразно приобретать гидромолоты вместе базовой машиной. В этом случае воздействия гидромолота на машину рассчитаны сразу, а при выборе гидромолота как дополнительного навесного оборудования могут возникнуть проблемы установки на экскаватор или подобную машину имеющую гидросистему. Помимо этого гидромолот приобретенный с базовой машиной прослужит более долгий срок, и необходимость в ремонте машины или самого гидромолота возникнет позднее.

Гидромолот очень эффективное рабочее оборудование повышающее эксплуатационные возможности базовой машины, при этом основными направлениями совершенствования данного оборудования являются работы по доработке систем виброизоляции, шумоподавления, и уменьшения воздействия на базовую машину и на оператора.

Библиографический список

1. Интернет-ресурс <https://ac.tools/dokumentaciya/dokumentaciya-na-navesnoe-oborudovanie/>
2. Интернет-ресурс <https://www.tradicia-k.ru/articles/principy-raboty-gidromolot-obschaya-informaciya/>
3. Интернет-ресурс <https://specnavigator.ru/gidromolot/na-baze-ekskavatora.html>

References

1. Online resource <https://ac.tools/dokumentaciya/dokumentaciya-na-navesnoe-oborudovanie/>
2. Online resource <https://www.tradicia-k.ru/articles/principy-raboty-gidromolot-obschaya-informaciya/>
3. Online resource <https://specnavigator.ru/gidromolot/na-baze-ekskavatora.html>

*Воронежский государственный
технический университет*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова Е.А. Тарасов*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова*

Н.М. Волков

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова*

Д.Н. Дегтев

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова*

С.А. Никитин

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики имени
проф. Н.А.Ульянова*

А.Н. Щиенко

Студент группы В514 В.О. Мальцев

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29

e-mail: stim@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical University

*D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of
construction engineering and engineering
mechanics named after Professor N.A. Ul'ya-
nova E.A. Tarasov*

*D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of con-
struction engineering and engineering mechan-
ics named after Professor N.A. Ul'yanova
N.M. Volkov*

*D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of con-
struction engineering and engineering mechan-
ics named after Professor N.A. Ul'yanova
D.N. Degtev*

*D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of con-
struction engineering and engineering mechan-
ics named after Professor N.A. Ul'yanova
S.A. Nikitin*

*D.Sc.(Engineerin), Assoc. Department of con-
struction engineering and engineering mechan-
ics named after Professor N.A. Ul'yanova
A.N. Shchienko*

Student group B514 V.O. Maltsev

Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29

e-mail: stim@vgasu.vrn.ru

Е.А. Тарасов, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, С.А. Никитин, А.Н. Щиенко, В.О. Мальцев

НОВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ РЕКУПЕРАТИВНЫХ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Представлены новые уплотнения подвижных соединений рекупера-
тивных систем строительных машин, позволяющий повысить эффектив-
ность работы гидроцилиндров.

Ключевые слова: строительные машины, рекуперативная система, уплотнения.

Е.А. Tarasov, N.M. Volkov, D.N. Degtev, S.A. Nikitin, A.N. Shchienko, V.O. Maltsev

NEW SEAL FOR MOVABLE JOINTS OF HYDRAULIC CYLINDERS REGENERATIVE SYSTEMS OF CONSTRUCTION MACHINERY

New seals of mobile connections of recuperative systems of construction ma-
chines, allowing to increase the efficiency of hydraulic cylinders, are presented.

Keywords: construction machines, recuperative system, seals.

Основное влияние на надежность и эксплуатационные качества строительных машин,
оснащенных рекуперативными гидроприводами с силовыми гидроцилиндрами (ГЦ), оказы-

вают их уплотнения подвижных соединений (УПС). Как правило в ГЦ строительных машин используют стандартные конструкции УПС, выполненные по ГОСТ 14896-84 (рис. 1).

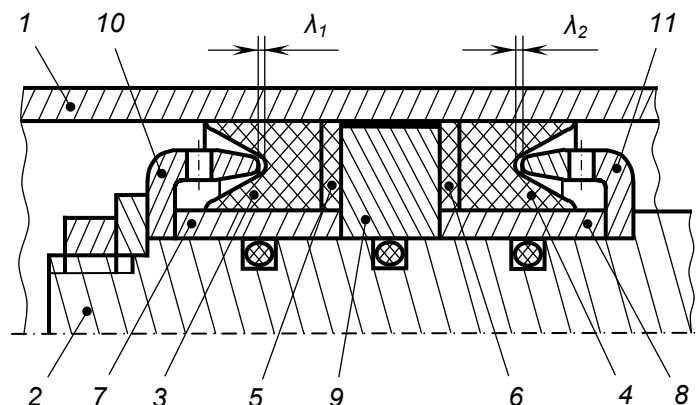


Рис. 1. Конструкция традиционного уплотнения поршня гидроцилиндра:
1 – гидроцилиндр; 2 – шток; 3 и 4 – манжеты; 5 и 6 – защитные шайбы; 7 и 8 – распорные втулки;
9 – направляющая втулка с антифрикционным слоем; 10 и 11 – опорные кольца

Для них характерны: большие усилия страгивания (первое нагружение после длительной остановки), которые в пять и более раз превышают средние значения рабочих усилий, повышенная чувствительность к утечкам рабочей жидкости и изменению температуры окружающей среды (особенно в диапазоне низких температур), достаточно высокие мгновенные значения давления рабочей жидкости и скорости движения поршня рабочего гидроцилиндра, частые значительные по величине разрежения в гидросистеме при резком возвращении массивных рабочих органов в исходное положение, необходимость длительного поддержания относительно высокого рабочего давления в гидросистеме, а также противоречие между целесообразностью использования рабочей жидкости с пониженной вязкостью и недостаточной герметичностью традиционных УПС [1].

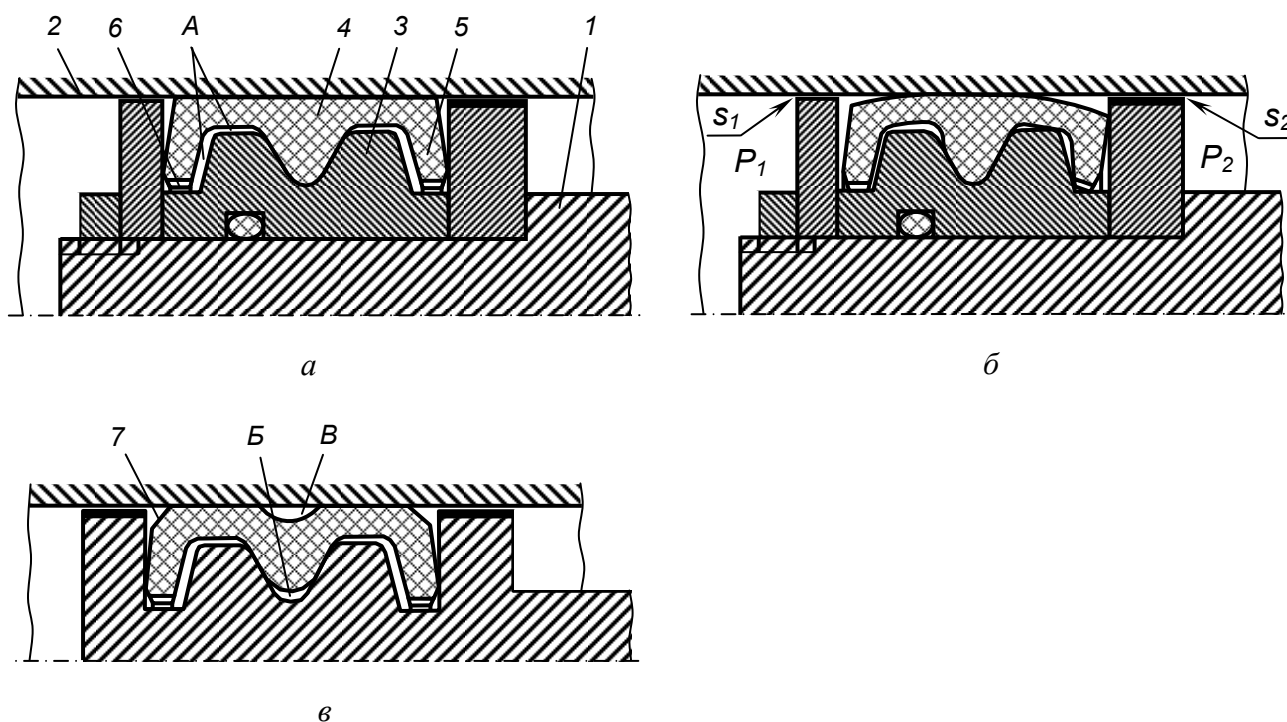


Рис. 2. Устройство (а), принцип работы (б) и упрощенный вариант исполнения (в) конструкции УПС поршня гидроцилиндра с манжетой сечением М-образного профиля

Анализ результатов исследований традиционных УПС позволил выявить недостатки и особенности их конструкций, которые необходимо учитывать при выборе и обосновании конструктивных и рабочих параметров перспективных УПС [2]. В этой связи, на начальном этапе исследования, были разработаны основные требования, предъявляемые к перспективным конструкциям УПС для ГЦстроительных машин. Такие УПС должны:

- минимизировать влияние изменяющегося давления рабочей жидкости на герметичность соединения, а также на величину усилия на штоке;
- обеспечивать надежную герметичность при использовании маловязких рабочих жидкостей, а также при длительных номинальных (15 ... 20 МПа) и кратковременных максимальных (25 ... 40 МПа) значениях давления в ГЦ;
- снижать до минимальных значений величины усилий страгивания поршней и штоков;
- не допускать значительного увеличения силы сопротивления при перемещении поршней ГЦ со скоростями до 5 ... 10 м/с;
- стабильно работать в условиях низких и высоких температур окружающей среды ($-40...+60$ °С) [3];
- обеспечивать герметичность при разрежении в ГЦ до 0,008 МПа;
- иметь геометрические параметры, не превышающие аналогичные значения, заложенные в государственных стандартах и нормах;
- по конструкции быть компактными, технологичными, недорогими в изготовлении и простыми в эксплуатации.

Большинству перечисленных требований к УПС для ГЦстроительных машин отвечает ряд новых их конструкций, разработанных в ВГТУ. На рис. 2 представлено одно из таких уплотнений с манжетой сечением М-образного профиля. Здесь УПС установлено в гнезде штока 1 ГЦ 2 и включает кольцо 3 с двумя выступами и манжету 4. Центральный изгиб манжеты с предварительным поджатием помещен между выступами кольца 3, а рабочие кромки лепестков 5 прижаты к боковым поверхностям гнезда. На концах лепестков выполнены горизонтальные пазы 6, а между внешними боковыми и периферийными поверхностями выступов кольца и внутренними аналогичными поверхностями манжеты образованы кольцевые рабочие полости А.

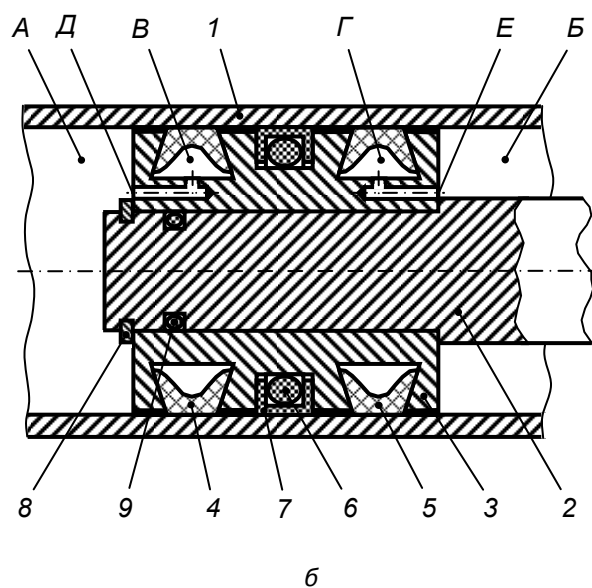
С целью снижения удельного контактного давления между вершиной центрального изгиба манжеты и кольцом может быть предусмотрена кольцевая полость Б, а для повышения герметичности и улучшения смазки уплотнения на периферийной поверхности манжеты могут быть выполнены одно или несколько кольцевых канавок В. Для гарантированного предотвращения затягивания кромок внешних выступов манжеты в зазоры s_1/s_2 они могут быть скошенными в виде фасок 7. Конструкция уплотнения может быть упрощена за счет выполнения кольца 3 заодно со штоком 1 (рис. 2 в).

Уплотнение поршня работает следующим образом. Под действием давления P_1 в цилиндре рабочая жидкость через зазор s_1 между поршнем и цилиндром воздействует на лепесток 5 манжеты. Через образовавшуюся щель между боковой поверхностью гнезда и рабочей кромкой лепестка и далее через горизонтальные его пазы 6 давление рабочей жидкости передается в кольцевую полость А манжеты. Благодаря этому центральная часть манжеты дополнительно к усилию предварительного поджатия, осуществляемого при ее монтаже, поджимается давлением рабочей жидкости в радиальном направлении к уплотняемой поверхности цилиндра. В случае создания давления P_2 в штоковой полости цилиндра уплотнение работает аналогично.

В двух других предложенных авторами конструкциях УПС установлены манжеты с сечением П-образного профиля, на которые рабочая жидкость воздействует в радиальном направлении посредством системы каналов и клапанов.

УПС с одной манжетой и двумя клапанами (рис. 3 а) состоит из ГЦ 1 и штока 2 с поршнем 3. В поршне расположены манжета 4 из резины и приклеенное к ней защитное кольцо 5 из фторопласта. Во внутренней полости штока расположены клапаны 6 и 7, центрируемые по оси штифтом 8 и подпружиненные пружиной 9, а также втулка 10. Поршень 3 и втулка 10 фиксируются от осевых перемещений стопорными кольцами 11 и 12, а герметичность их по-

При увеличении в ГЦ 1 давления в полости *A* рабочая жидкость через канал *E* воздействует на обратный клапан *б*, открывает его и далее через канал *Д* передает давление в полость *B*. Это давление создает радиальное усилие на манжету *4* и кольцо *5*, вследствие чего, в зависимости от величины рабочего давления в полости *A*, соответственно изменяется усилие прижатия кольца *5* к "зеркалу" ГЦ. Аналогична работа уплотнения при увеличении давления в штоковой полости *Б*.



Отмеченные недостатки отсутствуют в комбинированном УПС с двумя манжетами и средним уплотнительным элементом (рис. 3 б). В канавках поршня 3 этого УПС расположены две манжеты 4 и 5 из резины и уплотнительный элемент, состоящий из резинового кольца 6 круглого сечения, помещенного в защитное П-образное кольцо 7 из фторопласта. Поршень на штоке закреплен с помощью стопорного кольца 8, а герметичность его посадки обеспечивается уплотнительным кольцом 9. Для сообщения полостей Б и В, образующихся в канавках манжет, с полостями А и Г ГЦ в поршне выполнены соответственно каналы 10 и 11.

183

Г. Так как манжеты 4 и 5 не оснащены упругими элементами они обеспечивают герметичность соединения в радиальном направлении лишь при наличии давления рабочей жидкости в полостях ГЦ А и Б. В случаях, когда в полостях А и Б давление невелико или отсутствует, достаточную герметичность соединению обеспечивает третий уплотнительный элемент, состоящий из колец 6 и 7.

Во всех трех предложенных конструкциях УПС регулирование величины усилия поджатия манжеты к уплотняемой поверхности ГЦ осуществляется автоматически, в зависимости от величины давления рабочей жидкости. Это позволяет существенно уменьшить сопротивление перемещению штока ГЦ и повысить надежность уплотнения за счет снижения утечки рабочей жидкости и повышения износостойкости манжеты. При этом резко снижается усилие на штоке при неизбежных холостых его перемещениях в процессе работы ГЦ.

С целью проверки работоспособности и сравнительной оценки эффективности предложенных конструкций УПС были выполнены эксперименты на специальном стенде по стандартной методике с одной традиционной – № 1 (рис. 1) и тремя предложенными конструкциями УПС – № 2 (рис. 2) и № 3, № 4 (рис. 3) [2, 4]. При этом опыты проводились с гидроцилиндром типа ГЦ 2 с внутренним диаметром 80 мм и соответствующими доработками конструкции поршня. Скорость движения штока устанавливалась равной 0,2 м/с. Материал манжет и упругих колец – из резины марки СКН (МРТУ 38-5-1166-64), защитных колец – фторопласт Ф-4. В качестве рабочей жидкости использовалось масло для гидросистем марки АГМ-10. Температура рабочей жидкости при экспериментах поддерживалась в пределах 40 ... 50 °С. Перед экспериментами все испытуемые УПС прошли обкатку с числом циклов – 10^3 двойных ходов.

Из большого числа оценочных показателей эффективности УПС на начальном этапе исследований были экспериментально получены и проанализированы два основных из них – утечки Q рабочей жидкости через уплотнения, в зависимости от давления P (рис. 4 а), и отношение $F_{ст}/F_n$ усилий страгивания к номинальному, в зависимости от времени твистоя гидроцилиндра (рис. 4 б).

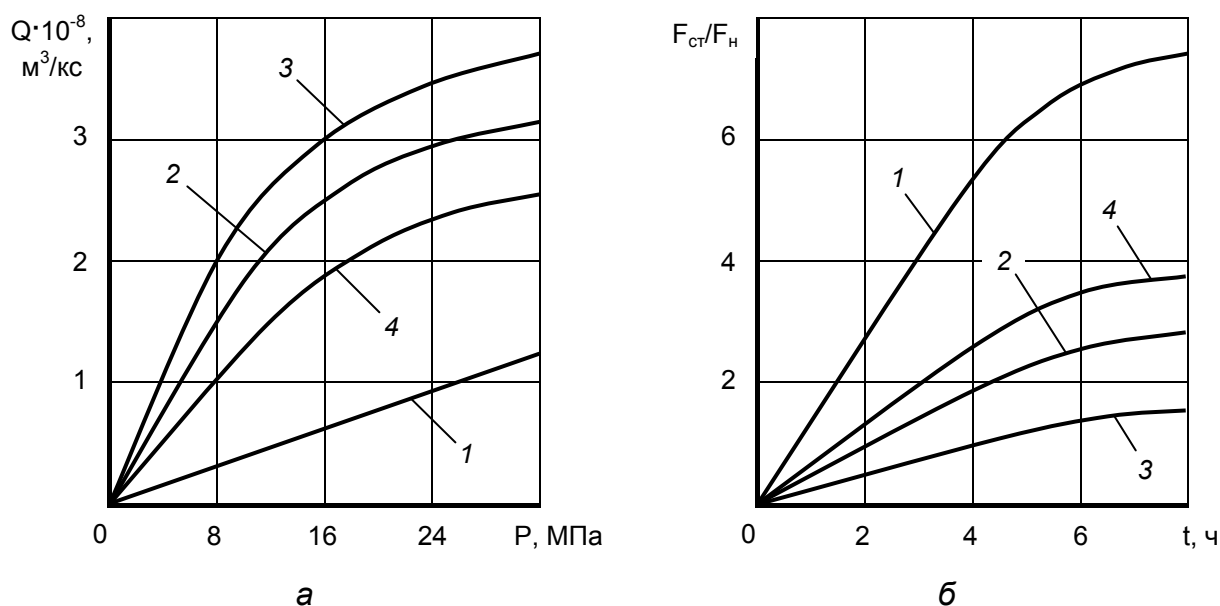


Рис. 4. Зависимости изменения утечек рабочей жидкости Q в уплотнениях от давления P (а) и отношения усилий страгивания к номинальному $F_{ст}/F_n$ от времени твистоя гидроцилиндра (б), представленных кривыми для УПС: 1 – № 1; 2 – № 2; 3 – № 3; 4 – № 4

Анализ кривых графиков, построенных по результатам экспериментов, позволил сделать следующие выводы:

- величина утечек рабочей жидкости при всех значениях давлений в ГЦ у предложенных конструкций УПС выше, но не превышает допустимого значения $10^{-7} \text{ м}^3/\text{кс}$;

- с повышением давления в ГЦ герметичность всех предложенных УПС увеличивается и при давлении свыше 16 МПа она мало отличается от герметичности стандартного УПС;

- величина отношения $F_{ст}/F_n$ после выстоя штока ГЦ у новых УПС в среднем в 2 ... 4 раза меньше, чем у стандартного, за счет чего облегчается запуск гидропривода и особенно при низких температурах;

- из новых УПС наименьшей величиной отношения $F_{ст}/F_n$ после выстоя штока обладает уплотнение № 3, что объясняется практически полным отсутствием контактных давлений рабочих поверхностей на контртело от одной манжеты при страгивании штока;

- более высокое значение величины отношения $F_{ст}/F_n$ у УПС № 4 с комбинированным уплотнением объясняется в основном влиянием на величину усилия страгивания штока среднего уплотнения с упругим элементом, но даже в этом случае величина отношения $F_{ст}/F_n$ у образца № 4 вдвое меньше чем у стандартного УПС.

Кроме отмеченных, важным положительным качеством предложенных конструкций УПС является способность их манжет незначительно проворачиваться вместе с поршнями в цилиндре при работе ГЦ. Предположительно, при длительной эксплуатации ГЦ, это должно обеспечить более равномерный износ уплотнительных элементов УПС и антифрикционных слоев поршней, а следовательно, повысить долговечность и стабильность работы ГЦ в целом.

Таким образом, по сравнению с традиционными, предлагаемые конструкции УПС позволяют повысить ориентировочно на 8 ... 12 % КПД ГЦ, облегчить запуск гидроприводов строительных машин при низких температурах, повысить долговечность ГЦ и снизить трудоемкость технического обслуживания ГЦ за счет сокращения числа монтажно-демонтажных работ, связанных с внеплановой заменой УПС.

Библиографический список

1. Кондаков, Л. А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем [Текст] / Л. А. Кондаков. – М. : Машиностроение, 1982. – 216 с.
2. Посметьев, В. И. Обоснование перспективных конструкций предохранителей для рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий [Текст] / В. И. Посметьев. – Воронеж : ВГЛТА, 2000. – 248 с.
3. Каверзин, С. В. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах [Текст] / С. В. Каверзин, В. П. Лебедев, Е. А. Сорокин. – Красноярск : 1998. – 240 с.
4. Посметьев, В. И. Стенд для исследования элементов и гидроприводов лесных машин [Текст] / В. И. Посметьев, Д. И. Станчев, И. А. Усков // Сб. науч. трудов по матер. Всерос. науч.-практич. конф. – Воронеж : ВГЛТА, 1999. – С. 97–100.

References

1. Kondakov, L. A. Working fluids and hydraulic system seals [Text] / L. A. Kondakov. – Moscow : Mechanical Engineering, 1982. – 216 p.
2. Positiev, V. I. the Rationale for promising designs of fuses for the working bodies of tillers forest [Text] / V. I. Positiev. – Voronezh : VGLTA, 2000. – 248 p.
3. Kaverzin, S. V. Ensuring operability of the hydraulic drive at low temperatures [Text] / S. V. Kaverzin, V. P. Lebedev, E. A. Sorokin. – Krasnoyarsk : 1998. – 240 p.
4. Positiev, I. V. Stand for research of elements and hydraulic forestry machines [Text] / V. I. Positiev, D. I. Stanchev, I. A. Uskov // Proc. scientific. works on the mater. Vseros.science.-practical. Conf. – Voronezh : VGLTA, 1999. – P. 97-100.

Воронежский государственный технический
университет

Д-р техн. наук, проф., Ю.Ф. Устинов

Магистрант гр. М1952, А.С. Князев

Россия, Воронеж, тел.: +7 (900) 962-69-74

E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical
University

Dr. Sci. Tech., prof., Y.F. Ustinov

Master's Student of gr. M1952, A.S. Knyazev

Russia, Voronezh, tel.: +7 (900) 962-69-74

E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru

Ю.Ф. Устинов, А.С. Князев

ТИПЫ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Представлены конструкторские разработки различных виброизоляторов для снижения вибрации в транспортно-технологических машинах.

Ключевые слова: вибрации, виброизоляторы, машины транспортно-технологические.

Y.F. Ustinov, A.S. Knyazev

TYPES OF VIBRATION ISOLATORS WITH VARIABLE STIFFNESS

We present engineering developments of various vibration isolators for vibration reduction in transport and technological machines.

Keywords: vibrations, vibration isolators, transport and technological machines.

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], [2], [3].

Например, у виброизолятора с дискретно изменяемой жесткостью защищаемый от вибрации объект 1 (кабина, кузов) машины (рис. 1), соединен с источником возбуждения вибрации 2 (рамой машины) посредством различных по жесткости упругих элементов 3, 4, 5 и 6. Для работы машины на транспортном или рабочем режиме схему соединения упругих элементов и общую приведенную жесткость виброизоляторов изменяют путем устранения или восстановления жестких связей между упругими элементами. В этих случаях упругие элементы могут быть включены в работу параллельно, последовательно или параллельно-последовательно.

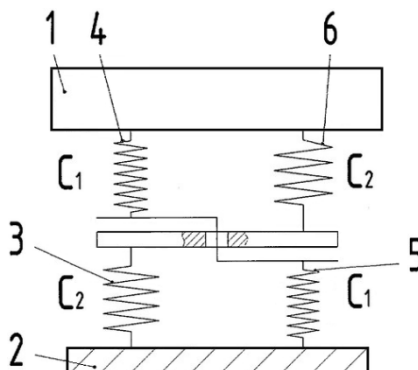


Рис. 1. Схема виброизолятора с дискретно изменяемой жесткостью

Приведенная жесткость виброизолятора при параллельном соединении упругих элементов составляет

$$C_{\text{пр1}} = 2C_1 + 2C_2, \quad (1)$$

При последовательном соединении приведенная жесткость равна

$$C_{\text{пр2}} = 2 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}, \quad (2)$$

где $C_{\text{пр}}$ – приведенная жесткость;

C_1, C_2 – жесткость отдельных упругих элементов.

При $C_1 = C_2$

$$C_{\text{пр1}} = 4C_1; C_{\text{пр2}} = \frac{4C_1^2}{3C_1} = 1,33 C_1, \quad (3)$$

Виброизолятор (рис. 2) с принудительно плавно изменяемой жесткостью состоит из двух косо размещенных 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 [2].

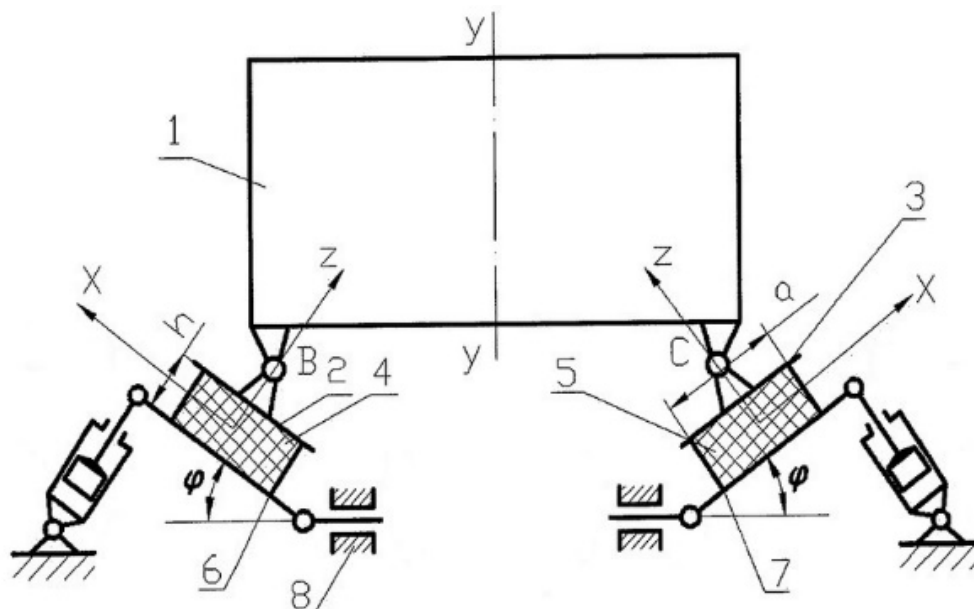


Рис. 2. Виброизолятор с косо поставленными эластомерами

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° до 90° . Приведенная жесткость виброизолятора в зависимости от угла φ представляется выражением [3]

$$C = \frac{2F}{h} (E \cos^2 \varphi + G \sin^2 \varphi),$$

где F – площадь поперечного сечения упругого элемента в плоскости нормальной составляющей P_z ;

h – высота упругого элемента;

E – модуль упругости;

G – модуль Юнга.

Заключение

Предлагаемые конструктивные решения отличаются сложностью, но являются более эффективными в отличие 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. Устинов, Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно-технологических строительных машин: учеб. пособие / Ю.Ф. Устинов; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2015. – 239 с.
2. Пат. 2310781, Российская Федерация, МПК 7 F16F 15/002, B60G 17/02. Способ виброзащиты мобильных технологических машин / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Жулай В.А., Тимошинов В.Г., Головач К.И., Дрозд А.В., Зеленин Д.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т.- №2006102807/11, заявл. 31.01.06, опубл. 20.11.07, Бюл. №32. – 7 с.: ил.
3. Потураев В.Н. Резиновые и резино-металлические детали машин / В.Н. Потураев. – Москва: «Машиностроение», 1966. – 299 с.

References

1. Ustinov Yu. F. Mechanical vibrations and vibroacoustic protection of transport and technological construction machines: textbook / Yu. F. Ustinov; Voronezh SUACE. – Voronezh, 2015. – 239 p.
2. Pat. 2310781, Russian Federation, 7 IPC F16F 15/002, B60G 17/02. The method of vibration protection of mobile technological machines / Ustinov Yu. F., Muravyev V.A., Zhulay V.A., Timoshinov V.G., Golovach K.I., Drozd A.V., Zelenin D.A., the applicant and the patentee is Voronezh SUACE.-№ 2006102807/11, ann. 01/31/06, publ. 11/20/07, Bul. №32.- 7 p.: ill.
3. Poturaev V.N. Rubber and rubber-metal details of machines / V.N. Poturaev. – Moscow: «Mashinostroenie», 1966. – 299 p.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 624.21/.8

*Воронежский государственный
технический университет
Студент группы 3941 М.В. Барышников
Россия, г. Воронеж, тел. +7(905) 655-45-39
e-mail: iskariy@mail.ru
Доцент, кандидат технических наук
В.П. Волокитин
Россия, г. Воронеж, тел. +7-920-229-02-59
e-mail: nova.vp@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Student group 3941 M.V. Baryshnikov
Russia, Voronezh, tel. +7 (905) 655-45-39
e-mail: iskariy@mail.ru
Associate Professor, Candidate of Technical
Sciences V.P. Volokitin
Russia, Voronezh, tel. +7 -920-229-02-59
e-mail: nova.vp@mail.ru*

М.В. Барышников, В.П. Волокитин

СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ТРУБ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

С целью сокращения расходов на возведение фундаментов транспортных сооружений в настоящее время рассматривается вопрос о вторичном использовании труб промышленных трубопроводов в качестве стальных трубчатых свай.

Ключевые слова: фундамент, стальная трубчатая свая, трубопровод, коррозия, прочность, износ.

M.V. Baryshnikov, V.P. Volokitin

PILED FOUNDATION FROM SECONDARY PIPES OF MAIN PIPE-WIRES

Currently, there is a question about the recycling of industrial pipe pipes as steel tubular piles.

Keywords: foundation, steel tubular pile, pipeline, corrosion, strength, wear.

Мостовые сооружения относятся к наиболее ответственным и дорогим сооружениям, рассчитанным на длительные сроки эксплуатации в условиях воздействия неблагоприятных климатических и географических факторов. Объем работ и стоимость строительства определяются размерами моста, топографией и геологией местности, а также режимом водотока под сооружением.

Любое инженерное сооружение, как известно, состоит из надземной части и фундамента, расположенного ниже уровня воды в реке или поверхности земли. В мостостроении применяют два вида фундамента: свайный и фундамент малого заложения. В сложных геологических условиях, где присутствуют “слабые” грунты, как правило, используют первый вариант фундамента.

Основное назначение фундамента - передать грунту давление от собственного веса сооружения и действующих на него нагрузок. Фундаменты и их основания - ответственные элементы

сооружения, от качества и надежности которых в большой степени зависят долговечность и безопасность его эксплуатации. Фундаменты мостовых опор обычно возводят в сложных гидрогеологических условиях, вынуждающих применять конструкции и способы устройства, как правило, во многом отличающиеся от фундаментов промышленных, гражданских и других инженерных сооружений. В современном строительстве применяют различные конструкции и способы устройства фундаментов, которые должны характеризоваться минимальными величинами приведенных затрат, материалоемкости, энергоемкости, трудоемкости.

На мостах с проектной отметкой заложения свай свыше 40 м своё применение нашли стальные трубчатые сваи, представляющие собой полые трубы диаметром до 200 см с постоянной или переменной толщиной стенки 10-14 мм. Стальные трубчатые элементы легче железобетонных, которые в свою очередь армируются и заполняются бетоном. Так как конструкция сборная и изначально весит меньше, это снижает стоимость её транспортировки. Так же стоит отметить, что монтаж свай осуществляется на месте непосредственно перед её погружением (рис. 1).

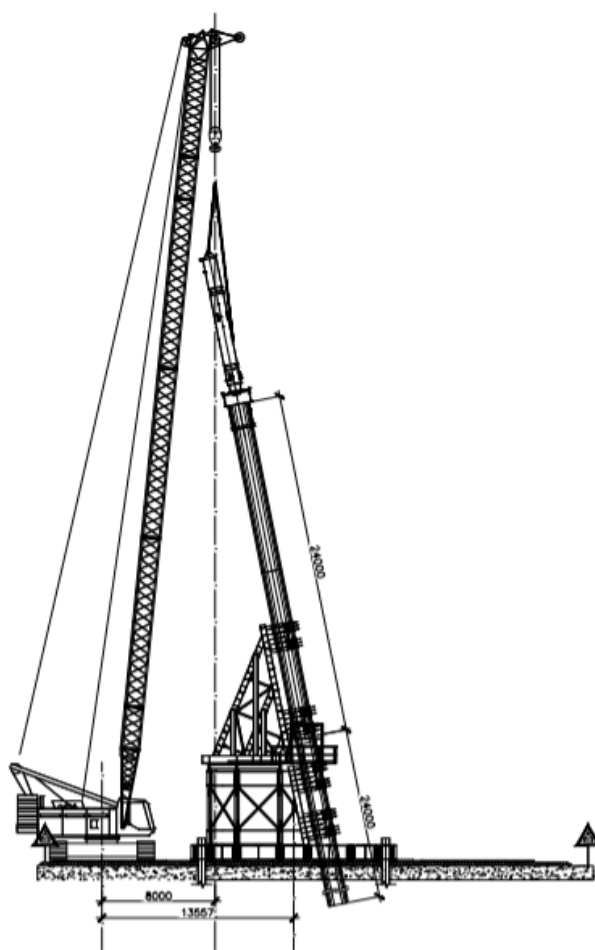


Рис. 1. Схема установки для погружения трубосвай

Примером такой технологии явилось их использование при постройке Крымского моста. Применение именно стальных трубчатых свай связано с технологией их погружения с одновременным наращиванием, что невозможно выполнить с помощью железобетонных. Трубчатые сваи армируются и бетонируются полностью или в случае наличия грунта, частично, что позволяет снизить риск потери несущей способности фундамента при коррозии стали (рис. 2).



Рис. 2. Погружение стальных трубчатых свай

Для трубопроводов различного промышленного назначения основываясь на СП 34-101-98 [1] используется сталь марки А, В, Х42-Х80 и диаметр трубы может достигать 150 см. В свою очередь для трубчатых свай применяют такие марки стали как: В, Х42, Х46, Х52, Х56, Х60, Х65 до Х70 и Х80.

Так как магистральные трубопроводы воспринимают другие нагрузки нежели сваи, то вопрос о вторичном их использовании остается открытым. Закончившийся срок службы труб в качестве прямого их использования, не означает, что их нельзя применить в качестве свай на небольших объектах, тем самым, значительно уменьшить стоимость фундамента для сооружения.

Как показывают опыт эксплуатации трубопроводов и результаты обследований их технического состояния, внутренняя коррозия выводит из строя промышленные трубопроводы за 5 - 10 лет, магистральные трубопроводы - за 20 - 40 лет, трубопроводы системы газораспределения - за 40 - 50 лет, водопроводы - за 10 - 20 лет. Основными методами борьбы с внутренней коррозией являются: очистка перекачиваемого продукта от коррозионно-агрессивных примесей, регулирование скорости потоков, ингибирование. Однако остановить внутреннюю коррозию практически невозможно, можно только замедлить процесс. Так же возможна локальная коррозия из-за чего демонтируют целую секцию магистрального трубопровода. При большом износе трубопровода, можно выйти из положения повышением прочностных характеристик ядра. Достаточно, чтобы трубопровод выдержал нагрузки при погружении его до проектной отметки. Таким образом, он обеспечит глубину погружения недоступную железобетонным сваям.

Основываясь на ОСТ 153-39.4-010-2002 [2] условие прочности трубопровода в случае расчёта на износ стенки можно представить в следующем виде

$$[\delta] \geq \delta, \quad (1)$$

где $[\delta]$ и δ – это допустимый и текущий относительный износ стенки;.

$$[\delta] = 1 - \frac{t_R}{t_n} - \delta_0, \quad (2)$$

δ_0 – начальное изменение толщины стенки;

t_n – номинальная толщина стенки;

t_R – толщина стенки трубопровода.

В случае выполнения условия прочности по износу, остается рассчитать свайный фундамент на несущую способность F_d , (основываясь на СП 24.13330.2011 [3]) следующим образом

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i n_i), \quad (3)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;

A – площадь опирания на грунт сваи, м²;

u – наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа;

h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

γ_{cR}, γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта.

Однако применение труб нефтепроводов в качестве свай не допускается, так как в них осаждаются реагенты, негативно влияющие на железобетонное ядро сваи

Таким образом, с целью экономии средств при возведении фундаментов небольших транспортных сооружений необходимо рассматривать вопрос о вторичном использовании труб промышленных трубопроводов в качестве стальных трубчатых свай.

Выводы

1. Найден вектор развития применения вторичных магистральных трубопроводов.
2. Рассмотрена возможность понижения стоимости свайного фундамента в сложных геологических условиях.

Библиографический список

1. СП 34-101-98 Выбор труб для магистральных нефтепроводов при строительстве и капитальном ремонте. М., 1998.
2. ОСТ 153-39.4-010-2002 Методика определения остаточного ресурса нефтегазопромысловых трубопроводов и трубопроводов головных сооружений. М., 2002.
3. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. М., 2011.

References

1. SP 34-101-98 Selection of pipes for trunk pipelines during construction and overhaul. M., 1998.
2. OST 153-39.4-010-2002 Methodology for determining the residual life of oil and gas field pipelines and headworks pipelines. M., 2002.
3. SP 24.13330.2011 Pile foundations. M., 2011.

Воронежский государственный технический университет

*Студент группы М-201 Е. В. Воронин;
Канд. техн. наук, доцент В.П. Волокитин;
Россия, г. Воронеж, тел. +7-920-229-02-59
e-mail: nova.vp@mail.ru
Канд. техн. наук, доцент
А.В.Еремин;
Россия, г. Воронеж, тел. +7-910-346-95-87
e-mail: bora.av@mail.ru*

*Voronezh State Technical University
Student groups M-201 E.V. Voronin;
Cand. of Tech. Science, Associate prof.
V.P. Volokitin;
Russia, Voronezh, tel. +7-920-229-02-59
e-mail: nova.vp@mail.ru
Cand. of Tech. Science, Associate prof.
A.V. Eremin;
Russia, Voronezh, tel. +7-910-346-95-87
e-mail: bora.av@mail.ru*

Е.В. Воронин, В.П. Волокитин, А.В. Еремин

АРМОГРУНТОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

В связи с потребностью совершенствования конструктивно-технологических решений и разработки конкурентоспособных инновационных конструкций устоев, новых методов их расчета, отвечающих требованиям надежности и безопасности, предъявляемых к мостам, в статье рассматриваются армогрунтовые системы как часть транспортной природно-технической системы, анализируется эволюция проектных решений, и приводятся основные положения применения армогрунтовых систем различного целевого назначения.

Ключевые слова: армогрунтовая система, устои мостов, новая схема мостового перехода, устои диванного типа, устои с отдельными функциями, буровые сваи в геосинтетической оболочке.

E.V. Voronin, V.P. Volokitin, A.V. Eremin

ALMOGROTE SYSTEM HIGHWAY BRIDGES

In connection with the need to improve constructive-technological solutions and the development of competitive innovative designs of foundations, new methods for calculating them that meet the requirements of reliability and safety imposed on bridges, the article considers arm-soil systems as part of a natural transport system, the evolution of design decisions is analyzed, and the main provisions for the use of reinforced ground systems for various purposes are given.

Keywords: armoratia system, the foundations of bridges, a new scheme of a bridge, the foundations of the divan type, foundations with separate functions, drilling piles in geosynthetic sheath.

На основании анализа литературных источников, посвященных различным областям применения армированного грунта (гидротехнические и гражданские сооружения, земляное полотно железных и автомобильных дорог, покрытия дорог и аэродромов, рекультивация свалок отходов и многие другие сферы), следует обратить внимание на возможность его применения в системах транспортных сооружений, включающих концевые участки насыпей подходов, устои, выезды и съезды с путепроводов и эстакад, подпорные стены, входящие в

состав этих комплексов, т.е. в системах, непосредственно влияющих на надежность, долговечность, техническую и экологическую безопасность в различных, в том числе неблагоприятных и экстремальных инженерно-геологических условиях.

Армогрунтовым конструкциям, несомненно, присущи все характеристики природно-технической системы, однако они имеют отличительные свойства по сравнению с составляющими ее элементами (основание, грунт концевой участка насыпи, конуса или съезда, армирующие элементы, лицевые стенки или облицовки, фундаментные элементы и др.), объединенными в единую систему.

По существующим определениям армогрунтовые системы мостов и транспортных развязок являются открытыми, т.е. имеющими связи и взаимодействие с более крупной системой и окружающей средой – природно-технической системой (ПТС). Им присущи свойства как детерминированной, так и стохастической систем. Армогрунтовые системы следует отнести к сложным системам, отличающимся многообразием внутренних связей, которые пока лишь частично удастся описать в виде математических моделей, что указывает на то, что армогрунтовые системы не являются в полной мере хорошо организованными.

Вопрос о разработке модели армогрунтовой системы остается пока открытым. Попытка разработки аналитической динамической модели армогрунтовой системы, описывающей все стороны и аспекты ее существования в течение всего расчетного жизненного цикла, представляет собой достаточно сложную задачу; такая модель будет либо слишком громоздкой, либо будет лишь грубым приближением к действительности. Адекватность и работоспособность такой гипотетической модели весьма проблематична.

Более приближенным к действительности представляется имитационное моделирование отдельных процессов и состояний (например, напряженно-деформированного состояния, предельных состояний, механизмов разрушения), возникающих в реальной системе.

Устои, являющиеся составной частью сопряжения моста с геомассивами склонов и насыпей, и в то же время – несущими элементами – береговыми опорами, подвергаются наиболее сложным сочетаниям воздействий, различающихся по своей физической природе и уровню. Вместе с тем это едва ли не самая малоизученная, наиболее уязвимая и дорогая часть сооружения. Для малых (длиной до 25 м) и средних (длиной от 25 до 100 м) мостов устои по стоимости и трудоемкости составляют 15–40% от сметной стоимости и общих затрат на возведение сооружения. В связи с этим совершенствование конструктивно-технологических решений и разработка конкурентоспособных инновационных конструкций устоев, новых методов их расчета, отвечающих требованиям надежности и безопасности, предъявляемых к мостам, является актуальной задачей.

Устои мостов старой постройки представляли собой массивные и громоздкие сооружения из камня, бутовой кладки, бетона и, позднее, железобетона. Функциональное назначение устоя – воспринимать нагрузки от пролетного строения, переходной плиты и нагрузки от давления грунта берегового склона и насыпи подхода. Именно эта, вторая функция и приводила к громоздким, тяжелым и трудоемким конструктивным решениям устоев, которые устраивались в глубоких котлованах или на мощных свайных фундаментах. Грунты насыпи и берегового склона выполняли «агрессивную» роль среды, создающей огромные нагрузки, для восприятия которых требовались соответствующие конструкции, обеспечивающие при этом относительную неподвижность устоя, диктуемую условиями опирания и работы пролетного строения.

Именно это обстоятельство и подвигло инженерную мысль к созданию обсыпных конструкций устоев с конусами, внутри которых находятся несущие элементы, которые, практически, вытеснили гравитационные массивные конструкции и в настоящее время являются самым распространенным типом.

Однако кажущаяся эффективность обсыпных конусных сопряжений мостов с береговыми склонами и насыпями весьма обманчива. С устройством конусов, имеющих обычно

откос с заложением 1 : 1,5, а при высоких насыпях и слабых грунтах основания это заложение увеличивается до 1 : 2 и более, а по высоте откоса устраиваются бермы, длина моста существенно увеличивается. Для малых и средних мостов это увеличение составляет два пролета длиной 18–24 м, необходимых для перекрытия конусов и вместе с этим возникает необходимость в возведении еще двух опор. При этом находящиеся в теле насыпи и конуса несущие элементы устоя вовсе не освобождены от горизонтального давления грунта насыпи.

Согласно СП 35.13330.2011 [1] элементы устоя загружаются активным давлением грунта насыпи совместно с временными нагрузками, прикладываемыми к удвоенной ширине стоек, если их общая ширина менее 0,5 ширины устоя; и на полную ширину устоя, если суммарная ширина стоек превышает 0,5 от ширины устоя. Освободить несущие элементы обсыпного устоя от давления грунта насыпи разрешается только в тех случаях, когда насыпь возведена гидронамывным способом, обеспечивающим высокую степень уплотнения грунта, или когда эта насыпь отсыпана и уплотнена до устройства несущих элементов устоя и его фундамента, что в практике мостостроения бывает сравнительно редко.

В работах Д.М. Шапиро [4] показано, что можно учитывать работу несущих элементов обсыпного устоя, находящихся внутри тела насыпи, как работу упругих элементов в линейно-деформируемой среде, что, однако требует тщательного уплотнения грунта между элементами устоя, в том числе под ригелем, что труднодостижимо и нетехнологично. Им же (Д.М. Шапиро) показано, что в несущих элементах обсыпного устоя появляются дополнительные изгибающие моменты, связанные с деформацией основания под действием веса насыпи подхода.

С появлением армогрунтовых систем отпадает необходимость в старых массивных конструкциях и в обсыпных конусных сопряжениях, а также возникает вопрос о соответствии всем потребительским качествам мостового перехода.

Необходимые потребительские свойства мостового перехода с успехом обеспечиваются с помощью армогрунтовых систем различного целевого назначения.

Основные положения новой структурной схемы мостового перехода отражаются в следующих позициях:

1. Мостовой переход включает в себя мостовое сооружение и подходы к мосту.
2. Мостовое сооружение включает в себя непосредственно мост и узлы сопряжения моста с геомассивами береговых склонов и насыпей подходов.
3. Узел сопряжения включает в себя часть насыпи подхода за пределами переходных плит, если этот участок насыпи по своим инженерно-геологическим свойствам склонен к проявлению опасных для моста процессов (оползни, обводнение, сейсмика, закарстованность, слабые, требующие уплотнения, грунты основания и т.п.).
4. Проектирование и строительство узла сопряжения моста с геомассивами береговых склонов и насыпей подходов должно осуществляться в соответствии с требованиями СП 35.13330.2011 [1].
5. Временные нагрузки при проектировании узла сопряжения моста с геомассивами береговых склонов и насыпей подходов должны размещаться согласно случаю размещения для моста и переходной плиты.

В соответствии со схемой классификации армогрунтовых систем по их целевому (функциональному) назначению обозначим область их применения:

1. Системы армирования конусов: могут применяться в типовых конструкциях обсыпных устоев мостов и путепроводов с целью уменьшения или полного снятия давления грунта насыпи с несущих элементов устоя, находящихся внутри конуса, а также для повышения устойчивости конуса и устройства более крутых его откосов.

Преимущества данного случая заключаются в том, что: в первом случае может быть облегчено фундирование устоя (уменьшено число свай), облегчены стойки, рамные или коз-

ловые конструкции устоя; во втором случае может быть увеличен габарит проезда под путепроводом или сокращена длина пролета.

2. Устои диванного типа: предпочтительно применять для однопролетных схем мостов и путепроводов при длине пролета не более 33 м, а для температурно-неразрезных систем длиной до 100 м на дорогах всех категорий. В этом случае пролетное строение опирается на диванный блок, который, в свою очередь опирается, на армированный концевой участок насыпи подхода.

Устройство таких устоев допустимо при следующих подстилающих грунтах основания концевого участка насыпи подхода:

- скальные грунты;
- гравелистые грунты с песчаным или глинистым заполнением;
- крупные и средней крупности пески, плотные и средней плотности, необводненные;
- твердые и полутвердые глины и суглинки;
- отсутствие в сжимаемой толще слабых прослоек грунтов (мягкопластичные суглинки, текучие супеси, тиксотропные грунты, торфяные или иные органические прослойки);
- уровень грунтовых вод должен быть на глубине не менее 2,0 м.

При устройстве устоев диванного типа для мостов должны быть обеспечены меры, предотвращающие размыв концевых участков насыпей подходов.

3. Устои с раздельными функциями: эти устои представляют собой конструкцию бесконусного сопряжения моста или путепровода с геомассивом склона и насыпи подхода. Крайняя опора воспринимает нагрузки от пролетного строения и переходной плиты, а основная нагрузка на несущие элементы устоя – давление грунта насыпи – воспринимается армогрунтовой системой.

Устои с раздельными функциями были применены в СССР в 1975–1980 гг. при реконструкции автодороги «Балтия» проектной организацией «Гипродорнии». Впервые в процессе разработки проекта была применена терминология «путепровод тоннельного типа», «анкерные подпорные стены крайних опор автодорожных путепроводов», которые в проекте отделяли насыпь подходов на автомобильных дорогах I–V категорий от опоры искусственного сооружения. Аналогичные по своей идее конструкции, имеющие, однако, определенные отличия, применяются во многих странах мира. Введенный А. Д. Соколовым [2,3] термин «устой с раздельными функциями» подразумевает полную силовую изоляцию крайней опоры от насыпи подхода. Этот термин принятый специалистами, вошел в техническую терминологию и постоянно употребляется в литературе и периодической печати.

При этом не требуется удлинять мост или путепровод за пределы потенциально оползневых склонов, что открывает большие возможности для строительства мостов и путепроводов в данных районах.

Применение противооползневых армогрунтовых систем мостов и путепроводов должно носить превентивный характер.

4. Многофункциональные армогрунтовые системы мостов и путепроводов: могут быть запроектированы для выполнения нескольких функций:

- обеспечить разгрузку крайних опор от давления грунта насыпи и исключить конус, т.е. обеспечить схему устоя с раздельными функциями;
- осуществить разгрузку ростверков фундаментов крайних опор от давления грунта, создаваемого весом насыпи подхода;
- обеспечить защиту конструкций моста или путепровода от воздействий оползневых склонов;
- обеспечить минимизацию осадок концевого участка насыпи, если он подстилается слабыми грунтами основания, путем устройства «висячей» насыпи, опирающейся на свайное поле и гибкий ростверк или мембрану;

- обеспечить устойчивость насыпи в поперечном к оси направлении путем устройства в нижней части насыпи поперечной стяжки из высокопрочной геосинтетической ткани;

- обеспечить возможность производства работ по строительству моста или путепровода при большом количестве полос движения в две очереди с переброской движения на одну из очередей и устройством крутого откоса возводимой насыпи путем поперечного армирования.

5. Армогрунтовые системы при ремонте и реконструкции мостов и путепроводов: достаточно часто конструкции устоев под действием давления грунта насыпи подхода или оползневых проявлений получают наклон и перемещения, в результате которых заклинивается пролетное строение.

Наиболее эффективным и экономичным техническим решением этой проблемы является разборка концевой участка насыпи с последующей ее отсыпкой и применением армирования грунта, что полностью устранит воздействие насыпи или оползневых проявлений на конструкции устоя, обеспечив необходимый зазор между шкафной стенкой и торцом пролетного строения.

6. Буровые сваи в геосинтетических оболочках: при устройстве буровых свай фундаментов опор методом ВПТ иногда приходится проходить крайне слабые (текучие) прослойки грунтов основания. При извлечении обсадной трубы бетон сваи может растекаться в сторону слабых слоев грунта, нарушая сплошность и целостность ствола сваи. Это может быть предотвращено путем устройства буровых свай в геосинтетических оболочках, одеваемых на арматурный каркас сваи. Эти оболочки не позволят бетону сваи растекаться в сторону слабых прослоек грунта.

Выводы

1. Армогрунтовые системы дают возможность своего применения в системах различного целевого назначения, непосредственно влияющих на надежность, долговечность, техническую и экологическую безопасность в различных, в том числе неблагоприятных и экстремальных инженерно - геологических условиях.

2. Армогрунтовые системы позволяют совершенствовать конструктивно-технологических решения, осуществлять разработку конкурентоспособных инновационных конструкций и новых методов их расчета.

Библиографический список

1. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*.
2. Соколов А.Д., Солодунин А.Н. Армогрунтовые конструкции устоев с отдельными функциями моста через р. Ликову / Дороги и мосты, 2006, вып. 15/1.
3. Соколов А.Д. Устои с отдельными функциями / Дорожная держава, 2007, № 3.
4. Шапиро Д.М. Математическое моделирование и методы расчета устоев автодорожных мостов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. МИСИ, 1991.

References

1. SP 35.13330.2011. Bridges and pipes. Updated version of SNiP 2.05.03-84 *.
2. Sokolov A.D., Solodunin A.N. Arms ground construction foundations with separate functions of the bridge across the river. Likov / Roads and Bridges, 2006, no. 15/1.
3. Sokolov A.D. The foundations with separate functions / Road Power, 2007, № 3.
4. Shapiro D.M. Mathematical modeling and methods for calculating the abutments of road bridges. Abstract of dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. IISS, 1991.

*Воронежский государственный
технический университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры проекти-
рования зданий и сооружений Э.Е. Семенова
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений Д.А. Антонова
Россия, г. Воронеж, тел. 8-952-597-01-17
e-mail: darya.antonova.95@list.ru
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений Н.С. Ильичева*

*Voronezh State
Technical University
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the designing of
buildings and constructions faculty E.E. Semenova
Master of the designing of buildings and construc-
tions faculty D.A. Antonova
Russia, Voronezh, tel. 8-952-597-01-17
e-mail: darya.antonova.95@list.ru
Master of the designing of buildings and con-
structions faculty N. S. Ilcheva*

Э.Е. Семенова, Д.А. Антонова, Н.С. Ильичева

ВИТРАЖНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ ФАСАДОВ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Рассмотрен аспект витражного остекления фасадов, разобраны кон-
струкционные материалы и их применение в зависимости от климата и назна-
чения строительного объекта. Проанализированы основные достоинства и
недостатки, относящиеся к витражному остеклению фасадов.

Ключевые слова: витражи, остекление, стекло, архитектура.

E.E. Semenova, D.A. Antonova, N.S. Ilcheva

CAMERA GLAZING FACADES: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

The aspect of stained glass facade glazing has been considered, structural
materials have been disassembled and their use depending on the climate and the
purpose of the construction site. The main advantages and disadvantages related
to the stained glass glazing of facades are analyzed.

Keywords: stained glass, glass, glass, architecture.

Архитектура является одним из способов для человека увековечить что-либо на года, десятилетия и века. Еще знаменитый американский архитектор, первопроходец рационализ-
ма, «отец» американского модернизма и создатель одного из первых небоскребов Луис Ген-
ри Салливан сказал, что «архитектура – это искусство, которое воздействует на человека
наиболее медленно, зато наиболее прочно» [3]. В XX-XXI вв. концепция строительства зда-
ний начала меняться в сторону тренда «есо», предполагая использование «зеленых» техноло-
гий, однако и структурные формы зданий тоже пришли в изменение, как, например, всё
больше стало появляться строений, в особенности небоскребов, в технологии возведения ко-
торых использовано витражное остекление фасадов. Именно оно придает зданию новизну и
оригинальность, воплощая в себе огромное количество смелых архитектурных решений. К
примеру, самими знаменитыми зданиями, в составе которых была использована рассматри-
ваемая технология, считается лондонский Мэри-Экс, башня Банка Китая в Гонконге, Уил-
лис-тауэр в Чикаго, Бурдж-эль-Араб в Дубае, шанхайский Всемирный финансовый центр и
др. Примером таких конструкций в России являются небоскребы Москва-Сити, представ-
ленные на рис.



Рис. Московский международный деловой центр «Москва-сити»

Говоря в целом, витражное остекление фасадов выполнено с помощью стекла, алюминия и пластика, причем благодаря синергии данных материалов, можно создать абсолютно любую форму. Особенностью витражного остекления выражается в том, что все работы выполняются изнутри, не требуя для себя и специальных подъемных устройств, что бы увеличило трудоемкость процесса. В зарубежном сегменте архитектуры витражное остекление фасадов называется «curtainwall», причем оно стало очень популярным в последние десятилетия. Рассматривая конструкционные материалы, отметим, что стекло, как один из основополагающих элементов витражного остекления может различаться по цвету, толщине и прозрачности – от этого зависит не только видение здания, но также и его «коммуникация» с внешней средой. Ташмухамедов Р.Р. в своей статье отметил, что при строительстве зачастую используются стекла с габаритами 3000×6000 мм, называемыми «джамбо», что указывает на их размер [1]. Толщина стекла обычно варьируется от 10 до 19 мм – зависит от планируемых размеров всей конструкции, однако в странах с мягким и жарким климатом, как, например, Мексика, Италия, Турция и др. используются монолитные стекла толщиной 1/4 дюйма (6 мм) и 1 дюйм (25 мм). В жилищном строительстве, где было решено остеклить фасад витражом, обычно используют монолитные стекла толщиной 1/8 дюйма (3 мм) и стеклопакеты в 5/8 дюйма (16 мм) [4].

Строители очень строго подходят и к элементу прозрачности стекла для витражного остекления фасадов. Так как данный тип остекления играет, в первую очередь, эстетическую функцию, прозрачность стекла зачастую может варьироваться от полной прозрачности до его полной затемненности. Например, если нужно спрятать мостовую балку или стену, используется стекло с меньшим коэффициентом прозрачности. Что касается прочих конструктивных материалов в составе витражного остекления фасадов, используют балки и прочие элементы конструкции из алюминия. Однако отметим, что в Европе в материал алюминиевой панели могут включить и армированный волокном пластик для повышения прочности конструкции.

Применение витражного остекления фасадов обусловлено не только эстетическими потребностями, а также другими обстоятельствами, которые выражаются в достоинствах и недостатках данного вида остекления. Говоря о достоинствах, стоит отметить следующие [2]:

1. Экономичность. Благодаря большой площади остекления, затраты на освещение помещений минимизированы, чем в зданиях со стандартной планировкой. Более того, финансовые затраты на обустройство витражного остекления намного меньше.

2. Долговечность. В то время как металл может подвергаться коррозии ввиду внешних факторов, как ветер и влажность, а дерево – гниению, компании-производители витражного остекления дают гарантию на срок действия не менее 50 лет.

3. Прочность. Несмотря на то, что внешне кажется, что стекло достаточно хрупкий материал, двойной стеклопакет может выдерживать прямой удар весом до 80 кг, а если в составе витражного остекления было применено бронированное стекло, тогда показатель прочности конструкции экспоненциально увеличивается.

4. Светопроницаемость. Помимо того, что для освещения помещений в здании с витражным фасадом необходимо намного меньше энергии, лучи света, проникающие внутрь, создают атмосферу уюта и комфорта, что может благоприятно повлиять и на работоспособность сотрудников [5].

5. Экологическая безопасность. Любая конструкция такого рода одинаково безопасна как для окружающей среды, так и для людей.

6. Простота ремонта. Если обнаружилось повреждение одного или нескольких стеклянных блоков в составе витражного остекления, нет необходимости менять весь фасад, так как можно заменить лишь поврежденные его части.

7. Теплоизоляция. Витражное остекление фасадов из-за своей конструкции позволяет одновременно сохранять тепло в помещении и не запускать мороз внутрь, что может быть средством экономии на отоплении, являясь экономически выгодным решением.

8. Пожарная безопасность. Материалы, используемые для установки данных систем, максимально пожаробезопасны. Они не склонны к возгоранию или задымлению.

Тем не менее, несмотря на вышеописанные достоинства, витражное остекление фасадов имеет и свои недостатки:

1. Опасность при сейсмоактивности. Это тип конструкции нежелательно применять в районах, где наблюдается повышенная сейсмоактивность, так при колебаниях выше 4-5 баллов по шкале Рихтера стекла могут полопаться и служить угрозой для людей.

2. Неустойчивость. Витражное остекление не характеризуется повышенной устойчивостью к значительной ветровой нагрузке, что может также послужить негативным фактором [2].

3. Психическая нестабильность. Не все люди могут работать или жить в зданиях с витражным остеклением, особенно с большим коэффициентом прозрачности, так как это может стать причиной панических атак особенно у людей с акрофобией (боязнь высоты), будучи следствием разнообразных тревожных состояний.

4. Затраты на очистку. Витражное остекление фасадов должно поддерживаться в чистоте, иначе потеряется привлекательный вид зданий. Учитывая, что зачастую для очистки, которая должна проводиться, как минимум, 4 раза в год, нужно нанимать сотрудников высотного клининга, что может привести к большим затратам для владельца здания.

5. Вред для окружающей среды. Зарубежные специалисты отмечают, что здания с витражным остеклением могут оказаться фактором не только для потери ориентации птиц в воздухе из-за отражения солнца, но также могут служить инструментом их гибели, так как зачастую птицы врезаются в здания, не замечая стекла [5].

Вывод

Витражное остекление фасадов здания действительно являются одним из самых популярных архитектурных решений, создавая современный облик городского пространства. К достоинствам этого метода относится архитектурная выразительность, экономичность, экологичность, долговечность, повышенная теплоизоляция и др., однако, несмотря на положительные стороны, имеются и отрицательные, как, например, вред для птиц, нежелательность использования в сейсмозонах и на территориях с сильными ветрами, высокие затраты на очистку, а также возникновение тревожных состояний у людей.

Библиографический список

1. Ташмухамедов Р.Р. Особенности реализации проектов строительства зданий с витражным остеклением // Фотинские чтения. – 2018. – № 1 (9). – С. 461-465.
2. Уськов, В.В. Инновации в строительстве: организация и управление / В.В. Уськов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 342 с.
3. Цитаты про архитектуру [Электронный ресурс], - <http://citaty.su/arxitektura-aforizmy-i-citaty-pro-arxitektorov>.
4. CEN/TC 33 – Doors, windows, shutters, building hardware and curtain walling [Электронный ресурс], - https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:33194,6017&cs=17D9DFF89E474BD58A3056818983DEB6A.
5. Pros and cons of glass facades [Электронный ресурс], - [//economictimes.indiatimes.com/articleshow/14178517.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst](http://economictimes.indiatimes.com/articleshow/14178517.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst).
6. Семенова Э.Е., Коратыгина А.Ю., Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 135-137.

References

1. Tashmuhamedov R.R. Osobennostirealizatsiiiproektovstroitelstvazdaniy s vitrazhnyimostekleniem // Fotinskiechteniya. – 2018. –№ 1 (9). – S. 461-465.
2. Uskov, V.V. Innovatsii v stroitelstve: organizatsiya i upravlenie / V.V. Uskov. - Vologda: Infra-Inzheneriya, 2016. - 342 c.
3. Tsitatyi pro arhitekturu [Elektronnyiysresurs], - <http://citaty.su/arxitektura-aforizmy-i-citaty-pro-arxitektorov>.
4. CEN/TC 33 – Doors, windows, shutters, building hardware and curtain walling [Elektronnyiysresurs], - https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:33194,6017&cs=17D9DFF89E474BD58A3056818983DEB6A.
5. Pros and cons of glass facades [Elektronnyiysresurs], - [//economictimes.indiatimes.com/articleshow/14178517.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst](http://economictimes.indiatimes.com/articleshow/14178517.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst).
6. Semenova E.E., KoratyginaA.Yu., Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: HighTechnologies.Ecology. 2013. №1. Pp. 135-137.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 615.8

*Воронежский государственный
технический университет*

Старший преподаватель Мужаровская М.Н.

Старший преподаватель Груза М.С.

Старший преподаватель Хромых Г.Я.

Преподаватель Щербина И.В.

Россия, г. Воронеж

Voronezh State

Technical University

Senior teacher Muzharovskaya M.N.

Senior teacher Gruza M.S.

Senior teacher Hromykh G.Ya.

Teacher Sherbina I.V.

Russia, Voronezh.

М.Н. Мужаровская, М.С. Груза, Г.Я. Хромых, И.В. Щербина

ПРОФИЛАКТИКА АНОМАЛИИ КИММЕРЛЕ

Представлены неблагоприятные факторы окружающей среды, вызывающие различные заболевания и профилактические мероприятия лечения аномалии Киммерле с использованием лечебной физической культуры.

Ключевые слова: окружающая среда, неблагоприятные факторы, аномалия Киммерле, лечебная физическая культура.

M.N. Muzharovskaya, M.S.Gruza, G.Ya. Hromykh, I.V. Sherbina

PREVENTION OF ANOMALY OF KIMMERLE

The adverse factors of the environment causing various diseases and preventive actions of treatment of anomaly of Kimmerle with use of medical physical culture are provided.

Keywords: environment, adverse factors, Kimmerle's anomaly, medical physical culture.

Существует много определений состояния здоровья человека, но наиболее подходящим является определение данное Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ): «Здоровье является состоянием полного физического, психического и социального благополучия, а не просто состоянием отсутствия болезней и слабости».

Неблагоприятная окружающая среда в быту, на производстве, на отдыхе, в учебных помещениях и других условиях может вызывать различные заболевания у человека.

Все опасные и вредные факторы подразделяются на: физические – транспорт, работающие механизмы, повышенные уровни шума и вибраций, электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная температура, атмосферное давление, влажность воздушной среды и другие; химические – вещества и соединения, различные по агрегатному состоянию и обладающие токсическим, раздражающим, канцерогенным и мутагенным воздей-

ствием на организм человека и влияющим на его репродуктивную функцию; биологические – патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы и др.) и продукты их жизнедеятельности, а также животные и растения; психофизиологические – физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические (умственное перенапряжение, напряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки и др.) [1].

Весь перечисленный комплекс факторов или его отдельные составляющие могут вызывать болезнь – аномалию Киммерле.

Впервые аномалия Киммерле была выявлена в 1923 году, а детально описал ее в 1930 году венгерский врач А. Киммерле. Он описал вариант строения первого шейного позвонка (атланта), при котором существует дополнительная костная перемычка между краем суставного отростка атланта и задней частью дуги этого позвонка. Вследствие таких изменений формируется своеобразное отверстие, в которое заключены позвоночная артерия (ПА) и затылочный нерв. Также специалист обратил внимание, что у таких людей намного чаще диагностируют расстройства мозгового кровообращения. Впоследствии выявленная аномалия и получила имя своего открывателя [2].

Аномалия Киммерле считается пороком развития в области соединения черепа и первого шейного позвонка. При этой мальформации на позвонке имеется дополнительная дужка из костной ткани, которая нарушает подвижность и может провоцировать сдавливание позвоночной артерии, питающей головной мозг. Ранее считалось, что подобный дефект развития позвонка есть примерно у 10% людей, однако широкое использование рентгенодиагностики и МРТ позволяет выявлять его значительно чаще: по некоторым данным порок имеют до 30% жителей планеты [3].

Врачи выделяют два вида заболевания согласно форме аномального костного кольца:

1. Полная аномалия Киммерле - развивается в случае, если соединяющая атлант с черепом связка окостеневает. Это особенно тяжелый вид патологии, которая провоцирует возникновение серьезных симптомов. Уровень комфорта жизни пациента с таким диагнозом значительно снижается.

2. Частичная аномалия - этот вариант не провоцирует столько серьезных нарушений. Пациенту с данной патологией необходимо регулярно посещать врача и находится под наблюдением. Неполная аномалия Киммерле требует лечения в случае, если оказывает негативное влияние на уровень комфорта жизни человека, но в некоторых случаях ее наличие остается для больного незамеченной [4].

Исходя из причин, которые могут вызвать указанную аномалию, различают два ее вида:

1. Врожденная. Дефект в этом случае образуется в период эмбрионального развития. Точные причины подобного явления на сегодняшний день не установлены. Существуют предположения, что данная патология может возникнуть на фоне плохой экологической ситуации, вредных привычек у будущей мамы, инфицирования во время вынашивания ребенка.

2. Приобретенная. Данный вид аномалии не столь распространен, как предыдущий, и его появление связывают с наличием дегенеративных явлений в позвоночнике. С врожденной аномалией человек может прожить всю жизнь и даже не знать о ее существовании, а вот приобретенный дефект сопровождается яркими проявлениями и требует консервативного, а иногда и хирургического лечения.

У большинства пациентов аномалия Киммерле не сказывается на ритме жизни, и ее диагностируют случайно при МРТ или рентгене шейного отдела. В связи с этим, указанный дефект сам по себе болезнью не является [5].

Для аномалии развития Киммерле характерны клинические проявления, которые обусловлены уменьшением количества крови, поступающей к задним отделам мозга, больные начинают страдать от: шума в ушах (шум/гул/свист/звон может быть как в одном ухе, так и в обоих); мерцания «звездочек»/«мушек» перед глазами; потемнения перед глазами, которое возникает внезапно и так же внезапно проходит; мышечной слабости, провоцирующей частые падения и травмы даже без потери сознания.

Как правило, симптомы аномалии Киммерле усиливаются, когда больной поворачивает голову в определенную сторону. Из-за нарушения кровоснабжения мозжечка возникает шаткость походки, приступы потери сознания.

Для тяжелого течения болезни характерны: тремор ног/рук (из-за мышечных сокращений конечности дрожат); непрерывные головные боли; непроизвольные колебательные движения глаз высокой частоты (нистагм); мышечная слабость отдельной части лица/туловища; нарушения чувствительности (гипестезия); двигательные/чувствительные расстройства конечностей; транзиторные ишемические атаки в вертебро-базиллярном бассейне [6].

Человеку с аномалией Киммерле следует помнить, что, начиная лечение, надо быть очень осторожным с применением лечебной физической культуры (ЛФК) и массажем. Мануальная терапия опасна вообще.

В большинстве случаев, при лечении аномалии Киммерле достаточно медикаментозных методов и лечебно-охранительного режима. Применяют ноотропные препараты, сосудистую терапию, антиоксидантную терапию, нейротрофические и нейропротективные препараты. Физические упражнения и занятия спортом при аномалии Киммерле возможны и даже полезны, но в разумных пределах. Комплекс упражнений ЛФК должен быть направлен на растяжение подзатылочных мышц. Чтобы эффект был максимальным, надо улучшить осанку и общее состояние всего позвоночника. Следует избегать резких поворотов, движений шей, травматичных видов спорта, например, отбивание мяча головой или подъем штанги. Очень важно при лечении заболевания уменьшить физическую нагрузку на шею. Нельзя заниматься тяжёлыми физическими упражнениями, при которых есть вероятность повреждения позвоночника. При аномалии запрещено делать кувырки, стойку на голове, запрокидывать голову вверх и резко поворачивать шей. Нельзя заниматься волейболом, баскетболом, а также спортивной гимнастикой, но не запрещены лечебная гимнастика, бег, катание на роликах. Кроме упражнений, крайне полезно посещать бассейн. Необходимо помнить, что перед тем, как начать заниматься любым видом спорта, необходимо проконсультироваться со специалистом [7].

Рекомендации:

Очень важно, как человек спит ночью. При аномалии Киммерле рекомендуется подкладывать плотный валик из ткани под шею толщиной как рука самого пациента. Полезны занятия в воде. Например, в бассейне погрузиться в воду по рот, упереться подбородком в ладони и медленно опускать голову вперед и назад. Медленно нарастает усилие и медленно убывает нажим. Не делать это упражнение резко, а так же не поворачивать голову вправо и влево. Необходимо ощутить, как происходит мягкое вытяжение задней поверхности шеи. Это же упражнение можно делать и без бассейна, но очень медленно и осторожно. Если нет противопоказаний и аллергии, можно провести курс лечения укусами пчел (апитерапия) по специальным точкам. Это будет и профилактика шейного остеохондроза. Кроме того, человеку с аномалией Киммерле показано достаточное движение в течение дня. Во время езды в транспорте или занятий физкультурой лучше воспользоваться специальным ортопедическим воротником. Необходимо регулярно проводить медицинский контроль врачом-специалистом [8].

Библиографический список

1. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие/ кол.авторов; под ред. д-ра техн. наук, проф. А. Н. Сидорова. – М.: КНОРУС, 2007, - 496с.
2. <https://moyaspina.ru/bolezni/anomaliya-kimmerle-norma-patologiya>
3. <https://sosudinfo.ru/arterii-i-veny/anomaliya-kimmerli/>
4. https://sovets.net/11007-anomaliya-kimmerle.html#h2_3_h3_1
5. <https://www.operabelno.ru/prichiny-i-simptomy-anomalii-kimmerle-lechenie-sindroma-kimmerle-segodnya/>
6. <http://spb.medcenter.online/library/letter/a/illness/anomalija-kimerli>
7. <https://spinolog.com/bolezni/anomaliya-kimmerli-simptomyi-lechenie.html>
8. https://www.zid.com.ua/rus_creativework/anomalya-kymmerle-kak-sledstvie-osteohondroza.

References

1. Health and safety: manual/stake. authors; under the editorship of the doctor technical. sciences, prof. A.N. Sidorov. – M.: KNORUS, 2007, - 496 pages.
2. <https://moyaspina.ru/bolezni/anomaliya-kimmerle-norma-patologiya>
3. <https://sosudinfo.ru/arterii-i-veny/anomaliya-kimmerli/>
4. https://sovets.net/11007-anomaliya-kimmerle.html#h2_3_h3_1
5. <https://www.operabelno.ru/prichiny-i-simptomy-anomalii-kimmerle-lechenie-sindroma-kimmerle-segodnya/>
6. <http://spb.medcenter.online/library/letter/a/illness/anomalija-kimerli>
7. <https://spinolog.com/bolezni/anomaliya-kimmerli-simptomyi-lechenie.html>
8. https://www.zid.com.ua/rus_creativework/anomalya-kymmerle-kak-sledstvie-osteohondroza

*Воронежский государственный
технический университет
Старший преподаватель кафедры
строительной техники
и инженерной механики А.А. Осипов,
Магистранты: А.В. Журавлёв,
В.Г. Аристов, К.В. Родионов, А.И. Красиков,
Студент: С.Н. Волков.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(951) 554-03-23
e-mail: aristov.viktor@mail.ru*

*Voronezh State
Technical University
Senior Lecturer of the chair of construction
machinery and engineering mechanics
A.A. Osipov,
Undergraduate: A.V. Zhuravlyov, V.G. Aristov,
K.V. Rodionov, A.I. Krasikov,
Student: S.N. Volkov.
Russia, Voronezh, tel. +7(951) 554-03-23
e-mail: aristov.viktor@mail.ru*

А.А. Осипов, А.В. Журавлёв, В.Г. Аристов, К.В. Родионов, А.И. Красиков, С.Н. Волков

МЕТОДЫ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ВИБРОЗАЩИТЫ

Статья посвящена вопросам снижения уровня вибрации и шума на транспортно-технологических машинах и методам расчета виброизоляции.

Ключевые слова: виброизолятор, виброзащита, транспортно-технологические машины.

A.A. Osipov, A.V. Zhuravlyov, V.G. Aristov, K.V. Rodionov, A.I. Krasikov, S.N. Volkov

VIBRATION PROTECTION SYSTEM PARAMETERS SELECTION METHODS

Article is devoted to questions reduce vibration and noise on transport-technological machines and methods of calculating vibration insulation.

Keywords: vibration absorber, vibration protection, transport technological machines.

Снижение уровня вибрации и шума на транспортно-технологических машинах в настоящее время приобретает все большую актуальность. Повышенная вибрация снижает ресурс силовых агрегатов транспортно-технологических машин, вызывает дополнительное потребление энергии в переходных режимах работы агрегатов, приводит к возникновению и развитию профессиональных заболеваний обслуживающего персонала. Выбор определенных методов и средств защиты зависит от конструкции машины. Поэтому при разработке системы виброзащиты на первом этапе необходимо выявить основные источники динамического воздействия, их интенсивность, частотный диапазон, а также пути распространения вибрации от источника до защищаемого объекта.

Выбор определенных методов и средств защиты зависит от конструкции машины. Поэтому при разработке системы виброзащиты на первом этапе необходимо выявить основные источники динамического воздействия, их интенсивность, частотный диапазон, а также пути распространения вибрации от источника до защищаемого объекта.

Методы виброзащиты делятся на две большие группы: снижение параметров вибрации воздействием на источник возбуждения и снижение параметров вибрации на путях ее распространения. Структурная схема классификации методов виброзащиты представлена на рисунке 1.

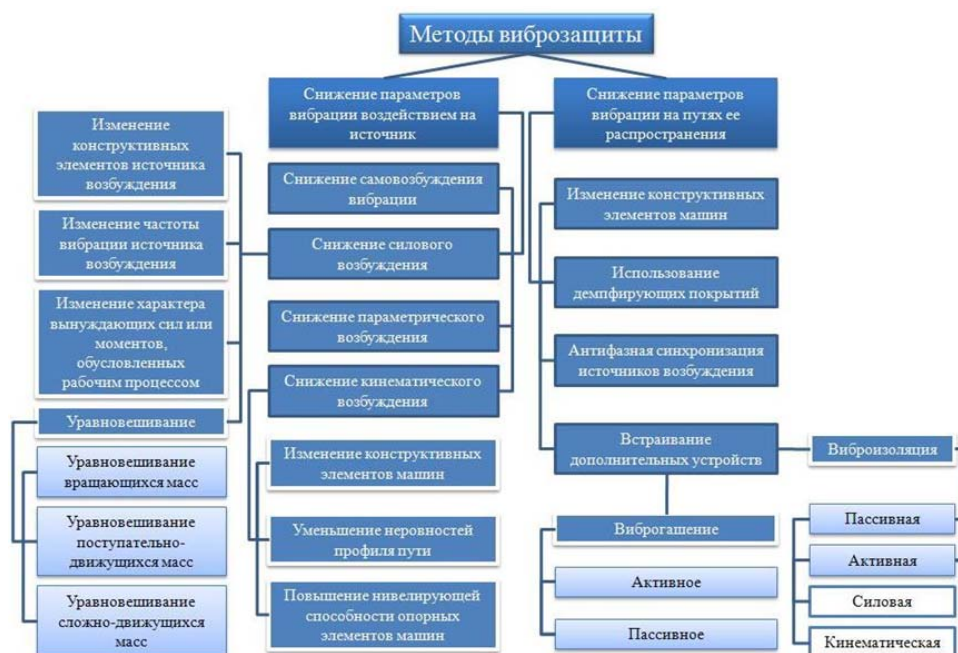


Рис. 1. Структурная схема классификации методов виброзащиты

Причиной вибрации являются возникающие при работе машин неуравновешенные силовые воздействия. В общем случае источником вибрации являются:

- физико-химические процессы, происходящие в источнике, например, ДВС;
- возвратно-поступательные движущиеся системы;
- неуравновешенные вращающиеся массы;
- ударное воздействие сопрягаемых деталей;
- оборудование, использующее ударное воздействие на обрабатываемый материал.

Снижать воздействие вибрации, воздействуя на источник возбуждения можно следующими способами: снижение самовозбуждения вибрации, снижение параметрического возбуждения, снижение кинематического возбуждения и снижение силового возбуждения вибрации.

Самовозбуждение вибрации - это колебание системы, вызванное поступлением энергии от неколебательного источника, которое регулируется движением самой системы. Параметры этих колебаний в значительной степени определяются нелинейными свойствами системы.

Параметрическое возбуждение вибрации - это возбуждение колебаний системы не зависящим от состояния системы изменением во времени одного или нескольких её параметров (массы, момента инерции, коэффициента жесткости). При этом возникают действующие на систему нестационарные силы, зависящие от координаты и скорости, а также от времени в явном виде.

Кинематическое возбуждение вибрации - это возбуждение вибрации системы сообщением каким-либо её точкам заданных движений, не зависящих от состояния системы. Снижение кинематического возбуждения возможно следующими путями: изменение конструктивных элементов машин, уменьшение неровности профиля пути машин и повышение нивелирующей способности опорных элементов машин.

Силовое возбуждение вибрации это возбуждение вибрации вынуждающими силами и моментами. Снижение силового возбуждения осуществляется изменением конструктивных элементов источника возбуждения, изменением частоты вибрации источника возбуждения, изменением характеристик вынуждающих сил и моментов, обусловленных рабочим процессом в машине и уравновешиванием. Уравновешивание, в свою очередь, осуществляется пу-

тем уравнивания вращающихся масс, уравниванием поступательно-движущихся масс и уравниванием сложно-движущихся масс.

Снижение виброактивности конкретного источника вибрации является очень специфичным делом. Общим подходом к решению этой задачи является уменьшение энергии возмущающих сил за счет уменьшения частоты воздействия или изменения масс и, соответственно, линейных скоростей. Также можно использовать перераспределение энергии во времени, делая процессы более плавными.

Вторая большая группа методов виброзащиты включает в себя меры по снижению вибрации на путях ее распространения. К этим методам относятся: изменение конструктивных элементов машин, использование демпфирующих покрытий, антифазная синхронизация двух или нескольких источников возбуждения и встраивание дополнительных устройств в конструкцию машин. Встраивание дополнительных устройств может осуществляться как виброизоляция и как виброгашение.

Виброизоляция – это метод виброзащиты заключающийся в ослаблении связи между источником и объектом путем размещения между ними виброизолирующего элемента. Различают активную и пассивную виброизоляцию, каждая из которой может быть силовой и кинематической.

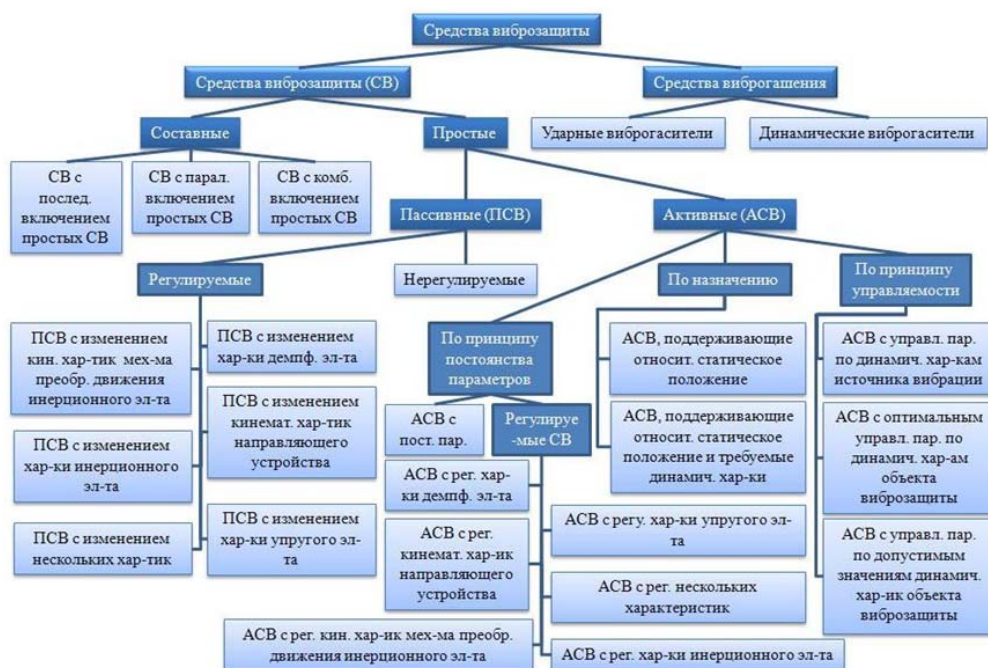


Рис. 2. Классификация средств вибрационной защиты

Виброгашение – это метод виброзащиты заключающийся в присоединении к объекту виброзащиты дополнительных устройств с целью изменения характера его колебаний. Различают активное и пассивное виброгашение.

На рисунке 2 представлена классификация средств вибрационной защиты. Средства виброзащиты делятся на средства виброгашения и непосредственно средства виброзащиты.

Средства виброгашения можно разделить на ударные виброгасители и динамические виброгасители. Работа динамических виброгасителей основана на формировании силовых воздействий, передаваемых на объект. Изменение колебательного состояния объекта при присоединении динамического виброгасителя происходит либо за счет перераспределения колебательной энергии от объекта к виброгасителю, либо за счет увеличения рассеивания энергии колебаний. В первом случае речь идет об инерционных динамических гасителях, ко-

которые применяют, как правило, для подавления моногармонических или узкополосных случайных вибраций. В случае широкополосной вибрации предпочтительным оказывается второй подход, состоящий в присоединении к объекту дополнительных демпфирующих элементов, так называемых поглотителей колебаний. Ударные виброгасители не могут осуществить полную компенсацию колебаний, при моногармоническом возбуждении, и речь может идти только об их частичном подавлении. Уменьшая колебания на частоте внешнего воздействия, ударный гаситель вместе с тем возбуждает высокочастотные колебания системы.

Средства виброзащиты (СВ) делятся на простые и составные. Составные средства виброзащиты могут быть с последовательным, параллельным или комбинированным включением простых СВ. Простые СВ делятся на активные (АСВ) и пассивные (ПСВ). Как АСВ так и регулируемые ПСВ можно регулировать несколькими способами: изменением кинематических характеристик механизма преобразования движения инерционного элемента, изменением характеристик инерционного элемента, изменением характеристики демпфирующего элемента, изменением кинематических характеристик направляющего устройства, изменением характеристики упругого элемента или изменением нескольких перечисленных характеристик. Также АСВ различают по назначению на АСВ поддерживающие относительное статическое положение и АСВ, поддерживающие относительное статическое положение и требуемые динамические характеристики, и по принципу управляемости на АСВ с управлением по динамическим характеристикам источника вибрации, АСВ с оптимальным управлением по динамическим характеристикам объекта виброзащиты и АСВ с управлением по допустимым значениям динамической характеристики объекта виброзащиты. Данная классификация позволяет в зависимости от типа вибрации выбрать оптимально средства защиты.

Чтобы выбрать и рассчитать систему виброизоляции, должны быть известны следующие исходные данные .

1. Параметры внешних динамических воздействий:

- диапазон частот возбуждающих колебаний;
- амплитуды перемещения или ускорения и направления действия возбуждающих колебаний;
- продолжительность действия возбуждающих колебаний;
- величины и направления действия линейных ускорений, а также продолжительность их действия;
- максимальные ударные ускорения и длительность ударных импульсов, как одиночных, так и многократных;
- число многократных ударов;
- высота возможного падения при транспортировании.

2. Параметры внешней окружающей среды:

- интервал рабочих температур;
- максимальная относительная влажность;
- атмосферное давление;
- сроки эксплуатации и хранения виброизоляторов в составе аппаратуры;
- условия транспортирования виброизолированной аппаратуры.

3. Кинетические параметры и габариты виброизолируемой аппаратуры:

- масса и положение центра тяжести аппаратуры;
- осевые и центробежные моменты инерции;
- основные габаритные и присоединительные размеры.

4. Допустимые величины динамических воздействий на виброизолируемую аппаратуру в заданном диапазоне частот:

- амплитуды перемещения и ускорения;
- коэффициенты динамичности в заданном диапазоне частот.

5. Статические и динамические силовые характеристики виброизоляторов.

На практике не все из перечисленных параметров бывают необходимы или могут быть известны. Число их определяется в зависимости от условий конкретной задачи.

Выводы

Необходимо провести расчеты, которые показывают, как выгоднее установить амортизаторы, чтобы изделие испытывало наименьшие механические нагрузки, такие как продольное перемещение при ударе и вибрацию.

Эффективность защиты от вибрационных воздействий во многом зависит от ряда параметров: статической жесткости (упругости), динамической жесткости, коэффициента затухания (демпфирования), амплитудно-частотных характеристик, ударных характеристик и т. д.

Библиографический список

1. Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дегтев, А.В. Ульянов, А.С. Гушин, В.Н. Карташов. Контейнер для вибрационной обработки деталей. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2016. № 1. С. 286-289.
2. 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.
3. Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дегтев, А.В. Ульянов. Приспособление планетарного типа для виброобработки деталей. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2015. С. 309-312.

References

1. Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov, A.S. Gushchin, V.N. Kartashov. Container for the vibration processing of details. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2016. pp. 286-289.
2. Y.F. Ustinov, N.M. Volkov, D.N. Degtev. Evaluation of vibroacoustic parameters of transport and transport-processing machines at the design stage. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2012. Number 1. pp. 308-312.
3. Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov. Planetary-type device for the vibroprocessing of details. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2015. pp. 309-312.

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации», начальник Научно-исследовательского центра территориального планирования «Теринформ»; ОАО «Гипрогор», главный специалист по инженерному оборудованию территории К.В. Шишов

Россия, г. Москва

Тел. +7(926)374-80-06

e-mail: terinform@list.ru

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации», зам. начальника Научно-исследовательского центра оздоровления городской среды Е.В. Климова

Россия, г. Москва

Тел. +7(960)718-74-08

e-mail: eklimova58@mail.ru

FGBI "Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation", Head of the Research Center for Territorial Planning «Terinform»;

Giprogor OJSC, Chief Specialist in Engineering Equipment

K.V. Shishov

Russia, Moscow

tel. +7(926)374-80-06

e-mail: terinform@list.ru

FGBI "Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation", Deputy Head of the Urban Environment Research Center

E.V. Klimova

Russia, Moscow

tel. +7(960)718-74-08

e-mail: eklimova58@mail.ru

К.В. Шишов, Е.В. Климова

АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

В статье рассматривается учет при разработке градостроительной документации аспектов комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами, такими как организация селективного сбора твердых коммунальных отходов, транспортирование, переработка и рециклинг. Обращается внимание на значимость проблемы для создания комфортной среды жизнедеятельности и защиты окружающей природной среды.

Ключевые слова: комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами, полигоны твердых коммунальных отходов, мусоросортировочные комплексы, селективный сбор твердых коммунальных отходов, градостроительное проектирование, требования по организации территории

K.V. Shishov, E.V. Klimova

ASPECTS OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR THE TREATMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN URBAN PLANNING

The article deals with the consideration of aspects of an integrated system for the treatment of municipal solid waste, such as organizing the selective collection of municipal solid waste, transportation, processing and recycling, when developing town planning documentation. Attention is drawn to the significance of the problem for creating a comfortable living environment and protecting the natural environment.

Keywords: integrated system of management of municipal solid waste, landfills of municipal solid waste, waste sorting complexes, selective collection of solid municipal waste, urban planning design, requirements for the organization of the territory.

Статья основана на результатах работ авторов по выполнению фундаментальных научных исследований Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и Российской академии архитектуры и строительных наук в 2016 – 2018 гг. По основному направлению выполненные НИРы соответствуют разделу тематики научных исследований «Градостроительные основы повышения качества и безопасности среды жизнедеятельности». В статье анализируется проектная градостроительная документация городов Сочи, Челябинск, Севастополь, Нижний Новгород, выполненных ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» и ОАО Гипрогор.

Целью работы является изучение проблем градостроительного размещения объектов сбора, транспортировки, сортировки, переработки и утилизации ТКО и их безопасное экологическое функционирование.

Актуальность проблемы утилизации, хранения и переработки ТКО в Российской Федерации стоят настолько остро, что становятся предметом рассмотрения на уровне Правительства РФ, что стимулировало в России начало «мусорной» реформы, которая принципиально изменит систему обращения с отходами. Главные вопросы — что делать с полигонами твердых коммунальных отходов (ТКО), строить или не строить мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы и как организовать селективный сбор ТКО, их транспортирование, переработку, утилизацию, обезвреживание и размещение.

Сейчас перед Россией, которая по уровню отношения к отходам находится в одном ряду с развивающимися странами, стоит выбор: воспользоваться опытом цивилизованных государств и создать эффективную систему переработки, или, основываясь на устаревших технологиях, самостоятельно пройти тот путь, на который страны Европы и США потратили двадцать лет [1].

В 1998 году в России был принят запоздалый, но критически необходимый Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" № 89-ФЗ от 24.06.1998 [2]. Закон устанавливал правила контрольно-надзорной деятельности, соответствие санитарным нормам и природоохранному законодательству, но никаких экономических показателей и положений о создании стимулов для сокращения образования отходов, введения системы раздельного сбора и создания мусороперерабатывающих производств в нем не было. ТКО складировались на полигонах, и на тот момент времени всех это устраивало.

То, что 89-ФЗ безнадежно устарел, стало ясно еще в 2010 году, поскольку большинство полигонов ТКО уже тогда исчерпали свои мощности, а неэффективность существующей системы утилизации отходов была очевидна всем. В 2011 году началась работа по изменению законодательства в области обращения с отходами.

Именно тогда и возникла ситуация, которая сейчас превратилась в проблему, блокирующую ход «мусорной» реформы; объем мусора с тех пор сильно вырос и продолжает расти – в среднем по России на 3% в год. В мегаполисах и крупных городах проблема стоит особенно остро из-за высокой плотности населения. Полигоны, на которые с советских времен свозились ТКО, сейчас уже переполнены. Если учесть, что на одну легальную свалку приходится две нелегальные, сложившаяся ситуация грозит экологической катастрофой.

В 2014 году поправки в 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» все-таки были приняты. Среди несомненных плюсов новой редакции закона было то, что в нем указывалась четкая иерархия приоритетов по обращению с отходами, принятая в развитых странах. В законе появились такие понятия, как «региональный оператор» и «территориальная схема обращения с отходами».

Тогда же был внедрен новый механизм экономического регулирования – расширенная ответственность производителей (РОП) и импортеров товаров за утилизацию ТКО. Обязанность по утилизации отходов произведенной продукции была возложена на производителей и импортеров товаров с 2015 г., с чего началось формирование отрасли. Целью введения РОП являлся *приоритет переработки над размещением отходов на полигоне* и как следствие – снижение негативной нагрузки на окружающую среду, выстраивание перерабатывающей отрасли, а также формирование экологической культуры [3].

Интересно посмотреть на примерах современное состояние «мусорной» проблемы в регионах и их готовность в короткие сроки включиться в формирование комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами на основании Указа Президента Российской Федерации №8 от 14 января 2019 года «О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами "Российский экологический оператор» [4]. Данный Указ направлен на формирование комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами, обеспечение управления указанной системой, предотвращение вредного воздействия таких отходов на здоровье человека и окружающую среду, вовлечения их в хозяйственный оборот в качестве сырья, материалов, изделий и превращения их во вторичные ресурсы для изготовления новой продукции и получения энергии, а также в целях ресурсосбережения.

«Мусорные» проблемы в регионах

В нынешнем виде состояние отрасли по обращению с ТКО требует кардинальных шагов в законодательной области, технического оснащения, внедрения новых отечественных технологий, новых подходов к градостроительному размещению объектов, приоритетности экологической безопасности и охраны природы.

Некоторые шаги на государственном уровне в сторону развития переработки все-таки предпринимаются, но пока это лишь единичные инициативы. Так в июне 2017 года правительство внесло в Госдуму поправки Минстроя, согласно которым гражданам, разделяющим ТКО, будет предложен пониженный тариф на услугу по обращению с отходами. После принятия Указа [4] развитие отрасли по обращению с ТКО в первую очередь зависит от активности домохозяйств, муниципальных структур и бизнеса.

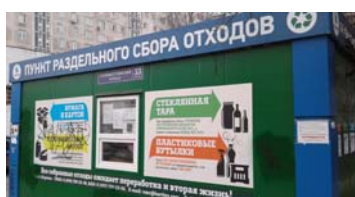
Первой ступенью системы по обращению с ТКО является организация селективного сбора ТКО. Как видно из приведенных на рисунке 1 примеров, отдельный сбор отходов включает различные фракции, но всегда есть сбор макулатуры, пластика и несортированных ТКО. Оператор может накладывать ограничения на принимаемые отходы. Например, группа компаний «ЭкоЛайн», ведущий оператор по обращению с отходами в Московском регионе, обеспечивает полный цикл мероприятий, включая сбор, транспортировку, отдельный сбор, сортировку и утилизацию твердых коммунальных отходов. В то же время не принимаются некоторые виды пластика, несортированный мусор, загрязненная тара, салфетки, средства личной гигиены, обувь и текстиль, ртутные лампы и прочие опасные отходы [5].



Тверь



Москва



Москва



Севастополь

Рис.1. Площадки для отдельного сбора ТКО (фото К. Шишова, Е. Климовой)

Для устойчивого развития регионов на основе территориального планирования и градостроительного зонирования территорий в соответствии с Градостроительным кодексом РФ необходимо осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований технических регламентов, требований безопасности территорий, инженерно-технических требований, обеспечением предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; соблюдение требований охраны окружающей среды и экологической безопасности; повышение ответственности органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека [6].

На практике же при разработке градостроительной документации в части размещения объектов сбора, сортировки, переработки и утилизации ТКО трудно соблюсти вышеперечисленные требования Градостроительного кодекса РФ.

В качестве примера можно привести Городской округ город-курорт Сочи, где система утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО) создавалась к Олимпийским играм 2014 года в соответствии с принципом «ноль отходов», в то время как действующий на тот момент генеральный план не предусматривал участки под объекты обращения с ТКО для столь масштабного строительства. Основываясь на положениях корпоративного Олимпийского «зеленого» стандарта (ГК «Олимпстрой»), в городе-курорте были закрыты и рекультивированы свалки, отходы начали вывозить за пределы Городского округа на полигон ТКО, расположенный в районе г. Белореченск (Краснодарский край), хотя при этом плечо вывоза ТКО увеличилось до 200 км [7].

Необходимо отметить, что для решения проблем переработки ТКО в Городском округе город-курорт Сочи при разработке градостроительной документации (генеральный план и проекты планировки) проектировщики опирались на законодательную составляющую, экологическую составляющую (вся территория находится в зоне горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения и ГУ «Сочинский национальный парк») и транспортную логистику - что обратило внимание местных органов власти к элементам цепочки комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами (раздельный сбор и организация площадок временного складирования ТКО, размещение мусороперегрузочных станций).

В соответствии с проектом внесения изменений в генеральный план Городского округа город-курорт Сочи, разработанном ОАО Гипрогор в 2017 г, на рассматриваемой территории проектировщики смогли разместить только пять из требуемых десяти мусороперегрузочных станций (СЗЗ – 100м) и один мусоросортировочный комплекс (СЗЗ – 300м) в дополнение к уже действующему в районе Сочинской ТЭЦ из-за сложности выделения свободных участков и планировочных ограничений.

Кроме того, было решено ввести раздельный сбор мусора на территориях общественных зон, пляжей, санаториев, отелей, гостиниц, торговых центров. Эта система должна была охватить весь рекреационный комплекс города-курорта, однако, даже на данный момент, эта задача решена лишь в малом объеме. Основной причиной является отсутствие земельных участков для размещения контейнеров для раздельного сбора ТКО, площадок для мусороперегрузочных станций, поскольку администрацией предлагались земельные участки не пригодные для использования (несоответствие разрешенного вида использования, близость жилой застройки, не соответствие требованиям СанПиН и экологическим требованиям) [8].

Как видно из приведенного ниже рисунка 2, недостаток специализированных мест для размещения контейнеров для селективного сбора ТКО приводит к загрязнению почвы и наносит ущерб зеленым насаждениям, что ухудшает экологическую обстановку в городе-курорте.



Рис. 2. Необорудованная площадка контейнеров для селективного сбора ТКО в ГО ГК Сочи [9]

При организации площадок для размещения контейнеров для селективного сбора ТКО необходимо учитывать, что по действующим нормативам площадки должны быть удалены от жилых домов, детских учреждений, спортивных площадок и от мест отдыха населения на расстояние не менее 20 м, но не более 100 м. Размещение мест временного хранения ТКО, особенно на территории жилой застройки, необходимо согласовывать с местным управлением архитектуры и градостроительства и районными органами федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [10].

Одним из первых субъектов РФ, где решили внедрять комплексную систему обращения с ТКО, стала Челябинская область. В качестве приоритетных задач в области хотели ввести систему раздельного сбора ТКО и закрыть старую городскую свалку в ГО Челябинск, которая расположена почти в центральной части города. При таком размещении свалка не соответствовала государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. В рамках проведения производственного контроля за состоянием окружающей среды и атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны объекта были выявлены превышения допустимых значений.

В разрабатываемом новом генеральном плане ГО Челябинск проектировщиками ОАО «Гипрогор» было сделано предложение на территории отвода городской свалки разместить мусоросортировочный комплекс мощностью до 40 тыс. тонн в год, что позволило бы сократить СЗЗ с 1000 до 300 метров и высвободить территории для перспективного освоения. Однако и это решение не устроило местных жителей, которые хотят закрытия свалки с рекультивацией и дальнейшим озеленением территории, исходя из экологической безопасности и охраны природы.

До утверждения градостроительной документации (генеральный план проходит этап согласований) и отвода земли для площадок под объекты сортировки, переработки и утилизации ТКО попытка администрации ГО Челябинск закрыть городскую свалку привела к «мусорному коллапсу», так как региональный оператор еще фактически не приступил к работе. Временным местом захоронения отходов Челябинского кластера должен был стать полигон в Полетаево в 4 км от ГО Челябинск (временное использование которого было запрещено решением Челябинского областного суда); в дальнейшем основной объем ТКО запланировано направлять на полигон в Чишме, в 40 км от ГО Челябинск, что отражено в генплане. Таким образом, сложилась ситуация, когда новый полигон в Чишме еще не построен, временный полигон в Полетаево использовать запрещено по решению суда, а старая городская свалка закрыта.

Началу реализации столь амбициозного проекта как создание публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами "Российский экологический оператор" может послужить введение в эксплуатацию в январе 2019 г. уникального для России по своим масштабам и инновационной автоматизированной технологии мусоросортировочного комплекса в Нижегородской области, где одними из приоритетных стали задачи охраны окружающей среды и внедрения современных технологий. Полигон «МАГ-1» предназначен для размещения и обезвреживания ТКО, КГМ и промышленных отходов (ПО) III-IV классов опасности и рассчитан на 15 лет эксплуатации.

Отметим, что уже действующие предприятия сталкиваются с проблемой недогрузки из-за отсутствия качественного вторсырья. До того, как начал работать Нижегородский региональный оператор, не было механизма, который обеспечил бы доставку отходов на завод. Предприятие получало с прикрепленных к нему территорий только 50% ТКО, необходимых для загрузки комплекса на максимальную мощность.

За основу проекта мусоросортировочного комплекса были приняты проект и технологии признанного эксперта в отрасли – компании Bollegraaf (Нидерланды). Технологическое оборудование комплекса адаптировано к локальным условиям – мусоросортировочная линия точно настроена на морфологический состав именно

российского мусора. Концепция построения линии учитывает такую российскую специфику, как практически полное отсутствие действующей системы раздельного сбора ТКО. Широкое применение оптических установок позволяет оперативно перенастраивать состав отбираемых фракций под изменяющиеся потребности рынка.

В перспективе МАГ Груп сможет не только продавать отсортированный мусор, но и перерабатывать. Для этого предприятие заключило договоры с некоторыми другими нижегородскими заводами. В частности, с заводом «Пластик Фантастик», который откроется в Московском районе Нижнего Новгорода в 3 квартале 2019 года [11].



Рис. 3. Нижегородский мусоросортировочный комплекс [12]

Если на Нижегородский мусоросортировочный комплекс поступают преимущественно несортированные ТКО, то примером полного рециклинга могут служить заводы объединения предприятий «Европласт» – флагмана индустрии полимерной упаковки в России. Стратегические приоритеты компании «Европласт» – экологическая и промышленная безопасность.

В отличие от ГО Челябинск, где экологические проблемы привели к закрытию городской свалки, расположенной в 500 м от жилой застройки, современные предприятия «Европласт» размещаются в границах промышленных зон (завод по переработке пластмасс «Пларус», завод новых полимеров «Сенеж», Красноярский завод «Европласт» и др.) или на свободных инновационных территориях (ТОР «Надеждинская» Приморский край) в соответствии с действующим природоохранным законодательством и соответствуют государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам.

На предприятиях разработаны проекты ПДВ, имеются разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу; разработаны проекты ПНООЛР и получен «Документ об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». В рамках проведения производственного контроля за состоянием окружающей среды и атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны предприятий ежеквартально проводятся замеры атмосферного воздуха по основным маркерным веществам.

Следующий этап в цепочке комплексной системы обращения с ТКО – строительство производств, основанных на процессе рециклинга – повторного использования отходов по тому же назначению (например, стеклянных бутылок после их соответствующей безопасной обработки и маркировки), либо путём возврата отходов после соответствующей обработки в производственный цикл (например, макулатуры в производство бумаги и картона).

Завод по переработке пластмасс «ПЛАРУС» - единственный завод в России, использующий уникальную технологию переработки ПЭТ «bottle-to-bottle». Это означает, что из использованных ПЭТ бутылок на предприятии получают гранулят «Clear PET», из которого опять изготавливают новые ПЭТ-бутылки, что открывает перспективы безотходной переработки ПЭТ-упаковки.



Рис. 4. Рециклинг ПЭТ-бутылок завода по переработке пластмасс «ПЛАРУС» [13]

Активное внедрение селективного сбора ТКО в жилой застройке, общественно-деловых зонах, на промышленных и коммунальных объектах, в других сферах жизнедеятельности, строительство первых экологически безопасных мусоросортировочных комплексов, создание объединений предприятий по типу «Европласт» с рециклингом отдельных фракций ТКО – все это входит в комплексную систему обращения с твердыми коммунальными отходами, управление которой возложено на "Российского экологического оператора".

Компания "Российский экологический оператор" наделяется большим спектром полномочий, в том числе наиболее значимые:

а) участвует в координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по реализации норм законодательства Российской Федерации в области обращения с твердыми коммунальными отходами:

- участвует в разработке и реализации государственных программ, проектов в области обращения с твердыми коммунальными отходами;
- осуществляет подготовку предложений и участвует в разработке проектов нормативных правовых актов в указанной области;
- проводит экспертизу территориальных схем обращения с отходами, а также осуществляет анализ их реализации в субъектах Российской Федерации;
- занимается вопросами транспортирования твердых коммунальных отходов, их переработки, утилизации, обезвреживания и размещения на территориях субъектов Российской Федерации;

б) осуществляет разработку мер по привлечению частных инвесторов к реализации инвестиционных проектов в области обращения с твердыми коммунальными отходами;

в) осуществляет стимулирование и поддержку мер, направленных на увеличение количества вторичных ресурсов, получаемых от твердых коммунальных отходов, сокращение образования твердых коммунальных отходов, снижение объемов размещаемых на полигонах ТКО отходов, включая отходы от использования потребительских товаров;

г) осуществляет взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, операторами по обращению с твердыми коммунальными отходами (в том числе региональными).

В Указе [4] поставлена задача до 1 января 2020 г. обеспечить создание и функционирование единой государственной системы учета твердых коммунальных отходов, предусматривающей:

- интеграцию электронных моделей территориальных схем обращения с твердыми коммунальными отходами;

- отражение сведений об обороте твердых коммунальных отходов по каждому субъекту Российской Федерации;

- создание региональных систем учета твердых коммунальных отходов на основе информации весового контроля, поступающей в автоматическом режиме с объектов утилизации и размещения указанных отходов, а также информации об их перемещении.

Выводы

И все же в России одной из первостепенных задач должно стать повышение экологической культуры населения и осознание значимости развития комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами, что приведет к созданию комфортной среды жизнедеятельности и защите окружающей природной среды.

Подготовка и реализация государственных программ и проектов в области обращения с ТКО должна осуществляться в сжатые сроки и учитываться при разработке градостроительной документации и в Стратегиях пространственного развития регионов РФ; должны быть разработаны и приняты нормативные правовые акты в указанной области, а также территориальные схемы обращения с отходами.

Повышенное внимание государства к «мусорной» реформе, которая должна принципиально изменить систему обращения с ТКО, обяжет муниципальные структуры и инвесторов внедрять передовые технологии и развивать инновационное экологически безопасное и энергоэффективное инженерное обеспечение. Одним из дополнительных источников энергии может стать переработка твердых коммунальных отходов и отходов деревообрабатывающей, бумажной, пищевой промышленности и других производств.

Отметим, что к сожалению, в настоящее время на современных мусоросортировочных и мусороперерабатывающих производствах используется преимущественно зарубежные технологии и оборудование.

Инновационное развитие территорий субъектов Российской Федерации как одно из направлений пространственного развития России должно стимулировать производство и внедрение высокотехнологичного и экологически безопасного оборудования на объектах сортировки и переработки ТКО, аналогичного зарубежному. Это отражено в Распоряжении Правительства РФ от 25 января 2018 года №84-р. об утверждении «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления», что определяет цели, задачи, этапы реализации государственной политики в области формирования и развития отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления в долгосрочной перспективе [14].

Увеличение инвестиционной привлекательности в области обращения с ТКО активизирует целую цепочку позитивных процессов развития, которые в итоге приводят к улучшению качества жизни населения и комфортности среды. Это все постепенно ведет, в том числе, к совершенствованию градостроительных требований к организации территории, жилой застройки, социальному обслуживанию населения.

Библиографический список

1. Шишов К. В., Климова Е. В., Воронина Н.Б., Возможности внедрения инновационных технологий как одно из направлений формирования комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами //Градостроительство №1 (59) 2019, стр.37-43.
2. Об отходах производства и потребления. Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/
3. «Мусорная» реформа [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3449313 от 12.01.2019>
4. О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор». Указ Президента РФ от 14.01.2019 №8 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315858/
5. Группа компаний «ЭкоЛайн» – ведущий оператор по обращению с отходами в Московском регионе [Электронный ресурс]. URL: <http://ec-line.ru/about/>
6. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016) : Принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, Одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/
7. Воронина Н.Б., Е.В.Климова, К.В. Шишов Вопросы инженерного обустройства Имеретинской низменности в документации по планировке территории для размещения олимпийских объектов //Градостроительство №1 (53) 2018, стр.29-39.
8. Раздельный сбор в Сочи: Анализ работы по его внедрению [Электронный ресурс]. URL: https://ogdzasochi.ru/okruzhnyushaya-sreda/ecologicheskie_problemy/562-razdelnyy-sbor-v-sochi-analiz-raboty-po-ego-vnedreniyu.html
9. Необорудованная площадка контейнеров для селективного сбора ТКО в ГО ГК Сочи [Электронный ресурс]. URL: https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/985972/pub_5b814d13f86d9500aaed0bb5_5b814d37d83c5800ae7df3c5/scale_600
10. СанПиН 42-128-4690-88 Санитарные правила содержания территорий населенных мест [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029183>
11. О мусоросортировочном комплексе [Электронный ресурс]. URL: <https://mag-rf.ru/msk/o-musorosortirovochnom-komplekse/>
12. Крупнейший в России мусоросортировочный комплекс открылся в Нижегородской области [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vgoroden.ru/gorod/sobytiya/krupneyshiy-v-rossii-musorosortirovochnyy-kompleks-otkrylsya-v-nizhegorodskoy-oblasti-foto>
13. Рециклинг ПЭТ-бутылок Завода по переработке пластмасс «ПЛАРУС» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.plarus.ru/>
14. Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления. Распоряжение от 25 января 2018 года №84-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://m.government.ru/docs/31184/>

Bibliographic list

1. Shishov K. V., Klimova E. V., Voronina N.B., Possibilities of introducing innovative technologies as one of the directions for the formation of an integrated system for handling municipal solid waste // Urban Planning №1 (59) 2019, p.37- 43
2. On waste production and consumption. Federal law of 24.06.1998 №89-ФЗ (latest edition) [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/

3. "Garbage" reform [Electronic resource]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3449313> from 01/12/2019
4. On the creation of a public law company for the formation of a complex system for handling municipal solid waste "Russian environmental operator". Presidential Decree of January 14, 2019 №8 [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315858/
5. The EcoLine Group of Companies is the leading operator in waste management in the Moscow region [Electronic resource]. URL: <http://ec-line.ru/about/>
6. Town Planning Code of the Russian Federation. Federal Law of December 29, 2004 №190-Φ3 (as amended on 07/03/2016) (as amended and added, entered into force on September 1, 2016): Adopted by the State Duma on December 22, 2004, Approved by the Federation Council on December 24, 2004 of the year. [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/
7. Voronina NB, E.V. Klimova, K.V. Shishov Issues of engineering arrangement of the Imereți lowland in the documentation on the planning of the territory for the placement of Olympic facilities // Urban planning №1 (53) 2018, pages 29-39.
8. Separate collection in Sochi: Analysis of work on its implementation [Electronic resource]. URL: https://ogdzasochi.ru/okruzhnyushaya-sreda/ecologicheskie_problemy/562-razdelnyy-sbor-v-sochi-analiz-raboty-po-ego-vnedreniyu.html
9. Non-equipped platform of containers for selective collection of municipal solid waste in the Sochi [Electronic resource]. URL: https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/985972/pub_5b814d13f86d9500aaed0bb5_5b814d37d83c5800ae7df3c5/scale_600
10. SanPiN 42-128-4690-88 Sanitary rules for the maintenance of territories of populated areas [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029183>
11. About waste sorting complex [Electronic resource]. URL: <https://mag-rf.ru/msk/o-musorosortirovochnom-komplekse/>
12. Russia's largest waste sorting complex was opened in the Nizhny Novgorod region [Electronic resource]. URL: <http://www.vgoroden.ru/gorod/sobytiya/krupneyshiy-v-rossii-musorosortirovochnyy-kompleks-otkrylsya-v-nizhegorodskoy-oblasti-foto>
13. Recycling of PET bottles PLARUS Plastics Processing Plant [Electronic resource]. URL: <http://www.plarus.ru/>
14. On approval of the Development Strategy of the industry for the treatment, disposal and disposal of industrial and consumption waste. Order of January 25, 2018 №84-p. [Electronic resource]. URL: <http://m.government.ru/docs/31184/>

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

УДК 692.412

*Воронежский государственный
технический университет
Магистрант группы М 232 А.П. Федосова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(980) 537-39-96
e-mail: anastasiapavlovna1@yandex.ru*

*Voronezh State
Technical University
Student M 232 N.P. Fedosova
Russia, Voronezh, tel. +7 (980) 537-39-96
e-mail: anastasiapavlovna1@yandex.ru*

А.П. Федосова

АНАЛИЗ ДОСТОИНСТВ И НЕДОСТАТКОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРОВЕЛЬ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОЛОСТОКА И НАЛЕДИ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В данной статье рассматривается понятие "наледи" на зеленых крышах. Представлено решение водостока на кровле и борьба с наледями.

Ключевые слова: эксплуатируемая крыша, плоская кровля, достоинства, недостатки, наледь, водосток.

N.P. Fedosova

ANALYSIS OF ADVANTAGES AND DEFICIENCIES OF OPERATED ROOFS IN MODERN CONSTRUCTION, SOLVING THE PROBLEM OF HAIR AND NEXT UNDER THEIR OPERATION

This article discusses the concept of "ice" on green roofs. The solution of the roof drain and the fight with frost is presented.

Keywords: the roof will be operated, the roof will be flat, the advantages, disadvantages, ice, drain.

Введение

Использование эксплуатируемой кровли, как в РФ так и за рубежом показало как достоинство так и ряд недостатков при их эксплуатации. Поэтому подход к проектированию зданий с зеленой крышей должен предусматривать ряд необходимых мероприятий, материалов и оборудования.

Сады на кровле зданий выполняют не только эстетические функции, но и играют важную роль в создании микроклимата помещений и улучшении климатических условий местности. Сады выполняют в летнее время солнцезащитные функции, а в зимнее время повышают теплозащитные свойства покрытия. Такая «зеленая крыша» позволяет уменьшить так называемый эффект «теплого купола». Этот эффект заключается в том, что температура наружного воздуха в центре большого города может повышаться примерно на 10 градусов относительно окружающих территорий, что создает дополнительную нагрузку на систему кондиционирования воздуха здания в летнее время. Сады также позволяют собирать воду атмосферных осадков для дальнейшего использования.

Достоинства использования зеленых кровель, а так же недостатки и способы их устранения.

К достоинствам эксплуатируемой кровли можно отнести:

- снижение средней температуры городских кварталов в теплый период;
- повышение качества воздуха;
- создание естественной среды обитания для птиц и насекомых, тем самым восстановление биоразнообразия в городах;
- снижение объема и загрязненности ливневых вод;
- снижение энергопотребления здания;
- улучшение звукоизоляции здания;
- Защита кровли от влияния УФ-излучения и снижение вероятности ее механического повреждения;
- улучшение внешнего вида здания, повышение его рейтинговой оценки.

С увеличением числа транспортных средств увеличивается и содержание в городском воздухе оксида углерода (CO₂) и твердых частиц. Растительность на городских крышах оказывает положительное воздействие и на качество окружающего воздуха, поскольку листья способны захватывать твердые частицы, а также связывать углекислый газ.

Зеленые крыши снижают общий объем сточных вод и замедляют темпы поступления воды с крыши в ливневую канализацию. Озелененные кровли могут сохранять до 75% дождевой воды, постепенно возвращая ее обратно в атмосферу благодаря процессу испарения с почвы и листьев растений, сохраняя при этом загрязняющие вещества в почве. За рубежом зеленые крыши используют для фильтрации и хранения части ливневых вод, что позволяет сэкономить на установке дорогостоящих подземных песчаных фильтров, которые необходимо применять по санитарным нормам очистки ливневых вод в округе, где расположено здание.

При использовании эксплуатируемых кровель зданий и сооружений для создания на них архитектурно-ландшафтных объектов возникли следующие проблемы:

- повышенная нагрузка на несущие конструкции здания из-за веса изоляционных материалов и почвы;
- повышенная вероятность протечек при использовании традиционных кровельных материалов;
- разрушение строительных материалов, используемых для создания кровли, корнями растений;
- высокие первоначальные капитальные вложения, которые не окупались, т.к. требовался регулярный ремонт кровли вследствие указанных выше причин.

Особое внимание необходимо обратить на отвод воды с кровли: его необходимо предусмотреть внутренним с обеспечением уклона кровли 1,5-2% по отношению к водоотводящим устройствам.

В последние годы номенклатура применяемых в России кровельных материалов расширилась за счет выпуска новых отечественных и появления ряда зарубежных наплавливаемых рулонных материалов, которые имеют приклеивающие слои из битумно-полимерных составов, наносимых на основу в заводских условиях. В качестве основы нашли применение долговечные (негниющие) стекломатериалы (стеклоткани, стеклохолсты) или полотно из синтетических волокон (полиэстер). Эти материалы имеют высокую прочность, гибкость при отрицательных температурах, а также низкое водопоглощение, что обеспечивает им эксплуатационную надежность в составе кровельного ковра.

Большой проблемой при удалении излишней влаги является борьба с наледью, которая образуется в основном весной, когда снег периодически оттаивает днем под солнечными лучами, а ночью замерзает. Поскольку условия для таяния льда и снега различны,

то при кратковременном оттаивании происходит увеличение ледовой пробки, что приводит к образованию сосулек, часто весьма внушительных размеров. Наиболее благоприятные условия для образования наледей происходят в периоды, когда суточные колебания температуры держаться в диапазоне 3-5 градусов днем и 6...-10 градусов ночью.

Решение водостока на кровле и борьба с наледями

Сегодня существуют два принципиально разных способа борьбы с образованием наледи: системы антиобледенения на основе арматурных кабелей и использование гидрофобных композитных материалов. При создании архитектурно-ландшафтных объектов предпочтительнее создавать внутренний сток излишней воды, с тем чтобы не сталкиваться с проблемой наледи. Однако и в этом случае нужно предусмотреть меры по предотвращению замерзания воды в верхней части стока, которая находится в охлаждаемой зоне крыши.

Внутренний водосток. Согласно чему прием воды производится созданными специально для плоской кровли водосточными воронками, вмонтированными в кровельную систему. Отвод воды осуществляется по стоякам, расположенным внутри обрабатываемого здания. Водосточные системы наружного типа отлично работают в южных регионах, где вода в трубах замерзает крайне редко или не замерзает вовсе в течение всего холодного периода. Для районов отечественной умеренной климатической полосы наружные водостоки рекомендованы исключительно для чердачных конструкций.

Водоприемные воронки внутреннего водостока должны располагать равномерно по площади кровли на пониженных участках не ближе 1,5м от вертикальных поверхностей. Площадь водосбора на одну воронку принимают равной 150-300м².

Водосточные устройства должны обеспечить отвод воды как с поверхности покрытия, так и с уровня дренажного слоя и водоизоляционного ковра (в инверсионных кровлях), для чего в боковых поверхностях водосборника должны быть предусмотрены отверстиями (рис.1), (рис.2), (рис.3).

Уклон кровли можно создать наклоном несущей плиты покрытия, что является предпочтительным, либо укладкой слоя керамзитового гравия переменной толщины с проливкоцементным раствором.



Рис. 1. Воронка внутреннего водостока при инверсионной эксплуатируемой кровле

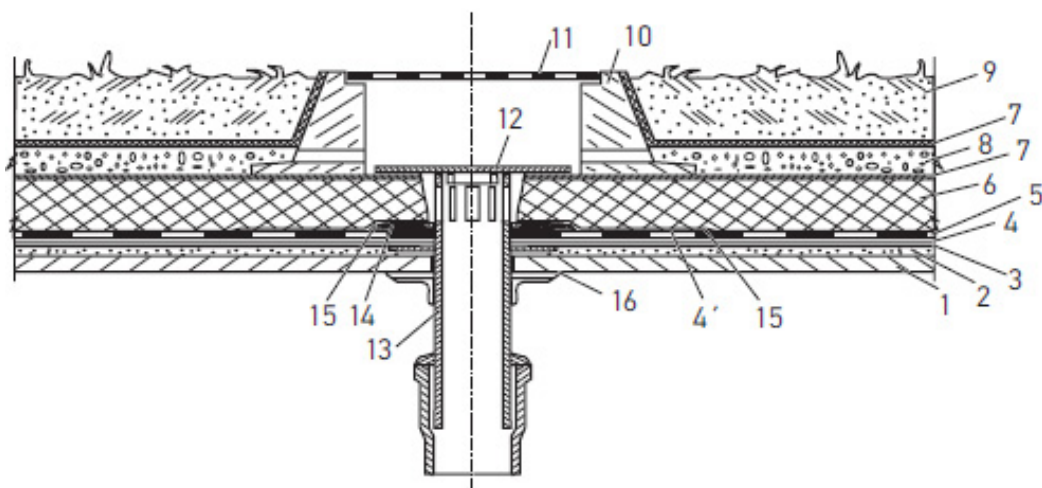


Рис. 2. Узел воронки внутреннего водостока при инверсионной эксплуатируемой кровле:

- 1 - несущая железобетонная плита; 2 - выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора;
- 3 - грунтовка поверхности под кровлю; 4 - слой кровельного материала(усиление ковра);
- 5 - основной водоизоляционный ковер; 6 - плитный утеплитель; 7 - геотекстиль; 8 - дренажный слой;
- 9 - почвенный слой; 10 - бортовой камень; 11, 12 - защитная решетка; 13 - патрубок с фланцем;
- 14 - прижимной фланец; 15 - герметик; 16 - уплотнитель; 17 - хомут



Рис. 3. Установка водоприемных воронок на эксплуатируемой кровле

Места приклейки водоизоляционного ковра к фланцам водоприемной чаши воронки должны быть усилены дополнительным слоем рулонного кровельного материала. Воронка должна устанавливаться с промазкой понизу герметизирующей битумной мастикой.

Конструкция водоотводящего устройства не должна менять своего положения при воздействия нагрузке. Для этого чаши водосточных воронок должны быть прикреплены хомутами к несущим плитам с резиновым уплотнителем либо соединены со стояками внутренних водосточков через компенсаторы.

Приемные патрубки водосточных воронок и охлаждаемые участки отводящих трубопроводов в пределах холодного помещения и на высоту 1,2-1,5м от потолка в пределах теплого помещения должны иметь теплоизоляцию. Допускается предусматривать обогрев патрубков водосточных воронок и стояков в пределах охлаждаемых участков.

Выводы

Исходя из анализа эксплуатации зеленой кровли выявили ряд достоинств и недостатков. Исследованы различные способы борьбы с образованием наледи на эксплуатируемой кровле.

Необходимо, соблюдая основные требования к системам водоотвода, существующие на сегодняшний день в нашей стране, принять на вооружение европейский опыт и создавать дополнительные страхующие водоприемные системы на кровлях. На каждой кровле необходимо иметь кроме основной, как минимум, одну дополнительную воронку для аварийного сброса воды и обязательный аварийный сброс воды на землю, а не в ливневую систему.

Библиографический список

1. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 / Минрегион России. 2011.
2. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий / Воронин А.М./В.Л. Машинский. Москва. 2001.
3. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений / Машинский В.Л./ Суденкова Н.А./ Воронин А.М. Москва 2001 г.
4. <https://www.the-village.ru/village/city/vlesu/113903-zelenoe-stroitelstvo-ekologichnyy-dom-kak-chast-obraza-zhizni>.

References

1. SP 17.13330.2011 Krovli. Aktualizirovannaya stranah redakciya SNIp rassmotrim II-26-76 / tradicionnaya Minregion Rossii, 2011g.
2. Posobie po ozeleneniyu i blagoustrojstvu dopolnitel'n ehkspluatiruemyh kryshnoj zhilyh i obshchestvennyh ot dali zdaniy / Voronin rekonstrukci A.M./ Mashinskij V.L., g. Moskva 2001g.
3. Handbook on gardening and landscaping of exploited roofs of residential and public buildings, underground and semi-underground garages, civil defense facilities and other structures / Mashinsky VL / Sudenkova NA / Voronin AM. Moscow 2001.
4. <https://www.the-village.ru/village/city/vlesu/113903-zelenoe-stroitelstvo-ekologichnyy-dom-kak-chast-obraza-zhizni>.