

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Серия
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.
ЭКОЛОГИЯ»

Воронеж 2014

Серия «Высокие технологии. Экология» Научного вестника

Научный вестник

Воронежского государственного архитектурно-строительного университета

Высокие технологии. Экология

ISSN 2306-8418

Журнал издается с 2010 года

Учредитель и издатель: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет (Воронежский ГАСУ)

Территория распространения – Российская Федерация

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

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

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

Журнал «Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология» выходит 1 раз в год (май)

Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология, все права защищены

«High-tech solutions. Ecology» of the Scientific Newsletter

Scientific Newsletter

Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

High-tech solutions. Ecology

ISSN 2306-8418

Scientific Newsletter has been published since 2010

Publisher and editor: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering (Voronezh SUACE)

The area of distribution – the Russian Federation

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

Scientific Newsletter is represented by the following sections:

- **LIFE SAFETY IN ENVIRONMENTALLY UNFRIENDLY CONDITIONS**
- **CIVIL STRUCTURES, BUILDINGS, FOUNDATION ENGINEERING**
 - **BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS**
 - **GENERAL ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING**
- **WATER SUPPLY, WASTEWATER DISPOSAL, HEAT SUPPLY SYSTEM AND VENTILATION**
 - **ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES**
- **ENVIRONMENTAL ISSUE OF BUILDING AND ROAD COMPLEX**
- **MECHANIZATION OF BUILDING, CONSTRUCTION EQUIPMENT AND DEVICES**
 - **MANUFACTURING MANAGEMENT**
- **PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESS IN DIFFERENT SPHERES, MATERIALS AND ARTICLES**

The materials of the Scientific Newsletter are published in literary redaction and are registered in the Russian list of journals indexed

The authors bear liability for the credibility of information of published articles

The reprinting of materials is unless authorized by editorship

«The Scientific Newsletter of the Voronezh SUACE. High-tech solutions. Ecology» is published annually (May)

The Scientific Newsletter of the Voronezh SUACE. High-tech solutions. Ecology. All rights reserved.

**Научный вестник
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
Серия «Высокие технологии. Экология»**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Колодяжный С.А., канд. техн. наук, доц., **Проскурин Д.К.**, канд. физ.-мат. наук, доц.,
Рудаков О.Б., д-р хим. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Жулай В.А., д-р техн. наук, проф. (главный редактор), **Устинов Ю.Ф.**, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора), **Щиенко А.Н.**, канд. техн. наук, доц. (ответственный секретарь), **Бабкин В.Ф.**, д-р техн. наук, проф., **Енин А.Е.** канд. архитектуры, проф., **Калугин П.И.**, канд. техн. наук, проф., **Манохин В.Я.**, д-р техн. наук, проф., **Подольский Вл.П.**, д-р техн. наук, проф., **Проскурин Д.К.**, канд. физ.-мат. наук, доц., **Самодурова Т.В.**, д-р техн. наук, проф.

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

© Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

<i>Н.П. Куприн, А.А. Бащев, А.Ю. Камбур.</i> Влияние некоторых параметров на токсичность отработанных газов ДВС.....	7
<i>В.Я. Манохин, Е.И. Головина.</i> Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Воронежской области.....	13
<i>В.Я. Манохин, И.А. Иванова, М.В. Манохин.</i> К проблеме обращения с отходами в МО г. Воронеж	19
<i>И.В. Рябых.</i> Исследование процесса распространения углекислого газа в помещении большого объема	25
<i>Ю.Ф. Устинов, Д.Н. Дегтев, А.А. Кравченко, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев.</i> Вибрация и шум виброкатка ДУ-99.....	28
<i>Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев.</i> Определение динамического модуля упругости виброизоляторов с использованием вибродинамического стенда	35

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

<i>А.Е. Грошев, Е.Е. Коробко.</i> Объемно-планировочные и конструктивные особенности ХЯОТ на атомных станциях	39
<i>Л.И. Гулак, А.В. Рябых.</i> Исследование пространственной жесткости зданий со связевым каркасом	44
<i>Р.Н. Зорин, Е.И. Сарычев.</i> Эффективное использование кровли над подземными парковками	47
<i>П.И. Калугин, О.К. Мещерякова, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор.</i> О совершенствовании механизма государственных закупок в строительстве.....	50
<i>П.И. Калугин, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор.</i> О распределении контактных давлений по подошве фундаментов реконструируемых зданий.....	54
<i>С.А. Козодаева, А.Н. Гойкалов.</i> Оценка современных способов проектирования ограждающих конструкций жилых зданий	58
<i>С.А. Колодяжный, Л.В. Кузнецова.</i> Повышение безопасности зданий с высокотехнологичными сборными ограждающими конструкциями	63
<i>К.В. Татьянин.</i> Анализ существующих средств огнезащиты для элементов металлических каркасов промышленных зданий.....	69

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<i>Т.В. Богатова, О.О. Цапко.</i> Оценка использования теплоизоляционных материалов в покрытиях спортивных зданий	73
<i>М.В. Гончарова, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина.</i> Лакокрасочные покрытия нового поколения как эффективный и технологичный способ энергосбережения	77
<i>А.В. Уколова, А.Е. Турченко.</i> Использование цеолитсодержащих опаловидных кремнеземистых пород при производстве силикатных автоклавных материалов	81

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко. Разработка рекомендаций по рациональному использованию методов компьютерной графики при выполнении чертежей плана и разреза здания</i>	<i>84</i>
---	-----------

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

<i>М.Н. Жерлыкина, О.В. Бавыкина. Вариантные решения очистки вентиляционных выбросов промышленных производств</i>	<i>87</i>
<i>М.Н. Жерлыкина, О.В. Бавыкина. Основные направления совершенствования электрофильтров</i>	<i>92</i>
<i>М.Н. Жерлыкина, А.А. Веровой, П.Н. Жерлыкин. Аварийная вентиляция производственного помещения при выбросах вредных веществ</i>	<i>96</i>
<i>М.Н. Жерлыкина, Н.В. Кашенцева. К вопросу о холодоснабжении зданий гостинично-ресторанных комплексов.....</i>	<i>103</i>
<i>Т.В. Щукина, Н.А. Руднева, А.В. Калинина, С.А. Соловьев. Особенности проектирования систем солнечного горячего водоснабжения для климатических условий РФ</i>	<i>107</i>

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Е.В. Акатова. Выбор систем пневмотранспорта для оборудования пылеуловителей</i>	<i>111</i>
<i>Е.В. Акатова, Б.П. Новосельцев. Энергосберегающие аспирационные системы</i>	<i>114</i>
<i>А.В. Бескоровайная, Э.Е. Семёнова. Зарубежный опыт применения энергосберегающих технологий в строительстве.....</i>	<i>118</i>
<i>Т.В. Богатова, М.Л. Вдовенко. Анализ опыта использования утепления перекрытия между первым и техническими этажами</i>	<i>121</i>
<i>Т.В. Богатова, А.А. Зарочинцев. Исследования влияния объемно-планировочных и конструктивных решений при проектировании энергоэффективного жилого дома.....</i>	<i>124</i>
<i>Т.В. Богатова, К.Н. Федосова. Типы солнечных коллекторов и их применение в зарубежной практике</i>	<i>128</i>
<i>Ф.М. Савченко, М.И. Марченко. Обзор существующих методов устройства мансард и мансардных этажей при реконструкции 4-5 этажных жилых зданий</i>	<i>131</i>
<i>Э.Е. Семенова, А.Ю. Коратыгина. Анализ эффективности применения энергоэффективных светопрозрачных конструкций при проектировании гражданских зданий</i>	<i>135</i>
<i>Ю.Ю. Чужилова, Э.Е. Семенова. Актуальность проблемы энергосбережения и пути ее решения</i>	<i>138</i>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

<i>М.Г. Ордян. Сравнение аналитического и численного решений задачи теплопроводности для биматериала под действием теплового потока</i>	<i>142</i>
<i>Е.В. Плакшина. Характерные особенности систем обеспечения микроклимата в спортивно-оздоровительных помещениях</i>	<i>146</i>

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

<i>Ю.М. Бузин, А.О. Перлифонов, Е.В. Коростелин. Универсализация рабочего оборудования одноковшового строительного гидравлического экскаватора</i>	<i>154</i>
<i>Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, А.А. Зубко, С.А. Иванов, А.Ю. Камбур, А.А. Савин. Мероприятия по улучшению виброакустических характеристик в кабине легкого автогрейдера.....</i>	<i>158</i>
<i>Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, П.С. Анферов, Д.Е. Дружинин. Лабораторные испытания звукопоглощающих конструкций из перспективных материалов</i>	<i>162</i>
<i>В.Н. Геращенко, Г.М. Квасов. О некоторых рекомендациях по конструированию, обслуживанию и повышению эффективности использования одноковшовых гусеничных гидравлических экскаваторов.....</i>	<i>165</i>
<i>М.Д. Гончаров. Результаты теоретических расчетов режимов усиленных поперечных вибраций забойного двигателя</i>	<i>169</i>
<i>В.В. Гудков, П.А. Сокол. Модель силового взаимодействия несимметричного балансирного привода автогрейдера с опорной поверхностью</i>	<i>173</i>
<i>В.А. Жулай, А.В. Василенко, А.В. Крестников. Мобильная цифровая система для измерения и регистрации динамических нагрузок в землеройно-транспортных машинах.....</i>	<i>177</i>
<i>В.А. Жулай, Е.В. Кожаскин. Анализ и основные характеристики гидрообъемного дифференциального привода колесного движителя транспортно-технологических машин</i>	<i>181</i>
<i>В.А. Жулай, Нгуен Тхоай Ань. Динамическая модель гидрообъемного привода рабочего оборудования одноковшового погрузчика.....</i>	<i>186</i>
<i>В.А. Жулай, В.Л. Тюнин. Определение ширины контакта крупногабаритных шин землеройно-транспортных машин при движении по грунту.....</i>	<i>191</i>
<i>В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, С.В. Сизинцев, Д.В. Бобров. Разработка рабочего оборудования для сноса зданий к экскаватору КРАНЭКС ЕК 400</i>	<i>196</i>
<i>Н.П. Куприн. О некоторых особенностях экономического обоснования применения машин в строительстве.....</i>	<i>200</i>
<i>С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, А.Н. Щиенко, Д.Ю. Жигулин. Исследование жесткости опытного виброизолятора</i>	<i>204</i>
<i>В.А. Нилов, А.В. Быковский, А.И. Пошвин. Влияние потерь грунта при транспортировании на рациональную область применения бульдозера</i>	<i>208</i>
<i>В.А. Нилов, Г.В. Варданын. Обоснование проектирования полуприцепного скрепера.....</i>	<i>214</i>
<i>Ю.Г. Сергеев, А.В. Скрипченков, А.Н. Щиенко, К.Д. Кабея. Устройство для алмазного выглаживания сферических поверхностей деталей</i>	<i>220</i>

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко. Информационная безопасность предприятия как необходимый фактор организации управления безопасностью труда</i>	<i>223</i>
<i>И.А. Фролов, А.К. Тельнов. О системах предпочтительных чисел</i>	<i>229</i>

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко. Нейро-нечеткое моделирование информационной безопасности хозяйствующих субъектов с учетом человеческого и природного факторов.....</i>	<i>234</i>
<i>К.С. Котова. Перспективы развития неавтоклавногo ячеистогo бетона в современном малоэтажном жилом строительстве</i>	<i>240</i>
<i>Ю.Ф. Устинов, Н.М. Волков, А.С. Покачалов, А.Н. Щиенко, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев. Виброакустические характеристики автогрейдера Volvo g946.....</i>	<i>243</i>

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 621

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики
Н.П. Куприн,
студенты А.А. Бащев, А.Ю. Камбур,
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
PhD, associate professor, Structural
Engineering and Mechanics
N.P. Kuprin,
A.A. Bashchev, A.Yu. Kambur
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

Н.П. Куприн, А.А. Бащев, А.Ю. Камбур

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ДВС

Теоретические основы образования отработанных газов в камере сгорания двигателей. Дальнейшие направления научных работ с целью снижения токсичности отработанных газов и доведения их до требований ЕВРО-5.

Ключевые слова: продукты сгорания, токсичность газов ДВС, контроль смесеобразования, рециркуляция, вентиляция, нейтрализация.

N.P. Kuprin, A.A. Bashchev, A.Yu. Kambur

INFLUENCE OF SOME CHARACTERISTICS ON ENGINE EXHAUST EMISSION TOXICITY

Theoretical bases of exhaust emission formation in combustion chamber. Further research areas in the sphere of emission toxicity reduction according to EURO -5 standards.

Keywords: combustion products, internal combustion engine toxicity, mixing control recirculation, ventilation and neutralization.

Автомобильные выхлопные газы - смесь примерно 200 видов веществ. В них содержатся не сгоревшие компоненты топлива, доля которых резко возрастает, если двигатель работает на переходных режимах. Именно в этот момент, выделяется больше всего несгоревших частиц - примерно в 10 раз больше, чем при работе двигателя в нормальном режиме. Состояние деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) и условий сгорания топлива являются основными эксплуатационными факторами, влияющими на уровень вредных выбросов двигателей. Токсичными выбросами ДВС также являются и картерные газы. У мало изношенных двигателей доля картерных газов составляет около 10% и вырастает до 40% при эксплуатации двигателя. При этом концентрация углеводородов в картерных газах в 10 – 15 раз выше, чем в отработанных выхлопных газах двигателя. Продуктами полного сгорания бензовоз-

душной смеси (рис. 1.) являются азот (N), двуокись углерода (он же углекислый газ – CO₂) и вода (H₂O). Азот, углекислый газ и водяные пары – нетоксичны.

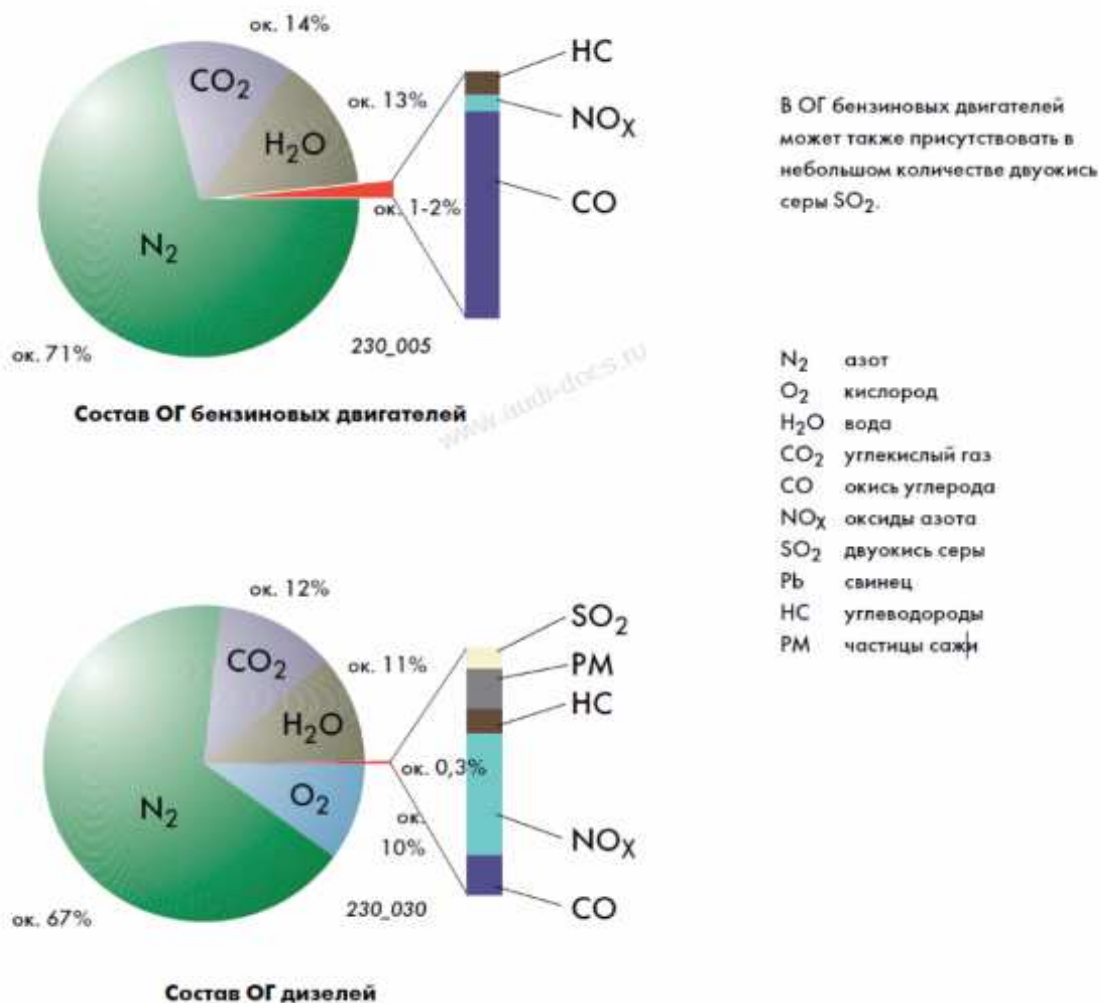


Рис. 1. Продукты сгорания топливоздушной смеси

В реальной действительности в составе отработавших газов двигателей внутреннего сгорания содержатся сотни вредных компонентов, однако наиболее существенными являются: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), оксиды азота (NO_x), твердые частицы (ТЧ), соединения свинца (Pb) и серы (SO₂), альдегиды, а также канцерогенные вещества, которые являются опасными для окружающей среды. Важное значение начинает приобретать загрязнение атмосферы диоксидом углерода (CO₂). Этот газ играет основную роль в формировании парникового эффекта планеты, что стало в настоящее время глобальной проблемой [1]. В расчете на единицу полезной работы вредных веществ карбюраторного ДВС, больше чем у дизелей в 2 ÷ 4 раза по массе и в 1,5 ÷ 2 раза по эквивалентной токсичности. Для бензиновых двигателей нормируются выбросы оксида углерода, суммарных углеводородов и оксидов азота (рис. 2.) Для дизельных двигателей - помимо трех вышеприведенных составляющих, дополнительно нормируются дымность и выбросы твердых частиц рис. 3.

В 1992 году европейская экономическая комиссия ООН ввела в действие экологический стандарт «Евро». Он распространяется на все транспортные средства вне зависимости от назначения. Европейские экологические стандарты (нормы «Евро») регламентируют содержание в выхлопе автомобилей углеводородов, оксидов азота, угарного газа и твердых частиц. Содержание в выхлопе углекислого газа не оговаривается, однако Еврокомиссия предлагает ввести с

2012 года норму в 120 г/км. Предельные нормы различны для дизельных и бензиновых моторов, а также для легковых, легких коммерческих автомобилей разной массы, грузовиков и автобусов. Стандарт «Евро-5» был введен в 27 странах ЕС 1 сентября 2009 года.

В России введение данного стандарта планируется с 01 января 2014 года. Правительством Российской Федерации 12 октября 2005 года был утвержден специальный технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на Территории РФ, вредных (загрязняющих) веществ». Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 января 2012 г. N 2 переход на новый стандарт был перенесен. С 1-го января 2013 года все производимые и ввозимые на территорию России автомобили должны соответствовать классу Евро-4, однако возможно использовать шасси и базовые транспортные средства с сертификатами Евро-3, выпущенные до 31 декабря 2012 года. На топливо первоначально планировалось ввести стандарт Евро-4 с 1 января 2010 года, но сроки были перенесены сначала на 2012 год, затем на 2014 год. Таким образом, до 31 декабря 2012 года действовал стандарт Евро-2, а с 1-го января 2013 все производимое топливо обязали иметь экологический стандарт не ниже Евро-3.

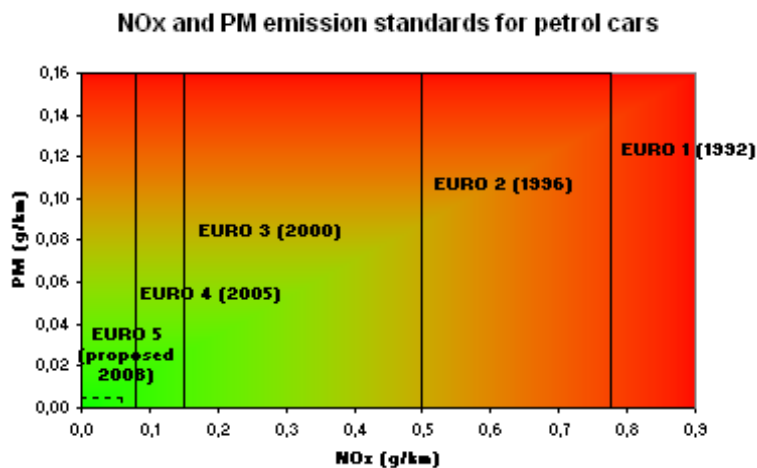


Рис. 2. Ограничения, накладываемые разными стандартами Евро-х на бензиновые автомобили

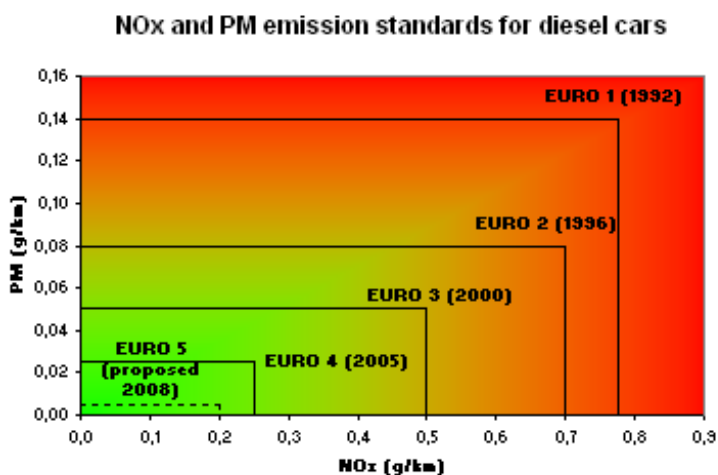


Рис. 2. Ограничения, накладываемые разными стандартами Евро-х на дизельные автомобили

С каждым годом законодательные нормативы по ограничению выбросов вредных веществ становятся более жесткими. Поэтому приоритетным направлением в двигателестроении

является осуществление малотоксичного рабочего процесса. На рис. 4а. приведены основные зависимости образования токсичных веществ при сгорании топлива в карбюраторных двигателях. Концентрация окиси азота (NO_x) в выпускных газах достигает максимума при работе двигателя на смеси, близкой к стехиометрической (при $\alpha = 1,0 \div 1,05$). Достаточный избыток кислорода в горючей смеси и высокая скорость горения являются неперенными условиями, обеспечивающими низкую концентрацию окиси углерода (CO) и углеводородов (CH) в выпускных газах. Исходя из этого, следует что расширение области устойчивой работы на бедной смеси обеспечивает значительное снижение выбросов токсичных веществ и расхода топлива [2]. Количество NO_x в выхлопных газах связано, в основном, с высокой температурой сгорания. Окислы азота образуются в двигателе при взаимодействии кислорода и азота, содержащихся в воздухе. Чем выше температура сгорания, тем больше образуется NO_x . На температуру сгорания влияют конструктивные факторы (например, степень сжатия) и режим работы двигателя (состав смеси, нагрузка). У бензинового двигателя наибольшее влияние на образование вредных веществ оказывает состав смеси. При $\alpha = 1,0-1,10$ концентрация NO_x в выхлопных газах максимальна, а выбросы CO и CH близки к минимальным.

Управление процессами впрыска, распыливания топлива, фазами газораспределения, степенью сжатия, углом опережения зажигания и параметрами воздушного заряда в цилиндре, а именно температурой, давлением, скоростью движения в камере сгорания, позволяет обеспечить малотоксичный процесс сгорания, снижая содержание вредных выбросов в отработавших газах при максимально возможном улучшении экономических и энергетических показателей.

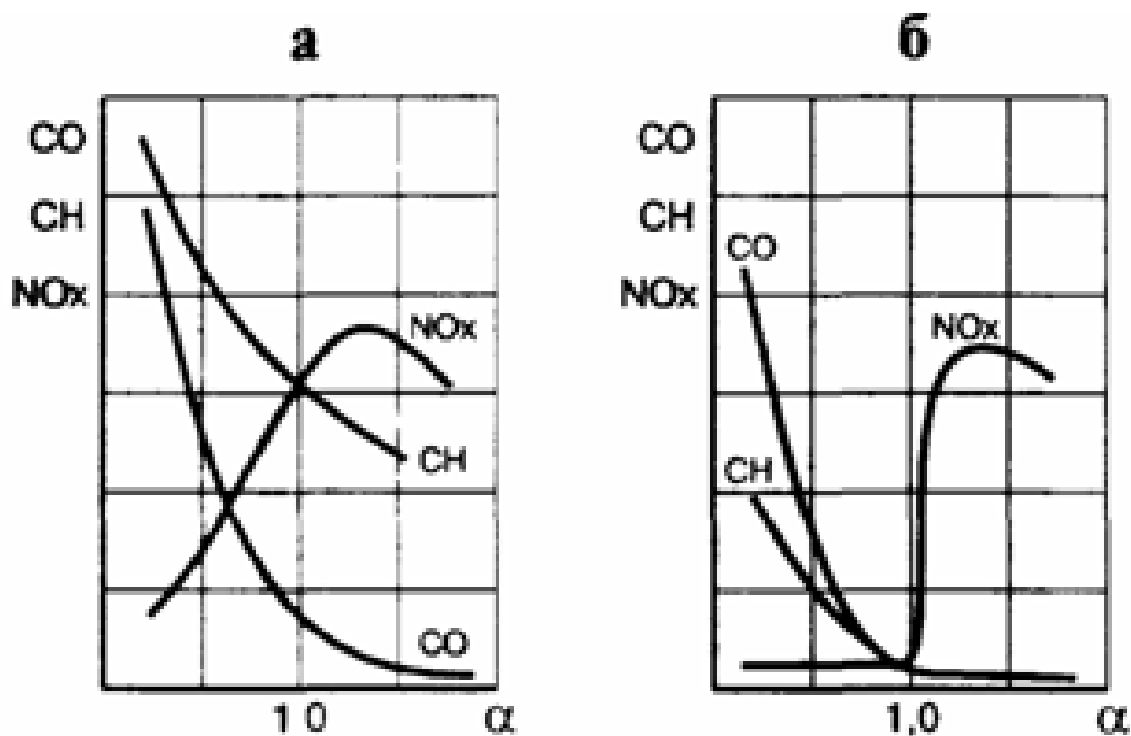


Рис. 4. Состав отработавших газов бензинового двигателя в зависимости от состава топливовоздушной смеси:
а - без нейтрализатора, б - с трехкомпонентным нейтрализатором

Уменьшение количества и изменение качественного состава вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду с отработавшими газами, достигается целым комплексом конструктивных разработок. Однако даже при использовании в конструкции двигателей всех самых передовых решений удовлетворить нормам токсичности, установленным, например, в США, Японии и странах Европы, не удастся. Вследствие этого современные автомобили с бензино-

выми двигателями снабжаются каталитическими нейтрализаторами (рис. 46). Для одновременного уменьшения выбросов CO, CH и NOx необходимо поддерживать определенный состав смеси в цилиндрах двигателя (α около 1,0) с очень высокой точностью - порядка $\pm 1\%$. Чтобы обеспечить такую точность поддержания состава смеси, на современных двигателях устанавливаются электронные системы управления подачей топлива и снижения токсичности с обратной связью по сигналу датчика концентрации кислорода. Следует отметить высокую чувствительность каталитического нейтрализатора к качеству применяемого топлива. В частности, использование этилированного бензина приводит к так называемому "отравлению" катализатора с разрушением покрытия и даже самой керамической основы катализатора.

Ведраемые на современном этапе в двигателестроении мероприятия по снижению токсичности:

1. Контроль над составом смеси осуществляют системы управления подачей топлива. При коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 0,9$ двигатель работает с максимальной мощностью и крутящим моментом. Оптимальная экономичность и минимальные выбросы CO и CH достигаются при работе на смесях с коэффициентом $\alpha = 1,1$. Однако содержание в отработавших газах оксидов азота при этом оказываются максимальными. Для работы двигателя в режиме холостого хода состав смеси должен характеризоваться коэффициентом $\alpha = 0,9 - 1,05$. Режим принудительного холостого хода (торможение двигателем) позволяет полностью отключить подачу топлива в цилиндры. Выбросы токсичных веществ будут отсутствовать.
2. Рециркуляция отработавших газов. Направление части отработавших газов обратно в камеру сгорания (рециркуляция) применяется для уменьшения температуры сгорания смеси с целью снижения образования оксидов азота и расхода топлива. Однако при этом снижается и мощность двигателя. Рециркуляция отработавших газов (система EGR) реализуется двумя способами: 1) внутренней рециркуляцией, обеспечиваемой управлением фазами газораспределения и, в первую очередь, перекрытием клапанов; 2) внешней рециркуляцией, при которой отработавшие газы забираются на выходе из выпускного коллектора и через систему клапанов направляются обратно в камеру сгорания. Основная задача рециркуляции - снижение выбросов NOx. Это особенно важно, когда в нейтрализаторе не обеспечено точное поддержание состава смеси (подобная ситуация характерна для карбюраторной системы питания). Рециркуляция предполагает отбор выхлопных газов в количестве до 10-12% и подачу их на вход двигателя на режимах средних и полных нагрузок.
3. Вентиляция картера двигателя. Так как токсичность картерных газов многократно выше отработавших, их выпуск в атмосферу запрещен. При работе двигателя картерные газы, системой вентиляции картера, перепускаются во впускной тракт двигателя, где смешиваются с рабочими газами и на такте впуска поступают в цилиндр для последующего дожигания.
4. Термическое дожигание отработавших газов. Дожигание компонентов отработавших газов, которые не сгорели в цилиндре двигателя, происходит в выпускной системе, куда специальным нагнетателем подают дополнительный воздух, необходимый для протекания реакции дожигания. С развитием систем каталитической очистки отработавших газов, термическое дожигание используется уже не столь широко как ранее.
5. Каталитическое дожигание. Помимо нейтрализатора, на многих японских и американских двигателях устанавливают так называемые термические реакторы. Такие устройства позволяют при подмешивании к отработавшим газам воздуха доокислить CO и CH, снижая их концентрацию за счет реакции с кислородом воздуха при высокой температуре (свыше 500°C). Реакторы особенно эффективны на режимах богатой смеси при больших нагрузках, не выходят из строя со временем, однако не дают полного окисления CO и CH, поэтому применяются как дополнительные устройства перед нейтрализатором [3]. Дожигание компонентов отработавших газов происходит в специальном приборе - каталитическом нейтрализаторе. Нейтрализатор монтируется в системе выпуска отработавших газов и размещается под днищем автомобиля. В корпусе нейтрализатора имеется керамический блок, на который на-

носятся покрытие из каталитического материала (металлы – Pt, Rh, Rd). Нейтрализаторы окислительного типа осуществляют окисление CO и CH за счёт остаточного кислорода в обеднённых смесях или подачи в систему дополнительного воздуха. Нейтрализаторы восстановительного типа восстанавливают NOx до безвредного азота. Двухкомпонентные нейтрализаторы объединяют в себе нейтрализаторы окислительного и восстановительного типов. Трёхкомпонентные нейтрализаторы (селективные каталитические нейтрализаторы) с λ – зондом на сегодняшний день являются наиболее распространённой и эффективной системой очистки отработавших газов. Кислородный датчик (λ – зонд) данной системы используется для расчёта соотношения воздуха и топлива в горючей смеси.

6. Системы с обратной связью (λ – регулирование). Данная система обеспечивает нейтрализацию до 96% вредных веществ в отработавших газах. В системе используются два кислородных датчика. Один датчик устанавливается перед каталитическим нейтрализатором, другой после него. Датчики, измеряя количество свободного кислорода в отработавших газах, через систему управления подачей топлива влияют на состав топливовоздушной смеси, поступающей в цилиндры двигателя. Для обеспечения соответствующей очистки отработавших газов нейтрализатором, двигатель должен работать в узком диапазоне значений $\lambda = 1 \pm 0,005$, называемом «окном» каталитического нейтрализатора.

Поскольку каждая из рассмотренных систем выполняет свою задачу, на практике, особенно на японских автомобилях, они нередко встречаются одновременно - термический реактор, система рециркуляции и каталитический нейтрализатор. Это предполагает существенное усложнение функций системы управления.

Реально страны СНГ по уровню автомобильной техники находятся сейчас на пороге эры нейтрализации – надо хотя бы внедрить нейтрализаторы на выпускаемые заводами автомобили. Нужно правительственными решениями принудить автозаводы к выпуску автомобилей, отвечающих реально выполнимым экологическим требованиям. Для этого необходимо оборудовать автомобили с бензиновыми двигателями трехкомпонентными нейтрализаторами и системами впрыска топлива.

Нужно обязательно решить проблему с этилированным и нечистым бензином – иначе нейтрализаторы будут очень быстро терять свои способности. И переоборудование нефтеперерабатывающих заводов - это тоже вопрос государственного уровня.

Существенная стоимость систем впрыска бензина и каталитических нейтрализаторов, на фоне низкой покупательной способности населения, пока не позволяет внедрить у нас жесткие нормы по токсичности отработавших газов. Ясно только одно, что через некоторое время и у нас наступит первая фаза эры нейтрализации.

Библиографический список

1. Ближе к зелени. / Д. Арутюнян. За рулём. - 2008. - №5. - с. 200-202.
2. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник / под ред. А.С. Орлина, Н.Г. Кругловой. 4-е издание, перераб. и доп. – М. Машиностроение. 1983 - 372 с.
3. Гурьянов Д. И. Экологически чистый транспорт: направления развития. /Инженер, технолог, рабочий. №2, 2001. - стр. 12-14.

References

1. More green/ D. Arutyunyan. Za ruljom.-2008.-№5.-p.200-202.
2. Piston and combine engine theory. Textbook/ edited by A.S.Orlin, N.G.Kruglov. 4th revised edition.-M. Mechanical Engineering.1983-372 p.
3. Guryanov D.I. Ecologically pure transport: lines of development. /Engineer, technologist, worker. №2, 2001.- pages 12-14.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д.т.н., проф. кафедры пожарной
и промышленной безопасности Манохин В.Я.,
старший преподаватель кафедры пожарной
и промышленной безопасности Головина Е.И.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-52-78,
e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering,
D.t.s. prof. of Department of Fire
and Industrial Safety Manohin V.Ya.,
senior lecturer of the Department of fire
and industrial safety Golovina E.I.
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-52-78,
e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru*

В.Я. Манохин, Е.И. Головина

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

При оценке факторов среды обитания загрязнение биосферы определяет качество жизни человека. Это требует определения воздействия различных экологических факторов среды обитания на здоровье населения. Системный подход к исследованию взаимодействия человека-субъекта с окружающей средой, позволяет понять специфику современных экологических процессов, а также определить механизм повышения качества жизни населения и выработать основные принципы формирования экологического сознания.

Ключевые слова: факторы среды обитания, здоровье населения, качество жизни, техногенные факторы, экологическое сознание, индекс загрязнения атмосферы.

V. Ya Manohin., E.I. Golovina

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE VORONEZH REGION

In assessing the factors of habitat, pollution of the biosphere determines the quality of human life. This requires an estimation of influence of various environmental factors on population health. A systematic approach to study of interaction of the person as subject with the environment, allows you to understand the peculiarities of the modern ecological processes, as well as to determine the mechanism of improving the quality of life of the population and to develop main principles of formation of ecological consciousness.

Key words: the environmental factors, the health of population, quality of life, man-made factors, environmental awareness, the index of atmosphere pollution.

Актуальность темы определяется необходимостью оценки воздействия факторов среды обитания на здоровье людей и качество их жизни. Это не только вопрос сохранения природной среды, но и вопрос сохранения человеческой цивилизации, созданной самим же, человеком. За последние десятилетия вопросы охраны окружающей среды и их влияние на здоровье населения приобрели приоритетное значение.

Здоровье населения является комплексной научной проблемой, для решения которой необходимо развитие интегрального сознания. Цель этого изменения заключается в создании такой среды, которая будет способствовать сохранению здоровья и развитию человека. Можно согласиться с мнением американского футуролога Э. Тоффлера, который считает, что в наше время именно от выбора мировым сообществом системы ценностей и зависит будущее человечества [1]. Необходимость исследования взаимоотношений между человеком и его средой и объединение усилий естественных, гуманитарных и технических наук стало на сегодня актуальным, поскольку единство организма и окружающей среды предполагает системность и междисциплинарность их исследования.

В последние несколько лет по вопросам, связанным с экологической безопасностью и оценкой экологического состояния в разных сферах деятельности человека, посвящены работы Владимирова В.В., Воробьёва В.И., Графкиной М.В., Гутенева В.В., Забегаева А.В., Ильичёва В.А., Коломыц Э.Г., Кононович Ю.В., Курбатовой А.С., Лобановой Е.А., Марчук Г.И., Маршалкович А.С., Минина А.А., Негребова А.И., Передельского Л.В., Пермькова Б.А., Потапова А.Д., Приходченко О.Е., Прякина В.Н., Пупырёва Е.И., Сидоренко В.Ф., Слесарева М.Ю., Стойкова В.Ф., Теличенко В.И., Тетиор А.Н., Хомич В.А., Черп О.М., Шмаль А.Г., Щербины Е.В. и других авторов.

В современном обществе массово пропагандируют здоровый образ жизни, который позволяет человеку лучше себя чувствовать, развиваться, строить свое будущее. Но помимо образа жизни, здоровье человека определяется сложным воздействием целого ряда факторов - генетика и биология человека, экология и здравоохранение. Статистические данные Минздрава России определяют, что от 17-25% болезней взрослого населения зависят от таких факторов среды обитания как загрязнение воздуха, почвы, воды, увеличение электромагнитного и других излучений.

Наиболее сильно воздействие техногенных факторов на здоровье людей и качество их жизни проявляется в крупных населённых пунктах, где различные техногенные системы концентрируются в местах проживания людей на компактной территории.

Ежедневная хозяйственная деятельность людей оказывает активное воздействие на окружающую среду. На рис.1 представлено количество выбросов в окружающую среду Воронежской области по годам. Из графиков видно, что сброс загрязнённых сточных вод за двенадцать лет уменьшился до 131,1 млн.куб.м, а выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух увеличился и на 2012 год достиг 78,7 тыс.тонн.



Рис. 1. Воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду

На рис.2 и рис.3 представлено поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы. По данным, на графиках, хорошо видно, что количество вод и веществ, содержащихся в них, за последние годы уменьшилось. Загрязнение атмосферного воздуха происходит в основном от стационарных источников (рис.4) 15% и автотранспорта 85%.

Каждый год количество автомобилей возрастает, и на 2012 год составило 757265 машин, что в 1,5 раза больше по сравнению с 2000 годом. Обилие автомашин опасно не только большим количеством выхлопов, но и тем, что значительное количество тяжелых металлов попадает в воздух и почву при истирании тормозных колодок и износе автопокрышек. Особая опасность этих выбросов заключается в том, что в них содержится сажа и бензапирен, способствующие глубокому проникновению тяжелых металлов и канцерогенов в организм человека.

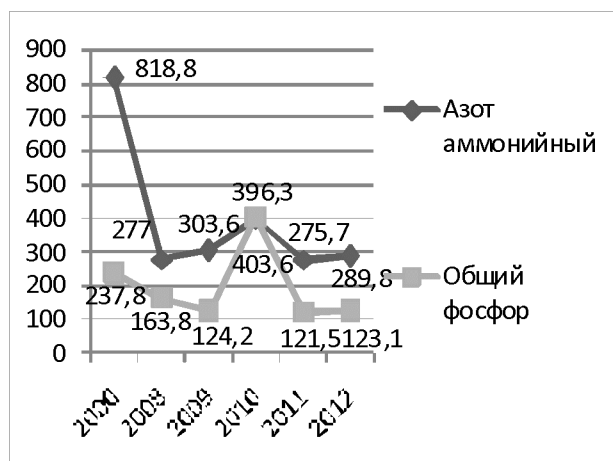


Рис. 2. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы

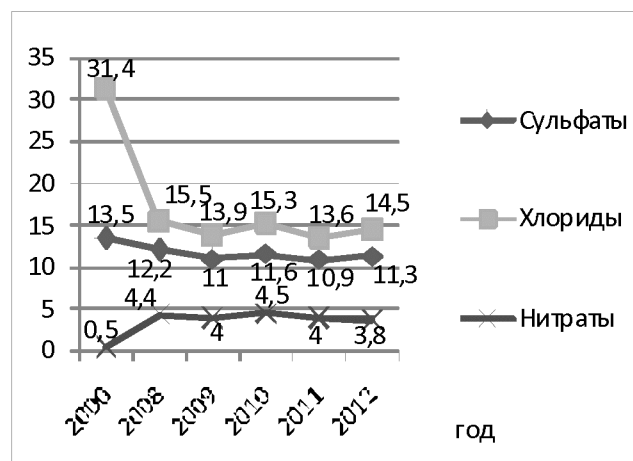


Рис. 3. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы

На рис.4 представлен вклад отдельных веществ в загрязнение почвы. Основными загрязнителями являются: цинк 20%, свинец и кадмий по 18%, хром 15%, медь 14%, никель 11%, марганец 4%.

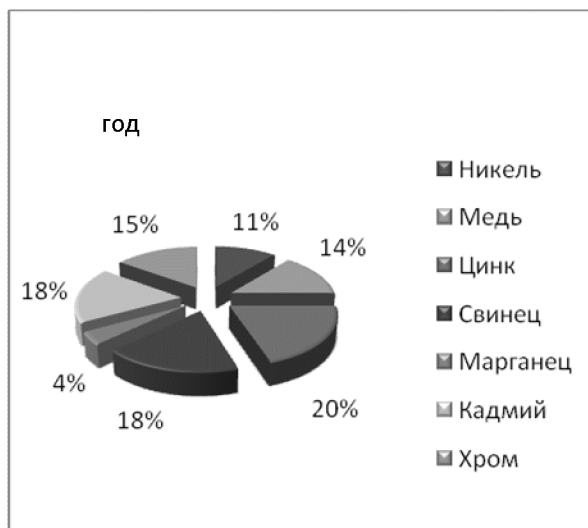


Рис. 4. Вклад отдельных веществ в загрязнение почвы

Нарушение экологического равновесия вызывает беспокойство в связи с тем, что достаточно большая часть населения планеты находится в неопределенном состоянии: еще нет заболевания, но уже нет здоровья (состояние предболезни). По данным Всемирной Организации Здравоохранения, экологические факторы формируют до 25% патологий

человека. До 24% всех болезней в мире связано с воздействием окружающей сред, а для детей в возрасте до 5 лет более 33% болезней вызвано плохой экологической ситуацией.

В период времени с 2000 по 2012 года средняя продолжительность жизни жителей Воронежской области выросла на 4,3 года. Но не стоит забывать, что не только от экологии зависит, сколько мы проживем, но и от многих других факторов, которые значительно улучшились в последнее время: условия труда, качество услуг, заработная плата, размер пенсии и др. Из-за обилия различных факторов, нельзя точно выявить зависимость экология-продолжительность жизни.

В таблице 1 приведено количество заболевших по основным группам болезней в период времени с 2000 по 2012 год.

Таблица

Заболеваемость населения по основным группам болезней
Воронежской области, тыс. человек

Год	Эндокринная система	Нервная система	Болезни кожи	Новообразования	Болезни крови	Система кровообращения	Врожденные аномалии
2000	16,9	26,9	81,3	19,1	4,7	35	1,7
2008	20,7	27,3	69	17,4	6,9	58,8	2
2009	18,9	29,2	73,2	20,8	6,4	65,7	2,4
2010	18,2	33,8	69,1	22,7	6	63,4	2,1
2011	17,7	32,7	68,8	27,7	6	65,7	2,3
2012	17	28,6	63,9	28,4	6,3	64,3	2,2

Данные были взяты с учетом того, что диагноз был установлен впервые в жизни. Увеличились случаи новообразований, болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, болезни системы кровообращения и врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения. Большинству данных заболеваний способствует загрязнение воздуха. А как было сказано ранее в Воронежской области выбросы от стационарных промышленных источников загрязнения атмосферного воздуха и выхлопы от машин увеличиваются с каждым годом.

А вот заболевания эндокринной системы и болезни кожи уменьшились, которые напрямую зависят от состояния воды.

Заболевания нервной системы являются следствием воздействия еще одного загрязняющего фактора – шума, но как видно из графика количество больных колеблется в небольшом диапазоне. Связано это с тем, что другие факторы, например, политические, экономические, социальные, помогают компенсировать данное влияние за счет улучшения различных аспектов жизни человека. Существует еще одна большая группа основных болезней человека, не представленная в таблице – это болезни органов дыхания. Ежегодное количество больных составляет приблизительно 530 тысяч человек (четверть всего населения области), что в восемь раз больше, чем например случаев заболевания системы кровообращения.

В связи с вышеизложенным необходима оценка ущерба здоровья, обусловленного неблагоприятными условиями среды обитания. При суточных условиях пространства (производство, город, быт) суммарная оценка скрытого ущерба здоровью определяется через подсчет сокращения продолжительности жизни ($СПЖ_{\Sigma}$), в сутках потерянной жизни за год, по формуле

$$СПЖ_{\Sigma} = СПЖ_{пр} + СПЖ_{г} + СПЖ_{б}, \quad (1)$$

где $СПЖ_{пр}$, $СПЖ_{г}$, $СПЖ_{б}$ – время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его соответственно в производственных, городских и бытовых условиях.

$$СПЖ_{пр} = (K_{пр} + K_T + K_H) (T - T_H), \quad (2)$$

где $K_{\text{ПР}}$ - ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды, сут./год; K_T - ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год; K_H - ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год; T - возраст человека, лет; T_H - возраст к началу трудовой деятельности, лет.

В работах [2, 3, 4] разработаны критерии экологической опасности различных предприятий, которые определяются параметром Π , характеризующим воздействие предприятия на загрязнение атмосферы.

Для групп веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, рассчитывается параметр Π_e по формуле

$$\Pi_e = \sum_{j=1}^{n_1} \Pi_j, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3)$$

Значение параметра Π_i для каждого вещества определяется по следующей формуле:

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^{n_1} \text{ТПП}_{ji} \cdot R_{ji}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4)$$

Из всех значений Π_i и Π_e выбирается максимальное значение, которое и принимается за параметр Π для данного предприятия.

Для определения параметра Π для каждого i -ого вещества и каждого j -ого источника рассчитываются значения требуемого потребления воздуха (ТПВ) и параметра R по следующим формулам

$$\text{ТПП}_{ji} = 10^3 \cdot \frac{M_{ji}}{\text{ПДК}_i}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5)$$

$$R_{ji} = \frac{D_j}{H_j + D_j} \cdot \frac{g_{ji}}{\text{ПДК}_i}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (6)$$

где M_{ji} - количество вещества, выбрасываемого источником, г/с;

ПДК_i - разовая предельно-допустимая концентрация i -ого вещества для населенных мест, мг/м³;

D_i - диаметр устья источника, м. Если устье источника не круглое, то за D_i принимается его наибольший размер;

H_i - высота источника над уровнем земли, м;

g_{ji} - концентрация вещества в устье источника.

Оценка воздействия предприятия на состояние атмосферного воздуха (ОВОС) определяется по параметру Φ .

Параметр Φ_i для каждого выбрасываемого i -ого вещества рассчитывается по формуле:

$$\Phi_i = \frac{10^3}{H_{\text{ср}}} \sum_{j=1}^{m_1} \frac{M_{ij}}{\text{ПДК}_i}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (7)$$

где $H_{\text{ср}}$ - средняя высота выброса, м;

M_{ij} - количество i -ого вещества, выбрасываемого j -ым источником, г/с;

m_1 - количество источников на предприятиях, выбрасывающих одноименные вещества;

ПДК_i - максимально разовая предельно допустимая концентрация i -ого вещества для населенных мест, мг/м³.

Для групп веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, параметр Φ_e рассчитывается по формуле

$$\Phi_e = \sum_{i=1}^{n_1} \Phi_i, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (8)$$

где n_1 - количество веществ, входящих в группу суммации.

Из всех Φ_i и Φ_e выбирается максимальное значение, которое и принимается за параметр Φ для данного предприятия.

Оценку состояния атмосферы определяет индекс загрязнения – ИЗА - комплексный параметр, учитывающий несколько примесей, представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ в долях ПДК.

$$I_n = \sum \left(\frac{X_i}{ПДК_i} \right) C_i, \quad (9)$$

где X_i - среднегодовая концентрация вещества i ,

C_i - коэффициент, показывающий степень опасности i -го вещества по сравнению с диоксидом серы,

I_n - ИЗА.

Выводы

1. На основе региональных данных (по Воронежской области) в период времени с 2000 по 2012 года средняя продолжительность жизни жителей Воронежской области выросла на 4,3 года. Но вместе с тем, увеличилось на 9,3 % количество случаев новообразований, на 1,6% болезни крови, и кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающие иммунный механизм, на 29,3 % болезни системы кровообращения, на 0,5 % врожденные аномалии и хромосомные нарушения. Большинству данных заболеваний способствует загрязнение воздуха.

2. Наиболее сильно воздействие техногенных факторов на здоровье людей и качество их жизни проявляется в крупных населённых пунктах, где различные техногенные системы концентрируются в местах проживания людей на компактной территории.

3. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, экологические факторы формируют до 25% патологий человека. До 24% всех болезней в мире связано с воздействием окружающей среды, а для детей в возрасте до 5 лет более 33% болезней вызвано нарушением экологической ситуации.

Список литературы

1. Toffler Alvin and Heidi. Creating a New Civilization. The Politics of the Third Wave, Turner Publishing, Inc. Atlanta, 1995 - русск. пер. Тоффлер Э., Тоффлер Х. Создание новой цивилизации. Политика третьей волны. «Сибирская молодежная инициатива», Новосибирск, 1996.

2. Жидко Е.А., Манохин В.Я. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2010. - № 1. - С. 13-17.

3. Инструкция о порядке проведения экологической экспертизы воздухоохраных мероприятий и оценки воздействия загрязнения атмосферного воздуха по проектным решениям ПНД 1-94 Минприроды РФ, М.: 1995. – с 39.

4. Иванова И.А. Определение коэффициента экологической опасности литейного производства// Вестник ДГТУ.- 2010. – Т.10, № 3 (46). С. 406-409.

References

1. Toffler Alvin and Heidi. Creating a New Civilization. The Politics of the Third Wave, Turner Publishing, Inc. Atlanta, 1995 - Russian lane. Toffler E., Toffler X. the Creation of a new civilization. The politics of the third wave. «Siberian youth initiative», Novosibirsk, 1996.

2. Liquid E.A., Manokhin WE Improve management of environmental risks of industrial enterprises // Scientific Herald of the Voronezh state architectural and construction University. Series: High technologies. Ecology. - 2010. - № 1. - S. 13-17.

3. Instruction on the procedure for environmental impact assessment air quality activities and evaluation of the impact of air pollution on project solutions IPA 1-94 Ministry of natural resources of the RF, M.: 1995. - 39.

4. Ivanova I. determination of the coefficient of ecological danger foundry// Herald DGTU.- 2010. - Vol.10, No.3 (46). С. 406-409.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д.т.н., проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности Манохин В.Я. Россия, г. Воронеж, тел. 8910-245-21-44
Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К.т.н., доц. кафедры пожарной и промышленной безопасности Иванова И.А.
Россия, г. Воронеж, ivanova-eco@mail.ru
Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры пожарной
и промышленной безопасности
Манохин М.В.*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.t.s. prof. of Department of Fire and Industrial Safety Manohin V.YA.
Russia, Voronezh, tel. 8910-245-21-44
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), doc. of Department of Fire and Industrial Safety Ivanova I.A.
Russia, Voronezh, ivanova-eco@mail.ru
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D.-student, of Department of Fire and Industrial Safety
Manohin M.V.*

В.Я. Манохин, И.А. Иванова, М.В. Манохин

К ПРОБЛЕМЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В МО Г. ВОРОНЕЖ

В статье рассмотрены тенденции изменения норм твердых бытовых отходов (ТБО). Установлено, что имеет место двукратное увеличение прогнозных данных академии коммунального хозяйства им К.Д. Памфилова. Морфологический состав при этом меняется в сторону увеличения содержания бумаги, картона и пластмасс в общем объеме ТБО.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, производство, территория, норма накопления, анализ, состав.

V.Ya. Manohin, I.A. Ivanova, MV Manohin

THE PROBLEM OF WASTE MANAGEMENT IN MO VORONEZH

The article examines trends in standards of municipal solid waste. Found that there is a twofold increase in the forecast data Academy of Municipal Economy KD Pamfilov. The morphological structure with changes in the direction of increasing the content of paper, cardboard and plastics in the total MSW.

Keywords: solid waste, production, land, the rate of accumulation, analysis, composition

Введение. Проблемы обращения с ТБО является одной из важнейших в охране окружающей среды [1]. Отходы производства и потребления регламентируются с июня 1998 года [2]. С целью упорядочения обращения с отходами установлены требования необходимости и порядка разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации.[3,4]

Проблемы обращения с ТБО наиболее подробно рассмотрены в работах: Данилова-Данильяна В.И., Винниченко В.Н., Виленского М.А., Лифшица А.Б., Мирного А.Н., Сергеевой В.Г., Ушакова Е.П., Шибановой Т.В. и других.

Обостряют проблему следующие факторы:

Отсутствие системы отдельного сбора отходов;

Отсутствует должный контроль в сфере обращения с ТБО;

Недостаточное стимулирование и развитие сферы обращения с вторичным сырьем;

Особенности транспортной схемы МО и нестабильность интенсивности движения автотранспортных средств;

Проблемы механизации санитарной очистки города и материальной базы;

Отсутствие мусоросортировочных и мусороперерабатывающих заводов.

Законодательством России установлены требования обращения с твердыми бытовыми отходами [1,2].

Установление норм накопления ТБО должно проводиться согласно «Рекомендациям по определению норм накопления твердых бытовых отходов», разработанным академией коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова и утвержденным Минжилкомхозом в соответствии с требованиями [3,4].

Основные положения «Рекомендаций...» следующие:

1. Работа по определению или уточнению норм накопления ТБО проводится специальной комиссией, создаваемой местными органами управления;

2. Основными показателями при определении норм являются: масса, объем, средняя плотность и коэффициент суточной неравномерности накопления;

3. Для г. Воронежа учитывая, что на ближайшую перспективу основным способом обезвреживания станет метод захоронения отходов, уточнение морфологического состава ТБО в настоящее время необходимо проводить один раз в пять лет;

4. Нормы накопления устанавливаются для жилых зданий и для объектов общественного назначения (как встроенных в здания, так и отдельно стоящих), имеющих основной удельный вес в общем балансе накопления отходов.

5. Нормы накопления определяются по жилым домам – на одного человека; по объектам культурно-бытового назначения (гостиницы, кинотеатры, дошкольные учреждения и т.п.) – на одно место; по магазинам на кв.м. торговой площади; по предприятиям общественного питания – на одно посадочное место;

6. При определении накопления отходов целесообразно использовать стандартные контейнеры емкостью 750 литров;

7. Нормы накопления определяются по всем сезонам года. Замеры проводятся в течение семи дней без перерывов, независимо от принятой периодичности вывоза отходов;

8. Полученные результаты по определению норм накопления ТБО утверждаются соответствующим решением администрации города.

Рост обеспеченности населения бумагой и упаковочными материалами приводит к значительному повышению объема ТБО и снижению общей плотности.

Местные условия, в том числе и климатические, оказывают существенное влияние на величину накопления ТБО.

ЗАХОРОНЕНИЕ ТБО

В 2012 году количество твердых бытовых отходов, образовавшихся на территории городского округа город Воронеж и размещенных на полигонах ТБО, сохранилось на уровне 3 млн.куб.м. (600 тыс.т.). В настоящее время отходы городского округа город Воронеж вывозятся на три полигона, расположенных за пределами городского округа. В 2012 году основная часть отходов была вывезена на полигон ООО «Каскад» (открыт в ноябре 2011 году), в непосредственной близости которого находится полигон ООО «Воронеж-ТБО» (эксплуатируется с 2007 года). Территориально оба полигона расположены в Семилукском районе Воронежской области. Отходы из левобережной части города вывозятся преимущественно в Новоусманский район на ООО «Поэтро-Полигон».

Эксплуатирувавшийся с 1993 года муниципальный полигон МКП «Производственное объединение по обращению с отходами» выведен из эксплуатации и в настоящее время подготавливается к рекультивации. За весь период эксплуатации на нем захоронено свыше 28 млн.куб.м. отходов. В 2012 году проведены инженерно-экологические изыскания, выполнена топографо-геодезическая съемка объекта размещения, разработан проект рекультивации полигона ТБО. Вышеперечисленные работы были выполнены за счет собственных средств и составили 1,6 млн.руб. в настоящее время происходит процесс стабилизации, в результате которого ложе полигона практически перекрыто изолирующим материалом, тем самым количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу уменьшилось на 120 тонн.

Вместимость полигона ООО «Каскад» (50 млн.куб.м.) позволит принимать все отходы городского округа в течение 15-20 лет, в зависимости от применяемой технологии: предварительной сортировки, переработки и захоронения. Эксплуатируемое ложе полигона площадью 10 га и глубиной 42 м расположено в южной части карьера «Средний» в Семилукском районе. В 2012 году на полигоне размещено 2,045 млн.куб.м. отходов. С целью уменьшения объема размещаемых отходов на полигоне ТБО ООО «Каскад» с февраля 2012 года эксплуатируется установка по измельчению отходов - измельчитель TANA Shpark 220D (производитель Финляндия). Основное назначение установки – уменьшение размеров фракций отходов с помощью дробления, что позволяет на 30% сократить объем размещаемых на



полигоне ТБО отходов. Мобильный shredder включает в себя систему ножей, конвейер, магнитный сепаратор, при этом предусмотрена защита ножей от наматывания различных отходов (ветошь, полиэтилен и др.). Кроме этого в установке имеется возможность замены сетчатых решеток с различными размерами и формами отверстий, что позволяет получить необходимый размер фракций измельченных отходов.

Производительность эксплуатируемой машины – измельчителя зависит от материала и скорости подачи отходов. В среднем производительность составляет от 10 до 35 тонн в час. Установка позволяет измельчить отработанные автомобильные покрышки, мебель, бытовую технику. Измельченные отходы (размеры фракций от 150 до 550 мм) в дальнейшем используются в качестве пересыпки захораниваемых ТБО.

Особое внимание следует уделить крупногабаритным отходам (КГО), поскольку в принятых по Воронежу нормах образования отходов о КГО ничего не известно.

К крупногабаритным отходам относятся отходы, по габаритам, превышающим стандартные контейнеры вместимостью 0,75 м³. По результатам, проведенным АКХ им. К. Д. Памфилова во многих городах России, известно, что в среднем за год на 1 человека накапливается около 40 кг КГО плотностью 210 кг/м³, что в пересчете составляет 0,19 м³/чел в год. Исключение составляет Москва, где КГО накапливается - 0,37 м³/год, что объясняется более высоким жизненным уровнем по отношению к другим городам.

В таблице приведен морфологический состав ТБО для средней климатической зоны (Справочник "Санитарная очистка и уборка населенных мест" М.1997 г.). Там же приведен морфологический состав ТБО г. Воронежа (гр 3) и г. Москвы (гр. 4).

Таблица

Морфологический состав тбо для средней климатической зоны,
% массы (жилой сектор)

Компонент	Состав		
	По справочнику	По данным ООО "Эколайн" г. Воронежа	По данным АКХ им. Памфилова (для Москвы)
1	2	3	4
Бумага, картон	32-35	22	32,72
Пищевые отходы	32-45	35	37,18
Дерево	1-2	1,5	1,45
Металл черный	3-4	4	7,28** (5)
Металл цветной	0,5-1,5	0,7	2,28
Текстиль	3-5	5,5	4,25
Кости	1-2	1,0	1,5
Стекло	2-3	7	3,77
Кожа, резина	0,5-1	1,5	1,58
Камни, штукатурка	0,5-1	1,5	1,09
Полимерные материалы	3-4	6	4,98
Прочее	1 - 2	14,3*	-
Отсев (менее 16 мм)	5-7	-	4,2

Примечание: *- вместе с отсевом, **- черный и цветной вместе.

Один из наиболее сложно устанавливаемых показателей роста накопления является темп ежегодного изменения ТБО. В многолетних исследованиях, проведенных академией коммунального хозяйства установлено, что ежегодное увеличение нормы накопления ТБО составляет в среднем 2,65% в зависимости от численности населения города.

Исходя из исследований АКХ им. К.Д. Памфилова, можно определить нормы накопления отходов и на перспективу.

Для жилого сектора:

$$N_{np} = N_{исх} \cdot (1 + 0,0265)^t \quad (1)$$

где N_{np} – прогнозируемая норма накопления отходов;

$N_{исх}$ – исходная норма накопления отходов;

t – период прогнозирования, лет.

0,0265 – коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТБО, т.е. 2,65%.

Для ТБО отдельно стоящих объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений.

$$M_{np} = M_{исх} \cdot (1 + 0,005)^t \quad (2)$$

где M_{np} – прогнозируемая норма накопления отходов;

$M_{исх}$ – исходная норма накопления отходов;

t – период прогнозирования, лет;

0,005 – коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТБО, т.е. 0,5%.

Анализ фактически вывезенных на полигоны ТБО МО г. Воронеж показывает, что реальные нормы образования отходов значительно превышают их прогнозные значения (формулы 1 и 2).

Однако статистика последних лет по МО г. Воронеж показывает, что в основном за счет увеличения объема упаковки и количества пластмасс прирост норм накопления для жилого сектора по данным 2013 года составляет 5,2%, а по торговым и культурно-бытовым предприятиям составляет 1%, что соответствует зависимостям 3 и 4 соответственно.

Для жилого сектора

$$N_{np} = N_{исх} \cdot (1 + 0,0520)^t \quad (3)$$

Для ТБО отдельно стоящих объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений

$$M_{np} = M_{исх} \cdot (1 + 0,01)^t \quad (4)$$

Минимизация затрат на транспортирование ТБО определяет размещение полигонов ТБО и мусоросортировочных (мусороперерабатывающих) заводов.

Решение транспортных задач и их планирование представлено в работах [5] и [6]. Это требует построения математической модели вывоза твердых бытовых отходов с территории административных единиц г. Воронежа на существующие полигоны [7] и оптимального размещения МСЗ и МПЗ. [8]

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
3. МДК 7-01.2003. «Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации».
4. СанПиН 42-128-4690-88. «Санитарные правила содержания территорий населенных мест».
5. Сазонова, С.А. Разработка модели транспортного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения. Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2007. – № 2. – С. 48-51.
6. Сазонова, С.А. Результаты вычислительного эксперимента по апробации математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения. Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. №6. – С. 99- 104.
7. Manohin M.V. the problem of solid waste management in Russia. LAP LAMBERT Academic Publishing 2012-171 pages.
8. В.Я. Манохин. Выбор оптимальных вариантов размещения объектов санитарной очистки и технологий переработки отходов на примере г. Воронежа. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура.

References

1. Federal Law of 10 January 2002, N 7 -FZ " On Environmental Protection ".
2. Federal Law of June 24, 1998 № 89 -FZ "On Production and Consumption Waste ".
3. MDK 7-01.2003 . "Guidelines on the procedure for the development of general purification schemes of settlements of the Russian Federation".
4. SanPiN 42-128-4690-88 . "Sanitary rules for maintenance of populated areas ".
5. Sazonova , SA Development of a model for transport redundancy functioning heating systems. Herald of the Voronezh Institute of High Technologies . - 2007 . - № 2 . - S. 48-51 .

6. Sazonova , SA Results of numerical experiments on the testing of mathematical models for analysis of flux heating systems. Herald of the Voronezh Institute of High Technologies . 2010 . Number 6. - Pp. 99 - 104.

7. Manohin M.V. the problem of solid waste management in Russia. LAP LAMBERT Academic Publishing 2012-171 pages.

8. V.YA. Manohin. Choosing the best options of accommodation facilities sanitation and waste treatment technologies on the example of the city of Voronezh . / / Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction . Construction and architecture .

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Магистрант И.В. Рябых
Россия, г. Воронеж
e-mail: ryabykh@mail.ru*

*Voronezh State University of
Architecture and Civil Engineering
The undergraduate I.V. Ryabykh
Russia, Voronezh
e-mail: ryabykh@mail.ru*

И.В. Рябых

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

Представлены результаты исследования распространения углекислого газа в воздухе общественных помещений как индикатора присутствия в помещении людей и их количества. Исследование проводилось, с целью определения зависимости его поступления в помещение большого объема и выявления характера распределения углекислого газа в объеме помещения.

Ключевые слова: распространение углекислого газа, помещение большого объема, углекислый газ.

I.V. Ryabykh

RESEARCH OF PROCESS OF DISTRIBUTION OF CARBON DIOXIDE IN LARGE VOLUME

Results of research of distribution of carbon dioxide in air of public places as indicator of presence at the room of people and their quantity are presented. Research was conducted, for the purpose of determination of dependence of its receipt to the room of large volume and detection of nature of distribution of carbon dioxide in volume of the room.

Keywords: distribution of carbon dioxide, room of large volume, carbon dioxide.

Общественные помещения большого объема характеризуются переменным во времени количеством людей. Учитывая, что источником появления углекислого газа в таких помещениях являются люди, концентрация углекислого газа [6] будет меняться в зависимости от числа присутствующих в помещении в данный момент времени посетителей.

Распределение углекислого газа по высоте помещения рассмотрено на примере трехэтажного торгового центра. Все помещения здания по 3-м этажам объединены лестнично-лифтовым холлом в единую воздушную среду, что позволяет считать здание торгового центра как единое помещение большого объема [2].

Целью исследования является определение распределения концентрации CO_2 в помещении по высоте. Для определения закономерности распространения углекислого газа были обработаны результаты, полученные при различном количестве людей в помещении с включенной и отключенной системе вентиляции. Помещения, в которых проводились исследования, условно были разделены на две категории: с постоянным присутствием людей и с переменным.

Данные исследования позволили определить распределение концентрации углекислого газа при пустом торговом центре и выключенной системе вентиляции и определить распространение концентрации CO_2 при работающей системе вентиляции и заполнении помещения посетителями.

В ходе исследования ожидалось получить общую оценочную картину распределения углекислого газа по зданию, рассматривалось 3 варианта:

- начало работы торгового центра, на местах находится только обслуживающий персонал, система вентиляции выключена;
- работа торгового центра при средней наполняемости помещения людьми, система вентиляции выключена;
- работа торгового центра при средней наполняемости помещения людьми, система вентиляции включена.

Опираясь на экспериментальные исследования в аналогичных условиях [3], можно выявить следующие закономерности в распространении углекислого газа по помещению большого объема в зависимости от рассматриваемых условий:

1. При отсутствии посетителей в торговом центре и выключенной системе вентиляции распределение концентрации по объёму помещения в плане на всех этажах характеризуется небольшим колебанием содержания углекислого газа в воздухе - до 0,05%. По высоте здания прослеживается изменение концентрации углекислого газа в сторону увеличения от верхнего к нижним этажам, связанное с гравитационными процессами (в условиях относительного покоя воздушных масс в помещении углекислый газ стремится опуститься вниз).
2. При средней посещаемости и выключенной системе вентиляции распределение концентрации углекислого газа в плане на всех этажах так же, как и в первом случае носит практически равномерный характер распределения. Однако по вертикали в помещении наблюдается явное увеличение содержания CO_2 с увеличением высоты.
3. При средней наполненностью посетителями торгового центра и включенной системой вентиляции распределение углекислого газа по всему объёму здания носит практически равномерный характер. Разница концентрации CO_2 по высоте помещения не наблюдается.

На рисунке 1 представлен график, на котором сведены результаты измерения концентрации углекислого газа при трёх проведённых сериях замеров

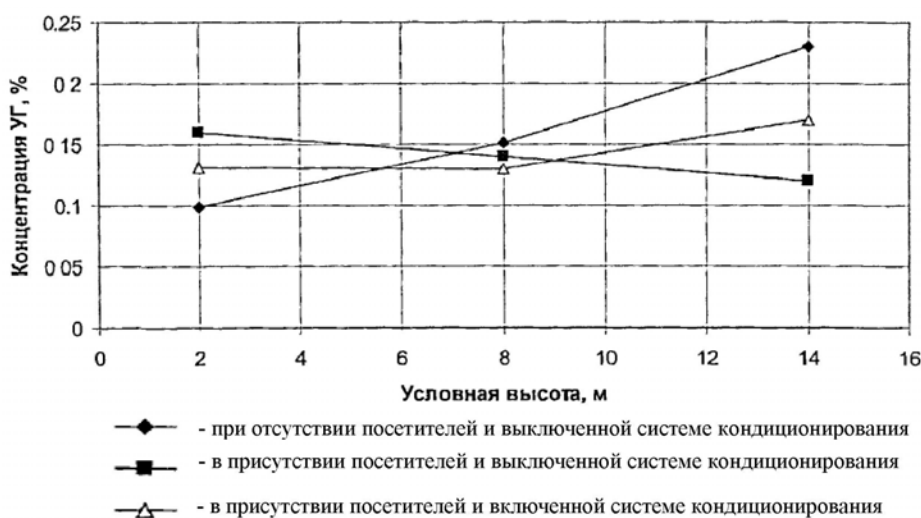


Рис. 1. График распределения концентрации углекислого газа по объёму торгового центра

На графике представлены кривые изменения концентрации по этажам по трём описанным выше экспериментам. За значения концентрации на этаже принималось осреднённое значение результатов измерения [4,5]. Под условной высотой понимается уровень, на котором проводилось измерение, относительно уровня земли.

По графику видно, что при выключенной вентиляции и отсутствии посетителей углекислый газ «тонет» в воздухе; при наполнении помещения людьми происходит «всплытие» CO_2 в верхнюю часть здания из-за конвекционного поднятия выдыхаемого, более теплого воздуха;

при работе механической системы вентиляции концентрация углекислого газа практически не меняется по зданию с высотой.

Выводы

При работе механической системы вентиляции будет обеспечено равномерное распределение углекислого газа в объеме помещения большого объема [1].

При отсутствии механического воздухообмена и посетителей, углекислый газ перемещается в нижние слои воздушного пространства здания; при наполнении помещения людьми и отключенной вентиляции происходит поднятие в верхнюю часть воздушного пространства.

Библиографический список

1. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е., Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях, Стройиздат, 1971г., 267с.
2. Богословский В.Н., Климатологическое обеспечение проектирования и эксплуатации зданий с эффективным использованием энергии / Кувшинов Ю.Я., Малявина Е.Г.// в кн.: Симпозиум (Строительная климатология. 20-24 сентября 1982г.), Труды. М: 1982, с. 45-61.
3. Сырых П.Ю. Моделирование адаптивной системы вентиляции в помещениях общественных зданий большого объема. – М.: журнал СОК, №11, 2009. – 200 с.
4. ГОСТ 30494. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Госстрой, 1999г.
5. ГОСТ Р ЕН 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системе вентиляции и кондиционирования. М.: Госстрой, 2008г.
6. Китаев Д.Н. Интерполяционные полиномы теплоемкостей идеальных газов / Китаев Д.Н., Цуканова О.С.// журнал Молодой ученый №17 2008г. – С. 7 – 13.

References

1. Barkalov B. V., Karpis E.E. Air conditioning in industrial, public and residential buildings, Stroyizdat, 1971, 267с.
2. Theological V.N., Climatological ensuring design and operation of buildings with effective use of energy / Jugs of YuYa. Malyavina E.G.//in book: Symposium (Construction climatology. On September 20-24, 1982), Works. M: 1982, page 45-61.
3. Crude Items Yu. Modeling of adaptive system of ventilation in rooms of public buildings of large volume. – M.: JUICE magazine, No. 11, 2009. – 200 pages.
4. GOST 30494. Buildings inhabited and public. Microclimate parameters in rooms. M.: State Committee for Construction, 1999.
5. GOST P EN 13779-2007. Ventilation in uninhabited buildings. Technical requirements to ventilation and conditioning system. M.: State Committee for Construction, 2008.
6. Kitayev D. N. Interpolation polynoms of thermal capacities of ideal Gases / Kitaj D. N., Tsukanova O.S.//magazine Young scientist No. 17 2008 – Page 7 – 13.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доктор техн. наук, проф. кафедры
строительной техники и инженерной меха-
ники Ю.Ф. Устинов
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики Д. Н.
Дёгтев
Аспирант кафедры строительной техники и
инженерной механики
Д.Н. Гольцов
Аспирант кафедры строительной техники
и инженерной механики
Д.И. Чернышев
Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Канд. техн. наук, доц. ,нач. каф. 23
А.А Кравченко
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-62
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Doctor tehn. sciences, professor of the pulpit
of construction machinery and engineering
mechanics Y.F. Ustinov
Cand. of Tehn. Sciences, associate professor
of the chair of construction machinery
and engineering mechanics D.N. Degtev
Post-graduate student of the pulpit of con-
struction machinery and engineering me-
chanics D.N. Goltsov
Post-graduate student of the pulpit of con-
struction machinery and engineering me-
chanics D.I. Chernyshev
Military and air academy of professor N. E.
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Cand. of Tehn. Sciences, associate professor ,
chief of chair 23 A.A. Kravchenko
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, Д.Н. Дегтев, А.А. Кравченко, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев

ВИБРАЦИЯ И ШУМ ВИБРОКАТКА ДУ-99

Представлены результаты виброакустических исследований виброкатка при выполнении типовых технологических операций, установлены источники виброакустической энергии, определены пути снижения структурного шума и общего шума в кабине на различных режимах работы виброкатка.

Ключевые слова: вибрация, шум, виброкаток, тяговый режим.

Y.F. Ustinov, D.N. Degtev, A.A. Kravchenko, D.N. Goltsov, D.I. Chernyshev

VIBRATION AND NOISE OF THE VIBROROLLER OF DU-99

Represented results of vibroacoustic researches of vibroroller DU-99, on the assumption of typical technological operations; set sources of vibroacoustic energy; determined ways to decrease a structure-borne noise and general one in a cab during vibroroller work at different modes.

Keywords: vibration, noise, vibroroller, traction condition.

Целью данной работы является определение виброакустических характеристик виброкатка ДУ-99 на различных режимах работы при уплотнении различных дорожно-строительных материалов (песок, щебень); выявление основных источников шума и вибрации,

а также выявление характерных частот в октавных и 1/3-октавных полосах, на которых шум и вибрация наибольшие, что позволит совершенствовать виброакустическую защиту оператора.

Каток вибрационный комбинированный ДУ-99 предназначен для уплотнения оснований из различных дорожно-строительных материалов, покрытий из битумно-минеральных смесей по ГОСТ 9128 при больших объемах работ на автомобильных дорогах общего пользования I...III категорий, внутрихозяйственных дорогах Ic и IIc категорий.

Конструктивные особенности дорожного катка ДУ-99:

- привод хода на оба вальца снижает сдвиг уплотняемого материала и обеспечивает лучшую способность к преодолению подъемов;
- два режима вибрации расширяют перечень эффективно уплотняемых материалов;
- конструкция катков обеспечивает высокую маневренность с проходом вальцов «след в след»;
- комфортабельное рабочее место;
- отопитель кабины;
- работа в режиме смещения вальцов («собачий ход») облегчает работу у стен и бордюров.

Необходимо отметить, что комбинированный вибрационный каток ДУ-99, пневмошинный ДУ-100 и гладковальцовый вибрационный ДУ-98 разработаны на единой базе (унификация свыше 90%) и имеется возможность на месте эксплуатации переоборудовать один вид в другой.

Применение различных рабочих органов и использование разных режимов работы виброкатка неизбежно влечет за собой повышение уровня шума и вибрации.

Опыты проводились на отсыпанной песчаной подушке при влажности грунта близкой к оптимальной, а также на свежесыпанном основании дороги из щебня крупных фракций. Температура окружающей среды составляла 20°С, атмосферное давление 1,014·10⁵ Па.

Оптимальная влажность различных грунтов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Оптимальные влажности грунтов

Наименование грунта	Оптимальная влажность, %	Коэффициент «переувлажнения»
Пески пылеватые, супеси легкие крупные	8 - 12	1,35
Супеси легкие и пылеватые	9 - 15	1,25
Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие и легкие пылеватые	12 - 17	1,15
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	16 - 23	1,05

Параметры шума и вибрации измерялись приборами «ОКТАВА - 101АМ» и «Октава - 101ВМ» соответственно. На виброкаток были установлены датчики-акселерометры: бугель вальца; рама машины под кабиной; пол кабины у виброизолятора, а также 1/2-дюймовый микрофон в кабине у головы водителя с правой стороны.

В ходе испытаний получены данные, на основании которых были построены таблицы и спектры виброскоростей.

Таблица 2

Уровни виброускорений при первом проходе в расчетных точках
в 1/3-октавных полосах частот, дБ

1/3- октавные полосы со среднегео- метрическими частотами, Гц	Уровни виброускорения в 1/3-октавных полосах частот, дБ		
	Бугель вальца	Рама машины	Пол кабины
0,8	107,7	104,9	104,5
1	112,4	110,6	110,3
1,25	91,1	103	103,3
1,6	86,7	87,4	78,3
2	98,3	93,5	90,5
2,5	96,7	88,2	86,3
3,15	116,9	108,1	98
4	117,1	119,6	88,7
5	114,3	113,3	94,9
6,3	124,6	103,3	86,9
8	119,4	119,2	87,9
10	121,1	123,1	93,5
12,5	125,7	118,9	93,6
16	123,9	117,4	94,5
20	126,4	109,6	97,6
25	125,4	99,1	93,5
31,5	126,4	109,8	91
40	128,9	108,8	92,3
50	135,7	125,4	109,6
63	155,8	146,5	129,9
80	131,8	129,1	121,1
100	129,6	123,8	105,3
125	144	142	122,9
160	137,5	131,4	111,2

Согласно данных таблицы 2 построен спектр уровня вибрации в расчетных точках виброкатка ДУ-99 в 1/3-октавных полосах частот при первом проходе.

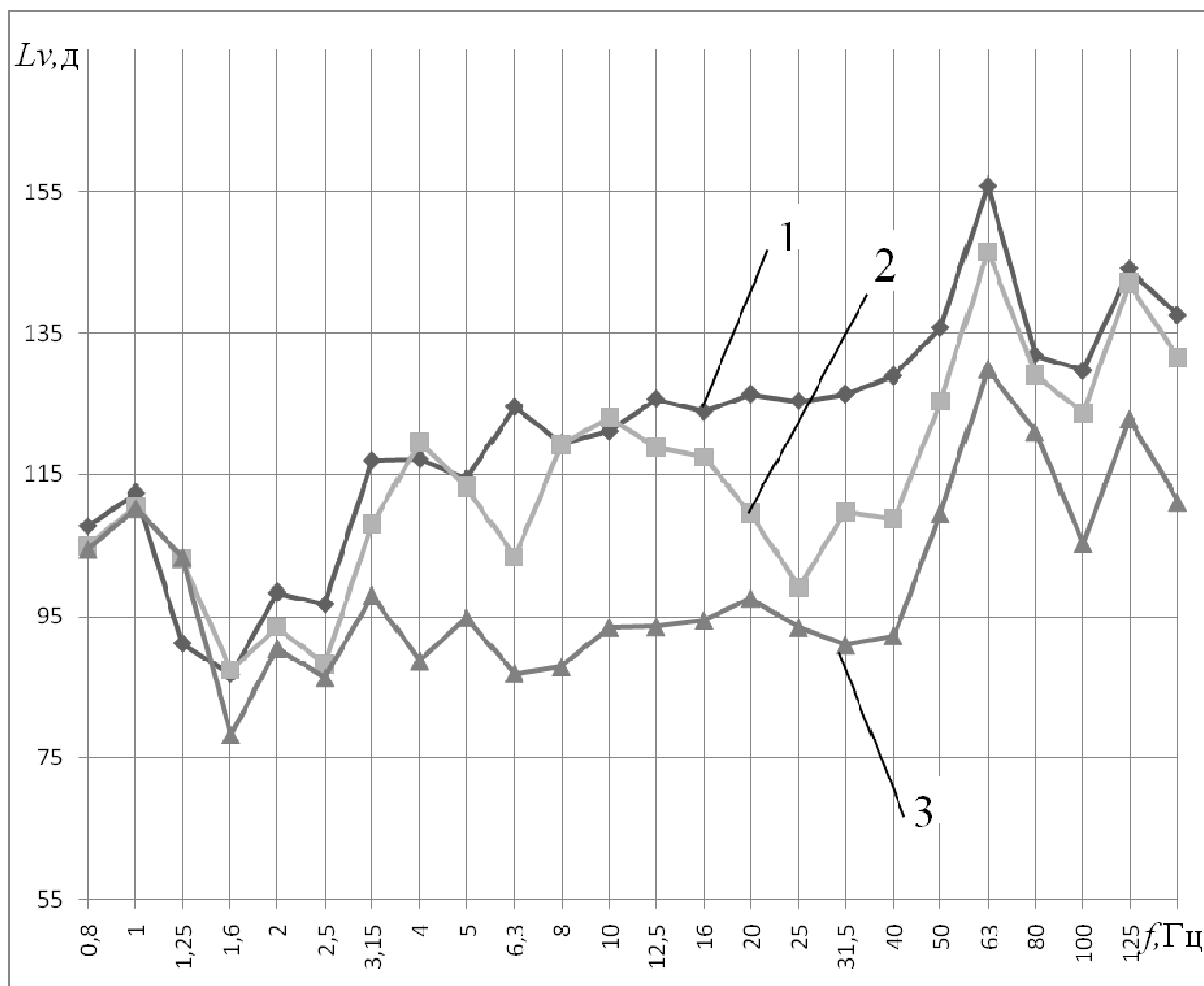


Рис. 1. Спектр уровня виброускорения в расчетных точках виброкатка ДМ-99 при уплотнении песка в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами
1 – бугель вальца; 2 – рама машины; 3 – пол кабины

Как видно из представленного спектра уровень вибрации пола кабины имеет наибольшие значения, превышающие нормативные, в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63 и 125 Гц.

В ходе испытаний по измерению уровня шума была получена временная форма изменения уровня звукового давления (УЗД). Вертикальные курсоры выделяют диапазон узкополосного анализа наибольшего УЗД (Рис. 2).

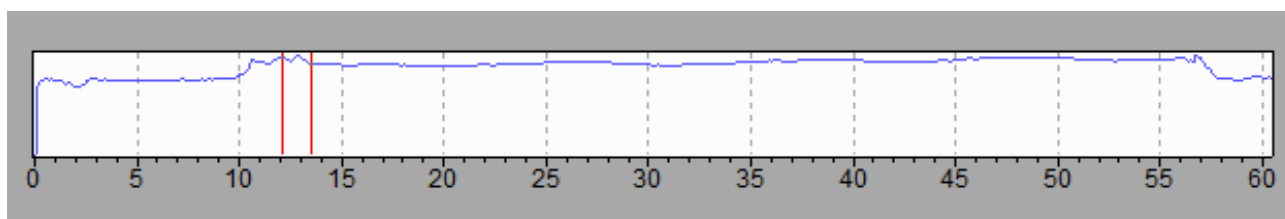


Рис. 2. Временная форма изменения УЗД в кабине виброкатка

Детальная временная форма УЗД представлена на Рис. 3.

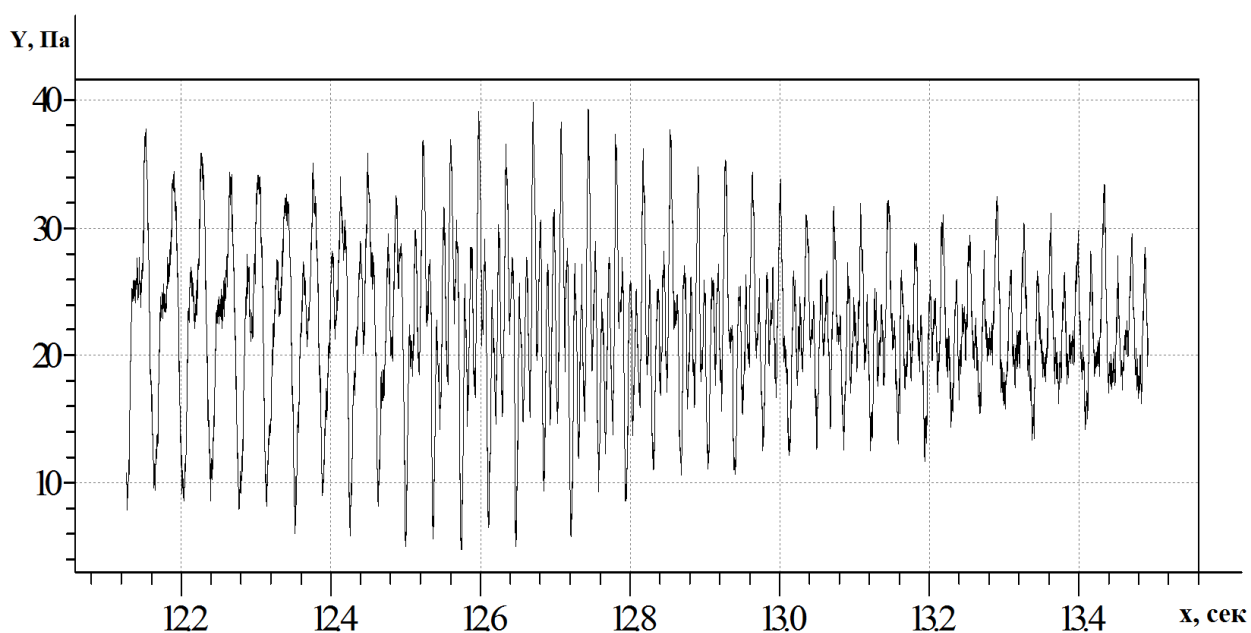


Рис. 3. Детальная временная форма процесса

Переход временной формы к спектру УЗД в принятом интервале осуществлялся с использованием преобразования Фурье и специальной программы для ЭВМ.

Данной детальной временной форме соответствуют узкополосные спектры, представленные на Рис. 4, 5.

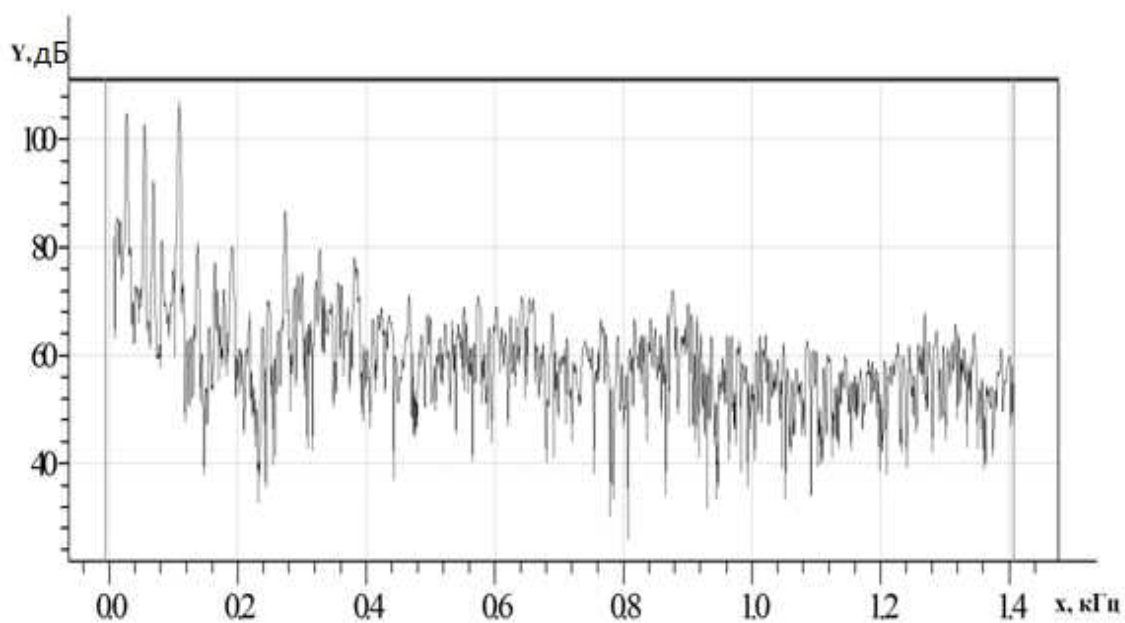


Рис. 4. Спектр УЗД в диапазоне до 1400 Гц

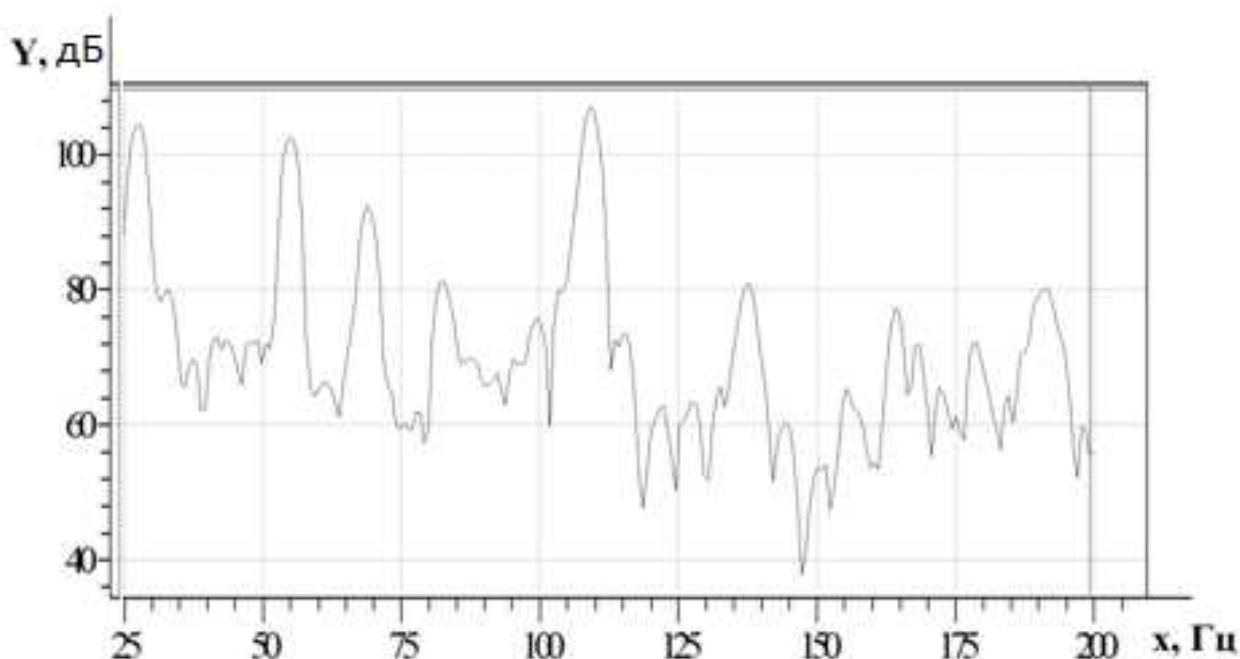


Рис. 5. Узкополосный спектр УЗД в диапазоне до 200 Гц

В результате анализа спектров УЗД, представленных на Рис. 4,5 установлено, что наибольшие значения УЗД (свыше 80 дБ) возникают на частотах 27,5; 55; 67; 107,5 Гц или в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5 63; 125 Гц.

Также были рассчитаны по известным формулам характерные частоты излучения виброакустической энергии различными узлами и агрегатами при работе двигателя на номинальной частоте. На основании сопоставления данных расчета и анализа узкополосного спектра УЗД установлено, что основными источниками виброакустической энергии являются ДВС и вибровалец.

Вывод

В кабине виброкатка наблюдается значительное превышение нормы шума и вибрации. Основными источниками виброакустической энергии являются ДВС и вибровалец. Для снижения их уровня целесообразно применить более эффективные звукопоглощающие панели внутри кабины для снижения влияния воздушного шума, а так же виброизоляторы с изменяемой жесткостью, устанавливаемые между рамой и полом кабины, для снижения уровня вибрации и структурного шума.

Библиографический список

1. Иванов Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах / Н.И. Иванов. - М.: Транспорт, 1987. - 223. с.
2. Филиппов В.И. Охрана труда при эксплуатации строительных машин / В.И. Филиппов. - М.: Высшая школа, 1984. - 247 с.
3. Устинов Ю.Ф., (Полевин Л.Е., Балака Г.А., Аржаев Г.А., Василенко А.В.) Кинематические соотношения при качении колеса по плоскодеформирующейся опорной поверхности.

Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 165-174.

4. Устинов Ю.Ф., Ханкин Е.И., Щиенко А.Н. Математическая модель кривошипно-ползунного механизма с учетом влияния упругой деформации шатуна. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 189-194.

5. Устинов Ю.Ф., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И. Виброакустические характеристики автогрейдера с колесной формулой 1×3×3. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 181-188.

6. Ю.Ф. Устинов, В.А. Жулай, Л.Х. Шарипов, Д.И. Чернышев, Д.Н. Гольцов. Результаты виброакустических исследований автогрейдера класса 250. Механизация строительства. 2014. №2. С. 32-37.

7. Жулай В.А., Авдеев В.П. Обоснование режимов виброакустического диагностирования зубчатых передач строительных и дорожных машин. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. №4. С. 171-176.

8. Жулай В.А., Тюнин В.Л., Малофеев А.В., Пошвин А.И. Анализ мощностного баланса землеройно-транспортных машин. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. №1. С. 296-299.

References

1. Ivanov N.I. The fight against noise and vibration on track and construction vehicles/ N.I. Ivanov . Moscow, 1987, 223 pp.

2. Filipov. V.I. Labor safety in the operation of construction machines/ V.I. Filipov. Moscow, 1984, 247 pp.

3. Ustinov Ū.F., (Polevin L.E, Balak G.A, Arzhaev G.A, Vasilenko A.V.) Kinematic relations while rolling the wheel on plastoceridae support surface. Scientific Herald Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2013. №1. 165-174 pp.

4. Ustinov Ū.F., Hankin E.I., Shienko A.N. Mathematical model-bar slider-crank mechanism with the influence of the elastic deformation of the rod. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering .Series: High technologies. Ecology. 2013. №1. 189-194 pp.

5. Ustinov Ū.F., Goltsov D.N., Chernyshev D.I. Vibroacoustic characteristics of the grader with the wheel formula 1 x 3 x 3. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2013. №1. 181-188 pp.

6. Ustinov Ū.F., Zhulai V.A., Sharipov L.H., Chernyshev D.I., Goltsov D.N. The results of vibroacoustic investigations motor grader class 250. Mechanization of construction. 2013. 2014. №2. 32-37 pp.

7. Zhulai V.A., Avdeev V.P. Justification modes vibroacoustic diagnostics gears of building and road machines. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2010. №4. 171-176 pp.

8. Zhulai V.A., Tunin. V.A., Malofeyev A.V., Poshvin A.I. Analysis-power balance of earth-moving machines. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2012. №1. С. 296-299.

УДК 628.517.2(031)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р тех. наук, проф., Ю.Ф. Устинов;
Канд. тех. наук, доц., В.А. Муравьев;
Аспирант Д.Н. Гольцов;
Аспирант Д.И. Чернышев.
Россия, Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., prof., Y.F. Ustinov;
Kand. Sci. Tech. V.A. Muravyov;
Post-graduate student D.N. Goltsov;
Post-graduate student D.I. Chernyshev.
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18;
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОГО СТЕНДА

Рассматривается определение динамического модуля упругости виброизоляторов регулируемой жесткости.

Ключевые слова: виброзащита машин, виброизолятор, регулируемая жесткость, динамический модуль упругости.

Y.F. Ustinov, V.A. Muravyov, D.N. Goltsov, D.I. Chernyshev

DETERMINATION OF DYNAMIC ELASTIC MODULUS OF VIBROINSULATORS WITH USE OF THE VIBRODYNAMIC BENCH

Overview of the definition of dynamic modulus of elasticity of antivibrating adjustable stiffness.

Keywords: vibroprotection machines, shock absorbers, adjustable stiffness, storage modulus.

В транспортном и строительно-дорожном машиностроении актуальной является задача использования виброизоляторов регулируемой жесткости для повышения звукоизоляционных и виброизоляционных качеств кабин операторов мобильных машин, режим работы которых по технологическим причинам необходимо изменять.

При изменении режима работы машины, когда изменяются частота и амплитуда колебаний рамы машины, возникает необходимость изменения жесткости в опорных связях защищаемого объекта с целью снижения вибрационных характеристик до нормативных значений.

Для решения поставленной задачи представляют интерес составные резинометаллические виброизоляторы, состоящие из двух косоразмещенных призматических упругих элементов, работающих на сжатие-сдвиг. Упругие элементы армированы (упрочнены) верхними и нижними металлическими пластинами, к которым они приклеены или привулканизированы внешними гранями.

При принудительном плавном изменении угла наклона косоразмещенных упругих резиновых элементов виброизолятора будет изменяться и его жесткость [1].

Известно, что упругие свойства эластомеров характеризуются большим различием модулей объемного сжатия и чистого сдвига. Например, для резин их отношение лежит в пределах от 500 до 5000 [2, с. 21]. Косоразмещенные упругие элементы работают одновременно

на сжатие и сдвиг. При угле наклона 0^0 эти элементы работают только на сжатие, а при угле наклона 90^0 они работают только на сдвиг.

При изменении угла наклона косоразмещенных испытываемых образцов эластичных материалов будет изменяться и значение динамического модуля упругости этих материалов.

Для проектирования виброизоляторов, содержащих косоразмещенные призматические упругие элементы, которые при выполнении технологических операций с изменением режима работы машины поворачивают по отношению к защищаемому объекту, необходимо знать зависимость динамического модуля упругости виброизолятора от угла наклона упругих элементов.

Известен способ определения модуля упругости эластичных материалов [3], заключающийся в том, что наносят удар падающим сферическим грузом по испытываемому материалу, регистрируют время падения груза до контакта с материалом, время их контакта и время отскока груза. Затем вычисляют собственную частоту колебаний и определяют динамический модуль упругости материала.

Существует также способ испытаний материалов для определения динамического модуля упругости [4], состоящий в том, что испытываемые образцы материала устанавливают на столик электродинамического вибратора и над испытываемыми образцами материала устанавливают груз. Затем приводят столик вибратора с нагруженными образцами материала в вертикальное колебательное движение. Плавно изменяя частоту колебаний, определяют частоту резонанса, при которой амплитуда ускорения груза становится максимальной. По частоте резонанса по формуле вычисляют динамический модуль упругости.

Результаты определения динамического модуля упругости эластичных материалов этими способами необходимы при проектировании виброизоляторов, поверхность упругих элементов которых перпендикулярна действующей нагрузке [5], [6], [7].

Недостаток этих способов в том, что они не позволяют определять динамический модуль упругости косоразмещенных эластичных материалов виброизоляторов при различных значениях угла наклона поверхности этих материалов к действующей нагрузке [1], [8], [9], [10].

Авторами предложено испытываемые составные резинометаллические виброизоляторы устанавливать на столик электродинамического вибратора в специальном приспособлении, которое обеспечивает возможность изменения и фиксации угла наклона испытываемых образцов материала к поверхности столика вибратора в интервале от 0^0 до 90^0 . Плавно изменяя частоту колебаний столика вибратора вместе с приспособлением, виброизолятором и грузом, определяют частоту резонанса, при которой амплитуда ускорения груза становится максимальной.

При каждом установленном значении угла φ наклона испытываемых образцов материала виброизолятора и массе груза M по частоте резонанса определяют значение динамического модуля упругости E_d (Н/м²) по формуле [4, с. 4]:

$$E_d = \frac{4\pi^2 f^2 Mh}{F},$$

где f - частота резонанса, Гц;

M - масса груза, кг;

h - высота образца материала виброизолятора под нагрузкой, м;

F - общая площадь одновременно испытываемых образцов, м².

В результате проведения испытаний на вибрационном электродинамическом стенде ВЭДС-10А были получены экспериментальные данные для виброизоляторов с резиной марки 5969. На рисунке показана полученная зависимость динамического модуля упругости E_d от угла наклона φ испытываемых образцов резины к поверхности столика вибратора и массы M груза.

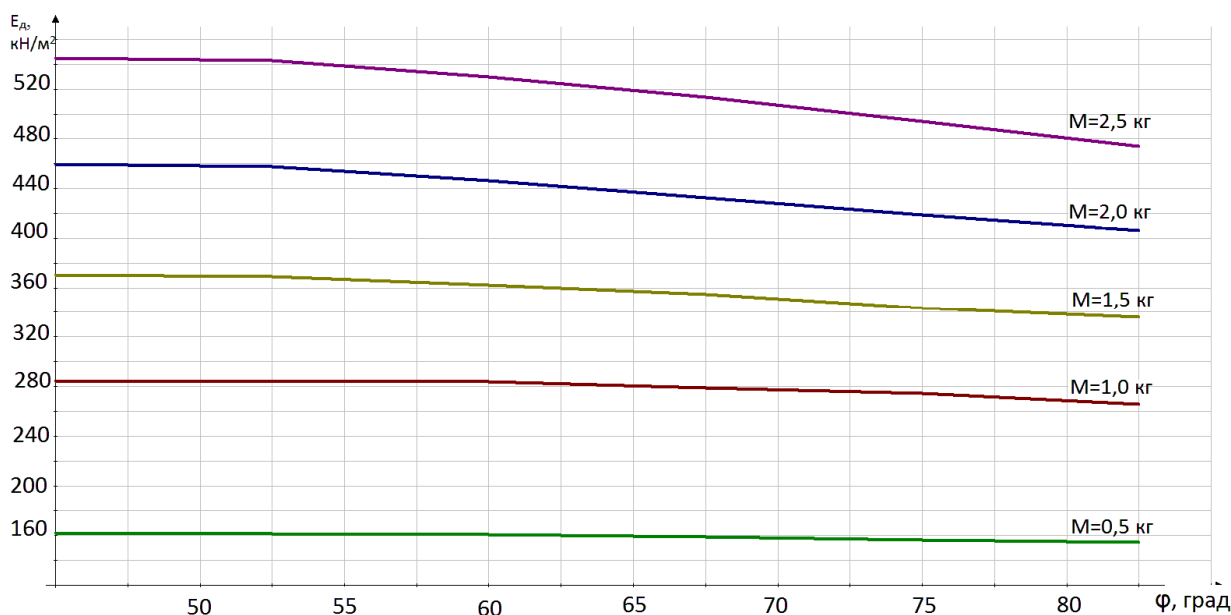


Рис. Зависимость динамического модуля упругости резины от угла наклона испытываемых образцов и массы груза

Выводы

1. Предложенный способ определения динамического модуля упругости виброизоляторов с использованием вибродинамического стенда позволяет получить зависимость динамического модуля упругости от угла наклона упругих элементов, которую необходимо иметь при проектировании виброизоляторов с регулируемой жесткостью.
2. С увеличением угла наклона ϕ испытываемых образцов резины значение динамического модуля упругости E_d снижается.
3. Наибольшее изменение значения динамического модуля упругости E_d имеет место при изменении угла ϕ в интервале от 45 до 90 градусов.

Библиографический список

1. Патент РФ на изобретение № 2453746. Способ виброзащиты машин / Устинов Ю.Ф., Иванов В.П., Скрынников А.В., Муравьев В.А., Нгуен Лам Хань, Колтаков А.А. Оpubл. 20.06.2012 . Бюл. № 17.
2. Ляпунов В.Т., Лавендел Э.Э., Шляпочников С.А. Резиновые виброизоляторы. Справочник – Л.: Судостроение, 1988, - 216 с.
3. Авторское свидетельство СССР № 697873, G 01 N 3/30, 1978.
4. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. ГОСТ 16297-80. Издание официальное. Государственный строительный комитет СССР. М. Издательство стандартов, 1988.
5. Патент РФ на изобретение № 2310781. 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. Оpubл. 20.11.2007. Бюл. № 32.
6. Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., Муравьев В.А., Тимошинов В.Г., Головач К.И., Дрозд А.В., Зеленин Д.А. Способ виброзащиты мобильных технологических машин / Материалы 12-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж, 2009.

7. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Щиенко А.Н., Копеев А.В. Виброзащита на транспортно-технологических машинах / Материалы 15-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж, 2012.- С. 316-321.

8. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Скрынников А.В., Иванов В.П., Колтаков А.А. Способ виброзащиты машин / Материалы 14-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж, 2011.- С. 220-225.

9. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А. Амортизатор для крепления кабин / Информационный листок № 92-95. Воронежский центр научно-технической информации. Воронеж, 1995.

10. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Иванов В.П., Колтаков А.А. Способ виброзащиты машин / Материалы 15-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж, 2012.- С. 313-315.

References

1. Russian Federation patent for invention № 2453746. Method of protection against vibration machines / Y.F. Ustinov Y. F., Ivanov V.P., Skrynnikov A.V., Muravyov V.A., Nguyen Lam Han, Koltakov A.A. Publ. 20.06.2012 . Bul. № 17.

2. Lyapunov V.T., Lavendel E.E., Shlyapochnikov S.A. Rubber vibration isolators. Reference - HP: Shipbuilding, 1988, - 216 with.

3. Author's certificate of the USSR № 697873, G 01 N 3/30, 1978.

4. Materials are sound-proof and sound-proof. Test methods. GOST 16297-80. Official edition. State building Committee of the USSR. M. Publishing house of the standards, 1988.

5. Russian Federation patent for invention № 2310781. Way vibroprotection mobile technological machines / Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Zhulay V.A., Timoshinov V.G., Golovach K.I., Drozd A.V., Zelenin D.A. Publ. 20.11.2007. Bul. № 32.

6. Ustinov Y.F., Zhulay V.A., Muravyov V.A., Timoshinov V.G., Golovach K.I., Drozd A.V., Zelenin D.A. Way vibroprotection mobile technological machinery / Materials of the 12th Interregional scientific-practical conference «High technologies in ecology ». Scientific Herald VGASU, Voronezh, 2009.

7. Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Scienco A.N., Kopaev A.V. Vibration protection of the TRANSPORT-technological machines / Proceedings of the 15-th inter-regional scientific-practical conference «High technologies in ecology». Scientific Herald VGASU, Voronezh, 2012. - С. 316-321.

8. Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Skrynnikov V.A., Ivanov V.P., Koltakov A.A. Method of protection against vibration machines / Proceedings of 14-th inter-regional scientific-practical conference «High technologies in ecology». Scientific Herald VGASU, Voronezh, 2011. - С. 220-225.

9. Ustinov Y.F., Muravyov V.A. Shock Absorber for fastening cabs / Factsheet 92-95. Voronezh center for scientific and technical information. Voronezh, 1995.

10. Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Ivanov V.P., Koltakov A.A. Method of protection against vibration machines / Proceedings of the 15-th inter-regional scientific-practical conference «High technologies in ecology». Scientific Herald VGASU, Voronezh, 2012. - С. 313-315.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 691. 342

Воронежский государственный архитектурно - строительный университет

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

А.Е. Грошев;

Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений Е.Е. Коробко

Россия, г. Воронеж, тел. 8 904 211 83 31

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Cand. Tech. Sci., prof. of the designing of buildings and constructions faculty

A.E. Groshev;

Master of the designing of buildings and constructions faculty E.E. Korobko

Russia, Voronezh, tel. 8 904 211 83 31

А.Е. Грошев, Е.Е. Коробко

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХЯОТ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ

Представлены основные организационно-технические мероприятия АЭС, направленные на создание защитных барьеров, ограничивающих распространение радиации.

Ключевые слова: хранилище ядерных отходов, гидроизоляция, арматура, молниезащита, керамзитобетон, экранирующая сетка.

A.E. Groshev, E.E. Korobko

SPACE PLANNING AND DESIGN FEATURES OF NUCLEAR WASTE SITES AT NUCLEAR PLANTS

The main organizational and technical procedures of the nuclear power station are aimed at the production of the protective barriers constraining radiation transport.

Key words: nuclear waste sites, moisture barrier, reinforcement, lightning protection, haydite compression, shield grid.

Комплекс организационно-технических мероприятий АЭС направлен на создание защитных барьеров, ограничивающих распространение радиации до практически доступного уровня. Существует 5 уровней защиты. Второй уровень способствует нормальной эксплуатации атомных станций, в чем большую роль играют локализационные системы. Они служат для удержания радиоактивных веществ изолирующих излучение в границах предусмотренных проектом [1]. К сооружениям, отвечающим этим требованиям, относятся и хранилища ядерных отходов (ХЯОТ).

В них осуществляется не только хранение отработанных элементов ядерного топлива (твелов), но и технологических отходов, возникающих в процессе эксплуатации атомных станций, т.е. материалов связанных с реконструкцией атомных станций, в том числе зараженных радионуклидами металла и железобетона и даже ветошь. Часть этих материалов

подлежит обеззараживанию, часть утилизации в специальных установках, т.е. полному уничтожению.

Проектирование и сооружение хранилищ ядерных отходов регламентируется не только традиционными нормами, но и специальными нормативными документами [2]. При этом в перечень нормативных документов входят нормы проектирования сейсмических атомных станций [3] и противопожарные нормы проектирования [4].

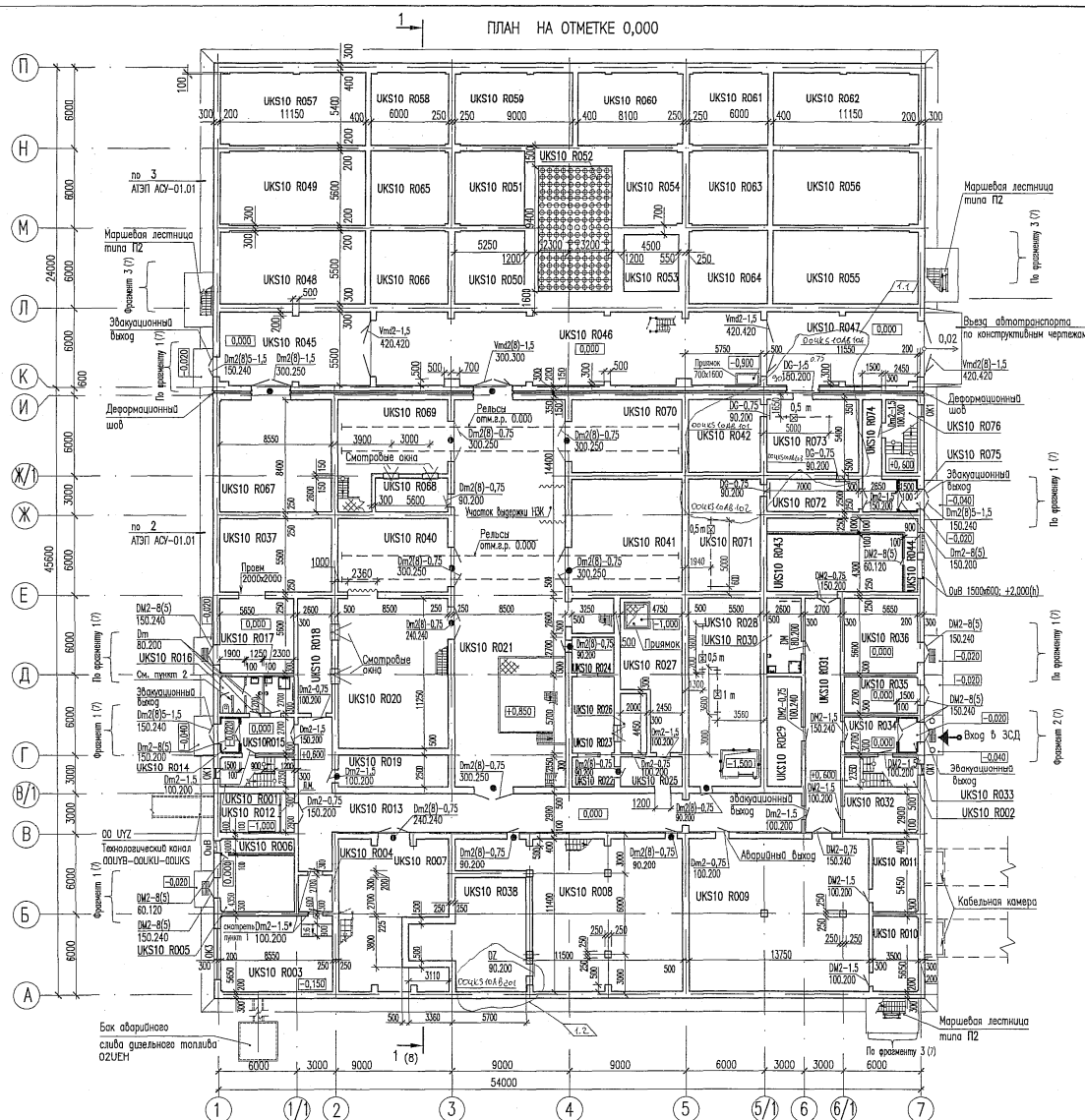


Рис. 1. План на отметке 0.000

Объемно-планировочные особенности ХЯОТ

Хранилище радиоактивных отходов состоит из двух частей (в осях 1-7, А-И; 1-7 К-П, рис.1). В первой части здания (1-7; А-И) находятся помещения для персонала; во второй части здания (оси 1-7; К-П) – хранилище ядерных отходов. Здание в плане имеет следующие размеры: длина первой части 45000 мм, второй – 24000 мм; ширина здания – 54000 мм. За относительную отметку 0. 000 принята абсолютная отметка +119. 500. Шаг колонн составляет 6.0*6.0 м

Высота первой части составляет от 0. 000 до +20. 600, второй – от -20. 000 до +23. 600 мм, т.е. во второй части есть подземные помещения. Крыша здания плоская с парапетом. Число окон ограниченное, их размеры составляют 1800 мм*3500 мм.

Имеются въездные ворота в стене по оси 2-7 К/Л, их размеры 4200 мм*4200 мм. Входов в здание 3 по оси 1и 7 В/1-Г и Ж/1-И.

На первом этаже ХЯОТ находятся следующие технические помещения:

- лестничные клетки;
- тамбур;
- помещение вентцентра насосного дизельного топлива;
- помещение перегрузки горючих отходов;
- помещение сжигания РАО;
- помещения ввода кабелей;
- санузел;
- пункт управления прессом высокого давления;
- помещение установки предварительного прессования;

Помещения административно-бытового назначения находятся в отдаленном многоэтажном корпусе.

Технология ХЯОТ подразумевает временное хранение радиоактивных отходов, а также их утилизацию. Во второй части здания в осях 1-7; К-П находится хранилище для радиоактивной отработанной жидкости от энергоблока (реактора). В первой части здания в осях 1-7 А-И располагается печь для сжигания отходов, которые при сжигании не нанесут вред экологии.

Конструктивное решение

По конструктивному решению здание ХЯОТ смешанного типа. Несущим остовом здания служат наружные ж.б. монолитные стены толщиной 400 мм и внутренние промежуточные опоры в виде ж.б. колонн сечением 600*600 мм, поперечных и продольных стен.

Армирование стен (рис. 2) осуществляется арматурой марки А500 диаметром 20 мм, монолитное железобетонное перекрытие толщиной 200 мм армируется арматурой марки А500 диаметром 16 мм, бетонирование стен и перекрытий выполняется бетоном марки В25 (мелкозернистый).

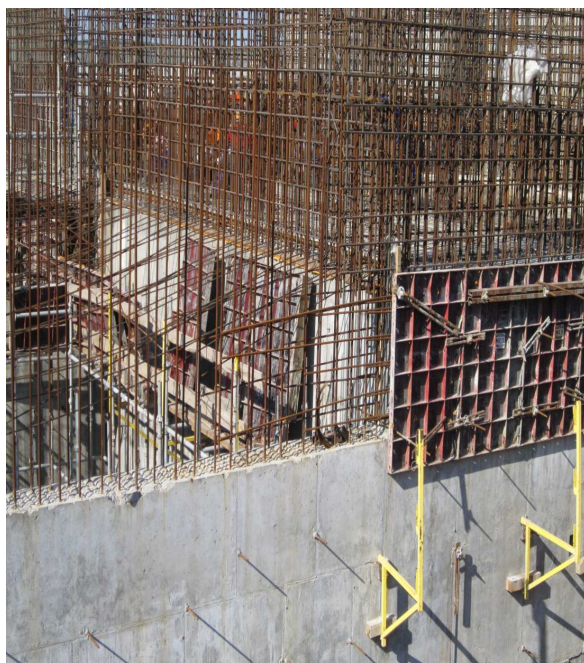


Рис. 2. Пространственный арматурный каркас в процессе сооружения ХЯОТ

Несущая конструкция покрытия монолитная.

Плита перекрытия выполняется из бетона марки В25 (мелкозернистый), армированная сеткой из арматуры марки А500 с шагом 200*200 мм, диаметр арматуры 16 мм. Разуклонка

из керамзитобетона делается на отметке +19. 100 и отметке +20. 600 в осях 1-7 А-И. По керамзитобетону выполняется цементно-песчаная (выравнивающая) стяжка толщиной 20 мм. На отметке +23. 600 в осях К-П 1-7 укладывается металлопрофиль, по которому делается выравнивающая стяжка. По стяжке устраивается слой гидроизоляции.

На гидроизоляцию укладывается слой технониоли, по которому устраивается деревянный настил толщиной 20 мм, затем укладывается второй слой технониоли и делается выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. По цементной стяжке укладывается слой гидроизоляции, на которую устанавливают экранирующую стальную сетку (шагом 100*100*10), служащую молниезащитой. По верху экранирующей сетки укладывается цементно-песчаная стяжка (20 мм).

Последовательность устройства вентилируемого фасада

По подготовке фасада производится срубка бетонных наплывов по стене, выравнивание их шлифованием, крепление молниезащиты по фасаду здания с шагом 10 м. Верхние выпуски молниезащиты крепятся на кровле к экранирующей сетке (100*100*10).

После установки молниезащиты устанавливаются кронштейны по периметру здания. Поверх кронштейнов укладывается мин.плита толщиной 100 мм. На поверхность мин.плиты устанавливаются направляющие профили из уголков (алюминиевых) горизонтальных и вертикальных (рис. 3). После чего по фасаду крепится металлопрофиль с шагом 3010 мм.

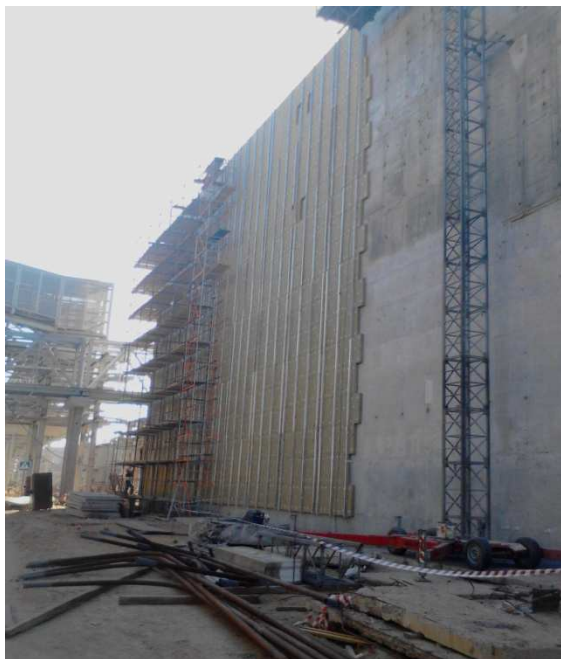


Рис. 3. Устройство фасада здания.

Таким образом, объемно-планировочное и конструктивное решение ХЯОТ, а также его ограждающие конструкции обеспечивают радиационную безопасность персонала атомной станции.

Библиографический список

1. Грошев А. Е., Рогатнев Ю. Ф. Обеспечение безопасности атомных станций / Строительство и недвижимость. Актуальные проблемы экономики, управления, технологий. Воронеж, 2001.
2. Нормы проектирования железобетонных сооружений локализирующих систем безопасности атомных станций (ПНАЗ Г-10-08), Госатомэнергонадзор СССР, 1989. – 15 с.

3. Нормы проектирования сейсмических атомных станций (ПНАЭ Г-5-006-87), Госатомэнергонадзор СССР, 1987 – 22 с.

4. Противопожарные нормы проектирования атомных станций (ВСН 01-87), Минатом-энерго СССР, согласованы с Госатомэнергонадзор СССР, 1987 – 19 с.

References

1. A. E. Groshev, Y. F. Rogatnev The safety ensuring of nuclear plants / Construction and fixes assets. The current problems of economics, management, engineering. Voronezh, 2001.

2. Design standards for concrete construction of nuclear plants localization safety systems (PNAZ G-10-08), Gosatomenergonadzor USSR, 1989.

3. Design standards for seismic nuclear plants (PNAE G-5-006-87), Gosatomenergonadzor USSR, 1987 – 22 p.

4. Fire protection regulations for design of nuclear plants (VSN 01-87), Minatomenergo USSR in concert with Gosatomenergonadzor USSR, 1987 – 19 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и
сооружений Л.И. Гулак
Магистрант А.В. Рябых
Россия, г. Воронеж, e-mail: ryabykh@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Associate professor of design of buildings and
constructions L.I. Gulak
The undergraduate A.V. Ryabykh
Russia, Voronezh, e-mail: ryabykh@mail.ru*

Л.И. Гулак, А.В. Рябых

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ЗДАНИЙ СО СВЯЗЕВЫМ КАРКАСОМ

Представлены результаты исследования пространственной жесткости зданий со связевым каркасом. Изучены факторы, определяющие устойчивость здания при действии на него горизонтальных нагрузок. Рассмотрены удачные и неудачные варианты компоновки связей в плане здания.

Ключевые слова: пространственная жесткость, связевый каркас, диафрагмы жесткости, связи.

L.I. Gulak, A.V. Ryabykh

RESEARCH OF SPATIAL RIGIDITY OF BUILDINGS WITH THE SVYAZEVOY FRAMEWORK

Results of research of spatial rigidity of buildings with a svyazevy framework are presented. The factors defining stability of the building at action on it of horizontal loadings are studied. Successful and unsuccessful options of configuration of communications in the building plan are considered.

Keywords: spatial rigidity, svyazevy framework, diaphragms of rigidity, communication.

В основе проектирования сборных каркасных зданий лежит унифицированные конструктивные решения, предусмотренные каталогами промышленных серийных изделий (например 1.020-1/83, ТК1-2). Такая практика принята в России и странах ближнего зарубежья.

В состав основных конструктивных элементов унифицированного каркаса входят колонны, ригели, настилы перекрытий (включающие распорные элементы, укладываемые по осям колонн), диафрагмы жесткости, лестницы, наружные ограждающие конструкции. Компоновка здания на основе унифицированного каркаса не определяется каким-либо заранее заданным набором схем, регламентирующих объемно-планировочные решения здания. Общая компоновочная схема конструкций разрабатываются применительно к каждому конкретному объекту с соблюдением правил и принципов, установленных к системе.

В основу унифицированного каркаса положена связевая статическая схема. В связевых каркасах горизонтальные нагрузки, действующие на здание, воспринимаются вертикальными связевыми диафрагмами, передающие эти нагрузки на фундамент. Общая устойчивость здания обеспечивается совместной работой горизонтальных дисков перекрытий и вертикальных диафрагм жесткости, как при изгибных, так и при изгибно-крутильных формах потери устойчивости.

Диафрагмы жесткости устанавливаются в осях 6,0 и 7,2 м как в продольном, так и в поперечном направлении. Они представляют собой Т- и Г – образные железобетонные панели, соответственно Г-образные диафрагмы устанавливаются в лестничных клетках вдоль лестничных маршей.

Диафрагмы жесткости соединяются с колоннами каркаса и между собой, образуя вертикальные элементы жесткости связевой системы каркаса, воспринимающие вертикальные и горизонтальные нагрузки. Под диафрагмами устраиваются монолитные фундаменты по проекту.

Это определяет необходимость устройства как минимум трех плоских диафрагм жесткости с горизонтальными осями, не пересекающимися в одной точке, т. е. в каждом температурном блоке здания необходимы две диафрагмы одного направления и одна диафрагма, перпендикулярная двум первым. Замкнутое, обладающее крутильной жесткостью, ядро является оптимальным решением связевой системы. Вертикальные диафрагмы жесткости в зданиях, как правило, размещают с таким расчетом, чтобы общий центр изгиба диафрагм жесткости совпал с общим центром масс здания и с точкой приложения равнодействующих горизонтальных ветровых нагрузок обоих направлений.

Для увеличения жесткости связевых систем рекомендуется объединять плоские диафрагмы жесткости в пространственные. Получаемые таким образом ядра жесткости могут быть как сборными, так и монолитными.

Оптимальным решением при проектировании каркасов связевой системы является пространственная компоновка связей в виде связевого ядра (рис. 1а). Если по архитектурно-планировочным соображениям такая компоновка связей невозможна, то связевые диафрагмы могут быть выполнены плоскими (рис. 1б) при обязательном условии проектирования их сквозными на всю ширину здания. Благодаря высокой жесткости таких систем расстояние между связевыми стенками может быть увеличено до 48 м, что обеспечивает необходимую гибкость планировки (особенно ценную в общественных зданиях).

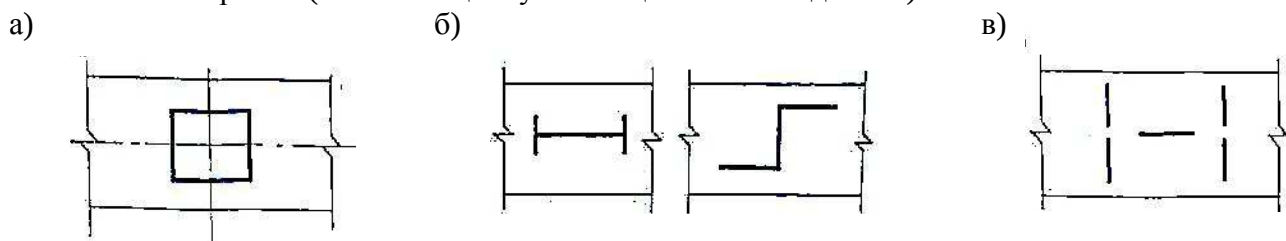


Рис. 1. Примеры формирования диафрагм жесткости:
а – замкнутого профиля; б – открытого профиля; в – плоских

Проектирование связевых систем в виде отдельных, разбросанных в плане здания стенок нецелесообразно и может быть допущено только в каркасных зданиях относительно небольшой высоты. Недостатком первых каркасных зданий является именно неудачная компоновка связевой системы, принятой в виде отдельных узких стенок, обладающих малой изгибной жесткостью (рис. 2).

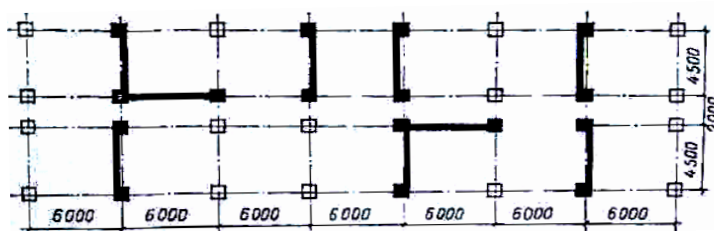


Рис. 2. Пример неудачного расположения связей

Это приводит к необходимости выполнения большого числа связевых диафрагм, расположенных с шагом всего 12 м, что сделало конструкцию каркаса трудоемкой и неэкономичной по расходу материалов. Если бы отдельные связевые диафрагмы были объединены в общую связевую систему с шириной, равной ширине здания, расстояние между связевыми стенками можно было бы увеличить с 12 до 30 м, получив при этом более высокую жесткость здания.

Расположение диафрагм в торцах здания создает значительные трудности при монтаже наружных стеновых панелей, поэтому при проектировании следует избегать подобных решений. Очевидно, что чем больше расстояние между элементами жесткости каркаса, тем внутренняя планировка здания будет обладать большей гибкостью, однако располагать диафрагмы между собой не рекомендуется на расстоянии более 30 м. Систему связей следует распределять равномерно по плану здания. Из трех возможных схем размещения поперечных плоских диафрагм в здании с протяженным планом лучшей является схема, изображённая на рис. 3,а. Схема, приведенная на рис. 3,б уступает ей в обеспечении прочности дисков перекрытия. Отрыв нижней (по рисунку) части перекрытий от верхней может вызвать необходимость усиления дисков. Схема, показанная на рис. 3,в, отличается от двух других тенденцией к увеличенному перекосу конструкций в пролетах между связями. Две продольные диафрагмы (см. рис. 3, б, в) тоже расположены менее удачно, чем на рис. 3, а, из-за значительного расстояния до торцов здания, что потребует усиления привязки дисков перекрытий к элементам связей. Кроме этого, объединение (см. рис. 3, а) плоских продольных и поперечных связей в угловые способствует увеличению жесткости здания при тех же затратах материалов.

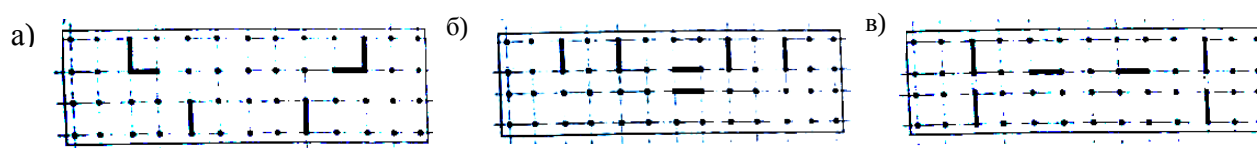


Рис. 3. Выбор рациональной компоновки связевых систем жесткости.

Библиографический список

1. Общесоюзный каталог. Серия 1.020-1/87. Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий. – М; 1987. -197с.
2. Архитектурное проектирование / Пономарев В.А.; Учебник для вузов. 2-е издание.- М.: «Архитектура-С», 2009 – 736 с., ил.
3. Дыховичный Ю.А., Максименко В.А. Сборный железобетонный унифицированный каркас. Опыт московского строительства. Проектирование, исследование, изготовление, монтаж. – М.: Стройиздат, 1985. – 296 с., ил.
4. Кутухтин Е.Г., Коробков В.А. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений: Учебное пособие для техникумов. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2005. – 272 с., ил.

References

1. All-union catalog. Series 1.020-1/87. Designs of a framework of interspecific application for multystoried public buildings, production and auxiliary buildings of the industrial enterprises. – М; 1987. - 197с.
2. Architectural Design / Ponomarev V.A. ; The textbook for higher education institutions. 2nd edition. - М.: "Arkhitectura-S", 2009 – 736 pages, silt.
3. Dykhovichny Yu.A. Maksimenko V.A. The combined ferroconcrete unified framework. Experience of the Moscow construction. Design, research, production, installation. – М.: Stroyizdat, 1985. – 296 pages, silt.
4. Kutukhtin E.G. Korobkov V.A. Designs of industrial and agricultural buildings and constructions: Manual for technical schools. – 2nd edition, reslave and additional – М.: Stroyizdat, 2005. – 272 pages, silt.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий
и сооружений Р.Н. Зорин
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений Е.И. Сарычев
Россия, г. Воронеж, тел. 8(903)65-56-999
e-mail: 905904@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Associate prof. of the designing of buildings
and constructions faculty R.N. Zorin
Master of the designing of buildings
and constructions faculty E.I. Sarychev
Russia, Voronezh, tel. 8(903)65-56-999
e-mail: 905904@mail.ru*

Р.Н. Зорин, Е.И. Сарычев

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРОВЛИ НАД ПОДЗЕМНЫМИ ПАРКОВКАМИ

Статья посвящена проблемам развития крупных городов и организа-
ции парковочных мест в условиях тесной застройки. Изучаем существую-
щий опыт строительства подземных парковок и возможности использования
их кровельного пространства для нужд населения.

Ключевые слова: Кровли эксплуатируемые, парковки, зоны отдыха.

R.N. Zorin, E.I. Sarychev

EFFECTIVE USE OF THE ROOF ABOVE THE UNDERGROUND PARKING

Article deals with problems of big cities and the organization of parking
spaces under construction close. Stude the existing experience in the construction
of underground parking lots and the possibility of using their roof space for the
needs of the population.

Key words: Operated roof, parking, recreation areas.

Вопрос о строительстве подземных парковок стал одним из самых актуальных в по-
следнее время. Связано это с тем, что в крупных городах строительство многоэтажных домов
ведется активными темпами. По данным Федеральной службы статистики в Воронежской
области в 2013 году было введено в эксплуатацию 1,3 млн. кв. м жилья. Это на 20% больше
чем в 2012 году. В интервью интернет портала [1], руководитель СРО Строителей Воронеж-
ской области Сергей Морозов, «В 2014 году в планах сдать примерно такое же количество
жилья, как и в прошлом. Зато в 2015 году – в год завершения проекта застройки на террито-
рии аграрного университета,– в Воронеже будет введено около 2 млн кв. м. Помимо укруп-
нения численности населения в городах растёт соответственно количество автомобилей. В
Воронеже в среднем на 1000 жителей приходится около 260 автомобилей [2], а 17 декабря
2012 года Воронеж стал городом-миллионером[3]. Поэтому вопрос об организации парко-
вочных мест стоит очень серьезно.

Если посмотреть на опыт организации наземных и подземных парковок, то мы увидим
проекты плавучих парковок, надземных и подземных. В каждом конкретном случае обосно-
вание типа парковки индивидуально.

Рассмотрим организацию подземных парковок как лучшее решение с точки зрения сохранения исторического облика городов. Когда встает вопрос о местах размещения парковок, то кроме парков, скверов и прочих мест скопления людей, мест и не осталось. Все уже застроено жилыми массивами.

Именно поэтому организация подземной парковки наиболее эффективна. Она поможет сохранить не только ландшафт, но и организовать зоны отдыха на кровлях этих сооружений.

Рассмотрим существующие подземные парковки и варианты использования кровельного пространства. На сегодняшний день в России наиболее привлекательный и эффективный пример использования кровель подземного паркинга является территория комплекса конгресс-парка гостиницы "Рэдиссон Ройал, Москва" (рис.1). По словам автора проекта, президента Ассоциации ландшафтных архитекторов Таисии Вольфтруб, паркинг на 610 машиномест и конференс-зал на 890 мест будут открыты до конца 2014 года. На крышу подземного четырехэтажного гаража поставили и памятник Тарасу Шевченко, который был отреставрирован. Это очень красивый и функциональный проект современной России.



Рис. 1. Проект реконструкции сквера

Также, в связи с высокой конкуренцией на строительном рынке крупных жилых домов, строительные компании ищут нестандартные решения устройства парковок для жильцов. Так в комплексе «Алексеево» инвестиционно-строительная компания «Ведис Групп» [4] построила на крыше подземной парковки сквер с детской и спортивной площадками, газоном, беседками и уличными тренажерами (рис.2). Двор жилого дома превратился в уютный досуговый центр в «зеленом» парке. У жильцов дома появилась возможность поставить свой автомобиль вблизи от дома, а также есть возможность провести время со своей семьей, на свежем воздухе, не отходя от дома.



Рис. 2. Эксплуатируемая кровля парковки ЖК «Алексеево»

Проблема загруженности внутридворовых сетей автотранспортом настолько актуальна, что современные проекты жилых кварталов (в Западном Дегуине, "финансовый квартал" в Рублево-Архангельском, жилая застройка на территории "ЗиЛа" и прочие) практически "закрыты" от сквозного проезда автомобилей, дороги проходят только по периметру дома, двор запланирован как пешеходная зона с детскими площадками. К сожалению, реализация таких полномасштабных проектов требует больших земельных участков. Поэтому вопрос об эффективном использовании городского пространства (парков, скверов, площадей) под автопарковки является насущной проблемой дня сегодняшнего. Решение данного вопроса позволит не только расширить транспортный коридор за счет уменьшения брошенного на проезжей части автотранспорта, но и поможет привести в соответствие и дворовую территорию, и места массового скопления людей.

Библиографический список

1. Пескун Мария, В 2013 году в Воронеже построили 1,3 млн кв. м жилья.- 3 февраля 2014.-(<http://www.bn.ru/voronezhskaya-oblast/news/2014/02/03/149445.html>).
2. Дмитрий Извеков, Каждый четвертый россиянин является владельцем автомобиля.- 19 августа 2013. - (http://www.kolesa.ru/news/2013/08/19/chetvert_rossiyan_vladeyut_avtomobilem).
3. Википедия, Города-миллионеры России, 17 декабря 2012, - (<http://ru.wikipedia.org/wiki/>).
4. Екатерина Дементьева, На крыше подземной парковки в Алексеевском районе разбили сквер.- 22 ноября 2013. - (<http://gorod.afisha.ru/news/3017/>).
5. СВОД ПРАВИЛ СП 17.13330.2011 КРОВЛИ Актуализированная редакция СНиП II-26-76 №784 от 20 мая 2011.

References

1. Peskun Maria, in 2013 in Voronezh built 1.3 million square meters. meters of housing. - February 3, 2014 .-(<http://www.bn.ru/voronezhskaya-oblast/news/2014/02/03/149445.html>).
2. Dmitry Izvekov Every fourth Russian own a car.-August 19, 2013 .- (http://www.kolesa.ru/news/2013/08/19/chetvert_rossiyan_vladeyut_avtomobilem).
3. Wikipedia, Cities millionaires Russia, December 17, 2012, (<http://ru.wikipedia.org/wiki/>).
4. Catherine Dementieva, on the roof of underground parking in the area pitched Alexeyevskoye Square.-22 ноября 2013.-(<http://gorod.afisha.ru/news/3017/>).
5. CODE OF ROOF SP 17.13330.2011 updated edition SNIP II-26-76 number 784 of May 20, 2011.

УДК 658.712.3:69.19

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
проф. Калугин П.И.
доцент Мещерякова О.К.
доцент Пятигор О.П.
студент Пятигор Д.А.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-83-20
e-mail: romanu36@yandex.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Professor Kalugin P.I.
Reader Mescheryakova O.K.
Reader Pyatigor O.P.
Student Pyatigor D.A.
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-83-20
e-mail: romanu36@yandex.ru*

П.И. Калугин, О.К. Мещерякова, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕХАНИЗМА ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Излагаются пути совершенствования механизма государственных закупок в строительной отрасли. Указываются новые способы определения подрядчика для выполнения строительных работ. Отмечается важность установления в новом законе о контрактной системе закупок антидемпинговых мер при проведении конкурсов и аукционов.

Ключевые слова: система закупок, открытые аукционы в электронной форме, антидемпинговые меры.

Kalugin P.I., Mescheryakova O. K., Pyatigor O. P., Pyatigor D.A.

ABOUT IMPROVING OF THE MECHANISM OF THE STATE PURCHASES IN BUILDING

The ways of improving the mechanism of the state purchases in the building industry are presented. New ways of definition of the contractor for performance of construction works are indicated. It is noted the importance of establishing the new law on contract purchasing system of antidumping measures when carrying out tenders and auctions.

Keywords: purchasing system, open auctions in the electronic form, antidumping measures.

Строительная сфера - одна из самых динамично развивающихся отраслей в современной России и темпы её развития продолжают расти. Это требует совершенствования организации и технологии строительного производства. Процесс строительства объекта проходит несколько довольно сложных этапов: получение градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ); проведение инженерных изысканий для подготовки проектной документации; подготовка проектной документации; государственная экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий; получение разрешения на строительство и ввод в эксплуатацию построенного (реконструированного) объекта недвижимости.

На сегодняшний день в строительной отрасли создан новый ресурс для дальнейшего развития: подготовка проектной документации и государственная экспертиза проектной документации с использованием механизма электронных торгов.

Развитие электронной торговли в России началось в конце 90-х гг., когда в интернете появились первые «предвестники» современных площадок для электронной торговли, которые представляли собой на тот момент простые доски объявлений. Они связывали потребителя и поставщика для последующей сделки offline. Существенные изменения в развитии электронной коммерции в сегменте B2B (англ. Business to Business, буквально - бизнес для бизнеса) в России произошли в 2001–2002 годах. В начале 2001 года уже были выявлены более пятидесяти российских электронных торговых площадок (ЭТП), большую часть которых занимали металлургия и отрасли топливно-энергетического комплекса (ТЭК). К концу 2001 года число B2B-проектов в самых разных отраслях российской экономики увеличилось вдвое, и их насчитывалось больше сотни.

Со вступлением в силу с 1.01.2014 г. Федерального закона №44-ФЗ от 05.04.2013 г. «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»[1] контрактная система в России поднимается на новый уровень развития, что непременно коснется осуществления государственных закупок в строительной отрасли.

По данным Росстата можно констатировать, что на сегодняшний день государство является крупнейшим заказчиком на выполнение строительных работ: в 2012 г. (с уточнениями на 10.10.2012 г.) были выделены ассигнования в размере 757,0 млрд. руб., из них из федерального бюджета – 725,6 млрд. руб. на строительство 3626 объектов капитального строительства, приобретение объектов недвижимости и реализацию мероприятий (укрупненных инвестиционных проектов).[2] Основным способом размещения государственных и муниципальных заказов на строительство и капремонт является проведение открытых аукционов в электронной форме. При этом заказы на выполнение особо опасных и технически сложных строительных работ объектов капитального строительства, а также на строительство искусственных дорожных сооружений, включенных в состав автомобильных дорог федерального, регионального или межмуниципального и местного значения, могут размещаться только путем проведения конкурса на основании соответствующего решения заказчика.

Действующий закон[1] предоставляет новые способы определения подрядчика через конкурс с ограниченным участием, двухэтапный конкурс, закрытый двухэтапный конкурс и закрытый конкурс с ограниченным участием, а также предусматривает закрытое предложение для выполнения строительных работ (рис. 1).

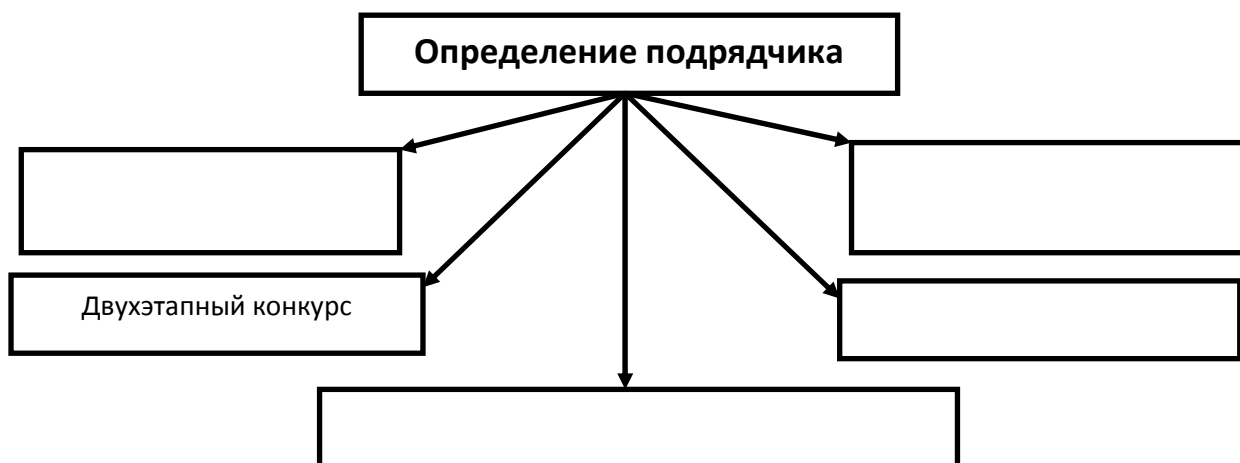


Рис. 1. Новые способы определения подрядчика

Необходимо отметить, что нормами Закона 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» предусмотрены разграничения ситуаций и оснований для использования конкретных способов

определения поставщика, подрядчика, исполнителя: установлены четкие требования, предъявляемые к участникам определенных закупок, конкретизирована процедура принятия соответствующих решений заказчиком и создаваемой им комиссией в ходе проведения процедуры, что непременно влияет на порядок проведения закупок. Также более детально прописаны нормы, регулирующие порядок реализации процедур закупок, проводимых путем открытого конкурса, электронного аукциона и запроса котировок.[3]

Говоря о новациях принятого 44-ФЗ Закона, следует отметить важность изменений, коснувшихся установления антидемпинговых мер при проведении конкурсов и аукционов, то есть барьеров по снижению цены контракта. Можно выделить несколько условий применения антидемпинговых мер и соответствующих им действий (рис. 2).

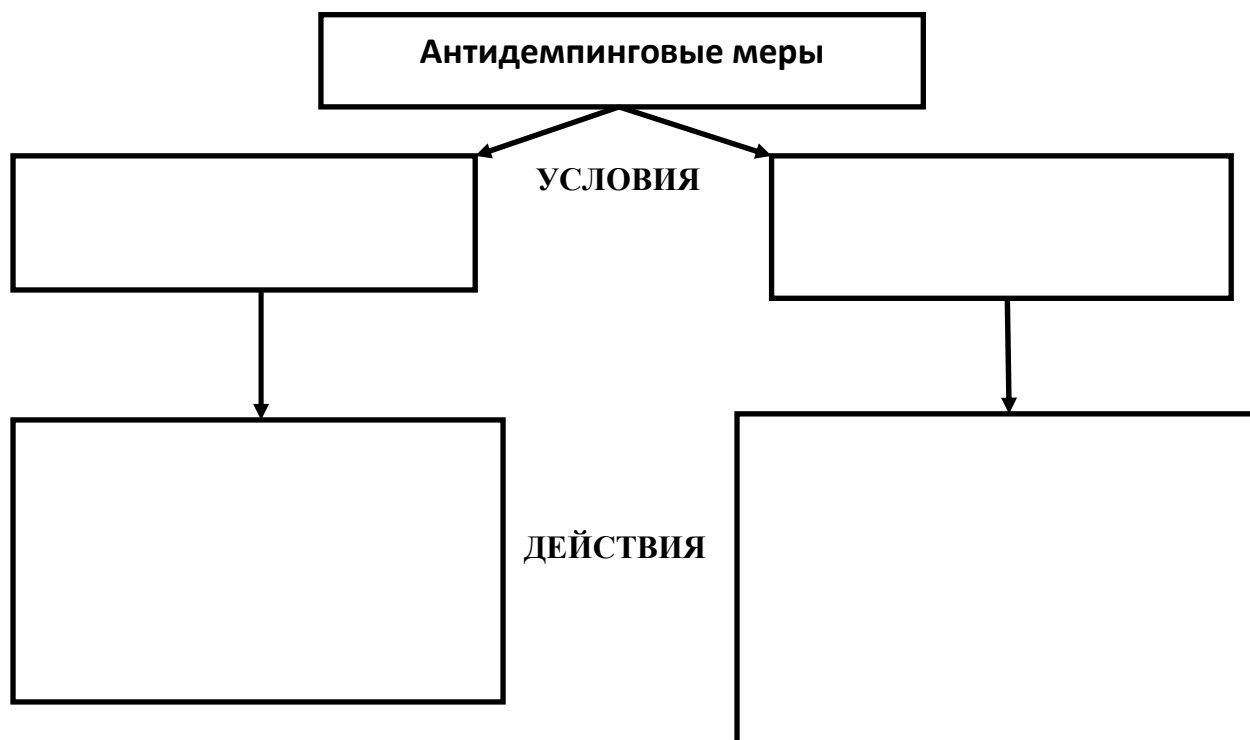


Рис. 2. Условия применения антидемпинговых мер

На наш взгляд, в строительстве сложилась нездоровая ситуация, когда подрядчик вынужден снижать цену контракта за счет применения дешевых и некачественных материалов, экономить на всем, и главное – он не имеет возможности развивать свою материально-техническую базу, привлекать квалифицированные кадры. Поэтому необходимо постепенно добиваться установления реального порога снижения начальной максимальной цены контракта с предоставлением расчетов. Для этого есть все условия, так как Закон №44-ФЗ не только предлагает новые методы определения начальной (максимальной) цены контракта, а именно: метод сопоставимых рыночных цен (анализа рынка), нормативный метод, тарифный метод, проектно-сметный метод и затратный метод (ст. 22), а также предоставляет хороший шанс воспользоваться этими методами.

В целом, хотелось бы отметить, что новый закон и поправки к нему направлены на развитие конкуренции и, безусловно, эффективные закупки, а их открытость способствует улучшению качества поставляемых товаров, выполняемых работ и оказываемых услуг, которые являются положительными моментами в развитии экономики.

Библиографический список

1. Федеральный закон №44-ФЗ от 05.04.2013 г. «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (www.gks.ru).
3. Официальный сайт Российской Федерации для размещения информации о размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг (<http://www.zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html>).

References

1. Federalnyi zakon №44-FZ ot 05.04.2013 g. «O kontraktnoy sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlya obespecheniya gosudarstvennykh i munitsipalnykh nuzhd».
2. Ofitsialnyi sayt Federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki (www.gks.ru).
3. Ofitsialnyi sayt Rossiyskoy Federatsii dlya razmescheniya informatsii o razmeschenii zakazov na postavki tovarov, vypolnenie rabot, okazanie uslug (<http://www.zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html>).

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
проф. Калугин П.И.
доцент Пятигор О.П.
студент Пятигор Д.А.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-83-20
e-mail: romanu36@yandex.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Professor Kalugin P.I.
Reader Pyatigor O.P.
Student Pyatigor D.A.
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-83-20
e-mail: romanu36@yandex.ru*

П.И. Калугин, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ КОНТАКТНЫХ ДАВЛЕНИЙ ПО ПОДОШВЕ ФУНДАМЕНТОВ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Анализируется распределение контактных давлений по подошве фундаментов зданий и сооружений после их реконструкции с надстройкой. Выявлено, что при повторном нагружении оснований наблюдается трансформация контактных эпюр. В процессе увеличения давления эпюра контактных давлений выполаживается и становится полого седлообразной.

Ключевые слова: контактные давления, эпюры давлений, трансформация эпюр, повторное нагружение.

P.I. Kalugin, O.P. Pyatigor, D.A. Pyatigor

IT IS REPORTED ABOUT THE DISTRIBUTION OF CONTACT PRESSURE ALONG THE UNDERSIDE OF FOUNDATION OF RECONSTRUCTED BUILDINGS

Distribution of contact pressure on a sole of the bases of buildings and constructions after their reconstruction with a superstructure is analyzed. It is revealed that under repeated loading the bases there is the transformation of contact curve. In the process of increasing pressure curve flattens out and the contact pressure becomes hollow saddle-like.

Keywords: contact pressure, pressure curve, the transformation of curves, repeated loading.

Распределение контактных давлений по подошве фундаментов существенно влияет как на напряженное состояние грунтовых оснований, так и самих конструкций зданий и сооружений. Характер взаимодействия оснований и фундаментов и их влияния друг на друга зависит от величины и формы эпюр контактных давлений. Распределение контактных давлений зависит от жесткости фундаментов, формы и их размеров, глубины заложения, свойств грунтов основания, величины внешней нагрузки, обуславливающей развитие пластических деформаций в грунтах оснований. Рост нагрузок вызывает перераспределение напряжений под подошвой фундаментов с более нагруженных участков на менее нагруженные. Допускаемое давление на основание фундаментов ограничивается первой фазой напряженного состояния грунтов основания.

Исследований контактных давлений на грунт по подошве фундаментов реконструируемых зданий с увеличением нагрузки в настоящее время мало и поэтому делать обобщения и выводы рано.

Выполненные исследования для условий реконструкции зданий и сооружений показали, что закономерности распределения контактных давлений на песчаных и глинистых грунтах во всем интервале нагружения практически одинаковы.[1] Эпюры контактных давлений имеют трансформирующуюся форму от седлообразной, пологоседлообразной, волнообразной до параболической. При этом в опытах на глинистых грунтах выявлено, что чем меньше нагрузка и чем прочнее грунт, тем больше распределение контактных давлений на подошве в центральной области под фундаментом приближается к равномерному. Дальнейшие исследования показали, что практически такая же закономерность наблюдается на песчаных грунтах. Отмеченная закономерность характерна для прямоугольных и ленточных фундаментов.

Это объясняется, вероятно, тем, что у подавляющего большинства реконструируемых зданий и сооружений среднее давление по подошве фундаментов p не превышает 200 кПа. Только у 5% реконструируемых объектов среднее давление $p > 250$ кПа.

При этом важно отметить, что неравномерность давления фундаментов на грунты оснований на различных участках одного здания, которая устанавливается как отношение наибольшего p_{max} и наименьшего p_{min} давлений по подошве фундаментов, примерно у половины зданий не превышает 1,5 раз.

При первичной разгрузке фундаментов реконструируемых зданий напряженное состояние оснований изменяется в зоне под их подошвой по сравнению с напряженным состоянием, которое было при первичном нагружении. Измеренные контактные давления по подошве фундаментов – штампов при разгрузке не соответствуют давлениям, которые были на стадии первичного нагружения при этом же давлении по подошве фундаментов.[2] Это объясняется появлением остаточного напряженного состояния в грунтах основания. При последующем повторном нагружении трансформация контактных эпюр усиливается по сравнению с эпюрами при этом же давлении по подошве фундамента на стадии его первичного нагружения.

В процессе увеличения давления на основание эпюра контактных давлений выполаживается и становится полого седлообразной, что выражается в уменьшении приращения давления под краями фундаментов и увеличении их в центре. Необходимо отметить, что трансформация эпюр контактных давлений в процессе роста нагрузки в большей степени наблюдается в более влажных грунтах. Это связано с приращением среднего давления фундаментов Δp на грунтовое основание при надстраивании 2-3 этажей примерно на 40 – 45%. [3]

При реконструкции зданий и сооружений фундаменты обычно находятся в условиях внецентренного нагружения. Экспериментальные исследования распределения контактных давлений по подошве фундаментов при действии внецентренной нагрузки выполнены в незначительном объеме. Выявлено, что характер эпюры контактных давлений зависит от величины эксцентриситета приложения нагрузки e и относительной глубины заложения фундамента $\lambda = d/b$ (d , b – соответственно глубина заложения и размер стороны подошвы фундамента в плоскости действия момента сил). [4]

Установлено, что при $\lambda = 0$, форма эпюр контактных давлений в интервале давлений $p \leq R$ (R – расчетное сопротивление грунтов основания) при эксцентриситете $e = b/12$ близка к трапецевидной, а при $e = b/6$ и $e = b/4$ – к треугольной. С увеличением относительного заглубления фундамента происходит выравнивание давления по его подошве в направлении действия момента сил. Наибольшие краевые давления p_{max} уменьшаются, и треугольная форма эпюры в плоскости действия момента трансформируется в трапецевидную или полого седлообразную. Минимальное давление по подошве фундамента при $e = b/6$ отличается от нуля уже при относительном заглублении $\lambda = 0,5$.

В целом при действии внецентренной нагрузки, соответствующей пределу линейной зависимости на графике осадок, форма эпюр контактных давлений в зависимости от эксцентриситета приложения нагрузки близка к треугольной или трапецевидной.

Для оценки работы внецентренно загруженных фундаментов часто используют параметр отношения краевых расчетных давлений p_{max} , p_{min} , действующих в уровне их подошвы.

По условиям загрузки наиболее благоприятными являются те фундаменты промышленных и гражданских зданий, у которых отношение крайних давлений $\rho_{max}/\rho_{min} \geq 0,25$ (относительный эксцентриситет $e = 0,1$). Анализ полученных данных обследованных зданий показывает, что подавляющее большинство фундаментов промышленных зданий, а также фундаменты всех гражданских зданий имеют отношение крайних давлений $\rho_{max}/\rho_{min} \geq 0,3$.

Следовательно, все эти внецентренно загруженные фундаменты близки к условиям центрального нагружения.

С учетом накопленных экспериментальных данных существующие нормативные документы [5] рекомендуют линейный закон распределения контактных давлений по подошве отдельно стоящих и ленточных фундаментов. При этом форма эпюр контактных давлений принимается в зависимости от величины эксцентриситета приложения нагрузки.

Так при центральном приложении нагрузки ($e = 0$) эпюру давлений в уровне подошвы фундамента принимают прямоугольной.

При внецентренном приложении нагрузки используют три формы эпюр контактных давлений по подошве фундаментов.

Если равнодействующая вертикальной нагрузки находится внутри ядра сечения подошвы фундамента ($e < b/6$), то контактную эпюру принимают трапециевидной.

Если равнодействующая вертикальной нагрузки приложена по контуру ядра сечения прямоугольной подошвы фундамента ($e = b/6$), то эпюру контактных давлений принимают треугольной с нулевой ординатой у менее нагруженного края подошвы фундамента.

Когда равнодействующая вертикальной нагрузки приложена вне контура ядра сечения ($e > b/6$), то эпюру контактных давлений можно принимать укороченной длины (двухзначной). В этом случае фундамент работает с частичным отрывом подошвы от грунтового основания.

Такая форма эпюры может приниматься при строительстве или реконструкции в стесненных условиях. При этом нулевая ордината давлений должна быть на расстоянии не более $1/4$ размера подошвы фундамента от наименее нагруженного края, что соответствует эксцентриситету приложения нагрузки $e = b/4$.

Таким образом, при действии внецентренной нагрузки форма эпюр контактных давлений в зависимости от эксцентриситета в реконструируемых зданиях должна приниматься трапециевидной или треугольной.

При действии центральной вертикальной нагрузки в интервале $\rho \leq R$ эпюры контактных давлений по подошве фундаментов реконструируемых зданий имеют форму от седлообразной до пологоседлообразной или волнообразной, что позволяет при расчете оснований по деформациям принимать их прямоугольной формы.[5]

Библиографический список

1. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий.-М., 2000.
2. Полищук А. И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. Томск, 2004.
3. Довнарочич С. В., Тепляков А. А. Напряжения в основании под жёстким и гибким фундаментами при первичном и вторичном нагружениях.// Основания, фундаменты и механика грунтов.-М., 1987, №1.
4. Ильиных В. А. Взаимодействие внецентренно загруженных фундаментов с основанием.-М., 1982.
5. СП 50. – 101 – 2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. М., 2005.

References

1. Konovalov P.A. Osnovaniya i fundamentey rekonstruiyemykh zdaniy. -M., 2000.
2. Polishchuk A.I. Osnovy proyektirovaniy ustroystva fundamentov rekonstruiyemykh zdaniy. Tomsk, 2004.
3. Dovnarovich S.V., Teplyakov A. A. Napryazheniya v osnovanii pod zhyostkim i gibkim fundamentami pri pervichnom i vtorichnom nagruzheniyakh.// Osnovaniya, fundamentey i mekhanika gruntov. // Bases, foundations and soil mechanics.-M., 1987, № 1.
4. Ilyinykh V.A. Vzaimodeystviye vneshnenno zagruzhennykh fundamentov s osnovaniyem, - M., 1982.
5. SP 50. – 101 – 2004. Designing and the device of the bases and the bases of buildings and constructions. M., 2005.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук кафедры проектирования
зданий и сооружений Гойкалов А.Н.
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений С.А. Козодаева
Россия, г. Воронеж, тел. 8(960)1211941
e-mail: kozodaeva.91@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph.D. of the department of building design and
structures A.N. Goykalov
Master of the department of building design
and structures S.A. Kozodaeva
Russia, Voronezh, tel. 8(960)1211941
e-mail: kozodaeva.91@mail.ru*

С.А. Козодаева, А.Н. Гойкалов

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрены современные способы проектирования ограждающих конструкций жилых зданий, возводимых на территории Российской Федерации. Сделан вывод о том, что наименьшее повреждение от влияния внешней среды, а соответственно наименьшее влияние на строительную конструкцию приходится на трехслойную стенку с облицовкой из клинкерного кирпича. На основании этого выделен ряд направлений, требующих серьезной доработки защиты от внешних воздействий жилых зданий на стадии проектирования.

Ключевые слова: внешняя среда, облицовочные материалы, жилые здания, клинкер.

S.A. Kozodaeva, A.N. Goykalov

ASSESSMENT OF MODERN DESIGN METHODS WALLING BASED ON TECHNOLOGY FACING IN CONSTRUCTION

The current state of energy efficiency policy in Russia. It is concluded that the greatest energy losses occur in the building complex. On this basis, highlighted a number of areas that need serious improvement and suggest ways to improve the energy efficiency of residential buildings at the operational stage.

Keywords: external environment, facing materials, residential buildings, clinker.

Ограждающие конструкции зданий - строительные конструкции, ограничивающие объём здания и разделяющие его на отдельные помещения. Основное назначение ограждающих конструкций – защита помещений от температурных воздействий, ветра, влаги, шума, радиации и т.п. Таким образом, рассмотрение альтернативных видов ограждающих конструкций, является важным аспектом для человека не только с точки зрения защиты, но и экологии. В зависимости от конструктивного решения из ограждающих конструкций можно выделить часто применяемые ограждающие конструкции в многоэтажном жилом строительстве:

1. Многослойные:

- Железобетонная трехслойная панель (48%);
- Трехслойная стена с облицовкой из кирпича (32%);

- Трехслойная стена с облицовочным слоем из штукатурки или фиброцементной плиты (8%);
 - Трехслойная стена с вентилируемым фасадом (6%);
 - Трехслойная стена с облицовкой из клинкерного кирпича (0,5%)
2. Однослойные:
- Керамзитобетонные, газобетонные, газосиликатные панели (3%);
 - Керамические пустотелые блоки (1%);
 - Газобетонные блоки (1,5%).

Такая закономерность обусловлена климатическими условиями РФ.

Рассмотрим и проанализируем поподробнее ограждающие конструкции, в которых облицовка играет не только эстетическую роль, но и технологическую.

Стена трехслойная каменная с облицовкой из силикатного кирпича

В малоэтажном строительстве большой популярностью пользуется конструкция наружной трехслойной стены состоящей из несущего кирпичного слоя (380-510мм), утеплителя, толщина которого определяется по теплотехническому расчету и облицовочного слоя из кирпича (рисунок 1). Такая конструкция стены позволяет эффективно использовать применяемые материалы. Несущая стена из кирпича или бетонных блоков, является силовым каркасом здания. Слой утеплителя, закрепленный на стене, обеспечивает необходимый уровень теплоизоляции наружной стены. Облицовка стены из облицовочного кирпича защищает утеплитель от внешних воздействий и служит декоративным покрытием стены.

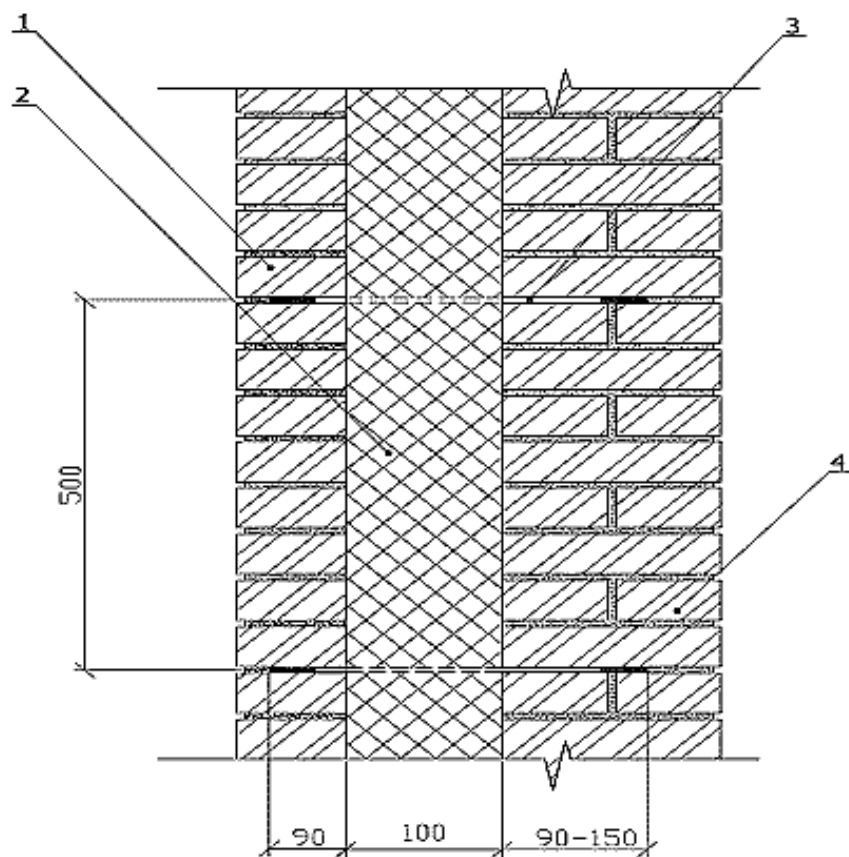


Рис. 1. Трехслойная стена с облицовкой из керамического кирпича:

1 – облицовочный слой из кирпича; 2 – утеплитель; 3 – связи; 4 – несущий кирпичный слой

Недостатки трехслойной стены с облицовкой из кирпича:

- Ограниченная долговечность материала утеплителя по сравнению с материалом несущей стены и облицовки;
- Высокая вероятность множества скрытых дефектов из-за низкой квалификации каменщика, таких как некачественная укладка утеплителя или его отсутствие, дефекты связей в виде применения не стойких к коррозии сталей;
- Не ремонтпригодность конструкции в целом или облицовочного слоя. Невозможно произвести локальный ремонт или замену утеплителя, гибких связей, опорных элементов, поскольку для выполнения даже небольшого объема ремонтно-восстановительных работ потребуется полный демонтаж системы;
- Выделение опасных и вредных веществ из утеплителя, хотя и в пределах допустимых норм;
- Необходимость использования специальных мер по защите стены от продувания и увлажнения - паронепроницаемые, ветрозащитные покрытия и вентилируемые зазоры;
- Горючесть полимерных утеплителей;
- Низкая морозостойкость силикатного кирпича облицовки.

Стена трехслойная с облицовкой из клинкерного кирпича

В настоящее время богатый выбор разнообразных материалов открывает перед инвесторами широкие возможности. Одна из них - это трехслойная стена, состоящая из конструкционного слоя, термоизоляционного слоя и клинкерного кирпича (рисунок 2). Соответствующий подбор каждого из слоев обеспечивает оптимальные термические условия в помещениях, а также влечет за собой ряд преимуществ, связанных с экономичностью, безопасностью, экологией, комфортом и эстетикой.

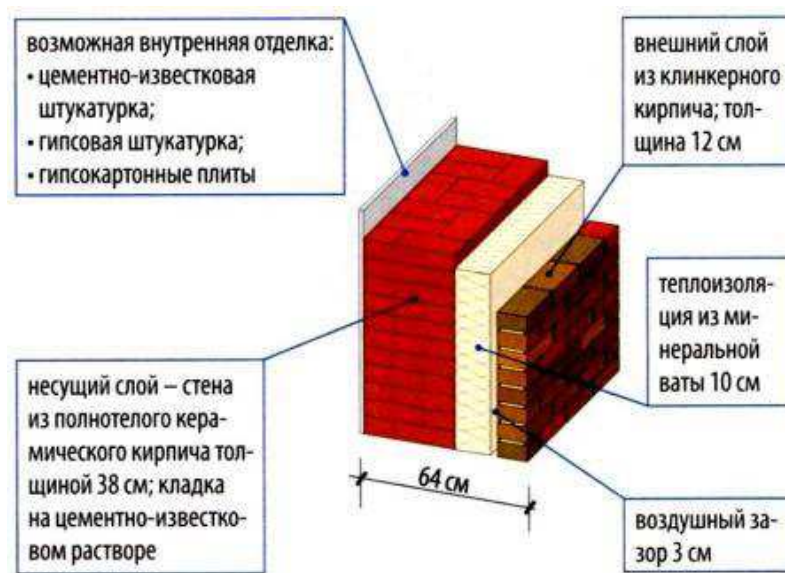


Рис. 2. Трехслойная стена с облицовкой из клинкерного кирпича

Наиболее важные преимущества трехслойной стены с облицовкой клинкерным кирпичом:

- Высокая механическая прочность клинкерного кирпича во много раз превышает другие облицовочные материалы;

- Полная морозостойкость. Это дает уверенность, что его можно применять также в регионах со специфическими климатическими условиями – например, в горных и прибрежных регионах;
- Полная биологическая и химическая коррозионная устойчивость, в особенности, к грибам, плесени, мхам, водорослям, которые могут вызывать аллергию и заболевания;
- Низкие показатели водопроницаемости (менее 5%);
- Клинкерный кирпич это натуральный продукт благоприятный для окружающей среды, поскольку изготавливается обжигом из глины и песка;
- Широкая гамма окраски и фактуры клинкерного кирпича;
- В связи с прочностью, долгим сроком службы, эстетичные и престижные дома с облицовкой клинкерным кирпичом остаются живыми и сохраняют цвет в течении сотни лет.

Стена с вентилируемым фасадом

Навесной вентилируемый фасад (рисунок 3) представляет собой систему, состоящую из материалов облицовки, под облицовочной конструкцией и слоя теплоизоляции. При этом, облицовочный слой крепится к несущей стене таким образом, чтобы между облицовкой и слоем теплоизоляции образовалась вентилируемая воздушная прослойка. Под действием естественной тяги воздуха в прослойке образуется воздушный поток направленный снизу вверх, способствующий удалению влаги из конструкции. Это принципиальное отличие конструкции вентилируемого фасада от других фасадных систем.



Рис. 3. Стена с вентилируемым фасадом

Основные технические и эксплуатационные преимущества навесных вентилируемых фасадов:

- Эстетичный, престижный внешний вид здания;
- Долговечность, многократно превосходящая устаревшие технологии с использованием красок и штукатурок;
- Защищенность от ветра и атмосферных осадков, предотвращение появления грибка и плесени за счёт отведения воды через вентиляционный зазор;
- Существенное улучшение энергосберегающих характеристик здания;
- Возможность ремонта фасадов или замены их отдельных частей без разрушения конструкции наружных стен;
- Возможность изменения архитектурного облика фасадов путем варьирования облицовочных материалов, форматов и цветов;

- Обеспечение здорового климата помещения посредством беспрепятственной диффузии водяного пара;

- Повышенная звуконепроницаемость, за счет эффекта двойного звукопоглощения. Его создают облицовка из выбранного материала плюс слой плотного утеплителя;

- Пригодность фасадной технологии, как для новостроек, так и для зданий, уже находящихся в длительной эксплуатации;

- Если для покраски, или для облицовки камнем «на раствор» требуется достаточно тщательная подготовка внешней поверхности стен, то вентилируемые фасады в этом не нуждаются;

Система не лишена недостатков, например, при определенном направлении ветра в воздушной прослойке может возникать шум и хлопки. Но главным и наиболее существенным недостатком вентилируемых фасадов является пожарная опасность.

Таким образом, опираясь на вышеизложенное, по сравнению со всеми рассмотренными облицовочными материалами, недооцененным вариантом строительства ограждающих конструкций является трехслойная стена с облицовкой из клинкерного кирпича или клинкерной плитки. Этот вывод обоснован из выше изложенных преимуществ клинкерного кирпича, по сравнению с другими облицовочными материалами.

Библиографический список

1. Ананьев А. И. Физико-технические основы создания энергоэкономичных стен для жилых зданий // Теплый дом, универсальный справочник застройщика. ИА «Норма», М., 2000, с. 115-120.

2. Ананьев А. И., Лобова О.И. Влияние технологических и эксплуатационных факторов на долговечность стен и покрытий утеплителя // Строительный эксперт, №2, 2003.

3. Король Е.А. Эффективные ограждающие конструкции современных жилых зданий // Теоретические основы строительства: Сб. тр. 9-го Польско-российского научн. Семинара.-М.: Издательство АСВ, 2000. С. 145-150.

4. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы / А.В. Виньков, И. И. Имамутдинов, Д.Н. Медовников, Т.К. Оганесян, С.В. Розмирович, А.Д. Хазбиев, А. Д. Щукин. 2012, с.46.

5. Семенова Э.Е. Современные вопросы энергосбережения в архитектуре. Материалы научно-технической конференции «Международные дни архитектуры». Москва. 2010., с.5-7.

References

1. Ananьев A.I. Physical and technical basis for energy efficient brick walls for residential buildings // Warm house, universal directory builder. IA «Norma», Moscow, 2000, p.115-120.

2. Ananьев A.I., Lobova O.I. Effect of technological and operational factors on the durability of the walls and roofs made of expanded polystyrene insulation // Building expert, № 2003.

3. Corole E.A. Effective walling modern residential buildings // Theoretical bases of construction: Sat tr. 9th Polish-Russian Research. Workshop.-M.: Publishing DIA, 2000.p. 145-150.

4. Innovations in the construction cluster: barriers and prospects / A.V.Vinkov, I.I. Imamutdinov, D.N. Medovnikov, T.K. Hovhannisyan, S.B. Rozmirovich, A.D. Khazbiev, A.D. Shchukin. 1997, p.46.

5. Semenova E.E. Modern energy-saving issues in architecture. Materials of the scientific-technical conference «International days of architecture». Moscow. 2010, p.5-7.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры пожарной и
промышленной безопасности*

С.А. Колодяжный

*Воронежский институт Государственной
противопожарной службы Министерства
Российской Федерации по делам граждан-
ской обороны, чрезвычайным ситуациям и
ликвидации последствий стихийных бедст-
вий*

*Младший инспектор отделения капитально-
го строительства Л.В. Кузнецова*

Россия, г. Воронеж, тел. +7 (961) 1-83-92-88

e-mail: Vittorea@yandex.ru.

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*D.Sc.(Engineerin), Prof. of the chair of fire and
industrial safety Dept.*

S.A. Kolodyazhny

*Voronezh institute of the State fire service of the
Ministry of the Russian Federation on civil de-
fence affairs to extreme situations and liquida-
tion of consequences of acts of nature, The Vo-
ronezh institute of the State fire service of the
MES of the Russian*

*The younger inspector of office of capital con-
struction L.V. Kuznetsova*

Russia, Voronezh, tel. +7 (961) 1-83-92-88

e-mail: Vittorea@yandex.ru.

С.А. Колодяжный, Л.В. Кузнецова

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ С ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ СБОРНЫМИ ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Получено решение уравнения нестационарной теплопроводности для однослойного ограждения, учитывающее тепловое воздействие стабильной фазы развития пожара. Расчет изменения температуры показал, что ее существенное снижение происходит в 70 мм внешнего поверхностного слоя тепловой изоляции, что при использовании огнезащитного материала толщиной 100 мм позволяет создать не только эффективную противопожарную преграду, но и обеспечить энергосберегающую эксплуатацию здания.

Ключевые слова: огнезащитная тепловая изоляция, температурный режим.

S.A. Kolodyazhny, L.V. Kuznetsova

INCREASE OF SAFETY OF BUILDINGS WITH HI-TECH COMBINED PROTECTING DESIGNS

The solution of the equation of non-stationary heat conductivity for the single-layer protection, considering thermal influence of a stable phase of development of a fire is received. Calculation of change of temperature showed that its essential decrease happens in 70 mm of an external blanket of thermal isolation that when using a fireproof material 100 mm thick allows to create not only an effective fire-prevention barrier, but also to provide energy saving operation of the building.

Keywords: fireproof thermal isolation, temperature mode.

Ежегодно фиксируемая пожароопасная обстановка в различных регионах РФ приводит к пересмотру нормативов по охране и защите сооружений различного назначения и произ-

водств, относящихся к соответствующим категориям. Так как все большее распространение находят высокотехнологичные способы возведения зданий, в которых часто используют сборные конструкции, в том числе и на основе сэндвич-панелей, следует рассмотреть вопрос о повышении безопасности торговых, производственных и складских объектов, в случае возникновения неконтролируемых экстремальных высокотемпературных воздействий.

Как показывает статистика чрезвычайных ситуаций, развитие пожара может происходить не только внутри помещений, но и стремительно охватывать здания с внешней стороны в периоды засушливой и ветреной погоды. Поэтому очень важно оценить применяемые ограждающие конструкции в качестве сдерживающего фактора для дальнейшего распространения огня [1].

В настоящее время наряду с классическими строительными материалами все большую популярность набирают такие высокотехнологичные изделия стройиндустрии как сэндвич-панели, позволяющие свести к минимуму затраты на возведение и дальнейшую эксплуатацию зданий и сооружений различного назначения. Конструкция сэндвич-панелей представляет собой два профильных стальных листа с наполнителем, размещенным между ними [2]. Наполнитель представляет собой сердечник из высокоэффективных теплоизолирующих материалов (негорючих минераловатных плит с перпендикулярно-ориентированными волокнами на основе базальтовых пород или самозатухающих марок пенополистирола). Толщина этого слоя варьируется в зависимости от назначения и климатических условий, в которых будет эксплуатироваться изделие.

Выбирая огнестойкие стеновые и кровельные сэндвич-панели можно легко обеспечить достаточную тепло- и звукоизоляцию помещений. Базальтовое волокно наиболее эффективный из экологически чистых утеплителей, применяемых в современном строительстве. Обладая низкой теплопроводностью, базальтовый минеральный утеплитель сочетает в себе высокий уровень механической прочности с легкостью, а экологическую безопасность с химической стойкостью.

Данные панели находят все более широкое применение при строительстве объектов производственного назначения, в том числе и складов повышенной пожароопасности, так как обладают рядом преимуществ:

- они легки в монтаже, их небольшой вес минимально нагружает фундамент здания;
- обладают достаточной влагостойкостью, которая не допускает проникновения воды, как с внешней, так и с внутренней стороны.
- имеют высокие теплоизоляционные показатели, превосходящие в 15 раз и менее традиционные строительные материалы (кирпич, бетон и пр.)
- их идеальная поверхность не требует отделки как снаружи, так и внутри помещения.
- стоимость возведения стен из сэндвич-панелей существенно ниже, чем из любого другого строительного материала.

В качестве наполнителей производимых панелей применяется пенополистирол плотностью (15,1-25,0 кг/м³). В целях пожарной безопасности в качестве утеплителя часто используется минеральная вата, изготовленная на основе базальтового волокна плотностью 35-120 кг/м³. В этих случаях наполнителем является негорючая минераловатная плита на базальтовой основе с поперечно-ориентированным расположением волокон производства фирм "ROCKWOOL", "IZOVOL" и "NOBASIL". Толщина утеплителя составляет от 50 до 250 мм.

При выборе сэндвич-панелей для последующего строительства первоочередным является определение толщины изоляционного слоя утеплителя для конкретного климатического района в соответствии с требованиями экономии ресурсов на энергообеспечение объекта. Решение данной проблемы для стационарной задачи при сложном конструктивном исполнении здания с успехом реализуется с помощью различных модификаций метода сеток. По другому дело обстоит с решениями нестационарных задач, к которым также относится изменение температурного режима при огневом воздействии. Это приобретает все большую ак-

туальность в связи с ежегодным возрастанием количества возгораний и стихийным возникновением условий, способствующих высокой скорости их распространения, что следует учитывать при проектировании строительных конструкций для промышленных зданий и складских помещений, относящихся к пожаровзрывоопасным категориям.

Поэтому рассмотрим влияние огневого воздействия на температурный режим наружного ограждения, выполненного из сэндвич-панелей. В этом случае стена состоит из двух тонких металлических листов и одного слоя теплоизоляционного материала (рис. 1, а). Металлические листы выполняют функцию несущей конструкции, а также обладают большим коэффициентом теплопроводности, что позволяет ими пренебречь и произвести расчет для однослойной конструкции (рис. 1, б).

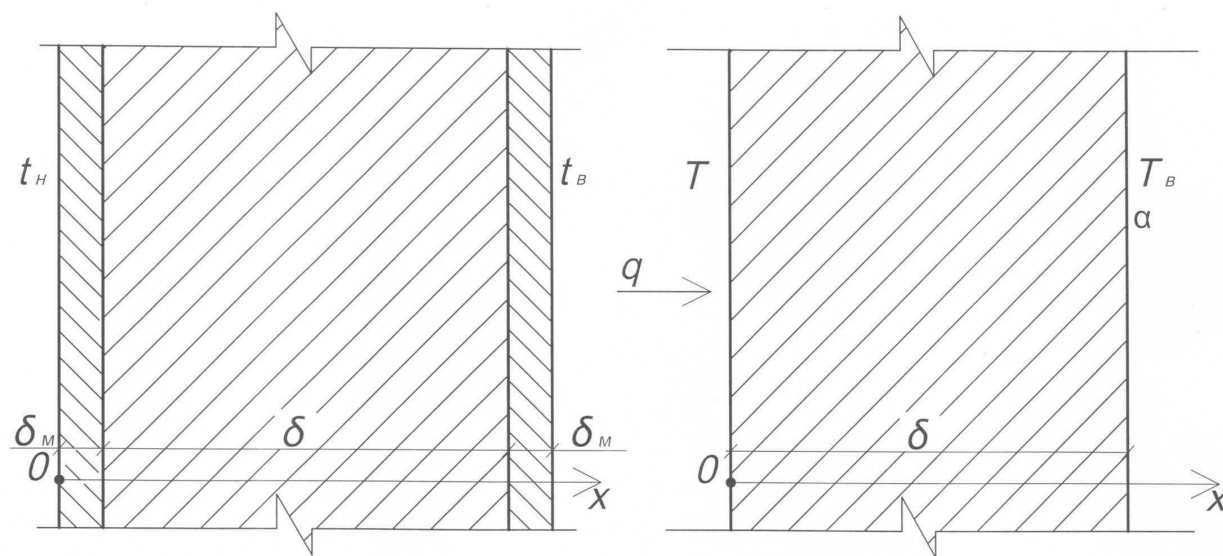


Рис. 1. Схема наружного ограждения, состоящего из сэндвич-панелей: а – с учетом толщины металлических листов δ_M ; б – с учетом принятых условий протекания рассматриваемого теплового процесса

Введем ось координат Ox с началом на внешней поверхности теплоизоляционного слоя (рис. 1, б). Учитывая, что в условиях сухой и жаркой погоды при порывах ветра пламя может распространяться со скоростью до 70 км/ч, огневому воздействию будет подвержена внешняя поверхность рассматриваемого ограждения. Тогда на границе этого слоя интенсивный тепловой поток при пожаре вызовет возрастание температуры поверхности наружного ограждения по времени, то есть $T|_{x=0} = T(\tau)$. При этом на противоположной поверхности строительной конструкции будет происходить теплообмен с окружающей средой с коэффициентом теплоотдачи α .

Уравнение, которому подчиняется распределение температуры в рассматриваемом ограждении, имеет вид [3, 4, 5]

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a_{\text{пр}} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где $a_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент температуропроводности [4, 5], определенный для средних параметров материала конструкции при высокотемпературном его нагреве, $\text{м}^2/\text{с}$; τ – время, с.

Для исследования температурного режима, возникающего в сэндвич-панели при огневом воздействии, уравнение теплопроводности (1) целесообразно записать в следующей форме [5]

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a_{\text{пр}} \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}, \quad (2)$$

где θ - разность температур между переменной T и некоторой средней величиной на поверхности T_o , отдающей тепловой поток во внутреннюю среду, °C.

Тогда начальные и граничные условия будут иметь вид

$$\text{при } \tau=0, \quad \theta|_{\tau=0} = \theta_0; \quad (3)$$

$$\text{при } x=0, \quad \theta|_{x=0} = \theta(\tau); \quad (4)$$

$$\text{при } x=\delta, \quad -\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} \Big|_{x=\delta} = \alpha \theta_{x=\delta} \quad (5)$$

где δ – толщина теплоизоляционного слоя, м; α – коэффициент теплоотдачи от поверхности ограждения к внутреннему воздуху, Вт/(м²·°C); λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°C).

Запишем граничное условие (4), рекомендуемое для решения задач огневого воздействия [4], с учетом линейного приближения в изменениях температуры по времени на внешней поверхности строительной конструкции в следующей форме

$$\theta|_{x=0} = b_0 + b_2(m\tau), \quad (7)$$

где b_0, b_2, m – коэффициенты и темп режима нагревания.

С учетом имеющихся сведений [4, 6, 7] стандартные условия пожара повышают температуру нагреваемой поверхности, которую можно аппроксимировать предложенной функцией (7). При этом зависимость (7) приобретает вид

$$\theta|_{x=0} = 768,78 + 0,034(0,82\tau). \quad (8)$$

Выражение (8) соответствует стадии развития пожара и более адекватно описывает характер изменений при достижении его стабильной фазы ($\tau \geq 10$ мин).

Представим решение уравнения теплопроводности (2) в следующей форме

$$\theta = b_0 + b_1x + b_2(x^2 + 2a_{пп}\tau). \quad (9)$$

Выражение (9) позволяет с достаточной точностью анализировать развитие возможной экстремальной ситуации и принимать решения по утеплению конструкций с учетом факторов риска. Дифференцирование уравнения (9) по двум переменным

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = 2b_2; \quad (10)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = b_2 2a_{пп}, \quad (11)$$

показывает, что выражение (9) является решением (2) при параметре b_2 равным

$$b_2 = \sqrt{\frac{m}{2a_{пп}}}. \quad (12)$$

Используя граничное условие (5), для коэффициента b_1 получим

$$b_1 = -\frac{b_0\alpha + b_2 2\lambda\delta + \alpha b_2(2a_{пп}\tau + \delta^2)}{\lambda + \alpha\delta}. \quad (13)$$

С учетом начального условия (3) выражение (13) принимает вид

$$b_1 = -\frac{b_0\alpha + b_2 2\lambda\delta + \alpha b_2\delta^2}{\lambda + \alpha\delta}. \quad (14)$$

Результаты расчетов, выполненные по зависимости (9) для сэндвич-панели толщиной 100 мм с утеплителем из минеральной ваты с коэффициентом теплопроводности 0,041 Вт/(м·°C) и приведенным коэффициентом температуропроводности 0,41 м²/с, показывают, что сэндвич-панели с указанным теплоизоляционным материалом являются эффективным сдерживающим препятствием в развитии пожара (EI90). Приведенные на рис. 2 данные по-

звolyют заключить, что основное затухание высокотемпературного возмущения происходит в 2/3 толщины наполнителя.

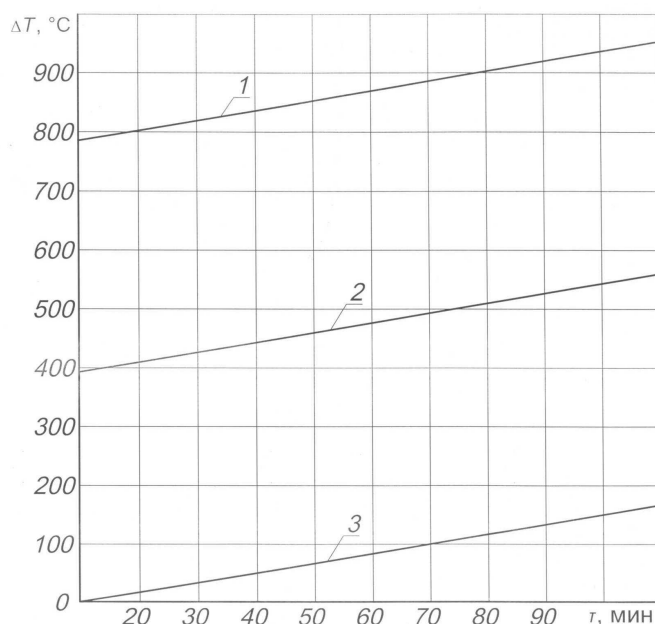


Рис. 2. Изменение температуры в сэндвич-панели при развитии пожара: 1- на поверхности, подверженной огневому воздействию; 2 -в центре сэндвич-панели 50 мм; 3 - на противоположной стороне, при условии что толщина панели составляет 100 мм;.

Библиографический список

1. Кузнецова Л.В., Сотникова О.А. Энергосберегающая эксплуатация сооружений при эффективной пассивной защите строительных конструкций// Безопасность жизнедеятельности, 2009, №10, с. 9-11.
2. Кузнецова Л.В. К вопросу о комплексной защите строительных конструкций// Научно технический журнал Вестник МГСУ, 2011, №7, с. 181-186.
3. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. -М.: Наука, 1964, 488 с.
4. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001, 382 с.
5. Шорин С.Н. Теплопередача. М., Л.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952, 339 с.
6. Еналеев Р.Ш., Теляков Э.Ш., Тучкова О.А., Харитонов О.Ю., Качалкин В.А. Огнестойкость элементов строительных конструкций при высокоинтенсивном нагреве// Пожаровзрывобезопасность, 2010, т. 19, № 5, с. 48 – 53.
7. Еналеев Р.Ш., Барбин Н.М., Теляков Э.Ш., Тучкова О.А., Качалкин В.А. Критерии огнестойкости элементов строительных конструкций на пожаровзрывоопасных объектах// Пожаровзрывобезопасность, 2011, т. 20, № 1, с. 33 – 51.

References

1. Kuznetsova L.V. Sotnikova O. A. Energy saving operation of constructions at effective passive protection of construction designs// Health and safety, 2009, No. 10, sec. 9-11.
2. Kuznetsova L.V. To a question of complex protection of construction designs// Scientifically technical journal MGSU Bulletin, 2011, No. 7, sec. 181-186.

3. Karlsru G., Eger D. Teploprovodnost of solid bodies. - M.: Science, 1964, 488 sec.
4. Roytman V. M. Engineering decisions on an assessment of fire resistance of designed and reconstructed buildings. – M.: "Fire Safety and Science" association, 2001, 382 sec.
5. Shorin S. N. Teploperedacha. M, L.: The state publishing house of literature on construction and architecture, 1952, 339 sec.
6. Enaleev R. Sh., Telyakov E.Sh., Tuchkova O. A., Kharitonov O. Yu., Kachalkin V.A. Ognestoykost of elements of construction designs at high-intensity heating//Fire and explosion safety, 2010, t. 19, No. 5, sec. 48 – 53.
7. Enaleev R. Sh., Barbin N. M., Telyakov E.Sh., Tuchkova O. A. Kachalkin V.A. Criteria of fire resistance of elements of construction designs on the pozharovzryvoopasnykh objects//Fire and explosion safety, 2011, t. 20, No. 1, sec. 33 – 51.

УДК 622.24

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Магистрант г.М276 кафедры проектирова-
ния зданий и сооружений
К.В. Татьяна
Россия, г. Воронеж, тел. +79081493178
e-mail: tkvrn@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Undergraduate g. M275 Department of
designing of buildings and constructions
K.V. Tat'yanin
Russia, Voronezh, tel. +79081493178
e-mail: tkvrn@mail.ru*

К.В. Татьяна

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СРЕДСТВ ОГНЕЗАЩИТЫ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАРКАСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Рассматриваются экономические и технические аспекты эффективности современных средств огнезащиты металлических элементов каркасов зданий. Оценивается рентабельность их применения, огнезащитная эффективность и долговечность.

Ключевые слова: конструктивная система, огнестойкость, огнезащитные покрытия, металлические конструкции, пожарная опасность.

K.V. Tat'yanin

ANALYSIS OF EXISTING FIRE PROTECTION MEANS FOR ITEMS METAL FRAMES OF INDUSTRIAL ZDANIJ

Examines the economic and technical aspects of the efficiency of modern means of fire protection of metal elements of the frame of a building. Estimated profitability of their application, fireproof efficiency and durability.

Keywords: structural system, fire-resistance, fire-proof coatings, metal constructions, fire danger.

В современном промышленном строительстве все больше **приобретают популярность** быстровозводимые каркасы с несущими металлоконструкциями. Преимуществами такого строительства являются снижение веса зданий и трудозатрат на их возведение, сокращение сроков и стоимости строительства, долговечность, возможность демонтажа и реконструкции. Однако большое внимание при использовании данных конструктивных решений следует уделять защите несущих частей зданий от коррозии, конденсата и огневого воздействия в случае пожара. Самым существенным недостатком стальных конструкций является их низкая огнестойкость. При возникновении пожара несущие металлоконструкции могут выдерживать воздействие высоких температур лишь в течении 5 ... 25 минут, т.к. нагрев металла до 500 град по Цельсию снижает их механическую прочность [5]. Незащищенные стальные конструкции быстро теряют несущую способность и могут обрушаться еще до прибытия пожарных подразделений.

Следствием этого может быть гибель людей и существенный прямой и косвенный материальный ущерб. Для того чтобы увеличить время, за которое не начнется разрушение здания вследствие термического воздействия пламени, необходимо защищать поверхность металла от теплового и огневого воздействия.

Среди существующих средств огнезащиты следует выделить[4]:

- вспучивающиеся краски (рис.1) ,
- обмазки, штукатурные составы (рис.2) ,
- листовые плитные облицовки (рис.5) ,
- огнезащитные рулонные материалы (рис.3) .

Облицовка в виде каменной кладки в данной статье не рассматривается, так как способ не приемлем для стержневых элементов перекрытий. Все они имеют различную эффективность, обладают своими достоинствами и недостатками. Рассмотрим их подробнее.

Вспучивающиеся краски [6], [2].

ОГНЕЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ «ДО» И «ПОСЛЕ» ВОЗДЕЙСТВИЯ ОГНЯ



Рис. 1. Вспучивающиеся краски

Следует выделить следующие недостатки данного способа:

- температура монтажа не ниже +5 градусов и относительной влажности воздуха не более 80%,
- эксплуатация допускается только внутри помещений при температуре от -50 градусов до +50 градусов и относительной влажности воздуха не более 90% без образования конденсата, воздействия воды и агрессивных сред,
- необходима определенная толщина нанесения слоя краски для обеспечения степени огнестойкости,

- необходимость в межслойной сушке от 4 ч. в зависимости от производителя,
- относительно невысокая огнезащитная эффективность, максимум 2-я группа.

Достоинствами данного способа являются:

- существенно не увеличивают нагрузку на перекрытия и эффективны при обработке металлических балок, ферм, прогонов и других конструкций, работающих на изгиб,
- толщина слоя нанесения -2,45 мм при 2й группе огнезащитной эффективности.

Штукатурные составы [4], [6].

Недостатки:

- неэффективное использование для обеспечения низких пределов огнестойкости,
- высокий расход,
- необходимость армирования,
- отсутствие декоративного внешнего вида покрытия.
- необходима определенная толщина нанесения слоя,
- наносится в несколько слоев, как и краска.

Достоинства;

- огнезащитная эффективность порядка 4-х часов,
- обладает высокой адгезией к поверхностям,
- усадка после высыхания покрытия незначительна, вследствие чего толщина слоя может контролироваться при нанесении состава, а расход огнезащитного состава и трудозатраты при его нанесении существенно снижаются,
- образует покрытие без стыков и температурных мостиков,



Рис. 2. Штукатурные составы

- при соблюдении требований нормативной документации покрытие не растрескивается и не отслаивается,

- долговечность.

Листовые плиты и рулонные материалы [3], [2].

Недостатки:

- неудобство монтажа в труднодоступных местах,

- неэффективность применения для низких пределов огнестойкости.

Достоинства метода:



Рис.3. Огнезащитные рулонные материалы

- применение данного способа огнезащиты позволяет избежать мокрых процессов при ее монтаже, что дает возможность вести работы не только при положительных, но и отрицательных температурах воздуха,
- минимальная нагрузка на несущие конструкции,
- наносится на конструкцию в любое время года вне зависимости от погодных условий,
- может эксплуатироваться в условиях по-

-безупречный внешний вид изолированной конструкции,

- возможность производить влажную уборку и дезактивацию покрытия,

- полная экологическая безопасность покрытия срок службы огнезащитного покрытия сравним со сроком службы самой конструкции.

Оценивая **экономическую эффективность**, исходя из анализа информационных источников [7], [2], была составлена диаграмма (см. рис.4), из которой следует отметить:

- самым дорогими средствами огнезащиты являются штукатурные составы;

- самыми дешевыми средствами огнезащиты являются листовые базальтовые плиты.



Рис.4. Диаграмма стоимости материалов

На мой взгляд, для промышленного здания универсального назначения **наиболее целесообразными способами огнезащиты** будет установка листовых, плитных и рулонных об-

лицовок или экранов относящихся к числу конструктивных способов огнезащиты 1-й группы и находящихся все более широкое применение на практике.

Рентабельность данного способа заключается в том, что плитные и рулонные материала



можно применять для облицовки конструкций вновь возводимых зданий после пуска основного производства, а при реконструкции зданий можно вести огнезащитные работы без остановки производственных процессов. Кроме того, возможен демонтаж огнезащиты этого типа при выполнении работ по усилению несущих конструкций и при нанесении антикоррозионных покрытий на металлические конструкции. Внутренние полости между облицовкой и защищаемой конструкцией можно использовать для монтажа различных коммуникаций [3].

Рис. 5. Листовые плитные облицовки

Библиографический список

1. Компания ПожЭлектроАудит СПб ; <http://fire78.com/contacts/>
2. Компания КРОЗ; <http://www.croz.ru/contact.php>
3. Центр технического сопровождения в строительстве; <http://ctss.su/contact>
4. Огнепортал; <http://www.ogneportal.ru/conference>
5. Технология огнезащиты; <http://plamcor.ru/technology/>
6. Проматех; <http://www.promateh.ru/articles/item/stogmk>
7. Огнехимзащита; <http://ognehimzashita.ru/info/sravnenie-ognezashity.html>

References

1. PozhElektroAudit Company SPb; <http://fire78.com/contacts/>
2. Company KROZ; <http://www.croz.ru/contact.php>
3. Centre for technical support in building; <http://ctss.su/contact>
4. Ogneportal; <http://www.ogneportal.ru/conference>
5. Suppressants Technology; <http://plamcor.ru/technology/>
6. Promatech; <http://www.promateh.ru/articles/item/stogmk>
7. Ognjiste; <http://ognehimzashita.ru/info/sravnenie-ognezashity.html>

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 725.8: 699.80

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц., Т.В. Богатова;
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений О.О. Цапко
Россия, г.Воронеж, тел. 8(951)8718756
e-mail:olgacapko@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer, T.V. Bogatova;
Master of the department of building design
and structures O.O. Tsapko
Russia, Voronezh, tel. 8(951)8718756
e-mail: olgacapko@mail.ru*

Т.В. Богатова, О.О. Цапко

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОКРЫТИЯХ СПОРТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрено современное состояние строительной политики в России. Изучены особенности использования теплоизоляционных материалов в покрытиях спортивных зданий. Сделан вывод о видах и свойствах наиболее эффективных, и широкоиспользуемых теплоизоляционных материалов на отечественном рынке.

Ключевые слова: Энергоэффективность, спортивные здания, теплоизоляционный материал, сэндвич-панели поэлементной сборки, теплоизоляционные плиты.

T.V. Bogatova, O.O. Tsapko

EVALUATION OF THE USE OF INSULATION MATERIALS IN COATINGS SPORTS BUILDINGS

Describes the present state construction policy in Russia. The peculiarities of the use of insulation materials in coatings sport buildings. The conclusion is made about the types and properties of the most effective and widely used heat-insulating materials on the domestic market.

Keywords: Energy efficiency, sports buildings, thermal insulation material, sandwich panels-element Assembly, insulation boards.

Особенности современного спортивного строительства в России

По инициативе президента в России была разработана федеральная программа до 2015 года о развитии спорта в стране. А проведение Олимпиады в 2014 году в Сочи, чемпионата мира по футболу в 2018 году в России способствуют увеличению спортивных объектов.

В настоящее время в связи с быстрым ростом цен на энергоносители особую актуальность приобретает вопрос улучшения энергоэффективности жилых и производственных зданий, не обошло это и спортивные объекты. Одним из путей повышения энергоэффективности является применение современных теплоизоляционных материалов. Возведение практически любых строительных конструкций подразумевает их изоляцию и утепление.

В конструкции современных стен применяется целый спектр теплоизоляционных материалов. Наибольшее распространение в строительстве спортивных зданий получили теплоизоляционные материалы на основе:

- Минеральной ваты ;
- Стекловаты;
- Пенополистирола (в том числе экструзионного);
- Пенополиуретана

Современное спортивное строительство почти всегда сопряжено с необходимостью находить нестандартные решения. Спортивные сооружения должны отвечать целому ряду особых требований в части теплоизоляции, акустики и т.п.

Сэндвич-панели поэлементной сборки

В настоящее время, решить весь комплекс обозначенных проблем позволяет использование *современных технологий строительства на основе легких металлоконструкций (ЛМК) с использованием инновационных универсальных материалов для возведения ограждающих конструкций, таких как сэндвич-панели поэлементной сборки (СП ПС)*, позволяющая объединить достоинства традиционных сэндвич-панелей и навесных вентилируемых фасадов.

Причины использования металлоконструкций:

- Высокие скорости строительства;
- Простота и дешевизна создания спортивных сооружений с большими пролетами;
- Широкие архитектурные возможности;

Для России эта новая технология легких металлоконструкций (ЛМК) – хорошо забытая старая. Ведь еще при подготовке к Олимпиаде 1980 года в Москве с применением легких металлоконструкций были построены такие здания, как крытый стадион «Олимпийский» и плавательный бассейн на пр. Мира, велотрек в Крылатском, универсальный спортивный зал на ул. Лавочкина и др.

СП ПС представляет собой объемную конструкцию, основой которой является сэндвич-профиль – «корыто», изготовленное холодным формованием из покрытого полимером оцинкованного стального листа толщиной 0,8 или 1 мм. Сэндвич-профиль крепится непосредственно к каркасу здания, после чего в него вставляется утеплитель из легкой минеральной ваты, который закрывается гидроветрозащитной мембраной. Снаружи вся конструкция закрывается облицовкой. Толщина слоя утеплителя определяется теплотехническим расчетом.

Похожую конструкцию имеют и **кровельные СП ПС**. В базовом варианте теплоизоляция укладывается только в полость сэндвич-профиля. В варианте с дополнительным утеплением поперек сэндвич-профилей монтируются дополнительные Z-образные прогоны высотой от 50 до 200 мм, между которыми размещается второй слой теплоизоляции. Таким образом, «мостики холода» между металлическими элементами конструкции устраняются минимизацией пятна контакта и терморазделяющими полосами между ними. Максимальная толщина теплоизоляции в кровельных СП ПС может достигать 350 мм.

В целом СП ПС сочетают в себе преимущества традиционной сэндвич-панели и вентилируемого фасада, а ведь зачастую ключевой характеристикой спортивного сооружения являются его внешний вид и архитектура.

Поэтому среди очевидных достоинств СП ПС следует особо выделить:

- Возможность применения различных видов облицовки, в качестве которой могут быть использованы профлист, стальной сайдинг, линейные панели, фасадные кассеты или керамогранит.

Благодаря наличию вентиляционного зазора между фасадной облицовкой СП ПС и утеплителем, последний всегда быстро просыхает, поэтому зданию из СП ПС не страшны повышенная влажность воздуха и суточные перепады температур. Это продлевает долговечность конструкции и повышает ее теплотехнические свойства.

Особенности остекления спортивных зданий

Так же, характерной архитектурной особенностью многих современных спортивных объектов является большие площади остекления. Поэтому при проектировании и строительстве зданий, которые должны отвечать высоким стандартам энергоэффективности и экологической безопасности, особое внимание уделяется теплосберегающим характеристикам оконных конструкций. О потенциальной экономии энергоресурсов и бюджетных средств позволяет судить мониторинг ранее построенного объекта – сервисно-учебного центра «Биатлон» в Уфе. Там компанией «Надежные окна» были смонтированы энергосберегающие пластиковые окна на основе профиля PROPLEX-Optima. За зиму 2009-2010 года за счет снижения теплопотерь затраты на отопление этого спортивного комплекса сократились на 15%.

Перечень широкоиспользуемых теплоизоляционных материалов в России

Наряду с вышеперечисленными технологиями в строительстве современного спортивного объекта широко используются штукатурные системы теплоизоляции, которые обеспечивают эффективную экономию энергоресурсов – снижение до 40% затрат на отопление зимой и кондиционирование воздуха летом.

В отечественной практике для утепления ограждающих строительных конструкций наибольшее применение нашли теплоизоляционные плиты из минеральной ваты из расплава горных пород (базальтовое волокно), такие как:

- теплоизоляционные изделия марки «Термо» (ОАО «Термостепс»)
- теплоизоляционные плиты производства ЗАО «Минеральная вата» («Rockwool»)
- теплоизоляционные плиты «Техно» (АКСИ, компания «Тех-ноНИКОЛЬ») и «Isoroc»
- изделия стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем производства концерна «Сан-Гобэн Изовер»
- теплоизоляционные изделия «URSA-GLASSWOOL».

В ненагруженных строительных конструкциях эффективно применение легких плит и матов из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем, легких плит и матов из минеральной ваты на основе базальтового волокна, в том числе супертонкого.

Получили распространение конструкции ограждений с экструдированным пенополиэтиленом в качестве утеплителя. Плиты из экструдированного пенополистирола марки «Пеноплэкс» применяются для утепления наружных стен зданий в сочетании со штукатурным покрытием, в инверсионных кровлях, в стеновых и кровельных «сэндвич»-панелях и колодезной кладке с облицовкой мелкоштучными изделиями (лицевым кирпичом).

Помимо этого, широкое применение нашли изделия признанных на мировом рынке фирм:

- теплоизоляционные плиты, изготовленные из базальтовых горных пород «Paroc» (Швеция), «Rockwool» (Дания), «Nobasil» (АО «Изомат», Словакия).

Для теплоизоляции стен, покрытий зданий, а также подземных частей зданий (фундаментные стены), и для производства «сэндвич»-панелей распространено применение:

- экструдированного пенополистирола «Styrodur» концерна BASF AG (Германия) и материалов ряда «Styrofoam» фирмы DOW CHEMICAL COMPANY LTD (Великобритания). Эти плиты эффективно применяются и в инверсионных кровлях.

Получают распространение плиты (блоки) из пеностекла «Фомглас», применение которых наиболее эффективно для утепления покрытий зданий и сооружений.

Применение высококачественных теплоизоляционных материалов, предназначенных для применения в строительных конструкциях, повышает энергоэффективность ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий и является реальным вкладом в решение задачи энергосбережения в строительном секторе экономики России.

Библиографический список

1. Ананьев А. И. Физико-технические основы создания энергоэкономичных стен для жилых зданий // Теплый дом, универсальный справочник застройщика. ИА «Норма», М., 2000, с. 115-120.
2. Ананьев А. И., Лобова О.И. Влияние технологических и эксплуатационных факторов на долговечность стен и покрытий утеплителя // Строительный эксперт, №2, 2003.
3. Король Е.А. Эффективные ограждающие конструкции современных жилых зданий // Теоретические основы строительства: Сб. тр. 9-го Польско-российского научн. Семинара.-М.: Издательство АСВ, 2000. С. 145-150.
4. Галашов Ю. Теплоизоляционные изделия URSA® в ограждающих конструкциях зданий // Технологии строительства. 2002 . №6. С. 72-73.
5. Семенова Э.Е. Современные вопросы энергосбережения в архитектуре. Материалы научно-технической конференции «Международные дни архитектуры». Москва. 2010., с.5-7.

References

1. Ananiev A. I. Physical-technical bases of creation of energy efficient walls for residential buildings // Warm house, the Handbook of the developer. News Agency "Norma", M, 2000, p. 115-120.
2. Anan'ev A. I., Lobova I. the Impact of technological and service factors, on the durability of walls and coverings of a heater // Construction expert, №2, 2003.
3. King E.A. Effective walling modern residential buildings Theoretical fundamentals of construction: Sat. Tr. 9th Polish-Russian scientific. Seminar.-M: Publishing house of the DIA, 2000. С. 145-150.
4. Galashov Yu. URSA Insulating products® in protecting designs of buildings // construction Technologies. 2002 . №6. С. 72-73.
5. Semenova E.YE. Modern energy saving issues in architecture. Materials of the scientific-technical conference "International days of architecture". Moscow. 2010., pp.5-7.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Магистрант кафедры отопления и вентиля-
ции М.В. Гончарова
Канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазо-
снабжения и нефтегазового дела
Д.Н. Китаев
Канд. техн. наук, проф. кафедры отопления
и вентиляции Т.В. Щукина
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Undergraduate of the of heating and ventilation
Dept. M.V. Goncharova
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the heatgassupply
and oil and gas business Dept.
D.N. Kitayev
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the heating and ven-
tilation Dept. T.V. Shchukina
Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

М.В. Гончарова, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Рассматриваются ресурсы энергосберегающего эффекта при примене-
нии лакокрасочных покрытий нового поколения. Обосновываются преиму-
щества данных материалов в качестве отделки фасадов зданий.

Ключевые слова: энергосбережение, лакокрасочные покрытия с нанокomпонентами.

M.V. Goncharova, D.N. Kitayev, T.V. Shchukina

PAINT AND VARNISH COVERINGS OF NEW GENERATION AS EFFECTIVE AND TECHNOLOGICAL WAY OF ENERGY SAVING

Resources of energy saving effect are considered at application of paint and
varnish coverings of new generation. Advantages of these materials as finishing of
facades of buildings locate.

Keywords: energy saving, paint and varnish coverings with nanocomponents.

Интенсивное развитие стройиндустрии, наблюдаемое в последние десятилетия, сопро-
вождается внедрением технологий, призванных снижать потребление ресурсов, как при про-
изводстве строительных материалов, так и при дальнейшей эксплуатации возводимых со-
оружений.

Сокращение затрат посредством уменьшения толщины наружных ограждений, существ-
венно влияющее на конечную стоимость полезной площади зданий, как правило, достигается
применением эффективных утеплителей, таких как, минеральная вата, пенополистирол, в
том числе эструдированный, стекловолокно и др. [1]. Для закрепления тепловой изоляции на
строительных конструкциях с последующим укрытием облицовочным материалом, исполь-
зуются достаточно трудоемкие технологии, преимущество соблюдения которых может быть
в полной мере обеспечено только при строительстве новых сооружений. В случае необходи-
мости утепления зданий, эксплуатируемых на протяжении длительного срока, особенно при
поставленных задачах устранения отклонений параметров микроклимата от нормируемых

значений [2, 3], а так же относящихся к памятникам архитектуры [4], технологичным и эффективным будет применение энергосберегающих фасадных покрытий.

Изначально, В США была поставлена задача получить жидкую тепловую изоляцию в Национальном Аэрокосмическом Агентстве для космических аппаратов. Разработанное в результате экспериментальных исследований покрытие стало значительным прорывом в области тепловой защиты и обладало свойствами, ранее не достижимыми. Единственная проблема состояла в том, что материал не выдерживал температуры более 120 °С и отваливался от поверхности при температурах свыше 180 °С. Это обстоятельство не удовлетворяло требуемым условиям NASA, но достигнутые показатели стали интересными для промышленности, в том числе и для стройиндустрии, что способствовало дальнейшему интенсивному развитию изоляции данного класса.

Такие окрасочные составы применялись для защиты кровельного материала, в конечном итоге способствующей увеличению его долговечности и отражению солнечной радиации в теплый период года. Полученные оригинальные формулы продуктов были похожи на краску с добавлением керамических твердых компонентов. В качестве примера можно привести материалы серии Thermo-Shield, которые поставляются сегодня в Россию из Германии и широко применяются, в том числе, и как защитные покрытия для фасадов зданий.

С заменой твердых компонентов на полые керамические шарики лакокрасочные материалы обрели новые свойства. Разработанные технологии получения керамических микросфер обеспечивают такое разряжение в их полостях, что находящийся внутри воздух значительно меняет свою теплопроводность от общеизвестных значений 0,023-0,026 Вт/(м·°С). Согласно данным [5] коэффициент теплопроводности керамической микросферы диаметром 10-30 мкм составляет 0,00083 Вт/(м·°С), что позволяет материалы на их основе относить к высокой категории теплоизоляторов.

Появившиеся на Российском рынке вследствие активных разработок лакокрасочные покрытия «НаноакрилTM», «Теплокрас», «Альфатек», «Теплос-топ», «Аврора», «Корунд®», «Moutrical» и т. д. характеризуются низкой теплопроводностью, достигающей по сведениям производителей 0,001 Вт/(м·°С) [3, 4]. Такая величина позволяет при окраске здания сократить потери теплоты через наружные ограждения, что при значительных размерах объектов застройки может обеспечить существенную экономию тепловой энергии [4, 6].

Несмотря на перспективность использования перечисленных лакокрасочных материалов существует мнение, что стоимость покрытий превосходит затраты на обустройство традиционных способов утепления конструкций при неконкурентоспособном энергосберегающем эффекте. Рассмотрим этот вопрос на примере таких покрытий как «Корунд®», «Альфатек», «Магнитерм», «Темп-Соат».

При работе с перечисленными лакокрасочными материалами толщина технологического слоя в зависимости от модификации состава достигает 0,4-1 мм. Норма расхода при толщине покрытия 1 мм, как правило, составляет 1 л на 1 м² окрашиваемой поверхности. Стоимостные показатели, отнесенные к 1 л окрасочных материалов, то есть затраты денежных средств на 1 м² покрытия, приведены на диаграмме (рис. 1). Для сравнения показана (рис. 1) стоимость 1 м² вентилируемого фасада, утепленного матами из минеральной ваты толщиной 50 мм и стоимостью 150 руб/м².

Достижимые теплозащитные свойства можно оценить посредством определения термического сопротивления лакокрасочного покрытия толщиной в 1 мм при его нанесении в один или два слоя. С учетом теплотехнических характеристик, представленных производителями, полученные термические сопротивления покрытий, а также минеральной ваты толщиной 50 мм, показаны на рис. 2.

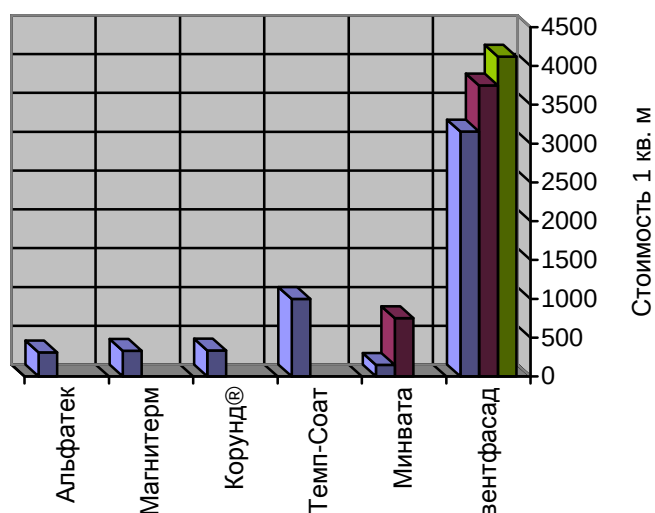


Рис. 1. Стоимостные показатели, руб/м², различных лакокрасочных материалов, минеральной ваты с минимальной и максимальной ценой и вентилируемых фасадов с керамогранитом, металлокассетами, композитом, расположенных в порядке увеличения затрат

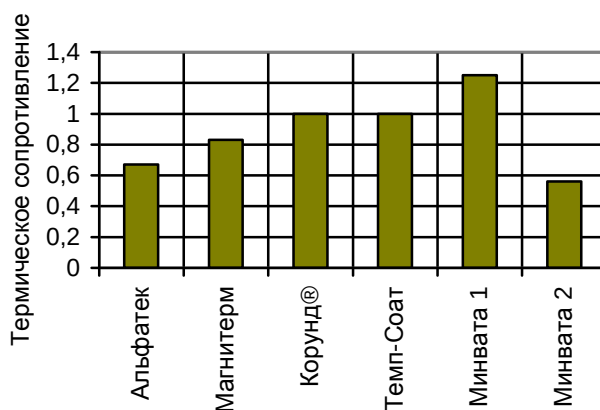


Рис. 2. Термическое сопротивление, (м·°C)/Вт, лакокрасочных покрытий и минеральной ваты: 1 - с коэффициентом теплопроводности 0,04 Вт/(м·°C); 2 - с 0,09 Вт/(м·°C)

Учитывая представленные на рис. 1, 2 данные можно заключить, что способ утепления наружных ограждений посредством лакокрасочных покрытий нового поколения эффективен и не является дорогостоящим. Так например, вентилируемые фасады с облицовкой керамогранитом и с матами из минеральной ваты (рис. 2), имеющей низкие теплоизоляционные показатели (2) превосходят по затратам более чем в 9 раз. Следует так же отметить, что срок службы лакокрасочных покрытий при нормальной эксплуатации не менее 10 лет, а при строгом соблюдении технологии нанесения может составлять 20 лет, по истечении которого не проводится сложный демонтаж как в случае вентилируемых фасадов.

Библиографический список

1. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. Эффективные утеплители в ограждающих конструкциях зданий// Энергосбережение, 2000, № 3, с. 39-42.
2. Жерлыкина М.Н., Холодов А.В. Энергосбережение при кондиционировании воздуха и холодоснабжении зданий// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения, 2011, № 1, с. 51-57.

3. Жерлыкина М.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение общественных зданий. Воронеж., Воронежский ГАСУ, 2011, 128 с.
4. Королев Д.Ю., Тертычный О.В., Семенов В.Н., Щукина Т.В. Фасадные краски нового поколения и температурный режим наружных ограждений при их применении// Изв. Вузов «Строительство», 2011, № 1, с. 93-99.
5. Физические величины. Справочник/ Под ред. Григорьева И.С., Мейлихова Е.З. М., Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.
6. Семенов В.Н., Китаев Д.Н., Щукина Т.В., Королев Д.Ю. Энергосбережение и повышение энергоэффективности для объектов социальной сферы. Энергосбережение, 2010, № 6, с. 38-43.

References

1. Shoykhet B. M., Stavritskaya L.V. Effective heaters in protecting designs of buildings//Energy saving, 2000, No. 3, sec. 39-42.
2. Zherlykina M. N., Holodov A.V. Energy saving at air conditioning and cold supply of buildings//the Scientific magazine. Engineering systems and constructions, 2011, No. 1, sec. 51-57.
3. Zherlykina M. N. Air conditioning and cold supply of public buildings. Voronezh, Voronezh GASU, 2011. 128 sec.
4. Korolev D.Yu., Tertychny O. V., Semenov V. N., Schukina T.V. Front paints of new generation and temperature mode of external protections at their application//News of Higher education institutions "Construction", 2011, No. 1, sec. 93-99.
5. Physical quantities. The reference book / Under edition Grigoryev I.S., Meylikhova E.Z. M, Energoatomizdat, 1991. 1232 sec.
6. Semenov V. N., Kitayev D. N., Schukina T.V., Korolev D.Yu. Energy saving and energy efficiency increase for objects of the social sphere. Energy saving, 2010, No. 6, sec. 38-43.

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

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
A.V.Ukolova cand. of techn. science,
professor of the chair of materials and tech-
nology of building materials and construction
A.E. Turchenko cand. of techn. science,
associate professor of the chair of materials
and technology of building materials and
construction
Russia, g Voronezh, ph. + 7 (473)2- 71-53-35*

А.В. Уколова, А.Е. Турченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ОПАЛОВИДНЫХ КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ПОРОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛИКАТНЫХ АВТОКЛАВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена теоретическим и практическим исследованиям возможности использования цеолитсодержащих кремнеземистых пород при производстве силикатных материалов. Определены рациональные составы шихты, с использованием которых достижимо значительное повышение прочности на сжатие автоклавного силикатного бетона при сохранении его уровня качества.

Ключевые слова: известь, известково-песчаная смесь, опаловидные кремнеземистые породы, силикатный кирпич.

A.V. Ukolova, A.E. Turchenko

USE TSEOLITSODERZHASHCHIKH OPALOIDNYKH OF SILICIC BREEDS BY PRODUCTION OF SILICATE AUTOCLAVE MATERIALS

Article is devoted to theoretical and practical researches of possibility of use the the tseolitsoderzhashchikh opalovidnykh of silicic breeds by production of silicate materials. Rational compositions of furnace charge with which use substantial increase of durability on compression of autoclave silicate concrete at preservation of its level of quality is achievable are defined.

Keywords: lime, lime-sandy mixture, opalovidnykh of silicic breeds, lime-and-sand brick.

Традиционная технология получения силикатных автоклавных материалов в основном основана на применении кальциевой воздушной извести (CaO) и кварцевого песка (SiO_2) кристаллической структуры [1]. При замене кварцевого песка опаловидным кремнеземом представляется возможным значительно уменьшить затраты на помол, автоклавную обработку, расширить сырьевую базу эффективных материалов.

Представителями опаловидного кремнезема ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - гидрат диоксида кремния) являются трепелы и опоки. Трепел — рыхлая или слабо сцементированная, тонкопористая

опаловая осадочная порода. Состоит из мелких сферических опаловых глобул размером 0,01 — 0,001 мм, с примесью глинистых минералов, глауконита, кварца, полевых шпатов. Опоки - кремнистая микропористая осадочная порода, сложенная более чем на половину хемогенным опалом, содержание его доходит до 90 %. Встречаются примеси кремневых остатков организмов, также мелких обломков кварца и полевых шпатов, зерен глауконита и глинистого вещества. Эти примеси являются активной составляющей сырьевой смеси, которая участвует в формировании комплексных цементирующих новообразований, валяющихся аналогами природных.

Известно, что на свойства искусственного конгломерата оказывает существенное влияние фазовый состав гидратных новообразований, скорость формирования и прочность связи в кристаллогидратных комплексах, поровая структура. Причем основные параметры, определяющие синтез искусственного камня в значительной степени зависят от состава и качества сырьевой смеси, условий гидротермального синтеза и твердения. Влияние указанных факторов на долговечность материалов неоднозначно и требует дополнительного исследования. Выбор нерациональных технологических параметров обычно является причиной получения с нестабильными физико-механическими свойствами. Следует отметить значительную роль выбора компонентов смеси и корректирующих добавок, оказывающих модифицирующее влияние на формирующуюся структуру конгломерата. Предпочтение при этом следует отдавать цеолитсодержащим опаловидным породам в обожженном виде [2]. В обожженном состоянии глинистые минералы взаимодействуя с щелочами образуют водостойкие гидроалюмосиликаты.

Целью данной работы было исследование возможности применения трепла и опоки, в необожженном виде и обожженных (при температуре 600 °С), для получения силикатного автоклавного материала требуемой прочности, при снижении средней плотности.

В качестве сырьевых материалов использовались известь негашеная кальциевая активностью 80 % с содержанием CaCO_3 не менее 95 %, песок Малышевского месторождения с содержанием SiO_2 не менее 90 % дисперсностью 200 м²/г. По данным химического анализа трепел содержит SiO_2 - 70±7 %, Al_2O_3 - 15±1,5 %, F_2O_3 - 4±1%, CaO - 3±0,5 %. Опока содержит SiO_2 - 85 %, Al_2O_3 - 5 %, F_2O_3 - 1%, CaO - 0,5 %. Они измельчались до дисперсности 350 м²/г.

Для снижения водопотребности вводились добавки С-3 и «Пластил», пластифицирующие смесь и ускоряющие твердение образцов. Дозировка С-3 изменялась в интервале 0,5 – 1 % от массы сырьевой смеси, а «Пластила» - 0,5 - 1,5 %.

Автоклавная обработка отформованных образцов проводилась при температуре 175 °С, а изотермическая выдержка составляла 4 и 6 ч. После ТВО образцы выдерживались сутки в естественных условиях и подвергались физико-механическим испытаниям.

На первом этапе исследований изучалось влияние замены кварцевого песка в составе известково-кремнеземистого вяжущего опаловидным кремнеземом на физико-механические свойства силикатного камня. Также на этом этапе было определена массовая доля и влияние добавок суперпластификаторов на свойства, полученного материала.

Состав сырьевой смеси и результаты физико-механических испытаний, полученного материала представлены в таблице.

В ходе испытаний установлено, эффективной для 1 и 3 серии образцов является добавка С-3, а для 2 и 4 серии «Пластил», вводимые в смесь с массовой долей 0,5 %. Введение добавок обеспечивает увеличение прочностных показателей в 1,3 раза по сравнению с аналогичными показателями без добавок.

На втором этапе исследовалось влияние активизации алюминатной составляющей опаловидного кремнезема обжигом при температуре 600 °С с выдержкой 4 часа, на физико-механические свойства силикатного камня.

Физико-механические свойства полученного силикатного камня

№ серии	Состав вяжущего	Активность вяжущего, %	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент конструктивного качества
1	известь - песок	19	1300	34	20
2	известь - трепел	23	800	25	39
3	известь - песок - трепел (5 % от массы песка)	21	1100	30	25
4	известь - опока	22	860	25	34

В ходе испытаний установлено, эффективной для 1 и 3 серии образцов является добавка С-3, а для 2 и 4 серии «Пластил», вводимые в смесь с массовой долей 0,5 %. Введение добавок обеспечивает увеличение прочностных показателей в 1,3 раза по сравнению с аналогичными показателями без добавок.

На втором этапе исследовалось влияние активизации алюминатной составляющей опаловидного кремнезема обжигом при температуре 600 °С с выдержкой 4 часа, на физико-механические свойства силикатного камня.

В результате активизации прочность при сжатии образцов 2 серии увеличилась в 1,4 раза по сравнению с аналогичными составами, не подвергнутыми обжигу, и составила 35 МПа при средней плотности 800 кг/м³.

Показано, что замена кварцевого песка на опаловидный кремнезем обеспечивает получение силикатного автоклавного материала с прочностью от 2 до 4,5 МПа и средней плотностью от 300 до 500 кг/м³.

Выводы

Выполненные исследования позволяют заключить, что применение цеолитсодержащих опаловидного кремнезема, особенно трепела, снижает затраты помол сырья, на автоклавную обработку изделий и увеличивает прочность материала, особенно при применении пластифицирующих добавок.

Полученный силикатный бетон может использоваться в качестве мелкоштучного стенового теплоизоляционного материала в сборном и монолитном строительстве.

Библиографический список

1. Уколова А.В., Чернушкин О.А., Турченко А.Е. Силикатный кирпич, модифицированный гидравлической известью /А.В. Уколова, О.А. Чернушкин, А.Е. Турченко – Воронеж, «Высокие технологии. Экология» 2011, – С. 56-58.
2. Чухров Д.В. Коллоиды в земной коре/Д.В. Чухров. – М., АН СССР, 1961. – с. 667.

References

1. Ukolova A.V. ,Chernushkin O.A. , Turchenko A.E. The lime-and-sand brick modified by the hydraulic lime/ A.V.Ukolova, O.A. Chernushkin, A.E. Turchenko - Voroneg, 2011. – P. 56-58.
2. Chuxrov D.V. The colloid of the earth's crust./ D.V. Chuxrov, -M.,AN USSR, 1961. – p. 667.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 744:725.7

<i>Воронежский государственный архитектурно-строительный университет</i>	<i>The Voronezh state architecturally-building university</i>
<i>Канд. техн. наук, доцент кафедры информатики и графики</i>	<i>Cand. Sci. Tech., assistant professor Chair of Informatics and Graphics</i>
<i>Н.Л. Золотарева</i>	<i>N.L. Zolotareva</i>
<i>Ст. преподаватель кафедры информатики и графики</i>	<i>Senior Teacher of the Chair of Informatics and Graphics</i>
<i>Л.В. Менченко</i>	<i>L.V. Menchenko</i>
<i>Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)36-94-90;</i>	<i>Russia, Voronezh, ph. 8(4732) 36-94-90</i>
<i>e-mail: kadr@yandex.ru</i>	<i>e-mail: kadr@yandex.ru</i>

Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ПЛАНА И РАЗРЕЗА ЗДАНИЯ

В статье приведены результаты анализа возможных методов, реализованных в графическом редакторе AutoCAD 2012, которые могут использоваться для построения различных объектов на чертежах «Плана и разреза здания». Основное внимание уделено рассмотрению особенностей методов задания координат и командам мультитиния и объектная привязка.

Ключевые слова: план здания, графический редактор, графические методы построения чертежей, методы задания координат, мультитиния, объектная привязка.

N.L. Zolotaryeva, L.V. Menchenko

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ABOUT RATIONAL USE OF METHODS OF COMPUTER GRAPHICS AT IMPLEMENTATION OF DRAWINGS OF THE PLAN AND THE BUILDING SECTION

Results of the analysis of the possible methods realized in the graphic AutoCAD 2012 editor which can be used for creation of various objects on drawings "The plan and a building section" are given in article. The main attention is paid to consideration of features of methods of a task of coordinates and teams the multiline and an object binding.

Keywords: building plan, graphic editor, graphic methods of creation of drawings, methods of a task of coordinates, multiline, object binding.

Современный этап развития градостроительства характеризуется интенсивной информатизацией. Существенную роль в этом играет система образования.

На первом курсе обучения закладывается основа фундаментальной базы инженеров, специалистов, бакалавров, которая позволит студентам успешно осваивать технические дис-

циплины на старших курсах, а затем, после окончания ВУЗа быстро ориентироваться в нестабильной ситуации рынка инженерного труда. Одной из необходимых дисциплин при подготовке инженерных кадров является «Компьютерная графика». Эта дисциплина способствует выработке у студентов навыков выполнения чертежей на компьютере.

Опыт преподавания компьютерной графики показал, что наибольшую сложность у студентов вызывают графические работы, связанные с построением чертежей плана здания (рис.) и его разреза из-за большого количества параллельных линий [1].

Рис. Пример выполненного чертежа «План здания»

Основными особенностями методов задания координат являются следующие.

В основе метода абсолютных координат лежит стандартная система прямоугольных координат (X, Y). Построение чертежей выполняется при помощи команды отрезков на панели инструментов. Этот метод является простым и удобным при построении различных чертежей.

Этот метод имеет большие возможности, но отличается сложностью при построении чертежей из-за необходимости постоянного отслеживания последующих координат точек

относительно предыдущих значений координат. Его предпочтительно использовать студентам, имеющим опыт работы с графическим редактором.

В методе *относительных полярных координат* помимо значка @ используется графическое обозначение угла. Все координаты точек задаются относительно предыдущей точки, и добавляется значение угла, под которым будет располагаться отрезок или прямая. Отсчет углов идет против часовой стрелки. Этот метод также является достаточно сложным при построении чертежей из-за необходимости постоянного отслеживания последующих координат точек относительно предыдущих значений, углов и направления отрезков (задаются положительные или отрицательные координаты).

Метод задания направлений и расстояний - комбинированный. Он объединяет метод относительных полярных координат и интерактивный метод. Это метод не сложен в использовании, но его недостатком является невысокая точность.

При необходимости чертить ломаные линии с одновременным проведением ряда параллельных линий предпочтительнее использовать команду мультилиния. Особенностью этой команды, является то, что в ней указывается ширина линии. Построив мультилинию по оси и создав ее стиль, можно задавать отступ на привязку и на оставшуюся толщину стены, что значительно сокращает время вычерчивания стен и перегородок за счет одновременного построения двух параллельных линий. Использование этой команды для построения чертежей представляется очень удобным и не сложным.

Для разработки чертежей «Плана и разреза здания» также могут использоваться команды объектной привязки. Эти команды позволяют чертить с большей точностью, чем изображения, вычерченные "на глаз". Объектная привязка необходима, когда построение одних фигур привязывается к точкам, расположенным на контуре или в центре других объектов. Однако, использование команд объектной привязки более трудоемко по сравнению с другими способами построений.

Выводы

1. Для построения чертежей «Плана и разреза здания» с использованием графического редактора AutoCAD 2012 могут применяться различные методы.

2. Большими возможностями для построения чертежей зданий обладают методы относительных полярных координат и относительных прямоугольных координат, а также объектная привязка. Однако, они являются сложными и могут быть рекомендованы для освоения только студентам, имеющим навыки работы с графическим редактором AutoCAD 2012.

3. Для обеспечения успешного выполнения студентами чертежей «Плана и разреза здания» с использованием программы AutoCAD 2012 за ограниченное учебное время (1 семестр), предпочтительным для преподавания является использование метода абсолютных координат и команды мультилиния.

Библиографический список

1. Золотарева Н.Л. Инженерная графика: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 120300 (560600) «Землеустройства и кадастры» / Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко. – Воронеж, 2013. – 111 с.

2. Жарков Н.В. AutoCAD 2012 / Жарков Н.В., Прокди Р.Г., Финков М.В. – Харьков: Наука и Техника, 2012. – 624 с.

References

1. Zolotareva N. L. Engineering graphics: the manual for the students who are training in the direction 120300 (560600) "Land management and inventories" / N. L. Zolotareva, L.V. Menchenko. – Voronezh, 2013. – 111 p.

2. Zharkov N. V. AutoCAD 2012 / Zharkov N. V., Prokdi R. G., Finkov M. V – Kharkov: Science and Equipment, 2012. – 624 p.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 621.671.2

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет,
Кандидат технических наук, доцент
кафедры отопления и вентиляции
М.Н. Жерлыкина
Магистрант кафедры отопления и венти-
ляции О.В. Бавыкина
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21*

*The Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering,
Candidate of Technical Sciences, the senior
lecturer of the department heating and ventila-
tion chairs M. N. Zherlykina
Undergraduate of chair of heating and ventila-
tion O.V. Bavykina
Russia, Voronezh, ph.: +7(473)271-53-21*

М.Н. Жерлыкина, О.В. Бавыкина

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ

Рассматриваются основные направления совершенствования пылеулавливающих установок для повышения степени очистки газов от пыли и эффективности их работы. Проблема низкой эффективности внедряемого пылеулавливающего оборудования актуальна и является по официальным данным причиной того, что 53% городского населения России проживают в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: пылеулавливающее оборудование, электрофильтр, рукавный фильтр, осадительные электроды, коронирующие электроды, диэлектрическая площадка.

M.N. Zherlykina, O.V. Bavykina

MAIN DIRECTIONS PERFECTINGS ELECTRIC FILTERS

The main directions of perfecting of dust removal systems for increase of extent of purification of gases from a dust and effectiveness of their work are considered. The problem of low effectiveness of introduced dust-separating inventory is actual and is according to official figures the reason of that 53% of urban population of Russia live in areas with a high level of pollution of free air.

Keywords: dust-separating inventory, electric filter, bag filter, the precipitation electrodes which are to display corona discharging electrodes, dielectric platform.

Атмосфера является основной составляющей биосферы, подверженной техногенному воздействию. Из атмосферы загрязнения переходят на поверхность суши, водную поверхность и биоту. Основными промышленными загрязнителями атмосферы являются: теплота, электромагнитные поля (в том числе ионизирующие), оксиды азота, серы углерода, углеводороды, частицы (в том числе тяжёлые металлы), хлорфторметаны и хлорфторуглероды. Некоторые загрязнители поступают в атмосферу в ходе естественных природных процессов. Так, вулканическая деятельность, дыхание живых организмов, сжигание ископаемого топли-

ва – основные источники углекислого газа; вулканическая деятельность и работа двигателей внутреннего сгорания – источники оксида углерода; источниками углеводородов являются растения, бактерии и двигатели внутреннего сгорания; оксидов серы – вулканическая деятельность, морские бризы, бактерии, сжигание углеводородного топлива; органических веществ – химическая промышленность, лесные пожары, сжигание топлива и отходов, сельское хозяйство (пестициды) и т.п. [1].

Вопросы защиты атмосферного воздуха от загрязнений всё больше приобретают проблемный характер. Так, 24 сентября 2013 г. Генеральная прокуратура РФ опубликовала результаты проверок и установила, что 53% городского населения России проживает в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Причиной этого названа низкая эффективность внедряемого пылеулавливающего оборудования.

Решение о проектировании пылегазоочистного оборудования следует принимать лишь после того, как путем анализа будет доказана невозможность обеспечения предельно допустимого выброса (ПДВ) иными мерами. Далее необходимо определить, какая должна быть эффективность очистки выброса. По величине требуемой эффективности очистки выбросов и виду загрязняющего вещества устанавливается тип пылеочистного оборудования и техническая возможность его применения [2]. Для очистки технологических газов от вредных пылей многие ответственные отрасли промышленности (теплоэнергетика, металлургия, промышленность строительных материалов и др.) применяют электрофильтры. Эти аппараты позволяют осуществлять очистку больших объёмов запылённых газовых потоков. В связи с ужесточением требований к количеству пыли в газах после очистки возникает необходимость в повышении эффективности очистки в аппаратах. Снижение вредных выбросов простым увеличением габаритов аппарата, несмотря на значительные материальные затраты, не всегда позволяет достичь требуемого эффекта. Наиболее перспективными являются способы повышения эффективности очистки, основанные на изучении процессов, происходящих в аппаратах в целях их интенсификации. В этой ситуации интенсификация возможна лишь с применением новых технических и конструктивных решений и идей, т.е. путём модернизации. [3].

Рассмотрим новейшие разработки среди электрофильтров. Одним из таких является электрофильтр, технической задачей которого является повышение степени очистки газов и эффективности работы (Рис. 1).

Техническая задача решается за счет того, что в электрофильтре, содержащем корпус, расположенные в нем и сгруппированные по ходу газа по электрическим полям осадительные электроды и коронирующие электроды с системами подвеса, механизмы встряхивания, высоковольтные источники питания, с одной стороны посредством изоляторов соединенные с механизмами встряхивания, а с другой стороны посредством установленных на ригельных балках корпуса опорных изоляторов – с коронирующими электродами, ибункеры, опорные изоляторы соседних электрических полей установлены в ригельной балке корпуса в шахматном порядке, причем расстояние между верхними токоведущими частями изоляторов равно 1,0-1,2 минимального расстояния между осадительными и коронирующими электродами, а расстояние между системами подвеса соседних сгруппированных коронирующих электродов равно 1,5-2,0 этого минимального расстояния, при этом стенки всех ригельных балок корпуса снабжены изолирующим экраном. Минимальное расстояние определено по результатам проведенных испытаний, которые показали, что для повышения уровня рабочего напряжения и токов короны оно должно превышать разрядное расстояние в активной зоне электрофильтра.

Выполнение электрофильтра предложенной конструкции позволяет увеличить активную длину аппарата и повысить эффективность очистки.

Электрофильтр работает следующим образом. Запыленный газовый поток поступает в пространство между осадительными 4 и коронирующими 5 электродами, где под действием электрического поля высокого напряжения частицы пыли заряжаются с помощью коронного разряда, движутся к осадительным и коронирующим электродам и оседают на них. Под дей-

ствием механизмов встряхивания 7 осевшая пыль удаляется в бункер 13. Для повышения эффективности работы увеличено время пребывания пылегазового потока в объеме аппарата за счет уменьшения межэлектродного пространства и соответственно увеличения активной длины аппарата в том же габарите корпуса. Предлагаемое расположение опорных изоляторов исключает пробой и повышает степень очистки электрофильтра [4].

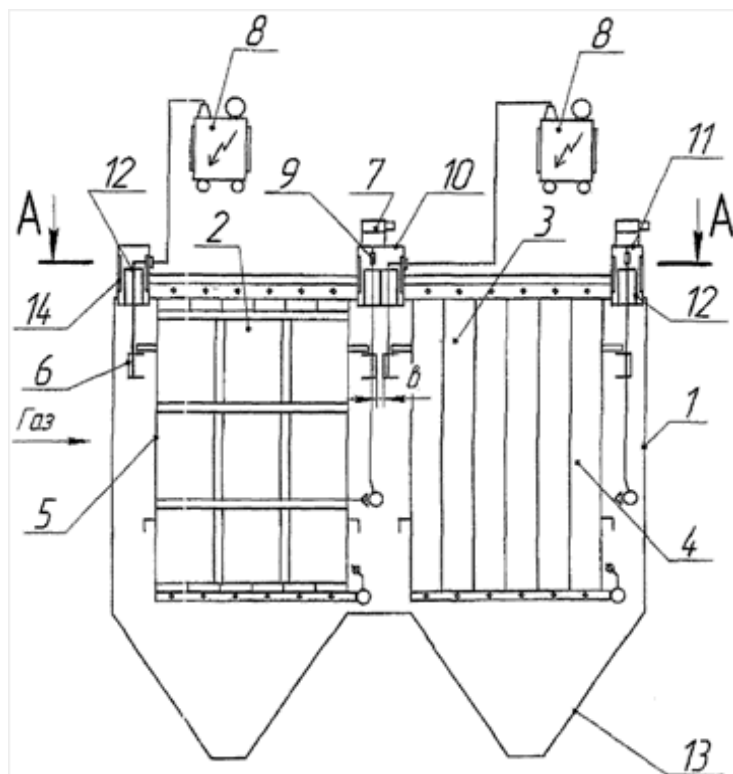


Рис. 1. Электрофильтр:

1 - корпус; 2, 3 – электрические поля; 4 – осадительные электроды; 5 – коронирующий электрод; 6 – система подвеса; 7 – механизм встряхивания; 8 – высоковольтные источники питания; 9 – изоляторы; 10 – ригельные балки; 11 - корпус опорных изоляторов; 12 – изоляторы; 13 - бункер

При разработке новых технических решений по совершенствованию электрофильтров учитываются следующие общемировые тенденции по развитию электрической очистки газов, а именно:

- увеличение межэлектродного расстояния (позволяет существенно снизить металлоёмкость при сохранении эффективности очистки);
- увеличение активного объёма аппарата (позволяет повысить эффективность очистки в условиях ограничения размеров в плане, в частности при реконструкции действующих электрофильтров);
- применение специальных коронирующих элементов (позволяет повысить эффективность очистки за счёт различных конструктивных решений коронирующих элементов ленточного профиля);
- применение специальных источников питания, их систем управления и автоматизации режимов встряхивания (возможность реализовывать различные алгоритмы регулирования напряжения, позволяющие поддерживать более высокий уровень среднего рабочего напряжения в электрофильтре, близкий к максимальному пробивному напряжению, а также обеспечивать согласование режимов встряхивания с режимами электропитания).

Увеличение межэлектродного расстояния обеспечивает сохранение эффективности очистки и снижение массы механических конструкций. Однако с увеличением межэлектрод-

ного расстояния снижается долговечность механических конструкций электрофильтров, так как нарастание оптимального для встряхивания слоя пыли на пластинах электродов осуществляется за меньшее время, что предполагает более частое ударное воздействие. Для повышения долговечности механических конструкций были разработаны конструкции осадительных и коронирующих электродов, обеспечивающие повышенный на 50% и более уровень динамических ускорений при одинаковой ударной нагрузке.

Выводы

В данной статье были рассмотрены основные направления совершенствования электрофильтров и новейшей разработки электрофильтра. На рис. 2 приведен сравнительный анализ работы электрофильтров ЭГА-М и запатентованного изобретения электрофильтра. Во втором электрофильтре отмечается повышение степени очистки газов (до 99,9%) и эффективности работы (до 99%), а также снижение металлоёмкости на 20%. Данная установка более совершенна и соответствует требованиям по очистке воздуха от пыли, предъявляемые к электрофильтрам.

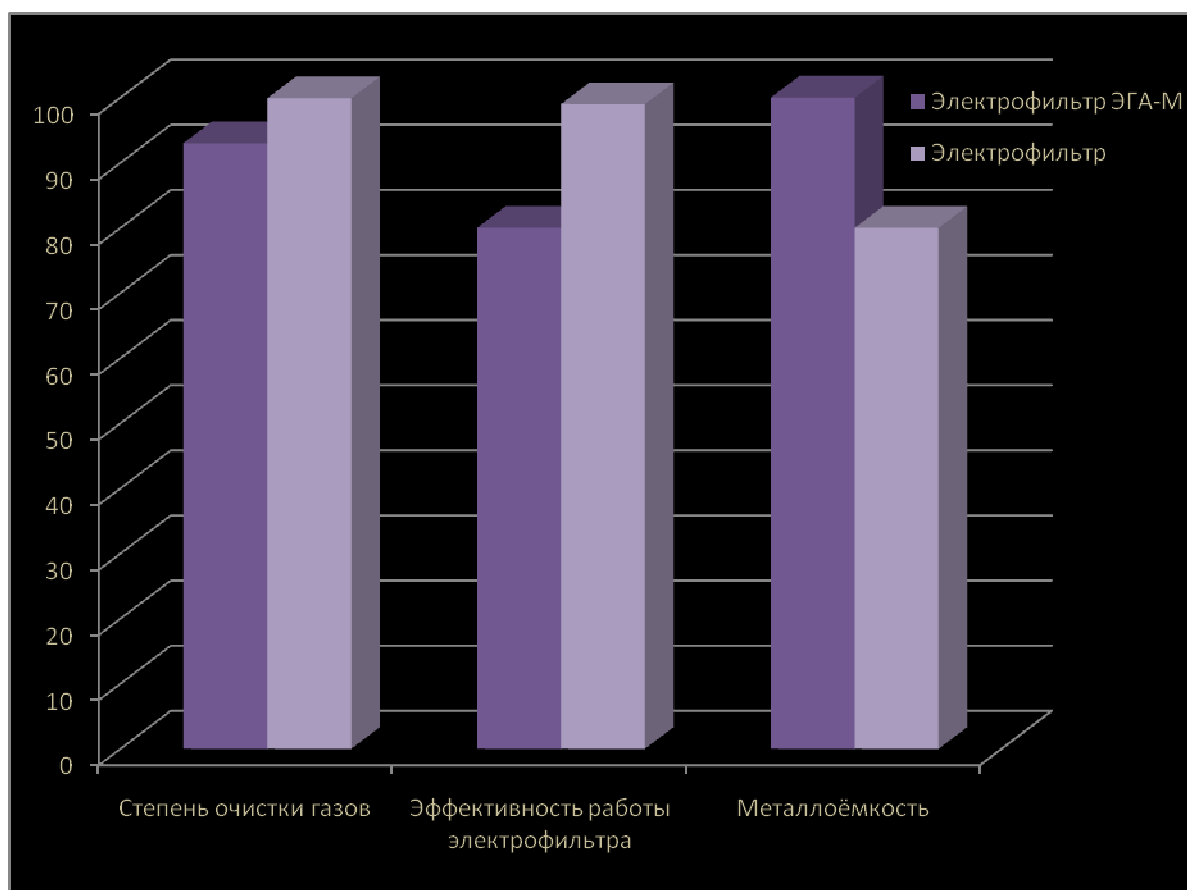


Рис. 2. Сравнительный анализ работы электрофильтра ЭГА-М и электрофильтра (запатентованное изобретение)

Следует отметить, что использование пылеулавливающего оборудования требует глубокого технического осмысления и проработки. Не все производители являются современными. Некоторые зарубежные фирмы предлагают на российский рынок технические решения, которые были разработаны в СССР в 1960-1970-х гг. и сейчас уже признаны малоэффективными.

Библиографический список

1. Ахобадзе Г.Н. О загрязнении атмосферы и методах контроля её состояния // Экология производства, 2010. - №1. - 35-38 с.
2. Полосин И.И. Охрана атмосферы от выбросов промышленной вентиляции и котельных // учебное пособие - ВГАСУ.- Воронеж, 2007.- 55 с.
3. Гузаев В.А., Троицкий А.А., Шастин С.Н. Основные направления совершенствования пылеулавливающего оборудования // Экология производства, 2014. - №3. - 72-77 с.
4. Патент РФ RU(11) 2 333 799(13) C1. Электрофильтр / Б.С. Федоров, М.Ю. Панкратов, А.Н. Пятигорский, Е.А. Карулин, Д.О. Иванов, А.С. Шапошник - Опубл. 20.09.2008 г.

References

1. Akhobadze G. N. About pollution of the atmosphere and control methods of its condition // Production Ecology, 2010 . - No. 1. - 35-38 p.
2. .Polosin I.I. Atmosphere protection from emissions of industrial ventilation and boiler rooms//the manual - VGASU. - Voronezh, 2007.-55 p.
3. Guzayev V.A. Main directions of perfecting of dust-separating inventory // Production ecology, 2014. - No. 3. - 72-77 p.
4. Patent Russian Federation RU(11) 2 333 799 (13) C1. The electric precipitator / B. S. Fedorov, M. Yu.Pankratov, A.N. Pyatigorsky, E.A. Karulin, D. O. Ivanov, A.S. Shaposhnik - Opubl. 20.09.2008.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет,
Кандидат технических наук, доцент
кафедры отопления и вентиляции
М.Н. Жерлыкина
Магистрант кафедры отопления и венти-
ляции О.В. Бавыкина
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21*

*The Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering,
Candidate of Technical Sciences, the senior
lecturer of the department heating and ventila-
tion chairs M. N. Zherlykina
Undergraduate of chair of heating and ventila-
tion O.V. Bavykina
Russia, Voronezh, ph.: +7(473)271-53-21*

М.Н. Жерлыкина, О.В. Бавыкина

ВАРИАНТНЫЕ РЕШЕНИЯ ОЧИСТКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Рассматривается эколого-экономическое обоснование выбора пылегазоочистного оборудования, устройства с подмешиванием наружного воздуха для снижения концентрации вредного вещества, дифференциация способов очистки в зависимости от аэродинамических характеристик вентиляционного оборудования и количества удаляемых вредных веществ на промышленном предприятии.

Ключевые слова: вентиляционные выбросы, пылегазоочистное оборудование, устройства снижения концентрации с подмешиванием наружного воздуха, дифференциация способов очистки.

M.N. Zherlykina, O.V. Bavykina

ALTERNATIVE SOLUTIONS OF CLEANING OF VENTILATING EMISSIONS OF IN- DUSTRIAL PRODUCTIONS

The choice ekologo-economic justification a heat - the gas-purifying equipment, the device with admixture of external air for decrease in concentration of harmful substance, differentiation of ways of cleaning depending on aerodynamic characteristics of the ventilating equipment and amount of deleted harmful substances at the industrial enterprise is considered.

Keywords: ventilating emissions, the dust-gas equipment, devices decrease in concentration with admixture of external air, differentiation of ways of cleaning.

Охрана воздушной среды от загрязнений промышленными выбросами, очистка промышленных выбросов входит в комплекс глобальных проблем охраны природы. Каждый год в атмосферный воздух попадает свыше тысячи тонн промышленной пыли и вредных газообразных веществ. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий отрицательно сказывается на экологии и здоровье населения.

Решение о проектировании пылегазоочистного оборудования следует принимать лишь после того, как путем анализа будет доказана невозможность обеспечения предельно допустимого выброса (ПДВ) иными мерами. Далее необходимо определить, какая должна быть эффективность очистки выбросов.

Экологически требуемая эффективность очистки выбросов, %, рассчитывается по формуле

$$E_{mp} \geq \frac{M_i - ПДВ_i}{M_i} * 100, \quad (1)$$

где M_i – фактическое количество загрязняющего вещества, выбрасываемого из источника, г /с;
 $ПДВ_i$ – предельно допустимый выброс в атмосферу, г /с.

По величине требуемой эффективности очистки выбросов и виду загрязняющего вещества устанавливается тип пылеочистного оборудования и техническая возможность применения. Выполняются технико-экономические расчеты с учетом конкретных условий платы за загрязнение окружающей природной среды. Учитываются капитальные затраты и эксплуатационные расходы, надежность работы оборудования, удобство его обслуживания и контроля, стоимость занимаемой площади и другие показатели. Особое внимание обращается на необходимость бесперебойной очистки выбросов. Для бесперебойной очистки выбросов предусматривается установка двух и более аппаратов. При этом при временном отключении одного из них остальные должны обеспечивать необходимую пропускную способность и эффективность.

При выборе способа очистки выбросов и пылегазоочистного оборудования необходимо учитывать свойства, параметры загрязняющих веществ, а также время накопления их в атмосфере. Целесообразно и с позиций экологических при особо неблагоприятных (штиль, туман) и в аварийных ситуациях предусматривать пылегазоочистную установку с повышенной эффективностью очистки выбросов, определяемой по формуле

$$E_{нов} = E_{mp} + E_{дон}, \quad (2)$$

где E_{mp} – требуемая эффективность очистки выбросов, определяемая по формуле (1);

$E_{дон}$ – дополнительная эффективность очистки выбросов, определяемая по расчету или натуральными испытаниями.

Тогда при особо неблагоприятных метеорологических условиях и аварийных ситуациях гигиенические нормативы в атмосферном воздухе населенных мест могут быть обеспечены работой пылегазоочистного оборудования с повышенной эффективностью очистки выбросов [1].

В качестве мероприятий по снижению загрязнения воздуха в работах [2-3] предлагается использование устройства с подмешиванием наружного воздуха к выбросу. В данных статьях разработан алгоритм для определения необходимого расхода подмешиваемого воздуха. Основное отличие работ в различиях методов определения необходимого количества подмешиваемого воздуха. Полученные данные позволяют использовать рассматриваемое устройство для снижения концентрации загрязняющего вещества в вентиляционном выбросе на производстве. Следует так же отметить, что традиционные устройства очистки очень громоздки, что уменьшает коэффициент полезного использования площадей объектов. Кроме того, из-за повышенного местного сопротивления очистных аппаратов, необходимы более мощные вентиляторы, что влияет на эксплуатационные и амортизационные затраты при работе оборудования [2].

Методический подход к очистке воздуха при выбросах химических веществ основан на базовых исследованиях различных её способов при массовых выбросах загрязняющих веществ, ограничения наложены на применимость этих методов.

В результате анализа основных процессов определены используемые вещества, характерные для ряда производств. К ним относятся азотная кислота, ацетилен, толуол, метан, стирол, хлор.

На рисунке представлена дифференциация способов очистки вредных веществ в зависимости от кратности воздухообмена вентиляции, $K_{ра}$, 1/ч, высоты трубы выброса, H , м,

площади реакционной части очистного оборудования, $F_{\text{реакц}}$, м^2 , и отношения молярных весов газа, $\mu_{\text{г}}$, и воздуха, $\mu_{\text{в}}$ [4].

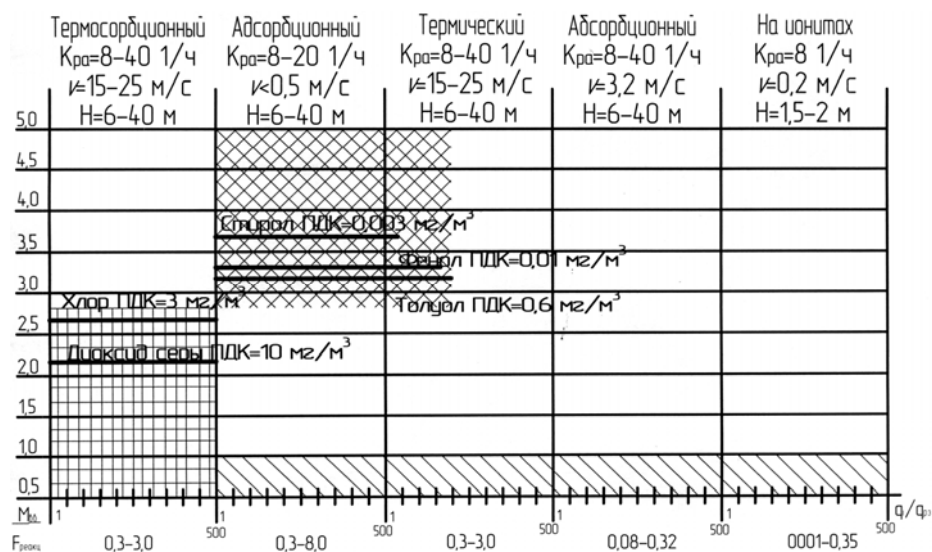


Рис. 1. Области применения способов очистки вентиляционных выбросов газообразных вредных веществ в интервале q_i/q_{pz} от 1 до 500

-  - область применения способов очистки при отношении $\mu_{\text{г}}/\mu_{\text{в}}=0,5 \div 0,95$;
-  - область применения способов очистки при отношении $\mu_{\text{г}}/\mu_{\text{в}}=1,01 \div 5$;
-  - область применения способов очистки галогенов и серосодержащих веществ
-  - рабочий диапазон способа очистки при превышении концентрации вредного вещества в аварийном выбросе q_i над q_{pz} с заданной эффективностью, за его пределами эффективность снижается.

Выводы

Таким образом, для достижения предельно-допустимой концентрации на границе санитарно-защитной зоны при наименьшей высоте трубы необходима очистка воздуха от вредных веществ.

В ходе определения области применения способов очистки вентиляционных выбросов газообразных вредных веществ в интервале q_i/q_{pz} от 1 до 500 установлено, что абсорбционный метод очистки целесообразен при выбросе вредных веществ со значительной растворимостью в воде. При очистке выбросов вредных веществ, в том числе галогено- и серосодержащих, на ионитах количество вещества на выходе из очистного устройства снижается незначительно и дополнительно необходима установка трубы выброса вредных веществ значительной высоты. Эффективность работы термосорбционных установок достаточна при выбросе галогенов и серосодержащих вредных веществ. При массовых выбросах трудно растворимых взрывоопасных вредных веществ целесообразным является адсорбционный способ очистки периодического действия.

Принимаемое решение по выбору очистного оборудования при выбросах вредных веществ не является рациональным без оценки возможных экономических и материальных затрат [4].

Библиографический список

1. Полосин И.И. Охрана атмосферы от выбросов промышленной вентиляции и котельных // учебное пособие - ВГАСУ.- Воронеж, 2007.- 55 с.
2. Чуйкин С.В. Вариантные решения организации вентиляционного выброса вредных веществ промышленных производств при неблагоприятных метеорологических условиях /

С.В. Чуйкин, М.Н. Жерлыкина // Материалы 14-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии»: Научный вестник. - Воронеж: ВГАСУ, 2011 [электронный ресурс] - 108-115 с.

3. Полосин И.И. Эффективные конструктивные решения по снижению концентрации загрязняющих веществ в выбросах предприятий пищевой промышленности / И.И. Полосин, М.Н. Жерлыкина, С.В. Чуйкин // Экология и промышленность России, 2011 – 8-9 с.

4. Жерлыкина М.Н. Дифференциация способов очистки аварийных вентиляционных выбросов газообразных вредных веществ химических производств / М.Н. Жерлыкина, С.В. Чуйкин, С.А. Соловьев, А.В. Потапов // Инженерные системы и сооружения. – 2010. - № 1 (2). – с. 264-268.

References

1. Polosin I.I. Atmosphere protection from emissions of industrial ventilation and boiler rooms // manual - VGASU. - Voronezh, 2007. - 55 p.

2. Chuykin S. V. Alternative decisions of the organization of ventilating emission of harmful substances of industrial productions at adverse weather conditions / Pages V. Chuykin, M. N. Zherlykina//Materials of the 14th Interregional scientific and practical conference "High Technologies in Ecology": Scientific messenger. - Voronezh: VGASU, 2011 [an electronic resource] - 108-115 pages.

3 . Polosin I.I. Effective constructive decisions on decrease in concentration of polluting substances in emissions of the enterprises of food industry / Polosin I.I., M. N. Zherlykina, S. V. Chuykin//Ecology and industry of Russia, 2011 - 8-9 pages.

4 . Zherlykina M. N. Differentiation of ways of cleaning of emergency ventilating emissions of gaseous harmful substances of chemical productions/M N. Zherlykina, S. V. Chuykin, S. A. Solovyov, A.V. Potapov//Engineering systems and constructions. – 2010 . - No. 1 (2). – page 264-268

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры отопле-
ния и вентиляции
М.Н. Жерлыкина,
Магистрант А.А. Веровой,
Магистрант П.Н. Жерлыкин.
Россия, г.Воронеж, тел. 89155846623
e-mail: kashentseva911@inbox.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. of technical sciences, associate profes-
sor of a department Heating and Ventilation
M.N. Zherlykina,
Undergraduate A.A. Verovoy,
Undergraduate P.N. Zherlykin.
Russia, Voronezh, tel. 89155846623
e-mail: kashentseva911@inbox.ru*

М.Н. Жерлыкина, А.А. Веровой, П.Н. Жерлыкин

АВАРИЙНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ ПРИ ВЫБРОСАХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

Предложена аварийная вентиляция, обеспечивающая равномерное удаление воздуха из всего объема помещения для исключения образования застойных зон и обеспечения взрывобезопасности при выбросах химических веществ.

Ключевые слова: вентиляция, приточное отверстие, створка, взрывоопасная концентрация, взрывобезопасность, равномерность, воздухоприемник.

A.A. Verovoy, P.N. Zherlykin

EMERGENCY VENTILATION OF AN INDUSTRIAL PREMISE AT EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES

The emergency ventilation providing uniform removal of air from all volume of a premise for exception of formation stagnant zones and maintenance of explosion safety at emissions of chemical substances is offered.

Key words: ventilation, the concentration of explosive, explosion safety, uniformity, plenum opening, leaf.

В производственных помещениях возникают аварийные ситуации с выбросом вредных веществ (ВВ) различной степени опасности, при этом функции аварийной вентиляции заключаются в следующем [1]:

1. Аварийная ситуация, при которой концентрация ВВ в производственных помещениях повышается не более, чем на один порядок допустимого превышения ПДК, и кратковременное пребывание людей в такой атмосфере допустимо.

Ситуация может возникнуть при нарушениях технологического режима, которая возможна на химических заводах, приводит к увеличению выделения ВВ, существенно повышающих их концентрации в производственных помещениях. То есть, $q_{ВВ} < 0,1 q_{НКП}$, где $q_{ВВ}$ – концентрация ВВ в объеме производственного помещения, мг/м³, $q_{НКП}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени по газовоздушным смесям, мг/м³. Задачей аварийной вентиляции в этом случае является не допустить повешение концентрации ВВ выше определённого уровня, которые назовём временно допустимой концентрацией и сократить время

пребывания людей в атмосфере с повышенными концентрациями. Аварийная вентиляция выполняет санитарно-гигиеническую функцию в помещении, которую она вентилирует.

2. Аварийная ситуация, при которой без серьёзного разрушения оборудования и коммуникаций в производственном помещении выделяются значительные количества ВВ. При этом могут создаваться концентрации, превышающие предельно-допустимые и работающие должны будут применить средства индивидуальной защиты. Поэтому задачей аварийной вентиляции является быстрое снижение концентраций после аварий до предельно-допустимых.

Если выделяющиеся ВВ одновременно и взрывоопасны, то есть $q_{\text{НКП}} > q_{\text{ВВ}} > 0,1q_{\text{НКП}}$, то аварийная вентиляция должна способствовать снижению концентраций до предела, при котором не возможен взрыв или пожар. При этом важно, чтобы не только средняя концентрация, но и концентрация во всех точках объёма, в которых возможна искрообразование или имеются нагретые поверхности, была бы ниже предельного уровня.

Аварийная вентиляция выполняет санитарно-гигиеническую функцию и функцию предотвращения пожара и взрыва в вентилируемом ею помещении.

3. Аварийная ситуация, при которой происходит разрушение оборудования или коммуникаций без разрушения зданий, в большинстве случаев при таких авариях в помещениях создаются взрывопожароопасные концентрации, то есть $q_{\text{ВВ}} < q_{\text{НКП}}$. Важно предупредить возможность последствий аварий, которые могут возникнуть от взрыва или пожара веществ, попавшего в воздух помещения.

Функцией аварийной вентиляции в этом случае является удаление из помещения воздуха с высокими концентрациями взрывопожароопасных ВВ и выброс их в верхние слои атмосферы. Это необходимо, чтобы исключить отравление людей, а также аварии в соседних зданиях. Аварийная вентиляция должна предотвратить последствия аварии и в самом помещении, в котором уже произошла авария. Для этого аварийная вентиляция должна создать в помещении потоки, которые относили бы воздух с пожаро- и взрывоопасными концентрациями ВВ в сторону от возможных мест вспышки. Согласно [1], аварийная вентиляция наиболее эффективна, когда удаляет ВВ из зоны наибольших концентраций. Однако достижение этой цели осложняется тем, что при аварийном выбросе ВВ в производственном помещении газоанализаторы, установленные на определенное значение концентрации, могут не сработать. ВВ при их утечке из технологического оборудования до включения аварийной вентиляции распространяются в помещении из-за диффузии ВВ, из-за работы общеобменной механической вентиляции, неорганизованного естественного притока и вытяжки при открытых окнах, фрамугах, дверных проемах. Поэтому необходимо предусмотреть удаление воздуха из всего объема помещения при работе аварийной вентиляции.

Математическая зависимость кратности воздухообмена при работе аварийной вентиляции от концентрации ВВ при допустимом значении не более нормируемого нижнего предела распространения пламени по газоздушным смесям в объеме помещения представлена в формуле

$$K_{pa} = \frac{M(t)}{V \sum_{j=1}^n n_i(t) \int_0^t \bar{q}(t) dt}, \quad (1)$$

где $M(t)$ – масса выбросов ВВ при выходе из строя технологического оборудования, кг/ч;

V – объём помещения, м³;

$n(t)$ – количество аппаратов (узлов), отказавших за отрезок времени от $t-(\Delta t/2)$ до $t+(\Delta t/2)$;

Δt – рассматриваемый отрезок времени, ч;

i – номер причины отказа;

j – номер аппарата (узла), отказавшего за промежуток времени от 0 до t ;

$\bar{q}(t)$ – удельная концентрация ВВ, кг/(м³·ч), $\bar{q}(t) \leq 10\%q_{\text{НКП}}$.

Условия работы аварийной вентиляции, исключающие образования концентраций выше 10% нижнего предела распространения пламени по газоздушным смесям в объеме помещения:

1 условие. Концентрация ВВ в аварийном выбросе, $q_{ВВ}$, равна максимальному значению, $q_{\max}$, и должна определяться исходя из того, что:

$$(q_{рз} < q_{ВВ}) = (q_{\max} < 0,1q_{НКП}), \quad (2)$$

$$(0,1q_{НКП} < q_{ВВ}) = (q_{\max} < q_{рз}), \quad (3)$$

где $q_{рз}$ – концентрация ВВ, равная предельно-допустимому значению в рабочей зоне, мг/м^3 ;

2 условие. Концентрация ВВ в уходящем из производственного помещения воздухе при работе аварийной вентиляции должна быть равна: при $q_{рз} < q_{НКП}$, $q_{у\text{х}} = 0,1q_{НКП}$; при $q_{рз} > q_{НКП}$, $q_{у\text{х}} = q_{рз}$.

3 условие. Для того, чтобы концентрации ВВ в объеме производственного помещения не превысила $q_{рз}$, необходимо, чтобы: $q_{ВВ} \leq G_0/L$,

где G_0 – аварийный расход ВВ, кг/ч ;

L – расход воздуха, который необходимо обеспечить в производственном помещении при аварийном выбросе ВВ, $\text{м}^3/\text{ч}$.

4 условие. Скорость воздушного потока в производственном помещении при работе аварийной вентиляции (v_x) должна быть более 0,2 м/с.

5 условие. Для обеспечения равномерного удаления воздуха из помещения площадь всасывающих отверстий должна быть не более 50% площади воздуховода аварийной вентиляции.

Схема аварийной вентиляции с удалением ВВ из всего объема помещения представлена на рис. 1.

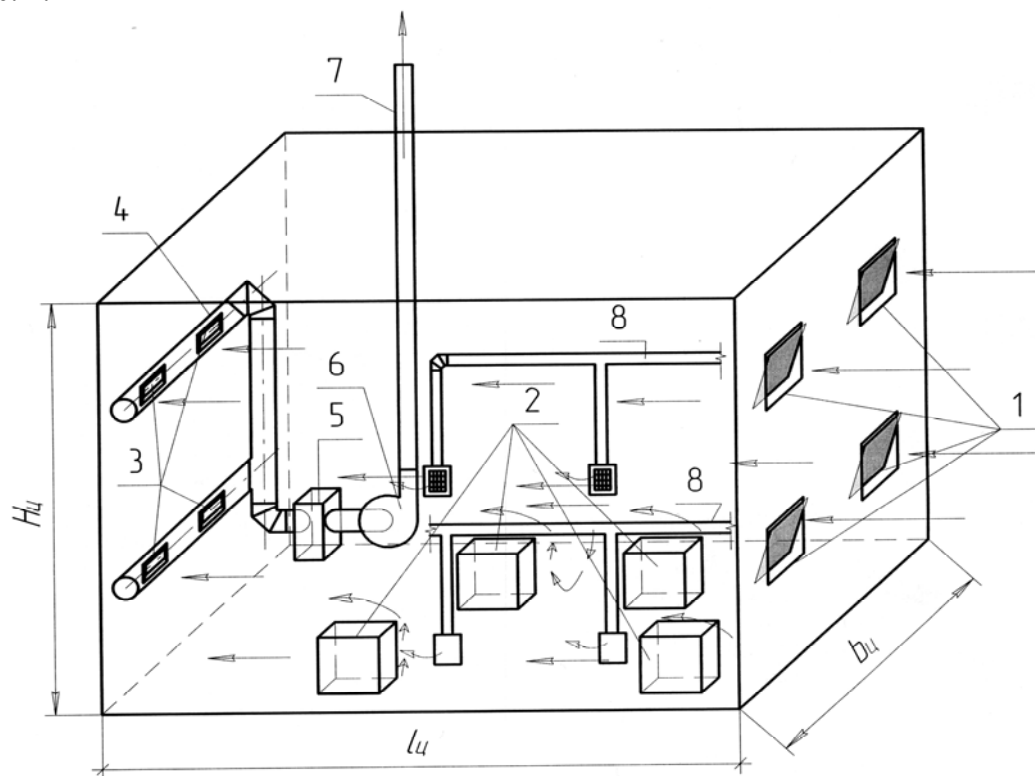


Рис. 1. Схема аварийной вентиляции с удалением ВВ из всего объема помещения:

1 – отверстия для естественного притока воздуха, оборудованные створками; 2 – технологическое оборудование; 3 – воздухоприемные отверстия; 4 – воздуховоды аварийной вентиляции; 5 – устройство для очистки воздуха; 6 – вентиляционный агрегат; 7 – труба выброса ВВ в атмосферу; 8 – воздуховоды механической приточной общеобменной вентиляции; H_u – высота помещения, м, b_u – ширина помещения, м, l_u – длина помещения, м

Представлено конструктивное оформление створки в приточном отверстии (рис. 2).

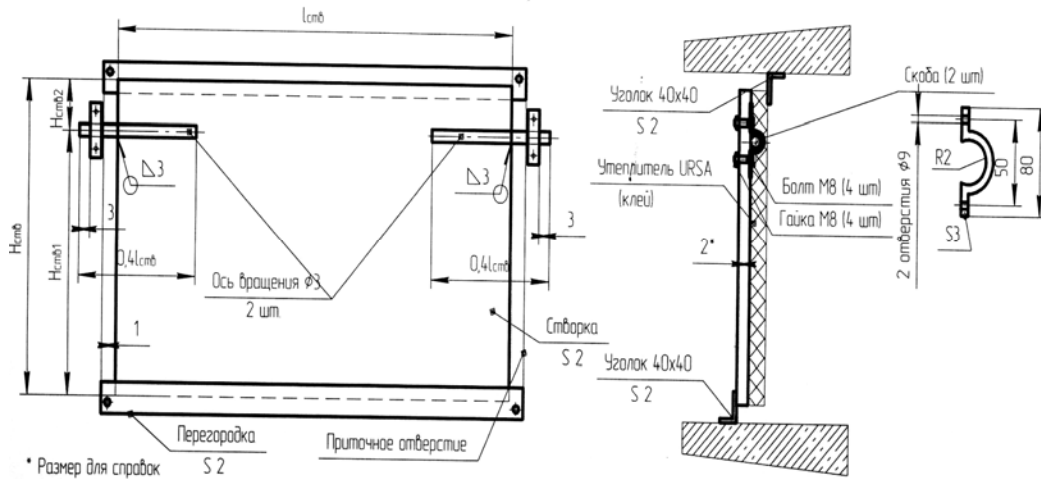


Рис. 2. Конструкция створки в приточном отверстии:
 $H_{ств}$ – высота створки, мм, $l_{ств}$ – длина створки, мм

Динамическое давление у приточного отверстия, оборудованного створкой, $P_{дин}$, Па, при работе аварийной вентиляции определяется по формуле:

$$P_{дин} = 0,143 k v_{ств}^2 \cos^2 \alpha, \quad (4)$$

где α – угол раскрытия створки;

0,143 – экспериментальный коэффициент;

$v_{ств}$ – скорость воздуха в приточном отверстии, м/с;

k – экспериментальный коэффициент, зависящий от способа закрепления створки в приточном отверстии и от ее массы [4].

Статическое давление в помещении, необходимое для открытия створки при работе аварийной вентиляции, $P_{ст}$, Па, определяется по формуле:

$$P_{ст} = \frac{m_{ств} g}{F_{ств}}, \quad (5)$$

где $m_{ств}$ – масса створки, кг;

$F_{ств}$ – площадь створки, m^2 .

Значения статического давления в помещении, необходимого для раскрытия створки в зависимости от ее массы, представлены на рис. 3.

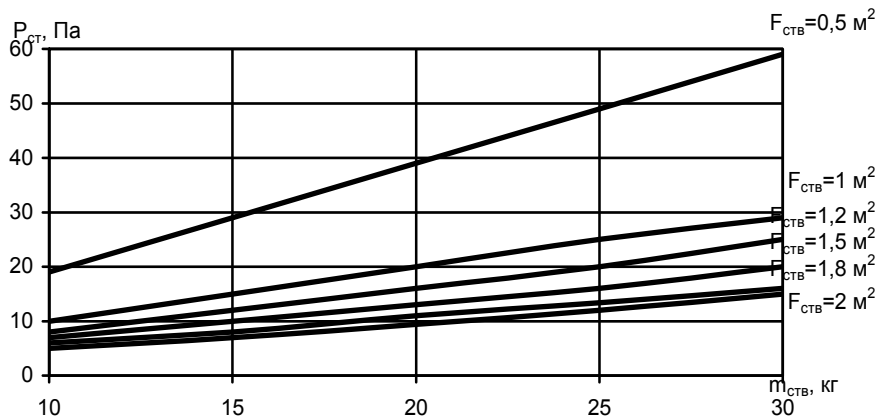


Рис. 3. График определения статического давления в помещении, необходимого для раскрытия створки различной массы

Для обеспечения равномерного поступления воздуха в производственное помещение количество приточных отверстий по его высоте, $n_{нов}$, и ширине, $n_{ног}$, определяется по формулам:

$$n_{нов} = \frac{0,5H_u}{0,33H_u H_{смв}}, \quad (6)$$

$$n_{ног} = \frac{b_u}{k_{ср} d_{нр}}, \quad (7)$$

где $d_{нр}$ – эквивалентный диаметр приточного отверстия, м;

$k_{ср}$ – экспериментальный коэффициент, зависящий от угла раскрытия створки, равный: при угле раскрытия 45° – 12,53, при 30° – 7,51, при 15° – 5,1.

Расстояние между центрами приточных отверстий по ширине, $l_{ср}$, м, и по высоте, $H_{рс}$, м, помещения определяется по формулам:

$$l_{ср} = k_{ср} d_{нр}, \quad (8)$$

$$H_{рс} = k_{хс} d_{нр}, \quad (9)$$

где $k_{хс}$ – экспериментальный коэффициент, зависящий от угла раскрытия приточного отверстия, равный: при угле раскрытия 45° – 25,1, при 30° – 8,71, при 15° – 2,73.

Общая площадь приточных отверстий, $\Sigma F_{смв}$, m^2 , определяется по формуле:

$$\Sigma F_{смв} = \frac{K_{pa} V}{\mu_{смв}} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}, \quad (10)$$

где $\mu_{смв}$ – коэффициент расхода воздуха при раскрытии створки под определенным углом;

ΔP – разность давлений внутри и снаружи производственного помещения, kg/m^2 ;

ρ – плотность воздуха, kg/m^3 .

При расчете аварийной вентиляции необходимо учитывать ограничения применения схемы с естественным или частично механическим притоком воздуха в зависимости от влияния на створку ветрового давления при нормальном технологическом режиме. Высота раскрытия створки под действием ветра, $h_{смв}$, м, определяется по формуле:

$$h_{смв} = \frac{(m_{возд} v_n)^2}{2g(m_{возд} + m_{смв})^2} \leq 0,001, \quad (11)$$

где $m_{возд}$ – масса воздуха, давящая на створку при действии ветра, кг;

v_n – скорость наружного воздуха, м/с.

Время работы аварийной вентиляции с естественным или частично механическим притоком воздуха, в течение которого температура внутреннего воздуха $t_{в} \geq 5^\circ C$, $t_{ав}$, с, при $t_{III} \leq t'_{ав}$, определяется по формуле:

$$t_{ав} = \frac{3603(v_n - v_{смв}) l_u}{5 - t_n}, \quad (12)$$

где 3603 – расчетный коэффициент.

Обеспечение равномерного удаления воздуха возможно при заданном количестве вытяжных отверстий, их площади и расстоянии между ними по высоте и ширине помещения. Количество вытяжных отверстий по ширине, $n_{у}^b$, и по высоте, $n_{у}^H$, помещения определяется по формулам:

$$n_{у}^b = \frac{b_u}{k_{у} d_{ав}}, \quad (13)$$

где $d_{ав}$ – диаметр воздухопроводов аварийной вентиляции, м;

$k_{у}$ – экспериментальный коэффициент, зависящий от угла раскрытия вытяжного отверстия, равный: при угле раскрытия 45° – 12,51, при 30° – 7,52, при 15° – 5,12;

$$n_{у}^H = \frac{H_u}{k_{ху} d_{ав}}, \quad (14)$$

где $k_{ху}$ – экспериментальный коэффициент, зависящий от угла раскрытия вытяжного отверстия, равный: при угле раскрытия 45° – 25,3, при 30° – 8,72, при 15° – 2,71.

Расстояние между всасывающими отверстиями по ширине, $l_{цп}$, м, и по высоте, $H_{рц}$, м, помещения определяется по формулам:

$$l_{цп} = k_{цп} d_{ав}, \quad (15)$$

$$H_{рц} = k_{хцп} d_{ав}. \quad (16)$$

Отношение площади щели воздухоприемных отверстий к площади воздуховода определяется по формуле:

$$K_f = \frac{f_{цп}}{f_в} \frac{b_{цп}}{k_{цп} d_{ав}} \frac{H_{цп}}{k_{хцп} d_{ав}}, \quad (17)$$

где $f_{цп}$ – площадь щели, м²;

$f_в$ – площадь воздуховода аварийной вентиляции, м².

Для обеспечения равномерности скорости воздуха по длине всасывающего отверстия требуется соблюдение условий: если $\alpha_1 = 15 \div 30$, то $K_f = 1,2 \div 2,7$; если $\alpha_1 = 30 \div 45$, то $K_f = 4,1 \div 6,4$, где α_1 – угол раскрытия вытяжного отверстия.

Скорость воздуха на расстоянии x , м, от вытяжного отверстия, v_x , м/с, определяется по формуле:

$$v_x = v_{ав} \frac{2}{\pi x} \arctg \frac{\bar{x} + 1}{\bar{x} - 1} \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2}, \quad (18)$$

где $v_{ав}$ – средняя скорость воздуха в воздуховоде, м/с, $\bar{x}$ – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\bar{x} = x/R \quad (19)$$

где R – радиус воздуховода аварийной вентиляции, м.

Для определения скорости в центре вытяжного отверстия, v_0 , м/с, при ориентировочных расчетах составлена номограмма и показана на рис. 4.

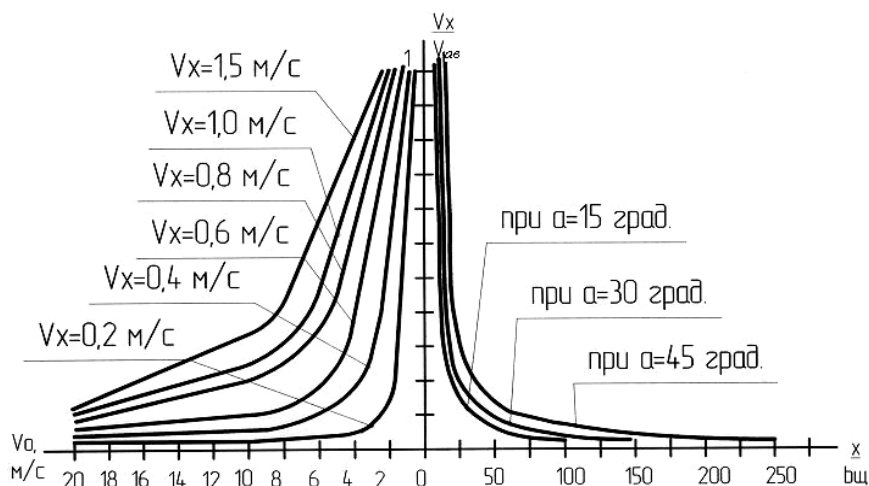


Рис. 4. Номограмма для определения скорости воздуха во всасывающем отверстии щелевого воздухоприемника:
 $b_{щ}$ – ширина щели, м, при $b_{щ}$ равной 0,02 м

Общая площадь щелей воздухоприемников определяется по формуле:

$$\Sigma f_{цп} = \frac{(1 + 0,01 r_{расч}) L}{6,844 v_0} < 0,5 f_в, \quad (20)$$

где L – расход воздуха, м³/с;

$r_{расч}$ – экспериментальный коэффициент,

$r_{расч} = 9,51$;

6,844 – расчетный коэффициент.

В результате сравнения затрат на электроэнергию и вентиляционное оборудование определены условия для установления режима удаления ВВ из объема помещения при наименьших энергетических и материальных затратах. С целью уменьшения затрат на устройство аварийной вентиляции рекомендуется предусматривать: при $K_{pa} \leq 20 \text{ }^1/\text{ч}$ – схему вытяжной общеобменной вентиляции с естественным притоком; при $20 < K_{pa} \leq 50 \text{ }^1/\text{ч}$ – схему вытяжной общеобменной вентиляции с естественным и механическим притоком (общеобменная приточная вентиляция включена); при $K_{pa} > 50 \text{ }^1/\text{ч}$ – схему вытяжной общеобменной вентиляции с механическим притоком.

Библиографический список

1. Эльтерман В.М. Вентиляция химических производств. – М.: Химия, 1980.
2. Жерлыкина М.Н. Расчетная модель определения наиболее вероятной величины вентиляционного выброса химических веществ при аварийной ситуации / М.Н. Жерлыкина, А.И. Скрыпник // Известия высших учебных заведений. Строительство. №5, 2004. – с. 72-75.
3. Суровцев И.С. Разработка математической модели оценки экологического риска при воздействии выбросов предприятий строительной индустрии на окружающую среду при возникновении аварийной ситуации / И.С. Суровцев, М.Н. Жерлыкина, А.И. Скрыпник // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инженерные системы зданий и сооружений. 2005. №2. – с. 121-126.
4. Жерлыкина М.Н. Повышение эффективности аварийной вентиляции производственного помещения для обеспечения взрывобезопасности при выбросах химических веществ // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Воронеж, 2006. – 166 с.

References

1. Elterman V.M. Ventilation chemical industries. - Moscow: Khimiya, 1980.
2. Zherlykina M.N. The computational model to determine the most probable values of the vents release of chemicals during an emergency / M.N Zherlykina, A.I. Skrypnik // News of higher educational institutions. Building. Number 5, 2004. - P. 72-75.
3. Surovtsev I.S. Development of mathematical model for assessing environmental risk when exposed to emissions from the enterprises of the construction industry on the environment in case of emergency / I.S. Surovtsev, M.N. Zherlykina, A.I. Skrypnik // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: Engineering systems of buildings. 2005. № 2. - P. 121-126.
4. Zherlykina M.N. Improving the efficiency of the emergency ventilation of industrial premises for explosion protection in emissions of chemicals // dissertation for the degree of candidate of technical sciences. - Voronezh, 2006. - 166.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры отопле-
ния и вентиляции
М.Н. Жерлыкина
Магистр кафедры отопления и вентиляции
Н.В. Кашенцева.
Россия, г.Воронеж, тел. 89155846623
e-mail: kashentseva911@inbox.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. of technical sciences, associate profes-
sor of a department Heating and Ventilation
M.N. Zherlykina
Undergraduate department of the heating and
ventilation N.V. Kashentseva
Russia, Voronezh, tel. 89155846623
e-mail: kashentseva911@inbox.ru*

М.Н. Жерлыкина, Н.В. Кашенцева

К ВОПРОСУ О ХОЛОДОСНАБЖЕНИИ ЗДАНИЙ ГОСТИНИЧНО-РЕСТОРАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Проведен сравнительный анализ наиболее часто используемых много-
зональных систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения на осно-
ве оценочного опроса основных организаций на строительном рынке.

Ключевые слова: мультизональные системы кондиционирования воздуха, холодоснабже-
ние, чиллер, фэнкойл.

M.N. Zherlykina, N.V. Kashentseva

THE QUESTION OF BUILDINGS REFRIGERATION HOTEL-RESTAURANT COMPLEX

A comparative analysis of the most commonly used multispectral air-
conditioning systems and cooling systems on the basis of assessment survey of
key organizations in the construction market.

Keywords: multi-zone air conditioning, refrigeration, chiller, fan coil.

В настоящее время в связи со стремлением к повышению качества жизни, защиты от
загрязнения атмосферы, борьбы с уличным шумом в нашей стране системы кондицио-
нирования воздуха становятся всё более распространенными в жилых зданиях, офисах, больни-
цах, зданиях гостиниц и т.д. Средства на устройство этих систем и эксплуатационные затра-
ты оправданы по следующим преимуществам [2]:

- поддержание комфортных условий для работников и посетителей;
- уменьшение проникания шумов с улицы благодаря постоянно закрытым окнам;
- устранение возможности проникания в помещения пыли (особенно на нижних этажах);
- возможность размещения на одной и той же площади большого числа работников и посетителей без ухудшения качества воздуха.

В ряде случаев системы вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления
можно объединить в одну. Общую стоимость создания необходимой температуры и чистоты
воздуха можно уменьшить за счет того, что кондиционирование, вентиляция и воздушное
отопление используют общие конструктивные части [1].

В таком случае рациональнее всего использовать мультizonальное кондиционирование, когда вытяжную вентиляционную установку и чиллер устанавливают на крыше, а вентиляционные заборники и внутренние блоки внутри помещений и подключают к единому электронному управлению.

До недавнего времени кондиционирование крупных зданий строилось на базе мульти-сплит систем, либо центральных кондиционеров, но при всех своих достоинствах и те и другие обладают определенными недостатками. Так, мульти-сплит системы имеют большие ограничения по количеству внутренних блоков и длине межблочных коммуникаций, что приводит к потерям мощности и необходимости использовать несколько внешних блоков.

Центральные кондиционеры не портят внешний вид здания, но не позволяют устанавливать индивидуальные параметры воздуха в каждом отдельном помещении, что также не всегда приемлемо для пользователей. VRV/VRF (аббревиатура «VRF» переводится как переменный поток хладагента и имеет то же значение что и VRV) системы лишены этих недостатков, и представляют собой максимально удобные современные системы централизованного кондиционирования.

Необходимо уточнить, что объединение процессов промышленного отопления, вентиляции и кондиционирования позволяет снизить затраты на управление климатом здания и электроэнергию. Целесообразность и формы этого объединения отопления, кондиционирования и вентиляции в каждом случае определяется индивидуально.

В результате исследования установлено, что энергопотребление здания с комбинированной системой кондиционирования воздуха и холодоснабжения на 70% ниже энергопотребления здания, оборудованного традиционной системой [6].

Для проведения технико-экономического обоснования выбраны несколько технологических схем обработки воздуха в мультizonальных системах кондиционирования воздуха. На основе анализа работы основных организаций на строительном рынке – сметчиков, экспертов, проектировщиков, риэлторов [5] проведено сравнение наиболее часто употребляемых мультizonальных систем кондиционирования воздуха. Оценочный опрос проводится по семи видам современных систем кондиционирования воздуха:

- система с переменным расходом воздуха (VAV);
- система с напольными конвекторами (Hiross и им подобные);
- система с вентиляторными конвекторами (фэнкойлами) потолочного типа;
- система с охлаждающими потолочными панелями и подачей минимального расхода наружного воздуха;
- система с эжекционными доводчиками, расположенными по периметру помещения;
- система с переменным расходом воздуха и смесительными коробками;
- мультizonальная система VRF.

Технико-экономического анализ систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения выполнен по балльной системе. Представлены критерии сравнительной оценки местно-центральных систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения: инвестиционные расходы; максимальная полезная площадь; высота здания; минимальные размеры машинного зала; гибкость планировки помещений; техническое обслуживание; энергопотребление; регулирование; акустика; сроки строительства; качество воздуха.

На рис. приведены результаты сравнительной оценки всех рассмотренных систем. Наиболее целесообразными являются системы с вентиляторными конвекторами (доводчиками), а также мультizonальные системы и системы типа Hiross.

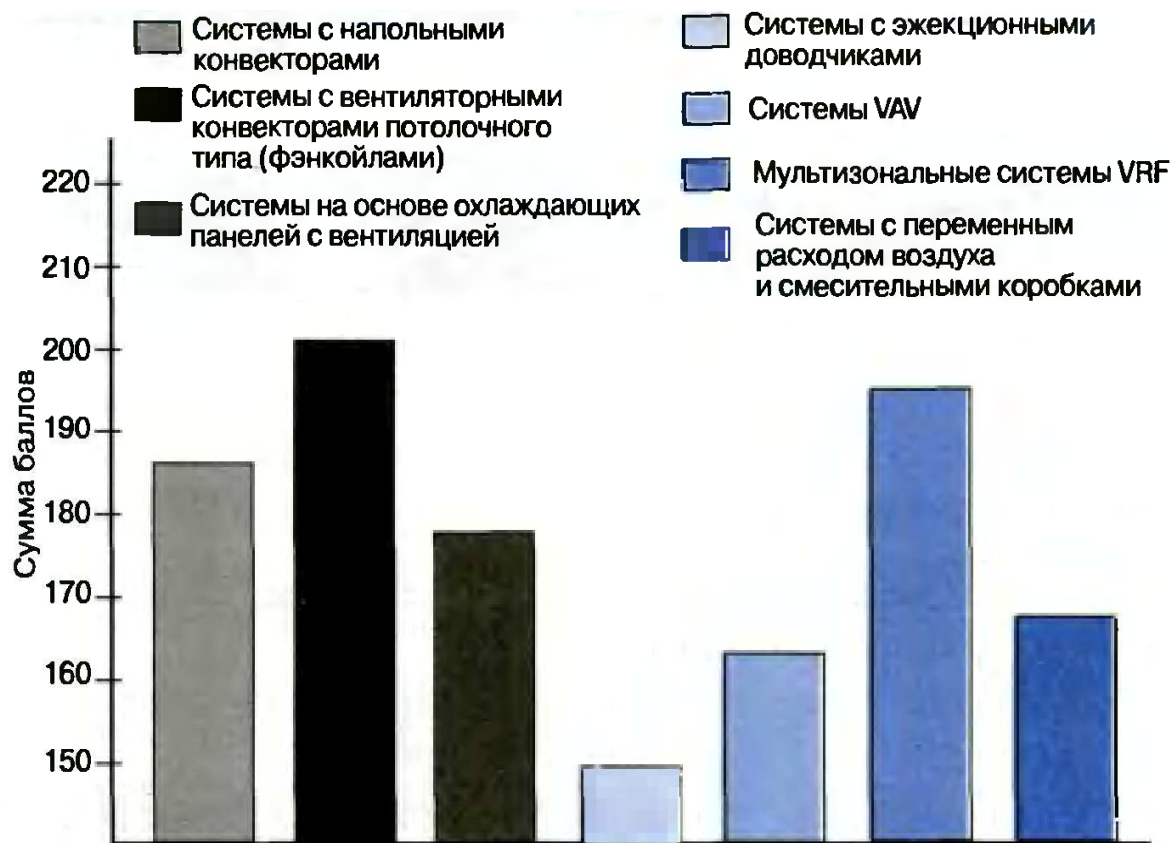


Рис. Сравнительная оценка местно центральных систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения

Таким образом, местно-центральная система кондиционирования воздуха с вентиляторными доводчиками получила широкое распространение во всех странах, в том числе и в России. Источником холода в таких системах является водоохлаждающая холодильная машина, которую называют «чиллер», вентиляторные доводчики называют «фэнкойлы», а сама система получила краткое название «чиллер-фэнкойлы».

Библиографический список

1. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами. М: Техносфера: ЗАО Евроклимат, 2006, 400 с.
2. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006. – 640с.:ил. – (Библиотека климатехника).
3. Кокорин О.Я., Ставицкий Л.И., Кронфельд Я.Г. Кондиционирование воздуха в многоэтажных зданиях. – М.: Стройиздат, 1981.-184с.
4. Крум Д., Робертс Б. кондиционирование воздуха и вентиляция зданий / Пер. с англ. Под ред. Е.Е. Карписа. – М.: Стройиздат, 1980.-399с.
5. Bunn R. Системы кондиционирования воздуха, предпочитаемые инвесторами. – М.: АВОК Пресс, АВОК №1,2001. – С.28-34.
6. Ю.А. Табунщиков. Статья «Воплощение инженерных идей». / Электронный журнал «Здания высоких технологий», осень 2012.
7. Жерлыкина М.Н. Энергосбережение при кондиционировании воздуха и холодоснабжении зданий / М.Н. Жерлыкина, А.В. Холодов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2011. №1. – С. 51-57.

References

1. Belova EM Air conditioning system with fan coils and chillers . M: Technosphere : Evroklimat Company, 2006, 400 p.
- 2 . Belova EM Central air-conditioning systems in buildings. - M.: Evroklimat 2006 . - 640c .: Il. - (Library climatechnics).
- 3 . Kokorin OJ, Stawicki LI, YG Kronfeld The air conditioning in high-rise buildings . - M.: Stroiizdat 1981. – 184 s.
- 4 . Krum , D., B. Roberts air conditioning and ventilation of buildings / Per. from English. Ed. EE Karpis . – M.: Stroiizdat 1980. – 399 p.
- 5 . Bunn R. Air conditioning systems favored by investors. - M.: ABOK Press , ABOK № 1,2001. – P.28 -34.
6. Y. Herdsmen . The article " The Incarnation of engineering ideas ." / Electronic Journal " Building high-tech ," Fall 2012.
7. Zherlykina MN Energy savings in air conditioning and cooling of buildings / M.N. Zherlykina, A.V. Holodov // scientific journal. Engineering systems and structures. 2011. № 1. - P. 51-57.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры отопления
и вентиляции Т.В. Щукина
Студентка 5 курса факультета инженер-
ных систем и сооружений Н.А. Руднева
Магистрант кафедры отопления и вентиля-
ции А.В. Калинина
Аспирант кафедры отопления и вентиляции
С.А. Соловьев
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the heating and ven-
tilation Dept. T.V. Shchukina
Student of the 5 course of faculty of engineering
systems and constructions N.A. Rudneva
Undergraduate of the of heating and ventilation
Dept. A.V. Kalinina
Graduate student of the of heating and ventila-
tion Dept. S.A. Solovyov
Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

Т.В. Щукина, Н.А. Руднева, А.В. Калинина, С.А. Соловьев

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РФ

Приводится методика расчета коллекторов в зависимости от удовле-
творения в полном объеме нормируемой потребности в горячей воде в теп-
лый период года для зданий коттеджного типа. Обосновывается необходи-
мость при выборе угла наклона поглощающего солнечную радиацию масси-
ва учитывать не только широту местности, но и соотношение диффузной со-
ставляющей в общем излучении для конкретных климатических районов
эксплуатации.

Ключевые слова: солнечная энергия, горячее водоснабжение.

T.V. Shchukina, N.A. Rudneva, A.V. Kalinina, S.A. Solovyov

FEATURES OF DESIGN OF SYSTEMS OF SOLAR HOT WATER SUPPLY FOR CLIMATIC CONDITIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

The method of calculation of collectors depending on satisfaction of in full
normalized requirement for hot water is given to the warm period of year. Need
locates at a choice of a tilt angle of the massif absorbing solar radiation to
consider not only the district width, but also a ratio of a diffusion component in
the general radiation for concrete climatic areas of operation.

Keywords: solar energy, hot water supply of areas of operation.

При проектировании систем солнечного теплоснабжения, относящихся к перспектив-
ным возобновляемым источникам для достаточно большого количества регионов РФ [1],
возникают объективные затруднения в подборе требуемого инженерного оборудования, вы-
зываемые как неточностью в определении поступлений солнечной радиации, прогнозируе-
мых с учетом среднемесячных значений и возможных погодных условий, так и отсутствием
полной информации по теплотехническим параметрам устройств, преобразующих энергию.

Указанные неопределенности в условиях при конструировании гелиоустановок в дальнейшем могут проявиться в виде неполного удовлетворения потребностей в благоприятный для эксплуатации сезон с интенсивным излучением или в необоснованно увеличенном количестве улавливающих солнечную радиацию абсорберов. Последнее неизбежно приведет к установке сопутствующего оборудования завышенной производительности, что, несомненно, окажет влияние на стоимостные показатели систем в целом.

При обозначенных информационных проблемах, возникающих, в том числе, и при прогнозировании поступлений солнечного излучения, необходимо достоверно оценить и выбрать внешние расчетные условия, которые в дальнейшем позволят выполнить подбор требуемых тепловых коллекторов и соответствующих им аккумуляторов для конкретных эксплуатационных режимов.

Одним из первых вопросов, возникающих при проектировании гелиоустановок, является угол наклона массива коллекторов при рекомендуемой его южной ориентации в случае отсутствия дорогостоящей системы слежения за Солнцем. По указанной причине, а также вследствие низких показателей надежности данная функция слежения, как правило, не предусматривается, поэтому столь важным является оптимальное размещение поглощающих солнечное излучение панелей.

Угол расположения относительно горизонтальной поверхности прежде всего зависит от продолжительности активного периода эксплуатации и принимается разным для круглогодичных и сезонных гелиоустановок. Так как климатические условия РФ в основном подходят для обустройства сооружений системами солнечного горячего водоснабжения [2], то в этом случае большинство специалистов рекомендуют устанавливать коллекторы под углом, равным широте местности. Такое решение справедливо для территорий, где в дневное время суток преобладает солнечное сияние. В климатических условиях повышенной облачности максимальная энергооблученность поглощающих поверхностей достигается при меньшем наклоне панелей. Так, например, для Лондона, где 54 % от годовой солнечной радиации составляет ее диффузная часть, наибольший теплосъем с поглощающей поверхности достигается при ее наклоне на 34° [3]. Поэтому оптимальный угол наклона лежит между широтой местности и горизонталью, и его значения определяются долей диффузной составляющей

Имеющиеся актинометрические данные [1, 4] позволяют в какой-то мере оценить на прогнозируемый период эксплуатации соотношение прямой и рассеянной радиации и, как следствие, угол размещения коллекторов посредством линейной аппроксимации вида

$$\beta = \varphi - 31,5K, \quad (1)$$

где φ - широта местности, °с.ш.; K – коэффициент, учитывающий долю рассеянной радиации в общем количестве солнечной радиации и равный $K = \frac{\overline{E}_d^c}{\overline{E}^c}$; $\overline{E}_d^c$ - среднее сезонное

дневное количество диффузной солнечной энергии, поступающей на горизонтальную поверхность, МДж/(м²·день); $\overline{E}^c$ - среднее сезонное дневное количество суммарного солнечного излучения, поступающего на горизонтальную поверхность, МДж/(м²·день).

Допускается возможность отклонения от строго южной ориентации гелиоприемника на восток или запад до 30° , что дает уменьшение суммарного теплоступления всего лишь на 2 % [3], но решение о таком смещении следует принимать при отсутствии возможности установки без отклонений.

Проектируя систему солнечного горячего водоснабжения, целесообразно исходить из условий предполагаемого водопотребления, учитывающего количество проживающих людей. В этом случае можно воспользоваться нормативными данными для жилых зданий, в которых горячая вода расходуется в количестве 100 л в день на человека, и поэтому вначале следует определить объем бака-аккумулятора, в м³, с учетом численности проживающих.

$$V_A = N \cdot g \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где g – нормативное потребление горячей воды одним человеком, л/(чел.·день); N – количество проживающих человек.

Если использовать в качестве теплоносителя воду, не предусматривая первичный контур с незамерзающей жидкостью, то система будет иметь лучшие экономические показатели, а степень использования солнечно энергии в летние и теплые осенне-весенние месяцы, когда температура воздуха имеет положительные значения, будет стремиться к единице. Тогда для нагревания воды потребуется площадь коллекторов, определяемая по выражению

$$F = \frac{c \cdot 10^{-3} \cdot m(t_K - t_H)}{\bar{E} \cdot \bar{R} \cdot \Phi \cdot \eta_0}, \quad (3)$$

где c – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·°С); m – масса нагреваемой воды, равная $m = V_A \cdot \rho$, кг; ρ – плотность воды кг/м³; t_H, t_K – начальная и конечная температура воды, принимаемые в соответствии с рекомендуемыми нормами 10 и 45 °С; $\bar{E}$ – среднее дневное количество суммарного солнечного излучения, поступающего на горизонтальную поверхность, за летний месяц с наименьшими актинометрическими показателями, МДж/(м²·день); $\bar{R}$ – отношение среднемесячных дневных количеств солнечной радиации, поступающих на наклонную и горизонтальную поверхности, определяемое в соответствии с методикой [4]; Φ – степень использования солнечной радиации, которая для теплого периода года равна 1 [4]; η_0 – эффективный оптический КПД применяемых коллекторов.

В качестве примера рассмотрим снабжение горячей водой жилых домов с разным количеством проживающих людей. Требуемая в этих случаях площадь плоских коллекторов с распространенным оптическим КПД 0,7 показана на представленной диаграмме (рис.).

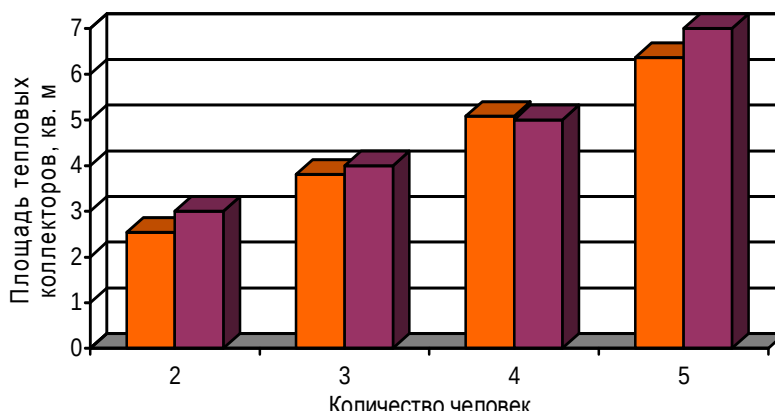


Рис. Расчетная и фактическая площадь солнечных тепловых коллекторов, в м², для климатических условий Московской области в зависимости от количества проживающих людей

Принятые первоначально объемы баков для горячей воды, соответствуют рекомендуемому диапазону [4] для полученных площадей коллекторов, и поэтому расчеты следует выполнять, предварительно определив потребности в горячей воде. Массивы коллекторов с учетом климатических показателей диффузной составляющей солнечной радиации по Московской области целесообразно устанавливать под углом 39°. Гелиоустановки площадью, приведенной на рис., полностью удовлетворят потребности в горячей воде в теплый период года и тем самым позволят существенно сократить расход топлива на бытовые нужды.

Библиографический список

1. Попель О.С., Реуторов Б.Ф. Перспективные направления возобновляемых источников энергии в централизованной и автономной энергетике// Теплоэнергетика, 2010, № 11, с. 2-11.

2. Сотникова О.А., Чудинов Д.М., Шукина Т.В. Экономическое обоснование и перспективы развития солнечного теплоснабжения// Промышленная энергетика, 2008, № 2, с. 42-44.
3. Зоколей С.В. Солнечная энергия и строительство: Пер. с англ./Под ред. Ю. Н. Малевского. – М.: Стройиздат, 1979, 208 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление / В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави и др.; Под ред. И. Г. Староверова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1990, 344 с.

References

- 1 . Popel O. S., Reutorov B. F. the perspective directions of renewable power sources in the centralized and autonomous power//Power system, 2010, No. 11, sec. 2-11.
- 2 . Sotnikova O. A. Chudinov D. M., Schukina T.V. Economic justification and prospects of development of a solar heat supply//Industrial power, 2008, No. 2, sec. 42-44.
- 3 . Zokolya S. V. Solar energy and construction: The lane with English / Under the editorship of Yu. N. Malevsky. – М.: Stroyizdat, 1979, 208 sec.
- 4 . Internal sanitary devices. In 3 h. H. I. Heating / Century N. Bogoslovsky, B. A. Krupnov, A. N. Skanavi, etc.; Under the editorship of I. G. Staroverov and Ue. I. Schiller. – 4 prod. reslave. And additional – М.: Stroyizdat, 1990, 344 sec.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.671.2

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, магистрант кафедры отопления и вентиляции Акатова Е.В., Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21

The Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Undergraduate of chair of heating and ventilation Akatova E.V. Russia, Voronezh, ph.: +7(473)271-53-21

Е.В. Акатова

ВЫБОР СИСТЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТА ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

Рассматриваются преимущества и недостатки систем пневмотранспорта обычного и универсального типа, конструктивные особенности пневмосистем с коллектором-сборником, требования, предъявляемые к системам аспирации и их материальное исполнение.

Ключевые слова: пневмотранспорт, аспирация, вентиляция, воздуховод.

E.V. Akatova

CHOICE OF SYSTEMS OF PNEVMOTRANSPORT FOR THE EQUIPMENT OF DUST COLLECTORS

Advantages and shortcomings of systems of pneumotransport of usual and universal type, design features of pneumatic systems with a collector collection, requirements imposed to systems of aspiration and their material execution are considered.

Keywords: pneumotransport, aspiration, ventilation, air duct.

Большое распространение системы аспирационной вентиляции находят в деревообрабатывающей и других отраслях промышленности. В воздух рабочей зоны, выделяются большие количество пыли. Поэтому на данных производствах предусмотрены и широко используются системы пневмотранспорта.

Пневмотранспорт представляет собой систему, состоящую из воздуховодов, радиальных вентиляторов, устройств для очистки воздуха от пыли и др. Система пневмотранспорта отличается простотой и надежностью. Таким образом, аспирационные вентиляционные системы, направленные на удаление из рабочей среды мелких твердых частиц с потоком воздуха, являются наиболее эффективными при проектировании систем очистки воздушно-газовых сред, в отличие от общеобменной вентиляции.

Как правило, большая часть образующихся отходов улавливается местными отсосами, коэффициент полезного действия которых составляет около 90%. Остальная часть (около 10%) отходов поступает в рабочую зону. Однако не все отходы способны к образованию пылевого облака в зоне дыхания рабочего, так как значительная часть этих отходов оседает на пол и технологическое оборудование и не попадает в зону дыхания рабочего [1].

Цеховые системы пневмотранспорта относятся к установкам низкого давления. Они обычно выполняются по всасывающее-нагнетательной схеме и работают при низкой весовой концентрации смеси (ниже 0,2), это объясняется необходимостью надежной аспирации. Тип и количество систем пневмотранспорта определяется исходя из принятого технологического процесса, количества станков, режима их работы, расстояния наиболее удаленных станков от вытяжного вентилятора и аэродинамической характеристики принимаемых вентиляторов. В настоящее время применяются различные типы систем пневмотранспорта древесных отходов.

Система пневмотранспорта обычного типа состоит из ступенчатого сборного воздухопровода с возрастающим диаметром сборного воздухопровода по мере подключения к нему ответвлений от деревообрабатывающих станков. Скорость движения воздуха в воздухопроводе принимается в пределах 16-20 м/с. Такие установки не допускают перестановку станков, изменения их количества и режима работы в связи с тем, что статическое давление по длине воздухопровода резко изменяется. Подобная установка может быть применена для обслуживания не более 15 станков при радиусе ее действия не более 30 м и в таких цехах, где количество станков и их расположение остается неизменным [1,2].

Система пневмотранспорта универсального типа является более сложной, но и более надежной по сравнению с обычным типом. Основным ее элементом является магистральный воздухопровод постоянного сечения, имеющий ответвления, соединенные непосредственно с местом выброса отходов (станками). Низкая скорость воздуха в магистральном воздухопроводе приводит к тому, что отходы подаются на транспортерную ленту и передвигаются к приемной воронке, в которой древесные отходы переходят во взвешенное состояние, и вентилятором по воздухопроводу направляются в циклон [1]. Скорость воздуха в ответвлениях к станкам, присоединенных к магистральному воздухопроводу, составляет 15-20 м/с, а максимальное удаление станка от магистрального воздухопровода должно быть не более 20 м. Ввиду сложности изготовления и эксплуатации, универсальные пневмоустановки в настоящее время целесообразно применять только в крупных деревообрабатывающих цехах.

Наиболее удобной и эффективной является универсальная система пневмотранспорта с коллектором-сборником, где вместо магистрального коллектора используется коллектор-сборник, к которому подключаются ответвления от станков, имеющие местные отсосы. Все ответвления, присоединенные к коллектору, находятся под одним и тем же разрежением. Такие установки могут обслуживать группу станков независимо от их расположения. Эти установки допускают присоединение дополнительных станков, путем увеличения производительности вентилятора на 20-25%. Конструкцию коллектора-сборника выбирают в зависимости от условий конкретного цеха. Широкое применение получили цилиндрические коллекторы с подключением воздухопроводов, идущих от станков, сверху, а сборного воздухопровода, идущего к вентилятору, снизу. Отходы, поступающие в коллектор, под действием собственной массы и воздушного потока направляются вниз в сборный воздухопровод. Благодаря этому исключается возможность засорения коллектора и обеспечивается надежность работы установки. Коллекторы подвешиваются к перекрытию (на высоте от 3 до 5 м от пола) или поясам ферм на тягах или устанавливаются на кронштейнах [1]. Достоинства установок с такими коллекторами – высокая надежность в работе и возможность подключения ответвлений к коллектору со всех сторон. Системы пневмотранспорта с коллекторами – сборниками могут применяться в цехах, в которых установлено 10-12 станков.

Однако, для систем пневмотранспорта и аспирации, предъявляются следующие требования:

- прямые участки воздухопроводов системы должны иметь прямошовное исполнение, то есть сварочный шов, соединяющий стороны металлического листа, должен быть параллелен продольной оси участка воздухопровода;
- элементы воздухопроводов соединяются между собой фланцами из уголка. Между ними прокладывают уплотнитель - резину, асбестовый шнур, картон и т. д. и в них высверливаются отверстия. На последнем этапе фланцы скрепляются болтовым соединением;
- отводы имеют плавный радиус закругления, величина которого должна минимум в два раза превышать диаметр воздухопровода;

- ответвления воздухопроводов в местах изменения направления трассы выполняются посредством тройников, отводов, штанов и других фасонных изделий, для удобства их очистки и осмотра необходимо устанавливать смотровые лючки;
- прокладка воздухопроводов должна осуществляться строго в соответствии с проектом, провисание отдельных участков должно быть исключено.

Для пневмосистем аспирации необходимо учитывать то, что чисто фланцевое соединение воздухопроводов не может быть использовано. Это обстоятельство объясняется тем, что аспирационные воздухопроводы регулярно разбираются для очистки или замены. Из-за сложных условий эксплуатации фланцевое соединение может стать неразборным. Поэтому для соединения элементов аспирационных воздухопроводов применяются быстроразборные конструкции, например, соединение бандажом.

Еще одним немаловажным фактором при проектировании систем аспирационной вентиляции является выбор материала воздухопровода, т.к. в процессе эксплуатации, за счет возникающего трения, в некоторых случаях, происходит сильный материальный износ системы. Самым стабильным спросом в настоящее время пользуются воздухопроводы из оцинкованного стального листа с круглым сечением. Прежде всего, такие воздухопроводы обладают такими выдающимися эксплуатационными качествами, как плотность и термостойкость, они способны выдержать перемещение воздушных потоков с высоким содержанием агрессивных сред. Металлические воздухопроводы широко применяются для отвода горячих воздушных потоков, используются в качестве вытяжек в производственных цехах и котельных, могут служить газоходами.[2]

Выводы

Из вышеизложенного следует, что выбор аспирационных систем вентиляции в первую очередь зависит от площади вентилируемого помещения, а также от производственной мощности, установленного в нем оборудования. При выборе пылеулавливающих устройств необходимо учитывать и такие свойства твердых отходов, как слипаемость, смачиваемость и растворимость, способность заряжаться в электрическом поле, адгезия к различным поверхностям. Также необходимо учитывать, что многие виды пыли способны к горению и взрыву.

Грамотное проектирование конфигурации воздушной сети является важным условием эффективной работы системы аспирации. В противном случае из-за засорения пылью система воздухопроводов полностью теряет работоспособность.

Неправильно разработанная система аспирации нуждается в частой очистке (1–2 раза в месяц).

На этапе разработки проектировщикам необходимо стремиться максимально сокращать длину воздухопроводов и прокладывать их по кратчайшему маршруту, а также обеспечивать удобный монтаж системы при минимальном расходе удаляемого воздуха.

Библиографический список

1. Новосельцев, Б.П. Отопление и вентиляция основных цехов машиностроительных заводов. учебн. - справочное пособие / Б.П. Новосельцев; Воронеж. гос. арх. - строит. ун-т. - Воронеж, 2010.-233с.
2. Быков, В.С. Пневмотранспортные установки [Текст]: учеб.пособие / В.С. Быков, А.К. Скворцов.– Воронеж: Воронеж.гос. лесотехн. акад.,2002. – 164 с.

References

1. Novoseltsev, B. P. Heating and ventilation of producing departments of engineering plants. educational handbook / B. P. Novoseltsev; Vorohezh. 2010-233p.
2. Bikov, V. S. pneumotransport installations [text]: educational handbook / V. S. Bikov, Vorohezh. 2010-164p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет,
магистрант кафедры отопления
и вентиляции Акатова Е.В.,
доцент кафедры отопления и вентиляции,
к.т.н Новосельцев Б.П.,
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21*

*The Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering,
Undergraduate of chair of heating
and ventilation Akatova E.V.
docent of chair of heating and ventilation, candi-
date of technical sciences Novoseltsev B.P.,
Russia, Voronezh, ph.: +7(473)271-53-21*

Е.В. Акатова, Б.П. Новосельцев

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСПИРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Рассматриваются вопросы экономии тепла и электроэнергии путем уменьшения количества используемого аспирационного воздуха с помощью цилиндрической диафрагмы и воздухопроводов нестандартного диаметра.

Ключевые слова: пневмотранспорт, аспирация, вентиляция, воздуховод.

E.V. Akatova, B.P. Novoseltsev

ENERGY SAVING ASPIRATION SYSTEMS

Questions of economy of heat and the electric power by reduction of amount of used aspiration air by means of a cylindrical diaphragm and air ducts of non-standard diameter are considered.

Keywords: pneumotransport, aspiration, ventilation, air duct.

Настоящая работа посвящена вопросу экономии тепла и электроэнергии путем уменьшения количества используемого аспирационного воздуха, что достигается правильной наладкой и эксплуатацией эксгаустерных систем.

Приведенные здесь расчеты и предложения по совершенствованию местных отсосов в столярно-мебельном корпусе завода строительных конструкций могут быть полезными для проектировщиков и изготовителей деревообрабатывающих станков, для служб эксплуатации систем отопления и вентиляции на аналогичных предприятиях.

Для удаления и перемещения древесных сыпучих материалов (стружки, опилок, мелкой щепы) в отделении предусмотрены четыре кустовые эксгаустерные системы, объединяющие 72 отсоса. Запроектированный объем удаляемого воздуха каждой системой составляет: 19149, 20190, 21134, 20090 м³/ч, а в целом по цеху 80563 м³/ч. Кроме указанных систем, в отделении работает местная вытяжная система от клеенамазывающей установки, гидравлического пресса и шкафного укрытия. Суммарный объем вентиляционного воздуха местных систем составляет 41775 м³/ч.

В столярно-мебельном корпусе проектом заложена механическая приточно-вытяжная вентиляция. Дополнительно к местной вытяжной вентиляции предусмотрено также удаление воздуха (29784 м³/ч) из верхней зоны помещения. Система вентиляции совмещена с отоплением и должна обеспечивать температуру воздуха в рабочей зоне в холодный период года 18 °С. Приточная вентиляция рассчитана на компенсацию воздуха, удаляемого из корпуса местной и

общеобменной вентиляцией. Приточный воздух подается с помощью перфорированных воздуховодов. Общий объем его по проекту составляет $152122 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура 22°C .

Минимальный объем воздуха, удаляемого от установленных в отделении станков, необходимый для транспортирования древесных отходов и подсчитанный по действующим нормам [3], составляет $73325 \text{ м}^3/\text{ч}$. Следовательно, проектное количество воздуха, удаляемого через местные отсосы, на $7238 \text{ м}^3/\text{ч}$ больше минимального объема вентиляционного воздуха. Увеличение в проекте количества отсасываемого от деревообрабатывающих станков воздуха принято в связи с использованием стандартных диаметров воздуховодов и необходимостью увязки аэродинамических сопротивлений в отдельных ветвях системы пневмотранспорта согласно рекомендаций [3].

Несмотря на то, что увеличение объема отсасываемого воздуха не превышает 10 %, затраты теплоты на нагревание такого объема приточного воздуха для компенсации уходящего вместе с воздухом аспирационной системы тепла составляют за отопительный период $0,8 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$, или 27,2 т условного топлива. Это равно 13,6 % общих затрат теплоты на нагревание приточного воздуха. При расчетах принято: продолжительность отопительного периода 213 суток, расчетная температура по параметру Б - 26°C , средняя температура отопительного периода $-3,6^\circ\text{C}$.

Для привода кустовых аспирационных систем используются четыре вентилятора. При уменьшении объема перемещаемого воздуха все четыре вентилятора будут работать с более высоким КПД и, следовательно, потребляемая электродвигателем мощность будет меньше проектной и составит [3].

Таким образом, уменьшая расход воздуха до минимального значения, обеспечивающего пневмотранспорт отходов, можно кроме экономии затрат на тепловую энергию получить также экономию затрат на электроэнергию приводов систем аспирации.

При уменьшении объема воздуха, удаляемого аспирационными системами, появляется возможность сократить количество приточного воздуха. При этом открывается резерв экономии электроэнергии путем уменьшения мощности электродвигателя приточной вентиляции. Это позволит также снизить капитальные затраты на монтаж вентиляционного оборудования вследствие уменьшения его массы и габаритов.

При сравнительной оценке технического уровня различных конструкторских решений в деревообрабатывающем станкостроении надо в «Отраслевой методике определения технико-экономической эффективности нового деревообрабатывающего оборудования» учитывать эксплуатационные затраты на электроэнергию, потребляемую приводами систем аспирации, и на теплоту, расходуемую на нагрев приточного воздуха взамен удаляемого при аспирации. Следует также учитывать капитальные затраты на монтаж вентиляционного оборудования. От проектировщика и изготовителя деревообрабатывающих станков требуется в конечном счете выдержать внутренние диаметры патрубков для присоединения аспирационных укрытий к эксгаустерной системе в соответствии с нормируемыми [3] расходами и скоростями воздуха (в зависимости от технологической производительности). Однако, как следует из вышеизложенного, даже в этом случае аспирационная система еще не будет работать в экономически оптимальном режиме. Для этого в патрубках для присоединения станка к аспирационной линии необходимо вмонтировать устройство для регулирования расхода в небольшом диапазоне (10-15 %), создав дополнительное аэродинамическое сопротивление.

Таким устройством может быть, например, цилиндрическая диафрагма, состоящая из тонких стальных консольных лепестков, приваренных одним концом по внутреннему периметру аспирационного патрубка и расположенных свободным концом вдоль потока воздуха. Свободные концы лепестков обнимаются тросиком, два конца которого, через отверстия в стенке патрубка могут с помощью винтов с гайкой вытягиваться, смыкая лепестки, сужая живое сечение патрубка и тем самым увеличивая аэродинамическое сопротивление. Речь идет об увеличении сопротивления на 100- 300 Па. Для этого достаточно диаметр живого се-

чения уменьшить всего на 0,5-3 мм, что обеспечивается вытягиванием тросика на 1,5- 9,5 мм. Прогиб консольных лепестков при этом не превышает 2-4 мм. Конструктивно это легко обеспечить. Так как лепестки диафрагмы изгибаются незначительно, отсутствуют причины для возникновения дополнительных вихревых движений потока, не будет происходить засорения воздуховода и надежность работы регулирующего устройства будет высокой.

Несколько хуже в аэродинамическом отношении, но проще в изготовлении устройство, состоящее из одной консольно закрепленной в патрубке пластины. На наружной стороне воздуховода над пластиной установлена гайка (в случае необходимости сальниковое уплотнение), через которую ввинчивается шток, имеющий наружную резьбу. Один конец штока упирается в пластину, а на противоположном конце установлен маховик, служащий для вращения штока. Пластина выполняется из упругой стали, один конец ее прикрепляется к внутренней стенке патрубка при помощи сварки или болта.

Регулирующее устройство работает просто. Когда необходимо уменьшить расход воздуха, ввинчивают шток, который свободно скользит по пластине и отклоняет последнюю. Пластина плавно изгибается, уменьшая сечение для прохода потока запыленного воздуха. При этом возникают дополнительные аэродинамические сопротивления и уменьшается расход аспирационного воздуха. Максимальный прогиб пластины не превышает 6-8 мм. Пластина возвращается в исходное положение под действием упругих сил при вывинчивании штока. Для надежности можно предусмотреть шарнирное соединение штока с пластиной.

Предлагаемые устройства дают возможность эксплуатировать аспирационные системы в экономически более выгодном режиме благодаря регулированию расхода воздуха путем изменения аэродинамических сопротивлений при пуско-наладочных работах.

Однако, данный способ экономии (с использованием цилиндрической диафрагмы) сопровождается необходимостью дополнительного монтажа и обслуживания участка воздуховода с регулирующим устройством (цилиндрической диафрагмой).

В современных условиях производства аспирационных систем, доступна возможность изготовления участков воздуховода с нестандартными диаметрами. Необходимый диаметр рассчитывается по формуле (3). Если гидравлическое сопротивление представляет собой участок трубы длиной L и диаметром D , то коэффициент Дарси определяется следующим образом:

$$\xi = \lambda \cdot \frac{L}{D} \quad (1)$$

где λ - коэффициент потерь на трение по длине. Тогда формула Дарси для потери давления приобретает вид

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho \quad (2)$$

Следовательно, диаметр будет равен

$$D = \frac{L \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \lambda}{2 \cdot \Delta P} \quad (3)$$

Выводы

Таким образом, использование в существующих на производствах аспирационных системах нестандартных диаметров воздухопроводов позволит:

- сократить материалоемкость монтируемых систем воздухоочистки;
- упростить монтаж и обслуживание участков воздухопроводов;
- уменьшить количество используемого аспирационного воздуха, а следовательно сократить экономические затраты;

Библиографический список

1. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Старовойта.- 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Строй- издат, 1977.
2. Б. П. Новосельцев, Е. М. Черных, В. Н. Шершнев. Реконструкция аспирационных систем в деревообрабатывающих цехах, экономящая энергоресурсы. Деревообрабатывающая промышленность, 1986. С.14.

References

1. Directory designer. Internal sanitary device. Part II. Ventilation and Air Conditioning / Edited by I.G. Staroverova. - 2nd edition, revised and enlarged, M.: Story-Publishing, 1977.
2. B. P. Novoseltsev, E. M. Chernykh, V. N. Shershnev. Reconstruction of aspiration systems in the woodworking shops, saving energy resources. Woodworking industry, 1986. Page 14.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент, заведующий
кафедрой проектирования зданий и
сооружений Э.Е.Семёнова,
магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений А.В. Бескоровайная,
Россия, г. Воронеж, тел. 8(951)5561938
e-mail:anna.vladimirovna@rambler.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph.D.,docent, head of the
department of building design and
structures E.E.Semenova
Undergraduate of the department of building
design and structures A.V. Beskorovaynaya,
Russia, Voronezh, tel. 8 (951) 5561938
e-mail:anna.vladimirovna@rambler.ru*

А.В. Бескоровайная, Э.Е. Семёнова

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассмотрены основные предпосылки развития энергосбережения и описываются наиболее популярные энергосберегающие технологии, применяемые за рубежом.

Ключевые слова: проблемы энергосбережения, пассивный дом, двойной фасад, зеленая кровля.

A.V. Beskorovaynaya, E.E. Semenova

INTERNATIONAL EXPERIENCE OF ENERGY SAVING TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

The article describes the basic prerequisites for the development of energy saving and describes the most popular energy-saving technologies used abroad.

Keywords: energy saving problem, passive house, double fronted, green roof.

Повышение энергоэффективности зданий в последние десятилетия стало одним из основных направлений развития строительной индустрии. Проблема снижения энергопотребления эксплуатируемых зданий дала толчок для развития энергосберегающих технологий. Эффективное использование энергии и, в конечном счете, энергосбережение обеспечивается в основном на стадиях проектирования и эксплуатации зданий

Основные причины, заставившие развитые страны серьезно взяться в последние годы за решение проблемы энергосбережения, таковы:

- ограниченность и конечность ископаемого сырья (нефть, уголь, газ, уран, прочее);
- растущий мировой спрос на энергию за счет постоянного роста экономики, промышленности и благосостояния населения;
- глобальные изменения климата из-за увеличения эмиссии парниковых газов;
- постоянный и — зачастую — непредсказуемый рост цен на углеводороды.[5]

Уже на протяжении многих лет в Европе, странах Скандинавии используют энергосберегающие технологии при строительстве и реконструкции зданий. В этих странах создали необходимые законодательные нормы с учетом экономических интересов собственников жилья и инвесторов.

В Германии на реконструкцию домов с целью понижения энергопотребления было потрачено более 1,5 млрд евро. Более того, владельцам жилья, желающих провести реконст-

рукцию дома, предоставляются налоговые льготы в размере 20% и банковские кредиты с низкой процентной ставкой.[5]

Во Франции в 2005 году для семей, желающих использовать технологии экономии термической энергии в собственном жилище, ввели в действие программу налоговых льгот. При модернизации жилья им предоставляется кредит, право на возмещение до 50% расходов по установке систем терморегуляции, модернизации отопления и использования альтернативных источников энергии: биотопливо, энергия солнца и ветра.

Развитие энергоснабжения в Дании регламентируется национальными программами. Энергетический план на 2001-2030 гг. ориентирован на снижение затрат на производство энергии и улучшение экологии. Широко развито экономическое стимулирование энергосбережения. Предоставляются различного рода субсидии.[3]

В Швейцарии инвесторы, вкладывающие средства в строительство зданий с низким энергопотреблением, получают государственную субсидию в размере 50 тысяч евро.

В Японии энергосберегающая политика получила начало с 1973 года. Предпринимаются меры по снижению энергоемкости домов, усовершенствование конструкций зданий для снижения затрат на отопление и кондиционирование. Особое внимание уделяется развитию гелиоэнергетике.[1]

Пассивный дом.

В европейской строительной практике, и особенно в Германии, Швейцарии, странах Скандинавии, Австрии и Франции, уже более 20 лет осуществляется строительство пассивных зданий. Свое название пассивные здания получили вследствие того, что для них практически не требуются системы активного отопления или охлаждения.

Концепция пассивного здания была предложена в 1987–1988 годах шведским ученым профессором Бо Адамсоном и доктором Вольфгангом Файстом. В 1991 году было сдано в эксплуатацию первое пассивное здание, который успешно эксплуатируется и в настоящее время. [6]

Для пассивных зданий характерна оболочка здания с высокими показателями теплозащиты и практически полным отсутствием «мостиков холода», в том числе в зонах оконных заполнений и в зонах примыкания балконных плит (оболочка-термос). Вентиляция в таких зданиях механическая приточно-вытяжная с рекуперацией теплоты удаляемого вентиляционного воздуха для подогрева приточного воздуха. Горячее водоснабжение в пассивных зданиях обеспечивается за счет нетрадиционных возобновляемых источников-солнечных коллекторов и низкопотенциальной теплоты посредством тепловых насосов.[4]

Двойной фасад.

Двойной фасад представляет собой многослойную конструкцию (внутренний контур, промежуточное пространство, внешний контур). Другими словами, перед обычным фасадом здания возводится дополнительная оболочка - так называемый вторичный или наружный фасад. Наружный фасад воспринимает ветровые нагрузки, защищает здание от осадков, частично поглощает солнечную энергию.

При устройстве двойного фасада при реконструкции в районе расположения окон ставится прозрачное стекло, а в районе глухой стены, в зависимости от замысла архитектора, может быть применено либо зеркальное остекление, либо глухие панели. В случае нового строительства обычно, внутренняя часть фасада состоит из несущего каркаса и слоя двойного стекла, обеспечивающего необходимую защиту от потери тепла в зимнее время. В пространстве между оболочками монтируют регулируемые солнцезащитные устройства. Часть створок внутреннего фасада делают открывающимися для обеспечения естественной вентиляции. Физика «работы» подобного фасада состоит в том, что между двумя фасадами оставляется воздушный промежуток, в котором циркулирует воздух за счет перепада температур, давлений. Дополнительная оболочка улучшает и звукоизоляцию здания. Двойные фасады обеспечивают также лучшую защиту от солнца, чем другие виды конструкций. Дополнительный внешний слой остекления сокращает инсоляцию как минимум на 10%, а створки жалюзи в промежуточном пространстве между слоями фасада снижают этот показатель на 50-60% по сравнению с внутренними створками. [2]

Зеленая кровля.

Зеленая кровля – инновационная технология, имеющая много преимуществ: повышает эффективность инженерных решений, позволяет получить экономические приоритеты при эксплуатации, а также улучшает внешний вид здания.

Данная технология помогает существенно продлить жизненный цикл кровли без ремонта: естественная защита гидроизоляции от экстремальных температур (темные поверхности нагреваются до 80 °С), УФ-излучения, механического повреждения (град, фейерверк и т. д.), что показывает ощутимый эффект экономии средств в перспективе. Зеленая кровля обеспечивает пассивное энергосбережение, выраженное в существенных теплоизоляционных свойствах зеленой кровли для здания. Водосбережение осуществляется за счет абсорбции дождевых стоков, что снижает выплаты владельцев за нагрузки на ливневую городскую канализацию дождевыми стоками. Применение данной технологии обеспечивает акустический комфорт, уменьшает отражение звука на поверхности кровли и улучшает звукоизоляцию до 8 дБ. К экологическим преимуществам можно отнести выработку дополнительного кислорода, регулирование влажности воздуха, нейтрализацию пыли и вредных газов в окружающем пространстве, накопление дождевой воды, создание естественных зон отдыха для людей с растительным покровом или садами.[1]

По мнению экспертов, в основе отставания России от развитых стран в вопросах энергосбережения лежит целый ряд причин, среди которых – незаинтересованность инвесторов, строящих «на продажу».[3] Энергоэффективные технологии требуют, как правило, дополнительных затрат, а дивиденды будет получать владелец, эксплуатирующий здание в дальнейшем. Неверно расставленные приоритеты и непонимание в каких системах и за счет каких мероприятий можно с большей эффективностью использовать энергию в зданиях того или иного типа, влечет за собой постоянный рост объемов потребляемой энергии, а значит – затрат на энергоснабжение. Судя по опыту зарубежных стран, в вопросе по продвижению технологий необходим комплексный подход, совершенствование действующего законодательства, разработка правовых и технических мер стимулирования, применение экономических и правовых механизмов воздействия на собственников жилья и строительные компании.

Библиографический список

1. Журнал «Энергосбережение» №12/2013.
2. www.airweek.ru/Энергосберегающие технологии.
3. www.ksr-rspp.ru/ Анализ тенденций развития электроэнергетики в мире и России.
4. www.arhinovosti.ru/Технологии.
5. Семенова Э.Е. Современные вопросы энергосбережения в архитектуре. Материалы научно-технической конференции «Международные дни архитектуры». Москва. 2010., с.5-7.
6. Дмитриев А.Н. «Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий» Изд.: АСВ Год: 2000.

References

1. Journal "Energy" № 12/2013.
2. www.airweek.ru/ Energy-saving technologies.
3. Analysis of trends www.ksr-rspp.ru/ power in the world and Russia.
4. www.arhinovosti.ru/ Technology.
5. Semenova E.E. Modern energy-saving issues in architecture. Materials of the scientific-technical conference «International days of architecture». Moscow.2010, p.5-7.
6. A.N. Dmitriev "Managing energy-efficient innovations in buildings" Ed.: DIA Year: 2000.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц., Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования зда-
ний и сооружений М.Л.Вдовенко
Россия, г. Воронеж, тел 8(473)2774339*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer, T.V. Bogatova;
Master's designing of buildings and construc-
tions faculty M.L. Vdovenko
Russia, Voronezh, tel. 8(473)2774339*

Т.В. Богатова, М.Л. Вдовенко

АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УТЕПЛЕНИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ МЕЖДУ ПЕРВЫМ И ТЕХНИЧЕСКИМИ ЭТАЖАМИ

Рассмотрены современные тенденции в мировой практике и инноваци-
онные материалы.

Ключевые слова: перекрытие, теплопередача, экологичность.

ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF USING INSULATION SLABS BETWEEN THE FIRST AND THE TECHNICAL FLOOR

The modern trends in the world and Innovative Materials.

Keywords: ceiling, heat transfer, ekologichnot.

Дом – одно из основных понятий, лежащих в основе существования человека. Дом ассоциируется с уютом, семейным очагом и вечерами у камина. В современном мире быстроразвивающихся технологий это особенно важно. Попробуем сделать наш дом максимально теплым и первая «слабая зона» это перекрытия между первым и техническим этажом. Для более детального изучения проблемы обратимся к опыту западных коллег.

После 1991 года страны Прибалтики, Восточной и Центральной Европы приняли европейскую систему стандартизации. Строительство новых зданий осуществлялось в соответствии с европейскими нормами. Вместе с тем, европейская политика в области энергосбережения поставила перед этими странами задачу повышения тепловой эффективности существующего фонда жилых зданий, построенных до 1991 года. Для достижения этой цели Европейским союзом были подготовлены специальные программы.

В странах Западной Европы многоэтажные дома составляют 15% жилищного фонда, а в Прибалтике, Восточной и Центральной Европы – больше трети. Здесь доминируют возведенные по индустриальному способу крупнопанельные дома, для которых характерно низкое качество строительства, высокое потребление энергии, а также несвоевременное проведение текущего ремонта.

Для повышения тепловой эффективности жилых зданий, построенных до 1991 года, был реализован специальный проект, получивший название BEEN – Baltic Energy Efficiency Network for the Building Stock (Прибалтийская сеть энергосбережения в жилищном фонде). Проект BEEN имел целью разработку стратегий и инструментов, способствующих реализации энергетически эффективной санации (ЕЕС – под этим термином понимается проведение капитального ремонта с реализацией мероприятий, обеспечивающих повышение тепловой эффективности) в жилых зданиях панельной застройки в регионе Балтийского моря. География проекта BEEN охватывает страны Прибалтики: Эстонию, Латвию, Литву, а также Польшу и Германию. В ходе реализации проекта BEEN был определен потенциал экономии энергии за счет внедрения энергосберегающих мероприятий в жилищном фонде панельной застройки.

С точки зрения содержания работ выделяются два вида санации:

ремонт – работы по устранению строительных недостатков, возникших в результате износа и под влиянием метеорологических факторов, с целью восстановления первоначального состояния;

модернизация (в том числе внедрение энергосберегающих мероприятий) – работы по улучшению характеристик зданий с целью адаптации этих зданий к современным условиям проживания, с ориентацией в основном на стандарты нового строительства.(табл.)

Таблица

Сокращение затрат на отопление, возникающее после реализации соответствующих энергосберегающих мероприятий в панельных домах 1 и 2 типов

Утепление ограждающих конструкций	Характеристика мероприятий	Снижение денежных затрат на отопление, %
Утепление наружных стен	Слой утеплителя 8–12 см (при $\lambda < 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$)	24–28
Замена окон (стеклопакеты)	Коэффициент теплопередачи 1,3 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{K})$	23–26
Утепление перекрытия верхнего этажа	Слой утеплителя от 12 до 16 см (при $\lambda < 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$)	4–5
Утепление перекрытия над подвалом	Слой утеплителя от 4 до 8 см (при $\lambda < 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$)	2 – 3
Утепление перекрытия над подвалом	–	До 2,5

Таким образом, реализация проекта ВЕЕН позволила сделать следующие выводы.

1. Отопление жилых домов потребляет большое количество энергии и является причиной высоких выбросов CO_2 , возникающих в процессе сгорания при производстве тепловой энергии. Для отопления одной средней квартиры в не санированном панельном доме требуется 1–1,5 т жидкого топлива в год (что эквивалентно 1000–1500 м³ природного газа) в зависимости от коэффициента полезного действия производства и распределения тепловой энергии.

2. Потребление тепловой энергии панельных домов можно сократить примерно в два раза за счет достаточно простых и мало затратных мероприятий (до 70–80 кВт•ч/м² жилой площади в год), что приведет к сокращению выбросов CO_2 в среднем на 1–1,4 т на квартиру в год.

3. С позиции энергоресурсов и изменения климата энергосберегающие мероприятия способствуют не только сокращению энергопотребления и выбросов CO_2 : утепление сохраняет панельные дома и повышает качество проживания:

энергосбережение не ограничивает комфорт, а наоборот, позволяет улучшить условия проживания;

теплоизоляция, как ключевое мероприятие в энергосбережении, защищает бетонные фасады от климатических воздействий, устраняет опасность образования плесени и придает невзрачным бетонным фасадам новый облик.

Рассмотрим инновационные материалы:

1.Эковата. В Канаде, США, Скандинавских странах, Англии, Германии эковата применяется уже более 100 лет. Теплотехнические свойства эковаты изучены в США государственным техническим научно-исследовательским институтом (VTI) и в Финляндии.

Технология производства теплоизоляции из переработанной бумаги была запатентована в Англии в 1893 г., промышленное производство этого материала началось гораздо позже. В 1928 г. в Германии появился первый завод по производству целлюлозного утеплителя, который на тот момент покрывал значительный объем потребности в теплоизоляционном материале, особенно со стороны частных домовладельцев. Первые

выдувные установки для монтажа утеплителя, которые использовались в 1920–1930 гг., представляли собой механические устройства, приводимые в действие с помощью силы рук оператора машины.

Вслед за Канадой, Германией и США в середине прошлого века целлюлозу стали успешно применять во многих европейских странах. Реализация программы доступного жилья в большинстве из них стала возможна лишь благодаря внедрению и началу широкого использования данного материала.

Технология монтажа эковаты вручную проста. Материал легко раскладывается на утепляемую поверхность (полы, перекрытия, чердаки). Плотность утеплителя при укладке вручную получается порядка 35–40 кг/м³. Для горизонтальных поверхностей такая плотность укладки оптимальна.

При механизированном методе монтажа, вне зависимости от сложности конструкции, главным достоинством применения эковаты является возможность быстрого и качественного ее монтажа. Эти преимущества дает профессиональный монтаж с помощью выдувной машины. Эковата монтируется через мобильную выдувную установку, при этом утеплитель проникает в самые мелкие щели и трещины, плотно облекая конструкции. Изоляционный слой получается целостным, не остается швов, утечки тепла (исчезают акустические мостики и мостики холода). Материал может применяться во всех типах зданий и сооружений.

На горизонтальную поверхность утеплитель эковата укладывается ровным слоем (способом сухого и увлажненного напыления). Рекомендуемая толщина слоя для утепления полов, межэтажных и чердачных перекрытий (при средней температуре воздуха в зимний период - 23 °С) - 20-25 см. Через несколько дней после укладки материала, на поверхности теплоизоляционного слоя образуется корка толщиной 2-3 мм в следствии активизации природного вещества лигнина под воздействием влажности воздуха. Данная корка препятствует свободной циркуляции воздуха сквозь слой, что еще более улучшает теплотехнические характеристики материала. При утеплении полов материал (уложенный между лагами) затем закрывается половыми досками. Колоссально снижается нагрузка на несущие конструкции, т.к. плотность эковаты при данном способе утепления должна быть max 45 кг/м³.

Выводы

Материал не требует пароизоляции, экономичен, удобен в применении. Эковата снижает нагрузку на несущие конструкции, тем самым исключая перерасхода материала в здании в целом.

Библиографический список

1. <http://www.krovkirussia.ru>.
2. iee.kpi.ua/files/seminar/16.pdf.
3. <http://npeet.org/press/articles/98-inc-en-ef>.

References

1. <http://www.krovkirussia.ru>.
2. iee.kpi.ua/files/seminar/16.pdf.
3. <http://npeet.org/press/articles/98-inc-en-ef>.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры проек-
тирования зданий и сооружений
Т.В. Богатова;
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений А.А. Зарочинцев
Россия, г. Воронеж, тел. 8 920 229 54 04*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the design-
ing of buildings and constructions faculty
T.V. Bogtova;
Master of the designing of buildings and con-
structions faculty A.A. Zarochintsev
Russia, Voronezh, tel. 8 920 229 54 04*

Т.В. Богатова, А.А. Зарочинцев

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Рассмотрены основные принципы проектирования энергоэффективно-го дома. Приведено влияние формы, габаритов, площади остекления, ориен-тации здания и различных конструктивных решений на повышение энерго-эффективности жилого дома.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, пассивный дом.

T. V. Bogatovaova, A. A. Zarochintsev

THE ANALYSIS OF DEPENDENCE SPACE AND PLANNING EXPEDIENTS AND EMBODIMENT IN ENERGY EFFICIENT HOUSE DESING

The main principles of energy efficient house design are considered. Form, size, glassing area, orientation and various embodiments influence on energy ef- ficiency of the house is given.

Keywords: energy efficiency, energy saving, passive hose.

В XXI век Российская экономика шагнула с двумя острыми проблемами в энергетиче-ской отрасли. Первая проблема особа заметна при сравнении нашей экономики с западной, которое показывает, что удельная энергоемкость нашего валового продукта (ВВП) на поря-док выше. Другой, не менее важной проблемой, обусловленной неоправданно высоким энер-гопотреблением экономики, является ухудшение окружающей среды посредством огромного выброса CO₂. Россия занимает второе место по выбросу парниковых газов среди развитых стран, уступая лишь США.

Очевидно, что при текущем положении дел в энергетической области дальнейшее разви-тие экономики будет требовать постоянного наращивания электрических мощностей. Такая по-литика в ближайшем будущем может привести к глубочайшему энергетическому кризису.

Рассмотрев построенные за последние годы в России индивидуальные дома, оказалось, что их расход первичных энергоресурсов составил от 600 до 800 кВт×ч/(м²×год), в то время как в странах с аналогичным климатом (Швеция или Финляндия) в среднем расход составляет 135 кВт×ч/(м²×год). Это свидетельствует об огромном потенциале сокращения расхода ресурсов, оценить который можно в 60-70% от нынешнего уровня их потребления на обеспечение дома.

Таким образом, все это делает развитие и внедрение энергосберегающих технологий в строительстве приоритетной задачей государства.

Между тем, в рамках принятой в 1996 году Федеральной программы "Об энергосбережении", государство поэтапно принимает ряд мер, направленных на экономию энергии в строительном секторе. Первый этап предусматривал увеличение тепловой защиты здания в 1,5-1,7 раза. Второй, который начинал действовать с 2000 года, увеличивал требования к минимальной тепловой защите здания более чем в три раза. Постановлением Госстроя России "О теплозащите зданий и сооружений" запрещена приемка в эксплуатацию объектов без установки приборов учета, контроля и регулирования тепла, горячей и холодной воды, газа в соответствии с требованиями нормативных документов.

Все эти меры привели к возможности внедрения зарекомендовавшего себя на западе потребительского метода, предполагающего оценку в проекте здания, потребности энергии на отопление и вентиляцию. Для этой оценки разработана система классов энергосбережения, измеряемых в % отклонения расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемой величины.

Показателем расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания на стадии разработки проектной документации является удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания. Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии определяется с учетом климатических условий района строительства, выбранных объемно-планировочных решений, ориентацией здания, теплозащитных свойств ограждающих конструкций, принятой системы вентиляции здания.

Такой метод дает возможность наглядно проследить влияние принятых проектных решений на энергоэффективность дома, а так же открывает возможность вычислить экономический эффект конечного проекта, наглядно демонстрируя заказчику обоснованность увеличение затрат на строительство, окупающихся в содержании здания. Такой подход стимулирует не только повышение теплозащиты зданий за счет увеличения сопротивления теплопередачи наружных ограждений (как это было предписано устаревшими нормативами), но и снижение теплопотерь путем принятия оптимальных объемно-планировочных решений и повышения энергоэффективности работы отопительно-вентиляционных систем.

При проектировании энергоэффективного здания приведение удельной характеристики расхода энергии на отопление и вентиляцию к заданным стандартам достигают путем варьирования основных мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов, к которым относятся:

- архитектурно-планировочные решения (зависящие от ориентации по сторонам света и близлежащему окружению, объемно-планировочные, ограждающие конструкции, светопрозрачные ограждения);
- инженерные системы (отопление, вентиляция, кондиционирование, утилизация, регулирование, автоматизация и управление).

Поэтому подход к исследованию энергетических показателей зданий и поиск правильных решений оптимизации их энергоэффективности определяет решение сложных взаимосвязанных задач, которые составляют три основных направления [3]:

- организация микроклимата помещений дома;
- минимизация энергетических затрат;
- экономичность здания, рациональное расходование материальных ресурсов;

Примером успешного внедрения энергосберегающих технологий в массовое малоэтажное строительство является концепция "пассивного дома". Впервые оборудование Пассивного дома предложили в мае 1988 года доктор Вольфганг Файст, основатель "Института пассивного дома" в Дармштате (Германия). Концепция разрабатывалась в многочисленных проектах, финансируемых правительством Германии.

Основа концепции пассивного дома заключается в снижении расхода тепловой энергии на отоплении до $15 \text{ кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^2 \times \text{год})$ и потребления первичной энергии для всех бытовых нужд (отопление, горячая вода и электрическая энергия) до $120 \text{ кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^2 \times \text{год})$.

Мерами достижения поставленных результатов являются простые принципы работы над оболочкой здания как единой энергетической системы.

Прежде всего, тепловая эффективность зданий зависит от влияния ориентации здания по сторонам света. Так теплопотери через фасады здания, ориентированные различным образом, будут неодинаковы. Необходимо учесть два следующих момента.

Во-первых, для отдельного здания фасады, ориентированные на направления от северо-западного до северо-восточного, в противоположность фасадам, ориентированным на направления юго-восточного до юго-западного, не получают заметного притока тепла от солнечного излучения, поэтому при проектировании зданий, отличных от прямоугольной формы, следует стремиться к тому, чтобы на север была ориентирована наименьшая поверхность фасадов [4].

Во-вторых, рациональной следует считать такую ориентацию здания, которая обеспечит максимальное тепlopоступление от солнечной радиации в холодный период года и уменьшит поступление тепла в летний период. Подобный момент непосредственно влияет на выбор конструкции остекления, так как учитывая геометрию воздействия солнца в разный период года, не рекомендуется на поверхности, имеющей наибольшие солнечные тепlopоступления в течение года, проектировать светопрозрачные конструкции имеющие отклонения от вертикальной поверхности. Дополнительный положительный эффект могут оказать солнцезащитные конструкции, препятствующие проникновению солнечных лучей в летнее время.

Всякое увеличение площади наружной поверхности здания вызывает дополнительные теплопотери.

Минимальная теплопотеря через ограждения при прочих равных условиях - у зданий круглых и квадратных в плане; сферических, кубических и цилиндрических или прямоугольных в плане с широким корпусом.

Например, свободно стоящее здание с основанием в виде квадрата имеет развернутую поверхность наружных стен 100%. При рассмотрении проектов зданий различной формы установлено, что угловой дом имеет на 25% большую площадь поверхности наружных стен.

Требования к проектированию внутреннего пространства в основном продиктованы приточно-вытяжной системой вентиляции - обязательной составляющей энергоэффективного дома. Помещения, из которых удаляется вытяжной воздух, должны расположиться относительно близко друг к другу, а помещения с приточным воздухом должны быть расположены компактно. Это позволяет рационально расположить магистрали воздухопроводов приточного и вытяжного воздуха. В идеале необходимо обеспечить такую планировку, которая позволяет обойтись одной главной ниткой воздухопровода для приточного и одной для вытяжного воздуха. Помимо этого, такое размещение имеет достоинство в том, что также другие трубопроводы прочих систем (холодная, горячая вода, канализация) могут быть короткими; это размещение уменьшит потери энергии и снижает капитальные затраты.

Лучше всего разделить проект системы вентиляции в здании в три зоны [2]:

- зона приточного воздуха, (она как правило охватывает все жилые и общественные комнаты, места приема пищи);
- переходная область, (коридоры и лестничные клетки);
- зона вытяжного воздуха, (здесь соединяются все влажные помещения и комнаты).

Рассмотрим принципы выбора конструкции стены. Теплоизоляция оболочки дома оказывает решающее влияние на необходимое потребление тепловой энергии на отопление. Максимальную эффективность тепловой оболочки здания, можно получить приведя коэффициент компактности к возможному минимуму. Добиться оптимальных значений компакт-

ности можно благодаря сооружению пристроек вместо отдельно стоящих зданий. В идеале необходимо определить замкнутую термическую оболочку и обустроить ее с одинаковыми параметрами термического сопротивления ограждающих конструкций, прерываясь только в местах установки окон и дверей.

Цель выбора светопрозрачных конструкций заключается в том, чтобы по возможности сохранять на минимальном уровне недостающую потребность в энергии на отопление. Иными словами теплопоступления от солнечной радиации должны равняться теплопотерям через светопрозрачное ограждение. Этот же принцип следует преследовать при выборе площади остекления. Увеличение площади остекления с целью пассивного использования солнечной энергии неизбежно приводят и к более высоким теплопотерям. Решающим является только баланс между используемыми теплопоступлениями от солнечной энергии и дополнительными теплопотерями в основные зимние месяцы.

Подводя итоги, энергоэффективный дом сегодня не нуждается в принципиально новых или другого вида строительных элементах и оборудовании, достаточно улучшить существующие конструкции. Прежде всего, учесть влияние объемно-планировочных и конструктивных решений и качественно продумывать архитектурную концепцию дома исходя из того, что каждое принятое проектное решение непосредственно отразится на тепловом балансе здания.

Библиографический список

1. Файст В., Основные положения по проектированию пассивных домов/ Вольфганг Файст; Пер. с нем. А. Елохов. - М.: Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2008. - 144с.
2. Беляев В.С., Хохлова Л.П., Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий: Учеб. пособие для студ. вузов по спец. "Промышленное и гражданское строительство". - М.: Высш. шк., 1991 - 255 с.: Ил.
3. Подолян Л.А., Энергоэффективность жилых зданий нового поколения [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.01/ Л.А. Подолян; Российский государственный открытый технический университет путей сообщения; 26-й ЦНИИ М-ва обороны Рос. Федерации. - М., 2005. -28 с.: ил. - Библи - огр.: с 27-28 (8 назв.).
4. СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"

References

1. Feist W., Basic provisions of the design of passive houses/ Wolfgang Feist; Transl. form German A. Elohov. – М.: Published by Association of Building universities, 2008. – 144p.
2. Beliaev V.S., Hohlova L.P., Designing of energy-efficient and energy-active civil buildings: Textbook for students majoring in “Industrial and Civil Construction”. – М.: High school, 1991 – 255p.: Il.
3. Podolian L.A., Energy efficiency of residential buildings of the new generation [Text]: dissertation of the candidate of technical sciences: 05.23.01/ L.A. Podolian; Russian State Open Technical University of Railway Transport; 26th Central Research Institute Ministry of Defense of the Russian Federation. – М., 2005. -28p.: il. – bibliography: p. 27-28 (8 nzmes).
4. Construction rules and regulations 23-02-2003 “Thermal protection of buildings”

УДК 728.1:662.997

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доц, Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений
Федосова Ксения Николаевна
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior lecturer, T.V. Bogatova;
Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty
Fedosova Xenija Nikolaevna
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)774-339*

Т.В. Богатова, К.Н.Федосова

ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ

Представлены типы солнечных коллекторов, их подробное описание и применение в зарубежной практике.

Ключевые слова: солнечные коллекторы, энергосбережение, альтернативные источники энергии.

T.V. Bogatova, X.N. Fedosova

TYPES OF SOLAR COLLECTORS AND THEIR APPLICATION IN FOREIGN PRACTICES

The types of solar collectors, a detailed description and application to international practice.

Keywords: solar collectors, energy conservation, alternative energy sources.

Плоский коллектор. Коллектор состоит из элемента (абсорбер), поглощающего солнечное излучение, прозрачного покрытия и термоизолирующего слоя. Абсорбер покрывается черным цветом либо спецраствором для повышения эффективности. Прозрачный элемент обычно выполняется из закаленного стекла с пониженным содержанием металла. Задняя часть панели покрыта теплоизоляционным материалом, например, полиизоцианурит. Трубки, по которым распространяется вода, изготавливаются из сшитого полиэтилена (РЕХ) либо меди. Сама панель является воздухонепроницаемой. Для чего отверстия в ней заделываются силиконовым герметиком.

Вакуумный коллектор. В коллекторе возможно повышение температур теплоносителя до 250-300 °С. Добиться этого можно за счет уменьшения тепловых потерь в результате использования многослойного стеклянного покрытия, герметизации или создания в коллекторах вакуума.

Бытовые коллекторы. В качестве теплоносителя в солнечных водонагревателях может использоваться вода, воздух, масло или антифриз. Теплоноситель нагревается, циркулируя через коллектор, а затем передает тепловую энергию в бак-аккумулятор, накапливающий воду для потребителя.

Коллекторы-концентраторы. Повышение эксплуатационных температур до 120-250 °С возможно путем введения в солнечные коллекторы концентраторов с помощью параболоцилиндрических отражателей, проложенных под поглощающими элементами.

Воздушные коллекторы. Это приборы, работающие на энергии Солнца и нагревающие воздух. Солнечные воздушные коллекторы представляют собой чаще всего простые плоские коллекторы и используются в основном для отопления помещений, сушки сельскохозяйственной продукции. Воздух проходит через поглотитель благодаря естественной конвекции или под воздействием вентилятора.

Параболоцилиндрические концентраторы. Концентраторы имеют форму параболы, протянутой по прямой линии.

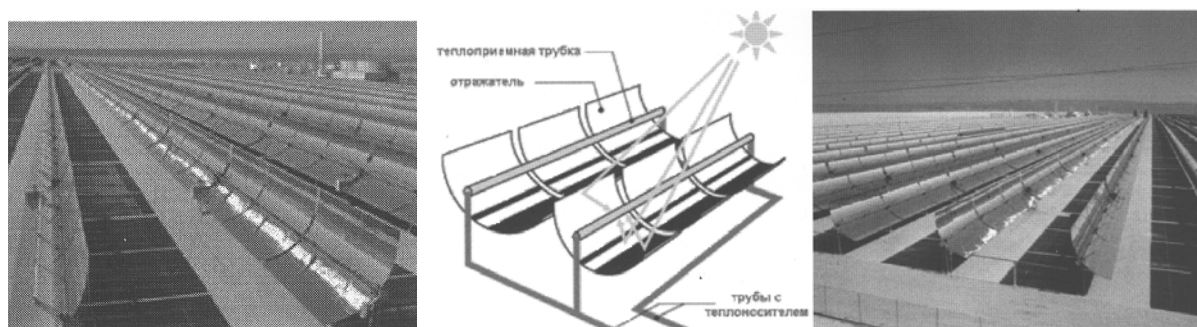


Рис. 1. Общий вид «Солнечных парабоцилиндрических концентраторов»

Параболические концентраторы. Эти концентраторы имеют форму параболоида вращения. Параболический отражатель управляется по двум координатам при слежении за солнцем. Энергия солнца фокусируется на небольшой площади. Зеркала отражают около 92% падающего на них солнечного излучения. В фокусе отражателя на кронштейне закреплен двигатель Стирлинга, или фотоэлектрические элементы. Двигатель Стирлинга располагается таким образом, чтобы область нагрева находилась в фокусе отражателя. В качестве рабочего тела двигателя Стирлинга используется, как правило, водород или гелий. В феврале 2008 года Национальная лаборатория Sandia достигла эффективности 31,25% в установке, состоящей из параболического концентратора и двигателя Стирлинга.



Рис. 2. Экспериментальный коллектор НПО «Астрофизика»

Линзы Френеля. Они используются для концентрации солнечного излучения на поверхности фотоэлектрического элемента или на трубке с теплоносителем.

Солнечный коллектор из 100% пластика. Австрийская компания «Sunlumo Technology GmbH» разработала солнечный коллектор, полностью изготовленный из пластика. Эта инновационная технология позволяет снизить цену солнечного коллектора на 50%, поскольку нет необходимости использовать дорогостоящие металлы, такие как медь и алюминий. Так же использование пластика позволяет значительно облегчить конструкцию солнечного коллектора.

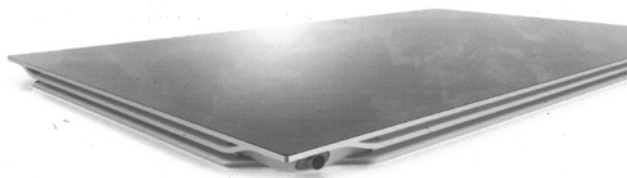


Рис. 3. Внешний вид солнечного коллектора «Один мир»

Солнечный коллектор нового поколения от «Sunmaster». Один из ведущих производителей солнечных коллекторов и оборудования в Австрии компания «Master Energy Systems GmbH» представил на международной выставке «Intersolar» в Мюнхене инновационный продукт. Это солнечный коллектор с так называемым абсорбером «бионика». Первая экспериментальная партия уже установлена и работает на одном из заводов компании.

Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии опубликовал отчет о развитии солнечной энергетики, из которого следует, что в первое десятилетие 21 века 78% всех установленных в этот период мощностей обеспечивают энергией именно европейских потребителей.

Подтверждением тому служит наличие у некоторых стран удачного опыта «приручения» солнечных лучей. В частности в Германии в конце 2003 года общая мощность немецких гелиоэнергетических солнечных установок составляла 400 МВт, а к концу 2004 года она выросла до 700 МВт. Общая площадь немецких электростанций, использующих солнечные батареи, составляет уже 5-6 миллионов квадратных метров.

За Германией следуют Италия, прибавившая 0,73 ГВт, а также Япония и США с приростом в 0,48 и 0,46 ГВт. Чуть ниже расположились еще две европейские страны: Чехия 0,41; Бельгия 0,3.

К концу 2009 года общий объем установленных солнечных мощностей в Европе вырос до 16 ГВт, а в мире до 22 ГВт. Стоит заметить, что такие темпы развития все равно не позволяют солнечной энергетике приблизиться к традиционной. В странах Евросоюза ее доля в общей генерации электроэнергии составляет лишь 0,4%, а в мире эта величина не превышает 0,1 %.

Библиографический список

1. <http://solarsoul.net/solnechnyj-kollektor-iz-100-plastika>.
2. <http://solarsoul.net/camaya-krupnaya-solnechnaya-teplovaya-elektrostanciya>.
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%EE%EB%ED%E5%F7%ED%FB%E9_%EA%EE%EB%EB%E5%EA%F2%EE%F0.
4. <http://solarsoul.net/samyj-bolshoj-solnechnyj-kollektor>.

References

1. <http://solarsoul.net/solnechnyj-kollektor-iz-100-plastika>.
2. <http://solarsoul.net/camaya-krupnaya-solnechnaya-teplovaya-elektrostanciya>.
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%EE%EB%ED%E5%F7%ED%FB%E9_%EA%EE%EB%EB%E5%EA%F2%EE%F0.
4. <http://solarsoul.net/samyj-bolshoj-solnechnyj-kollektor>.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры про-
ектирования зданий и сооружений
Ф.М. Савченко;
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений М.И. Марченко
Россия, г. Воронеж, тел. 8 951 542 13 07*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the de-
signing of buildings and constructions faculty
F.M. Savchenko;
Master of the designing of buildings and con-
structions faculty M.I. Marchenko
Russia, Voronezh, tel. 8 951 542 13 07*

Ф.М. Савченко, М.И. Марченко

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ УСТРОЙСТВА МАНСАРД И МАНСАРДНЫХ ЭТАЖЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ 4-5 ЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В статье рассмотрены конструктивные решения мансард и мансардных этажей при реконструкции 4-5 этажных жилых домов. Приведены схемы мансардных этажей, размещение оконных проемов в крыше и схемы внутриквартирных лестниц.

Ключевые слова: Мансарда, реконструкция, одноуровневые двухуровневые мансардные этажи.

F.M. Savchenko, M.I. Marchenko

THE REVIEW OF EXISTING METHODS OF THE DEVICE OF PENTHOUSES AND MANSARD FLOORS AT RECONSTRUCTION OF 4-5 FLOOR RESIDENTIAL BUILDINGS

In the article the structural solutions of mansard and attic floors in the reconstruction 4-5 storey residential buildings. The schemes of attics, the placement of Windows-based openings in the roof and schemes stairs.

Keywords: Apartment, reconstruction, a single two-level attic floor.

Одним из возможных способов решения жилищной проблемы может быть совмещение строительства и реконструкции жилых домов путем надстройки их крышах мансардных помещений с параллельным капитальным ремонтом.

Многие специалисты считают, что реконструкция 4-5 этажного фонда постройки 50-60-х годов 20 столетия поистине общенациональная проблема, так как объем таких зданий в России огромен.

Устройство мансард увеличивает общую площадь дома на 15-20%. Это направление представляется перспективным уже потому, что площадь плоских покрытий и пустующих чердаков в жилых зданиях в России оценивается в 500-600 млн.кв.м. Надстройка одного только этажа может дать дополнительно 50-70 млн.кв.м. или 1 млн. отдельных квартир, сэкономив при этом около 10 тыс. га территорий для нового строительства. Такое решение, как правило, не требует усиления фундаментов и замены конструктивных элементов, дает

возможность использовать существующие наружные сети и может найти массовое применение при реконструкции жилой застройки малых и средних городов Российской Федерации.

За счет надстройки мансардного этажа можно изменить уже существующее здание, значительно улучшить его фасад.

Согласно работы [2] мансарды и мансардные этажи разделяются на 15 видов (рис.1).

Высота жилых помещений в мансардном этаже в чистоте принимается не менее 2,5 м, при этом в жилую площадь могут включаться и участки помещений с меньшей высотой. Их величина нормируется в зависимости от уклона крыши. Так в площадь помещения мансардного этажа учитывается площадь с высотой наклонного потолка 1,5 м при наклоне 30° к горизонту, 1,1 м – при 45° , 0,5 м – при 60° и более.

Окна в помещениях мансарды проще всего укладывать по склону ската кровли (рис.3). Однако чаще используют приемы их вертикальной установки (рис.3). В одном случае оконную перемычку выдвигают, как показано на рис.2, в другом – ее устанавливают в плоскости наращиваемой по высоте фасада (рис.2). Часто перемычку вертикального оконного проема с дверью оставляют в плоскости кровельного ската. Тогда часть наружного ограждения – стены задвинутые внутрь здания, а перед окном устраивают балкон, показанный на рис., а иногда и увеличенный слив-крышу над этим балконом, ширина которого может достигать 1,5 м.

В работе [5] отмечается: в России окна верхнего света наиболее широко распространяет фирма «Velux». В номенклатуру ее продукции включены шесть типовых размеров окон (ширина× высота) 55×78, 78×98, 78×118, 78×140 см. При этом выпускают два варианта высоты коробки, которую выбирают в зависимости от высоты профилировки материала кровли. Такая широкая номенклатура позволяет применять окна верхнего света в различных композиционных решениях здания при уклоне крыш от 15° до 85° и при различных материалах кровли.

В помещениях с наклонными наружными стенами в месте примыкания к полам появляются «мертвые зоны», не доступные для подхода людей. В этом случае нижнюю часть стены делают вертикальной, а ее высоту принимают равной 0,9-1,4 м (рис.3) такие места обычно отделяют вертикальными перегородками высотой не ниже 0,9 м и используют в качестве встроенных шкафов.

При применении двухъярусным решений возникает проблема размещения внутриквартирной лестницы, поскольку она является не только коммуникацией, но своеобразным украшением интерьера. Существует несколько видов таких лестниц. Их выбирают и размещают по схемам, показанным на рис.4. Ширину маршей назначают от 0,6 до 0,9 м. большую принимают очень редко, только в парадных интерьерах или когда предполагается перемещение крупногабаритных предметов. Размер подступенков увеличивают. Так для высоты этажа 2,8 м высоту подступенка назначают равным 200мм, а ширину проступи уменьшают до 220=250 мм. Диаметр винтовой лестницы назначают 1200, 1400 и 1600мм.

Несущие конструкции мансард могут быть деревянными, металлическими и железобетонными. Применение деревянных конструкций должно согласовываться со степенью огнестойкости здания, они должны быть защищены антипиренами или конструктивными мерами. Согласно работы [4] всё большее распространение приобретают тонкостенные холодногнутые стальные профили с просечными отверстиями (термопрофили).

В настоящее время наиболее часто применяются деревянные конструкции мансард с различными конструктивными схемами. Так, например, при отсутствии средней опоры (стены) крыши мансард зачастую конструктивно решают так же, как и стропильные фермы. Своеобразной затяжкой таких ферм являются балки междуэтажного перекрытия, в которые упираются стропила (элементы верхнего пояса ферм) рис. Работы [1]. В работах [1,2,3,4] приводятся многочисленные примеры конструктивного решения крыш мансардных этажей.

	симметричные		несимметричные
	треугольные	ломанные	ломанные, односкатные
одноуровневые			
двухуровневые			
одно-, двухуровневые с дополнительным этажом			

Рис.1. Типы мансардных этажей

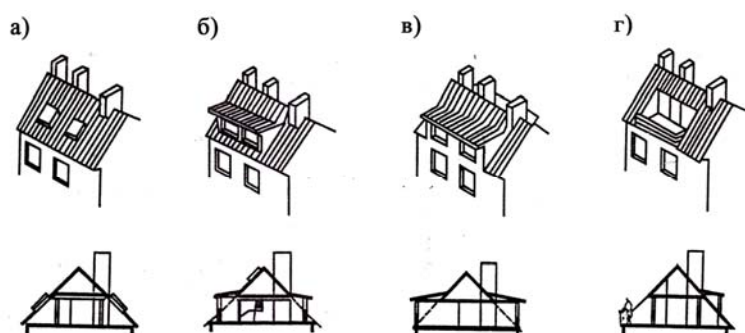


Рис. 2. Размещение оконных проемов в крышах зданий с мансардами:
а) в плоскости ската крыши; б) вертикально с выдвижением оконной коробки из плоскости крыши;
в) то же, с наращиванием наружной стены здания;
г) то же, с задвижкой оконных блоков вглубь помещения устройством балконов

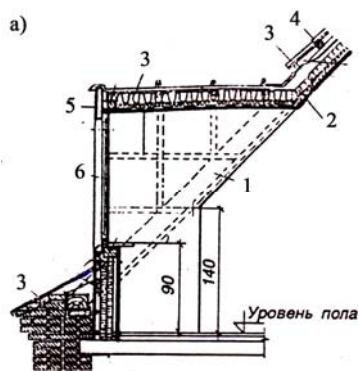


Рис. 3. Схема вертикального участка стены высотой 0,9-1,4м в помещениях с наклонной наружной стеной(разрез по оконному проему):
1 - стропильная нога; 2 - утеплитель; 3 - кровля; 4 - обрешетка; 5 - лобовая доска; 6 - оконный блок

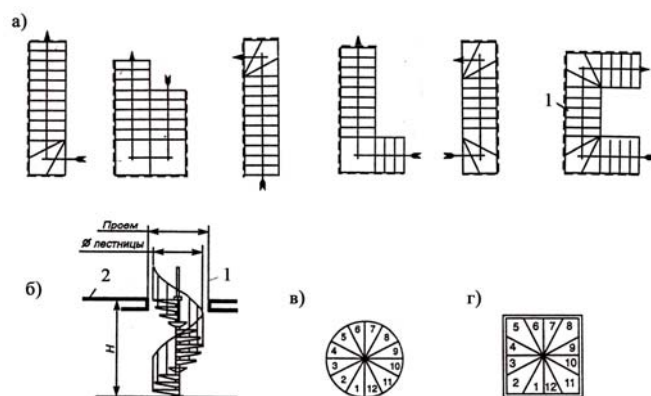


Рис. 4. Внутриквартирные лестницы:

а - маршевые; б - винтовые; в, г - схемы вертикальной разбивки винтовых лестниц; 1 - стены; 2 - перекрытие

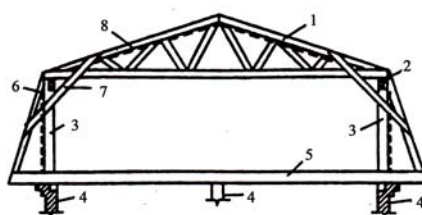


Рис. 5. Рамная несущая конструкция мансарды пролетом 6-12 м:

1 - ферма; 2 - прогон; 3 - стойка; 4 - стены несущего здания;
5 - балки перекрытия, одновременно являющиеся затяжками; 6 - подкосы-стропила; 7 - подкосы рамы;
8 - диагональные доски

Библиографический список

1. В.Н. Семенов, Ф.М. Савченко, Э.Е. Семенова. Реконструкция жилых зданий : учеб. пособие; Воронеж, гос.арх.-строит ун-т; 2002.-200с.
2. С.Н. Булгаков. Варианты проектирования решений мансардных этажей при реконструкции жилых домов: архитектурно-планировочные решения. Промышленное и гражданское строительство, 2000 N1 С.41-44.
3. Э.Е. Семенова. Скатные крыши: учеб. пособие Э.Е. Семенова. Ф.М. Савченко, Воронеж. гос.арх.-строит.ун-т.-Воронеж, 2011.-83с.
4. В.А. Пономарев. Архитектурное конструирование: учебное для вузов /В.А. Пономарев.- М; «архитектура-С» 2009.-736с.
5. Проектирование жилых и общественных зданий. Под редакцией Т.Г. Маклакова.- М., 1998.-400с.

References

1. V.N. Semenov, F.M.Savchenko, E.E.Semenova. Reconstruction of residential buildings: manual; Voronezh, state architectural and construction university; 2002 . - 200с.
2. S.N. Bulgakov. Options of design of solutions of mansard floors at reconstruction of houses: architectural and planning decisions. Industrial and civil engineering, 2000 N1 Pages 41-44
3. E.E. Semenova. Skatnye of a roof: manual of E.E.Semenova. F.M.Savchenko, state architectural and construction university. - Voronezh, 2011. - 83с.
4. V.A. Ponomarev. Architectural designing: educational for higher education institutions/VA. Ponomarev. - M; "arkhitektura-S" 2009. - 736с.
5. Design of residential and public buildings. Under edition Of this year Maklakova. - M, 1998. - 400с.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры проек-
тирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений А.Ю. Коратыгина
Россия, г. Воронеж, тел. 8 908 143 18 37*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the design-
ing of buildings and constructions faculty
E.E. Semenova;
Master of the designing of buildings and con-
structions faculty A.Yu.Koratygina
Russia, Voronezh, tel. 8 908 143 18 37*

Э.Е. Семенова, А.Ю. Коратыгина

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

В статье рассмотрены преимущества применения энергоэффективного стекла.

Ключевые слова: энергоэффективное стекло, низкэмиссионное стекло, К-стекло, I-стекло.

E.E. Semenova, A.Yu. Koratygina

THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF ENERGY EFFICIENT TRANSLUCENT DESIGNS AT DESIGN OF CIVIL BUILDINGS

In article advantages are considered application of energy efficient glass.

Keywords: energy efficient glass, the low-emission glass, K- glass, I- glass.

Тепловая электрическая энергия и вода – эти постоянно потребляемые человеком основные ресурсы в современных условиях становятся самыми дорогими составляющими его жизнедеятельности. Решение проблемы затрудняется высокими тепловыми потерями в зданиях как жилого, так и нежилого фонда. Так по экспертным оценкам в наших зданиях сегодня попросту теряется до 40% поступающих в них энергоресурсов. Анализ же потребления тепла показывает, что в зданиях средней полосы России на нужды отопления и горячего водоснабжения расходуется в 3 раза больше топлива на один квадратный метр площади, чем, например в Швеции. Энергоснабжение, определяемое на основе теплового баланса здания, в жилом фонде может достигать 40% за счет утепления ограждающих конструкций, модернизации оконных и дверных заполнений, систем вентиляции и подачи тепла, что адекватно экономии 15% от всей выработанной в стране энергии. Особенно важно повышение термического сопротивления оконных блоков путем применения новых материалов и более совершенных конструкций окон, использования стеклопакетов, установки эффективных уплотнений, использования энергосберегающих стекол, специальных покрытий и т.п.

Наиболее простым, быстро реализуемым и вместе с тем приносящим значительную экономическую выгоду решением является использование при остеклении зданий специальных стеклопакетов, в которых одно из стекол является теплосберегающим.

У К-стекол коэффициент эмиссии снижен до 0,2, что позволяет снизить тепловое излу-

чение (а, значит, и теплопотери) в 4 – 4,5 раза.

Коэффициент эмиссии I-стекла не превышает величины 0,1 (может достигать значения порядка 0,04), что позволяет снизить теплопотери уже не в 4 раза, а на целый порядок.

Так, если коэффициент теплопередачи однокамерного стеклопакета с чистым флоат-стеклом равен 2,8 Вт/м²К, то коэффициент теплопередачи того же стеклопакета с К-стеклом равен 1,9 Вт/м²К, а с I-стеклом при заполнении стеклопакета аргоном составит 1,3 Вт/м²К. В результате применение стеклопакета с К-стеклом в течение отопительного сезона обеспечивает экономию энергии порядка 140 кВт/час, а с I-стеклом 230 кВт/час с одного квадратного метра поверхности окна по сравнению с обычным стеклопакетом. Таким образом, эффективность применения низкоэмиссионного стекла абсолютно очевидна. И хотя стоимость низкоэмиссионных стекол в 2 – 2,5 раза выше, чем флоат-стекла, дополнительные затраты окупаются уже через полтора-два года за счет экономии на отоплении.

Особенно выигрышным является использование I-стекла. И выигрышно его применение сразу с нескольких сторон. I-стекло за счет более высоких теплосберегающих свойств позволяет отказываться от использования двухкамерного стеклопакета, ограничившись однокамерным, что в значительной мере удешевляет конструкцию окна. Стоит учитывать также и еще один фактор – чем проще конструкция, тем она долговечнее. Во-вторых, изготовление однокамерного стеклопакета с I-стеклом обойдется дешевле, чем изготовление аналогичного стеклопакета с К-стеклом. И это несмотря на то, что в процесс изготовления стеклопакета с I-стеклом приходится вводить дополнительную операцию снятия мягкого покрытия вдоль кромки стекла, что позволяет обеспечить более надежное и долговечное соединение с герметизирующим составом.

I-стекло по сравнению с К-стеклом обладает улучшенными показателями теплозащиты. Например, при наружной температуре минус 26 градусов и температуре в помещении плюс 20 температура на поверхности стекла внутри помещения будет у обычного стеклопакета +5, у стеклопакета с К-стеклом +11, а у стеклопакета с I-стеклом +14.

У "мягких" покрытий эмиссионная способность самая низкая.

Если эмиссивитет меньше 0,2, то стекло является селективным. Эмиссивитет обычного флоат-стекла (в зависимости от стекла) составляет около 0,83.

Оценка нейтральности по шкале от 0 (черное) до 100 (нейтральное) показывает, что стеклопакет из обычного стекла имеет этот коэффициент на уровне 99, а с i-стеклом – порядка 98, т.е. практически стеклопакеты неотличимы. Стеклопакет с i-стеклом имеет легкий серебристый оттенок. Тенденция мирового рынка показывает, что в настоящее время доля i-стекла, например на рынке США, составляет уже более 40%. По прогнозам, к 2005 году эта величина составит около 90% общего количества выпускаемого оконного стекла.

Теплоизолирующая способность стеклопакета с I-стеклом значительно выше по сравнению с двухкамерным стеклопакетом.

Сопротивление теплопередаче со значения 0,3-0,36 (м².КВт) нормативно было повышено до 0,45-0,5 (м².КВт), что обеспечивается при применении однокамерных стеклопакетов с энергосберегающим стеклом или двухкамерных стеклопакетов в обрамлении теплых профилей.

Таким образом, в любой климатической зоне тепловой комфорт в помещении достигается использованием стеклопакетов с энергосберегающими стеклами. Устраняется эффект - "дует от окна".

Вес такого стеклопакета на 10 кг на 1м.кв. стеклопакета ниже по сравнению с двухкамерным, что значительно снижает нагрузку на фурнитуру створки Вашего окна и увеличивает срок ее эксплуатации.

Использование в наших окнах стеклопакетов с I - стеклом дает следующие преимущества:

- 100% защиту от воздействия инфракрасного излучения;
- высокую теплоизоляционную способность: "возвращают" в помещение от 70% до 90% тепловых волн;

- препятствует возникновению эффекта запотевания;
- создание сбалансированного микроклимата в помещении в любое время года, при любой погоде;
- значительно сокращает расходы на кондиционирование и обогрев помещений;
- облегчает конструкцию окна в 1,5 раза, увеличивая срок службы фурнитуры;
- энергосберегающее стекло препятствует выгоранию обивки и предметов интерьера, при этом прозрачность низкоэмиссионного стекла сравнима с прозрачностью обычного стекла;
- 1 метр квадратный энергоэффективного стекла сокращает выбросы CO₂ на 91 кг/год;
- такие стеклопакеты могут быть дешевле традиционных, при этом эффективность энергосберегающих стекол будет выше в 1,5 раза.

Библиографический список

1. «Проектирование современных оконных систем гражданских зданий»: Учебное пособие. И. В. Борискина, А. А. Плотников, А. В. Захаров. — М.: Издательство АСВ, 2003 г.
2. И. В. Борискина, Н. В. Шведов, А. А. Плотников. «Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий».: Справочник проектировщика. — Санкт-Петербург: НИ-УПЦ «Межрегиональный институт окна», 2005 г.
3. «Рекомендации по установке энергоэффективных окон в наружных стенах вновь строящихся и реконструируемых зданий». Моском-архитектура, 09. 03. 2004.
4. Журнал «Стекло и Бизнес» № 1 (1) 2003г.
5. Журнал «Окна, двери, витражи» 2004 г. №2.

References

1. "Design of modern window systems of civil buildings": Manual. I.V. Boriskina, A.A. Plotnikov, A.V. Zaharov. — M: ASV publishing house, 2003.
2. I.V. Boriskina, N.V.Shvedov, A.A.Plotnikov. "Modern translucent designs of civil buildings". : Directory of the designer. — St. Petersburg: NIUPTs "Interregional institute of a window", 2005.
3. "Recommendations about installation of energy efficient windows in external walls of again under construction and reconstructed buildings". Moscow City Architecture Committee, 09. 03 . 2004 .
4. Magazine «Glass and Business» No. 1 (1) 2003.
5. Magazine «Windows, Doors, Stained-glass Windows» 2004 No. 2.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент, заведующий
кафедрой проектирования зданий и
сооружений Э.Е. Семенова,
Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений Ю.Ю. Чужинаова,
Россия, г.Воронеж, тел. 8(952)106-02-61
e-mail: chuzhinova_yuliya@mail.ru*

*Voronezh State University of
Architecture and Civil Engineering
Ph.D., docent, head of the
department of building design and
structures E.E. Semenova,
Master of the department of building design
and structures Yu.Yu. Chuzhinova,
Russia, Voronezh, tel. 8(952) 106-02-61
e-mail: chuzhinova_yuliya@mail.ru*

Ю.Ю. Чужинаова, Э.Е.Семенова

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Дано понятие энергосберегающих технологий. Обоснована приоритетность и растущая актуальность проблемы энергосбережения. Выделено несколько типов технологий, дающих значительный энергосберегающий эффект. Даны рекомендации по повышению энергоэффективности зданий на стадии проектирования и дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, энергоэффективный дом, энергоэффективность.

J.J. Chuzhinova, E.E. Semenova

ACTUAL PROBLEMS OF ENERGY CONSERVATION AND WAYS TO SOLVE IT

Given the concept of energy saving technologies. Justified priority and urgency of the growing energy efficiency. Identified several types of technologies that provide significant energy-saving effect. Recommendations to improve the energy efficiency of buildings in the design stage and further operation.

Keywords: energy-saving technologies, energy-efficient house, energy efficiency.

С каждым годом проблема энергосбережения становится актуальней. Ограниченность энергетических ресурсов, дороговизна энергии, плохое влияние на окружающую среду, которое связано с ее производством, - эти факторы наводят на мысль, что лучше сокращать потребление энергии, чем повышать ее производство.

Одним из наиболее активных потребителей энергии является строительный комплекс. Опыт показывает, что возможностей для развития энергосберегающих технологий в строительстве существует множество.

Энергосберегающие технологии - комплекс мер, направленных на более эффективное и рациональное использовать энергетические и топливные ресурсы. Энергосберегающие технологии реализуются с целью экономии тепловой энергии, электрической энергии, воды топлива, возобновляемых источников энергии. Энергосберегающие технологии направлены как на достижение экономической эффективности, так и на уменьшения влияния на окружающую среду. К основным энергосберегающим технологиям относят использование энергосберегающего оборуду-

дования (энергосберегающие лампы, энергоэффективные электроприборы и др.), управление электроэнергией дома с помощью системы «умный дом», утепление дома. [2]

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

Экономия энергии - это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения, не изменяют привычного образа жизни.

Энергосбережение в любой сфере сводится по существу к снижению бесполезных потерь энергии. Анализ потерь в сфере производства, распределения и потребления электроэнергии показывает, что большая часть потерь - до 90% - приходится на сферу энергопотребления, тогда как потери при передаче электроэнергии составляют лишь 9-10%. Поэтому основные усилия по энергосбережению сконцентрированы именно в сфере потребления электроэнергии.

Основная роль в увеличении эффективности использования энергии принадлежит современным энергосберегающим технологиям. Энергосберегающая технология – новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

Внедрение энергосберегающих технологий в хозяйственную деятельность, как предприятий, так и частных лиц на бытовом уровне, является одним из важных шагов в решении многих экологических проблем - изменения климата, загрязнения атмосферы (например, выбросами от ТЭЦ), истощения ископаемых ресурсов и др.

Выделяют следующие типы технологий, которые дают значительный энергосберегающий эффект:

1. Общие технологии, связанные с использованием энергии (двигатели с переменной частотой вращения, теплообменники, сжатый воздух, освещение, пар, охлаждение, сушка и пр.).
2. Более эффективное производство энергии, включая современные котельные, когенерацию (тепло и электричество), а также тригенерацию (тепло, холод, электричество); замена старого оборудования на новое, более эффективное.
3. Альтернативные источники энергии.

Режим энергосбережения особенно актуален для механизмов, которые часть времени работают с пониженной нагрузкой - конвейеры, насосы, вентиляторы и т.п. Существует немало устройств, которые позволяют добиться уменьшения потерь при работе электрооборудования, основными из которых являются конденсаторные установки и частотно регулируемые приводы. Частотно регулируемые электроприводы со встроенными функциями оптимизации энергопотребления гибко изменяют частоты вращения в зависимости от реальной нагрузки, что позволяет сэкономить до 30-50% потребляемой электроэнергии. Такие энергосберегающие электроприводы и средства автоматизации могут быть внедрены на большинстве промышленных предприятий и в сфере ЖКХ: от лифтов и вентиляционных установок до автоматизации предприятий.

Российскими учеными разработана установка, при работе которой часть тепла, уходящего в трубу после сжигания на производстве природного газа, используется для выработки дополнительной энергии, способной дать освещение пяти шестнадцатиэтажных зданий. Энергосберегающие технологии в строительстве носят комплексный характер, сюда входит утепление стен, энергосберегающая кровля, энергосберегающие краски, стеклопакеты, экономичные системы обогрева и охлаждения поверхностей.

Одна из наиболее распространенных энергосберегающих технологий с большим потенциалом для улучшений в сфере строительства жилья - это котельные. Современные тех-

нологии способны существенно уменьшить потребление энергоносителей, снизить затраты на обслуживание, даже повысить КПД. Кроме того, замена котельной часто позволяет компании перейти с экологически грязного и дорогого угля или мазута на более дешевое и чистое топливо, такое как газ или древесные гранулы.

Также дает большую экономию, если вместо отдельно стоящих центральных тепловых пунктов разместить в здании индивидуальный тепловой пункт, оснащенный современными бесшумными насосами, компактными и эффективными пластинчатыми теплообменниками.

При организации вентиляции в здании применяют системы рекуперации (утилизации для повторного использования) тепла отработанного воздуха и переменной производительности приточно-вытяжных агрегатов в зависимости от числа людей в здании. Эти системы позволяют не тратить впустую тепло, вырабатываемое людьми, осветительными приборами, торговым и офисным оборудованием, и снижают тем самым потребление тепла от внешнего источника - теплосети или котельной.

Примером домов, которые в будущем позволят человеку жить в гармонии с природой, в то же время не лишая себя привычного комфорта, являются так называемые жилища нулевой энергии или пассивные дома, объединяемые общим термином "энергоэффективные дома". "Энергоэффективным" будет считаться такой дом, в котором комфортная температура поддерживается зимой без применения системы отопления, а летом - без применения системы кондиционирования. [4]

Чтобы дом был энергоэффективным, при его строительстве должно быть сделано следующее:

1. Применение современной тепловой изоляции трубопроводов отопления и горячего водоснабжения.
2. Индивидуальный источник теплоэнергоснабжения (индивидуальная котельная или источник когенерации энергии).
3. Тепловые насосы, использующие тепло земли, тепло вытяжного вентиляционного воздуха и тепло сточных вод.
4. Солнечные коллекторы в системе горячего водоснабжения и в системе охлаждения помещения.
5. Поквартирные системы отопления с теплосчетчиками и с индивидуальным регулированием теплового режима помещений.
6. Система механической вытяжной вентиляции с индивидуальным регулированием и утилизацией тепла вытяжного воздуха.
7. Поквартирные контроллеры, оптимизирующие потребление тепла на отопление и вентиляцию квартир.
8. Ограждающие конструкции с повышенной теплозащитой и заданными показателями теплоустойчивости.
9. Утилизация тепла солнечной радиации в тепловом балансе здания на основе оптимального выбора светопрозрачных ограждающих конструкций.
10. Устройства, использующие рассеянную солнечную радиацию для повышения освещенности помещений и снижения энергопотребления на освещение.
11. Выбор конструкций солнцезащитных устройств с учетом ориентации и сезонной облученности фасадов.
12. Использование тепла обратной воды системы теплоснабжения для напольного отопления в ванных комнатах.
13. Система управления теплоэнергоснабжением, микроклиматом помещений и инженерным оборудованием здания на основе математической модели здания как единой теплоэнергетической системы. [3]

Есть и другие пути рациональнее использовать электроэнергию, причем не только на производстве, но и в быту. Так, уже давно известны "умные" системы освещения. Энерго-

сберегающий эффект основан на том, что свет включается автоматически, именно когда он нужен. Выключатель имеет оптический датчик и микрофон. Днем, при высоком уровне освещенности, освещение отключено. При наступлении сумерек происходит активация микрофона. Если в радиусе до 5 м возникает шум (например, шаги или звук открываемой двери), свет автоматически включается и горит, пока человек находится в помещении. Такие системы освещения используют энергосберегающие лампы. Светодиодные светильники позволяют достичь существенной экономии электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света – лампами накаливания (до 80%) и люминесцентными лампами (свыше 40%). Эти светильники можно использовать в освещении самых разных объектов: подземных пешеходных переходов и автомобильных парковок, садово-парковом освещении, уличном освещении, освещении в ЖКХ и аварийном освещении. [4]

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что развитие энергосберегающих технологий не стоит на месте и уже, на сегодняшний день, существует множество путей повышения энергоэффективности зданий. И при внедрении новейших технологий на стадии проектирования зданий, можно достичь значительной экономии ресурсов и уменьшения пагубного влияния на окружающую среду.

Библиографический список

1. Кинчиков В.Н. Энергосбережение в строительстве и ЖКХ//Строительство и недвижимость. № 20. 2000, с.26.
2. Вяземская А.А. Энергосберегающие технологии в строительстве // Строительство и недвижимость. № 48. 1997, с.15.
3. Семенова Э.Е. Современные вопросы энергосбережения в архитектуре. Материалы научно-технической конференции «Международные дни архитектуры». Москва. 2010., с.3-7.
4. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы / А.В. Виньков, И. И. Имамутдинов, Д.Н. Медовников, Т.К. Оганесян, С.В. Розмирович, А.Д. Хазбиев, А. Д. Шукин. 2012, с.35.

References

1. Kinchikov B.N. Energy saving in the construction and utilities / / Construction and real estate. Number 20. 2000, p.26.
2. A.A. Vyazemskaya Energy-saving technologies in the construction / / Construction and real estate. Number 48. 1997, p.15.
3. Semenova E.E. Modern energy-saving issues in architecture. Materials of the scientific-technical conference «International days of architecture». Moscow. 2010, p.3-7.
4. Innovations in the construction cluster: barriers and prospects / A.V. Vinkov, I.I. Imamutdinov, D.N. Medovnikov, T.K. Hovhannisyan, S.B. Rozmirovich, A.D. Khazbiev, A.D. Shchukin.1997,p.35.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 539.3

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры
строительной техники
и инженерной механики М.Г. Ордян
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 2-71-59-18
e-mail: omg84@mail.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
PhD (Physics and Mathematics), senior lec-
turer Dept. of Building Technique
and Engineering Mechanics M.G. Ordyan
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-59-18
e-mail: omg84@mail.ru*

М.Г. Ордян

СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО И ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ БИМАТЕРИАЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Данная работа посвящена теоретическому моделированию процесса о взаимодействия межфазной трещины с системой частично теплопроницаемых трещин в биматериале, находящемся под действием теплового потока, с различными моделями теплопроницаемости трещин. Был использован метод сингулярных интегральных уравнений. Полученные ранее аналитические выражения для коэффициентов интенсивности теплового потока в вершинах трещин применялись для сравнения с численными решениями соответствующих задач.

Ключевые слова: тепловой поток, граница раздела, частично теплопроницаемая трещина, коэффициент интенсивности теплового потока, сингулярное интегральное уравнение.

M.G. Ordyan

COMPARISON OF ANALYTICAL AND NUMERICAL SOLUTIONS OF HEAT CONDUCTION PROBLEM FOR A BIMATERIAL UNDER THE INFLUENCE OF HEAT FLOW

The present work is devoted to theoretical modeling of the process of interaction of an interface crack with a system of partially insulated cracks in a bimaterial subjected to a heat flux with different thermal conductivity models of cracks. The method of singular integral equations was used. Previously obtained analytical expressions for the heat flux intensity factor at the crack tips are compared with the numerical solutions of the corresponding problems.

Keywords: heat flux, interface, partially insulated crack, heat flux intensity factor, singular integral equation.

Рассмотрим взаимодействие системы внутренних трещин с межфазной в биматериале, находящемся под действием теплового потока. Используем модель частично теплопрони-

цаемых трещин. Предполагается, что коэффициенты теплопроницаемости поверхностей внутренних трещин ($\eta(x)$) и межфазной ($\eta_0(x)$) являются разными функциями, которые принимают значения от 0 до 1, где 0 соответствует случаю теплоизолированных трещин, а 1 – случаю полной теплопроницаемости поверхностей трещин. На границе раздела материалов имеется межфазная трещина длиной $2a_0$ и в одном из материалов есть система N трещин длиной $2a_k$. На биматериал действует тепловой поток интенсивности q , приложенный на бесконечности перпендикулярно границе раздела материалов (рис. 1).

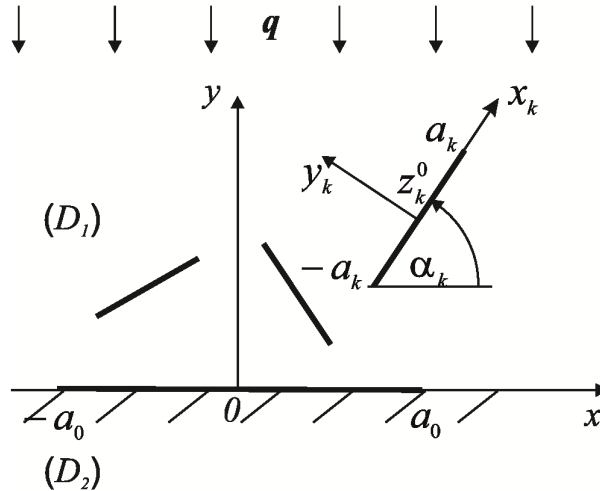


Рис. 1. Схема расположения трещин и тепловых нагрузок в биматериале.

В соответствии с принципом суперпозиции, задача распадается на подзадачи более простой геометрии, каждая из которых содержит только один дефект. Таким образом, надо рассмотреть решение для биматериала с внутренней трещиной, решение для межфазной трещины, а затем построить уравнения для задачи о взаимодействии внутренних трещин с межфазной.

В работе [1] получена система сингулярных уравнений для случая частично теплопроницаемых трещин:

$$\int_{-a_0}^{a_0} \frac{\hat{\gamma}'_0(t)}{t-x} dt + (1-\eta_0(x)) \sum_{k=1}^N \int_{-a_k}^{a_k} P_{0k}(t,x) \hat{\gamma}'_k(t) dt = \frac{1}{2} \pi q_0(x) (1-\eta_0(x)) \frac{k_1+k_2}{k_1 k_2}, \quad |x| < a_0, \quad (1)$$

$$k_1 \int_{-a_n}^{a_n} \frac{\hat{\gamma}'_n(t)}{t-x} dt + (1-\eta(x)) \frac{2k_1 k_2}{k_1 + k_2} \int_{-a_0}^{a_0} P_{n0}(t,x) \hat{\gamma}'_0(t) dt + \\ + k_1 \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq n}}^N \int_{-a_k}^{a_k} P_{nk}(t,x) \hat{\gamma}'_k(t) dt = \pi q_n(x) (1-\eta(x)), \quad |x| < a_n, \quad n=1,2,\dots,N, \quad (2)$$

$$\text{где } P_{nk}(t,x) = \operatorname{Re} \left[\frac{e^{i\alpha_n}}{t e^{i\alpha_k} + z_k^0 - x e^{i\alpha_n} - z_n^0} \right]. \quad (3)$$

Система уравнений дополняется условиями

$$\int_{-a_k}^{a_k} \hat{\gamma}'_k(t) dt = 0, \quad k = 0,1,2,\dots,N, \quad (4)$$

обеспечивающими однозначность функций $\hat{\gamma}'_k$ при обходе контура трещин.

В системе (1), (2) неизвестные функции $\hat{\gamma}'_k(x)$ ($k = 0,1,2,\dots,N$), определяют скачок температуры на линиях трещин

$$2\hat{\gamma}'_0(x) = T_1(x,0^+) - T_2(x,0^-), \quad |x| < a_0, \quad (5)$$

$$2\hat{\gamma}_k(x) = T_{jk}(x, 0^+) - T_{jk}(x, 0^-), |x| < a_k, k = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2.$$

Система сингулярных интегральных уравнений (1), (2) может быть решена численно или аналитически.

Аналитическое решение системы интегральных уравнений (1), (2) получено с помощью метода малого параметра в случае биматериала под действием теплового потока, для межфазной и внутренних трещин, с точностью до λ^2 [1]

Приближенные аналитические решения удобны для исследования влияния систем произвольно расположенных микротрещин на межфазную трещину. Однако, эти формулы имеют некоторые ограничения, они справедливы при малых $\lambda = a/a_0 \ll 1$ и при расстояниях между вершинами трещин не меньше половины длины микротрещины. Более точные решения сингулярных интегральных уравнений (1)-(4) можно получить прямыми численными методами, например, методом механических квадратур. Этот метод относится к методу граничных элементов и основан на определенных формулах для интерполяционного полинома и квадратурных формулах для сингулярного интеграла [2].

Неизвестные функции в уравнениях (1), (2) представим в виде

$$\gamma_n(\xi) = \frac{u_n(\xi)}{\sqrt{1-\xi^2}}, \quad (6)$$

где $u_n(\xi)$ - новая неизвестная регулярная функция на отрезке $[-1, 1]$, $1/\sqrt{1-\xi^2}$ - весовая функция, которая учитывает корневую особенность решения задачи о трещинах.

Используя квадратурные формулы для интегралов [2], уравнения (1), (2) сводятся к системе $N \times M$ (N - количество трещин, M - число узлов) алгебраических уравнений для определения $N \times M$ неизвестных $u_n(t_m)$:

$$\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^N [u_k(t_m) P_{nk}(t_m, x_r)] = \pi p_n(x_r), \quad (n=1, 2; r=1, 2, \dots, M-1, \quad (7)$$

$$\sum_{m=1}^M u_n(t_m) = 0$$

где

$$t_m = \cos \frac{2m-1}{2M} \pi \quad (m=1, 2, \dots, M) \text{ и } x_r = \cos \frac{\pi r}{M} \quad (r=1, 2, \dots, M-1) \quad (9)$$

Здесь p_n - это правые части уравнений (1) и (2), P_{nk} - дискретный аналог регулярных ядер (3) вместе с сингулярной частью, которая получается из (3) при $n = k$.

Таким образом, для системы сингулярных интегральных уравнений (1) и (2) построена соответствующая система алгебраических уравнений (7), на основе решения которой интерполяцией находим приближенное решение исходной системы. Решение системы (7) найдено с помощью пакета "MATLAB".

Для сравнения аналитического и численного решений рассмотрим пример взаимодействия двух трещин. Внутренняя трещина длины $2a_1 = 0.2$ расположена в точке $z_1^0 = 0.9 + 0.25i$ материала (D_1), а межфазная трещина длины $2a_0 = 2$ расположена в точке $z_0^0 = 0$. В этом случае $\lambda = 0.1$, а минимальное расстояние между вершинами трещин не меньше полудлины микротрещины. На рис. 2а и рис. 2б показаны сравнения нормированных коэффициентов интенсивности теплового потока в случае аналитического и численного решений для биматериала «керамика/керамика TiC/ SiC». Коэффициенты теплопроводности TiC и SiC равны 20 Вт/(м*К) и 60 Вт/(м*К) соответственно. Когда материал (D_1) имеет свойства материала TiC, а материал (D_2) свойства - SiC, то $m = k_1/k_2 = 0.33$. Графики получены при условии, что коэффициент теплопроницаемости межфазной трещины равен 0.5, т.е.

$\eta_0 = 0.5$, и при разных коэффициентах теплопроницаемости внутренней трещины: $\eta_1 = \{0; 0.4; 0.8\}$.

Построенные графики (рис. 2а) соответствуют аналитическому решению и выполнены с помощью пакета “Mathematica”, графики (рис. 2б) соответствуют численному решению и выполнены с помощью пакета “MATLAB”.

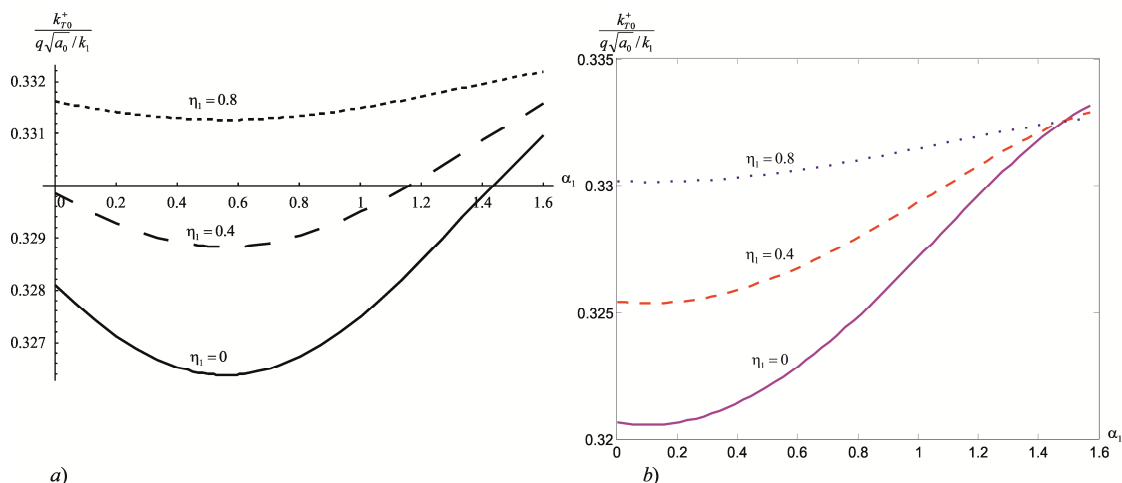


Рис. 2. Графики зависимости коэффициента интенсивности теплового потока в правой вершине межфазной трещины от угла наклона внутренней трещины α_1 при $\eta_0 = 0.5$, $a_1 = 0.1$.

Биматериал находится под воздействием теплового потока

a – аналитическое решение, **b** – численное

Из (рис. 2 а, б) видно, что самое большое различие графиков наблюдается, когда $\alpha_1 = 0$ и $\eta_1 = 0$. В этом случае нормированный коэффициент интенсивности теплового потока, соответствующий аналитическому решению, примерно на 2.17% больше, чем соответствующий численному решению.

Проведено сравнение аналитических и численных решений и подтверждена высокая степень их сопоставимости. Графики, построенные для коэффициентов интенсивности теплового потока в вершинах межфазной трещины для обоих решений, визуально подтверждают данный факт.

Библиографический список

1. Ордян М.Г. Задача теплопроводности о взаимодействии частично теплопроницаемых трещин в двухкомпонентном материале под действием теплового потока / М.Г. Ордян, В.Е. Петрова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. : Физика. Математика. - Воронеж, 2009. - № 1. - С. 141 - 149.
2. Панасюк В.В. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках / В.В. Панасюк, М.П. Саврук, А.П. Дацышин. – Киев: Наук. Думка, 1976. – 445 с.

References

1. Ordyan M.G. Thermal problem of interaction of partially insulated cracks in a bimaterial subjected by a heat flux / M.G. Ordyan, V.E. Petrova // Vestnik of Voronezh State University. Series: Physics, Mathematics, N 1, 141 - 149.
2. Panasyuk V.V. Stress distribution near the cracks in plates and shells / V.V. Panasyuk, M.P. Savruk, A.P. Datsyshin. – Kiev: Naukova Dumka, 1976. – 445 p.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Аспирант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Е.В. Плаксына

Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-53-21

e-mail: elena.plaksina2013@yandex.ru

The Voronezh state architecturally-building university

Ph. D. student of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

E.V. Plaksina

Russia, Voronezh, ph. +7(4732)71-53-21

e-mail: elena.plaksina2013@yandex.ru

Е.В. Плаксына

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В данной статье произведен анализ существующих методов распределения воздуха: перемешивающей и вытесняющей вентиляции, позволяющей выявить наиболее целесообразные способы распределения в спортивно-оздоровительных помещениях. Приведены основные схемы распределения воздуха: длина струи эжекция, настилающий эффект, припятствие свисающее с потолка, понятие «длина струи». Рассмотрены теплые полы по виду теплоносителя водяные и электрические. Перечислены основные преимущества теплого пола при которых создает благоприятный температурный режим в помещении, который максимально близок к оптимальному режиму для комфортного ощущения человека.

Ключевые слова: кондиционирование, микроклимат, распределение воздуха, вентиляция, эжекция, настилающий эффект, теплый пол, водяной «мокрый» пол, водяной «сухой» пол.

E.V. Plaksina

CHARACTERISTICS OF SYSTEMS OF PROVIDING THE MICROCLIMATE IN SPORTS ROOMS

In this article the analysis of existing methods of distribution of air is made: the mixing and forcing-out ventilation, allowing to reveal the most tseleksoobrazny ways of distribution in sports rooms. The main schemes of distribution of air stream length the ejection, laying effect, an obstacle hanging down from a ceiling, the concept "stream length" are provided. Heatinsulated floors by the form the heat carrier water and electric are considered. The main advantages of a heat-insulated floor are listed at which creates a favorable temperature mode indoors which is most near optimal to a mode for komfortkny feeling of the person.

Keywords: air conditioning, microclimate, air distribution, ventilation, ejection, laying effect, heat-insulated floor, water "wet" floor, water "sukhoi" a floor.

В последние десятилетия уровень здоровья значительной части россиян заметно понизился и год от года продолжает ухудшаться, прогрессируют социально зависимые и профессионально обусловленные дефекты здоровья населения (социально-экологическое утомление и переутомление, стрессогенные заболевания) [1]. Физкультурно-спортивные сооружения в полной мере не отвечают современным требованиям и не соответствуют мировым стандартам. Имеющиеся спортивные залы в должной мере не приспособлены к проведению в них

современных форм оздоровительных занятий. В связи с этим высокую актуальность приобретает разработка новых, эффективных проектных и расчетных решений систем обеспечения микроклимата. К данным системам относятся системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Данная статья посвящена анализу характерных особенностей данных систем спортивно-оздоровительных комплексах.

Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, необходимых для обеспечения заданного состояния воздушной среды в рабочих помещениях. Вентиляционное оборудование, объединенное в один агрегат (для удаления или подачи воздуха), носит название вентиляционной установки. Совокупность различных вентиляционных установок, имеющих единое назначение (удаление пыли, газов, тепла, влаги и т. п.), принято называть вентиляционной системой. Среди санитарно-технических мероприятий вентиляция занимает одно из основных мест в системе оздоровления условий труда на производстве. Благодаря вентиляции во многих случаях удастся добиться снижения запыленности воздуха и загрязнения его вредными газами и парами, нормализовать микроклиматические условия. Однако следует помнить, что организация даже самой мощной и высокоэффективной вентиляции, требующей значительных капиталовложений, не всегда дает возможность устранить строительно-планировочные просчеты, последствия нерациональной технологии и другие недостатки производственного процесса, приводящие к нарушению санитарных требований. При этом вентиляционное хозяйство бывает эффективно лишь при правильной эксплуатации, что также связано с экономическими и другими издержками.

Основное назначение вентиляции — борьба с вредными выделениями в помещении.

К вредным выделениям относятся:

- избыточное тепло;
- избыточная влага;
- различные газы и пары вредных веществ;
- пыль.

Выбор системы вентиляции определяется в соответствии со СНиП [2] и зависит от назначения, размера, расположения вентилируемых помещений и от количества находящихся в этом помещении людей.

Различают два основных способа вентиляции зданий: вентиляция вытеснением и вентиляция перемешиванием.

Вентиляция вытеснением преимущественно используется для вентилирования больших промышленных помещений, поскольку она может эффективно удалять излишки тепловыделений, если правильно рассчитана. Воздух подается на нижний уровень помещения и течет в рабочую зону с малой скоростью. Этот воздух должен быть несколько холоднее, чем воздух помещения, чтобы работал принцип вытеснения. Этот метод обеспечивает прекрасное качество воздуха, но он менее пригоден для использования в офисах и других небольших помещениях, поскольку терминал направленной подачи воздуха занимает довольно много места, и часто непросто избежать сквозняков в рабочей зоне.

Вентиляция перемешиванием является предпочтительным способом раздачи воздуха в ситуациях, когда необходима, так называемая, комфортная вентиляция. Основой этого метода является то, что подаваемый воздух поступает в рабочую зону уже смешанным с воздухом помещения. Расчет системы вентиляции должен быть сделан таким образом, чтобы воздух, циркулирующий в рабочей зоне, был достаточно комфортным. Другими словами, скорость воздуха не должна быть слишком большой, и температура внутри помещения должна быть более или менее однородной [3].

Воздушная струя, входящая в помещение, увлекает в поток и перемешивает большие объемы окружающего воздуха. В результате объем воздушной струи увеличивается, тогда как ее скорость снижается тем больше, чем дальше он проникнет в помещение. Подмешивание окружающего воздуха в воздушный поток называется эжекцией (рис.1) [3]. Поток и перемешивает большие объемы

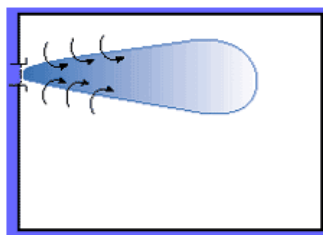


Рис. 1. Эжекция

Движения воздуха, вызванные воздушной струей, вскоре тщательно перемешивают весь воздух в помещении. Загрязняющие примеси, находящиеся в воздухе, не только распыляются, но и равномерно распределяются. Температура в различных частях помещения также выравнивается. При расчетах вентиляции перемешиванием самым важным моментом является обеспечение того, чтобы скорость воздуха в рабочей зоне не была слишком высокой, иначе возникает ощущение сквозняка.

Воздушная струя показана на (рис. 2), которая формируется в случае, когда воздух принудительно подается в помещение через отверстие в стене. В результате появляется свободная воздушная струя. Если температура воздуха в струе такая же, как и в помещении, она называется свободной изотермической струей.

Воздушная струя состоит из нескольких зон с различными режимами потоков и скоростями перемещения воздуха. Зона, представляющая наибольший практический интерес, - это основной участок. Скорость в центре (скорость вокруг центральной оси) является обратно пропорциональной расстоянию от диффузора или клапана, т.е. чем дальше от диффузора, тем меньше скорость воздуха. Воздушная струя полностью развивается на основном участке, и преобладающие здесь условия будут оказывать решающее воздействие на режим потоков в помещении в целом.

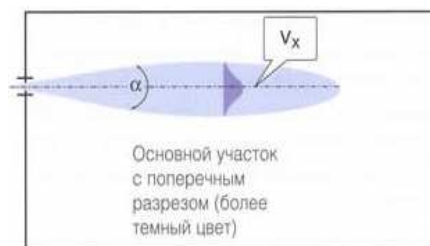


Рис. 2. Основной участок воздушной струи, скорость наклона

От формы диффузора или проходного отверстия воздухораспределителя зависит форма воздушной струи. Круглые или прямоугольные проходные отверстия создают компактную воздушную струю конической формы. Для того чтобы воздушная струя была абсолютно плоской, проходное отверстие должно быть более чем в двадцать раз шире своей высоты или таким же широким, как помещение. Воздушные веерные струи получаются при прохождении через совершенно круглые проходные отверстия, где воздух может распространяться в любых направлениях, как в приточных диффузорах (рис. 3) [2,3].



Рис. 3. Различные типы воздушных струй

Коэффициент диффузора - постоянная величина, которая зависит от формы диффузора или клапана. Коэффициент можно рассчитать теоретически с использованием следующих факторов: импульсное рассеивание и сужение воздушной струи в точке, где она подается в помещение, и степень турбулентности, созданная диффузором или клапаном.

На практике коэффициент определяют для каждого типа диффузора или клапана, измеряя скорость воздуха как минимум в восьми точках, находящихся на разном расстоянии от диффузора (клапана) и не менее чем в 30 см друг от друга. Эти значения затем наносят на график с логарифмическим масштабом, который показывает замеренные величины для основного участка воздушной струи, а это, в свою очередь, дает значение для константы. Коэффициент диффузора дает возможность рассчитать скорости воздушной струи и спрогнозировать распределение и путь воздушной струи.

Если воздухоораспределитель установлен в достаточной близости от плоской поверхности (обычно это потолок), выходящая воздушная струя отклоняется в ее сторону и стремится течь непосредственно по поверхности. Этот эффект возникает вследствие образования разряжения между струей и поверхностью, а так как нет возможности подмеса воздуха со стороны поверхности, то струя отклоняется в ее сторону. Это явление называется настилающим эффектом (рис. 4).



Рис. 4. Настилающий эффект

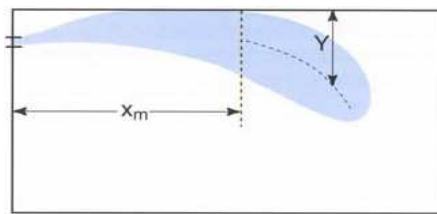


Рис. 5. Точка отрыва воздушной струи (X_m) и отклонение (Y)

Практические эксперименты показали, что расстояние между верхней кромкой диффузора или клапаном и потолком не должно превышать 30 см, чтобы возник настилающий эффект. Эффект настилания можно использовать для того, чтобы увеличить путь холодной воздушной струи вдоль потолка до внедрения ее в рабочую зону. Коэффициент диффузора будет несколько выше при возникновении настилающего эффекта, чем при свободном воздушном потоке. Также важно знать, как крепится диффузор или клапан при использовании коэффициента диффузора для проведения различных расчетов.

Картина распределения становится более сложной, когда подаваемый воздух теплее или холоднее, чем внутри помещения. Тепловая энергия, возникающая в результате разницы в плотности воздуха при различных температурах, заставляет более холодный воздушный поток двигаться вниз (струя тонет), а более теплый воздух устремляется вверх (струя всплывает). Это означает, что две различные силы оказывают воздействие на холодную струю, находящуюся у потолка: эффект настилания, который старается прижать ее к потолку, и тепловая энергия, которая стремится опустить ее к полу. На определенном расстоянии от выхода диффузора или клапана тепловая энергия будет преобладать, и воздушная струя в конечном итоге отклонится от потолка [7,8,9].

Отклонение струи и точка отрыва (рис. 5) могут быть рассчитаны с помощью формул, основанных на температурных дифференциалах, на типе выходного отверстия диффузора или клапана, а также на скорости воздушного потока и т. д.

Важно правильно выбрать и разместить воздухоораспределитель. Важно также, чтобы в рабочей зоне температура и скорость воздуха были приемлемыми.

Под длиной струи (рис. 6) понимается расстояние от приточного отверстия диффузора или клапана до сечения воздушной струи, в котором скорость ядра потока снижается до определенного значения, обычно до 0,2 м/сек.

Скорость обратного воздушного потока (рис. 7) составляет примерно 70 % от скорости, основной воздушной струи у стены. Это означает, что диффузор или клапан, установленный на задней стене, подающий струю воздуха с конечной скоростью 0,2 м/сек, вызовет скорость воздуха в обратном потоке 0,14 м/сек. Что соответствует комфортной вентиляции в рабочей зоне, скорость воздуха в которой не должна превышать 0,15 м/с.

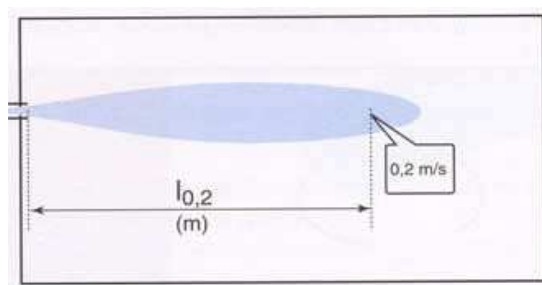


Рис. 6. Понятие «Длина струи»



Рис. 7. Обратный воздушный поток при установленном на стене диффузора

Длина струи для описанного выше диффузора или клапана такая же, как длина помещения, и в данном примере является прекрасным выбором. Приемлемая длина струи для установленного на стене диффузора лежит между 70 % и 100 % длины помещения.

Под термином кондиционирование воздуха (рис. 8) обычно понимают создание и поддержание (главным образом автоматически) в закрытых помещениях и средствах транспорта параметров воздушной среды (температуры, относительной влажности, чистоты, состава, скорости движения и давления воздуха), наиболее благоприятных для самочувствия людей (комфортное кондиционирование воздуха), ведения технологических процессов, действия оборудования и приборов, обеспечения сохранности ценностей культуры и искусства и т. п. (технологическое кондиционирование воздуха) [10,11,12]. Системы кондиционирования воздуха часто выполняют функции приточной вентиляции. В тёплый период года они охлаждают и осушают воздух, в холодный — подогревают и увлажняют; могут работать совместно с системами отопления или выполнять их функции. Технологическое кондиционирование воздуха осуществляется в изолированных замкнутых помещениях, капсулах и контейнерах.



Рис. 8. Устройство кондиционирования воздуха

В последнее время существенно модернизировалась технология теплых полов. Теплый пол теперь обеспечивает максимальный комфорт в помещении, поскольку современная технология позволяет значительно уменьшить конвективные процессы, объемы перемещаемых

загрязняющих веществ и масштаб теплового воздействия в отношении человека, а также – что не менее важно – сократить габариты такой системы отопления и улучшить параметры относительной влажности в помещении [4,5].

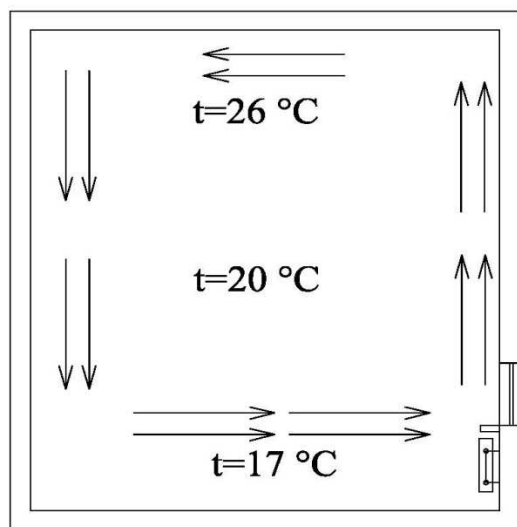


Рис. 9. Распределение температур в помещении традиционной системы отопления

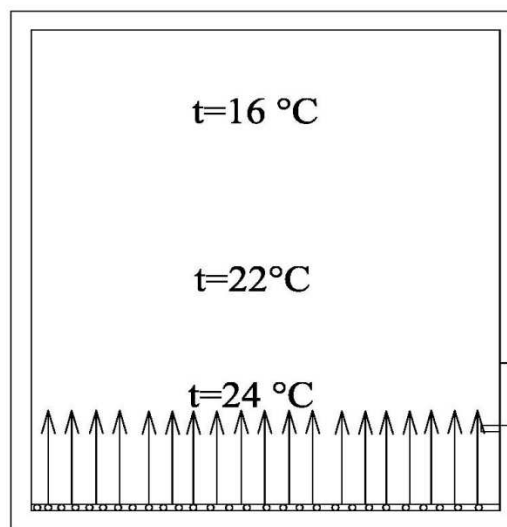


Рис. 10. Распределение температур в помещении при напольном отоплении

Самым распространенным типом теплого пола является водяной «мокрый» пол бетонный. Такой пол может использоваться как самостоятельная система отопления. Трубы диаметром 12-20 мм в такой системе укладываются на специально подготовленное основание и заливаются бетоном. После чего устанавливается напольное покрытие. Половое покрытие также влияет на эффективность передачи тепла. Так, керамическая плитка и керамогранит очень хорошо проводят тепло, и пол с таким покрытием будет самым теплым. Иногда применение бетонного пола невозможно. Например, если перекрытие деревянное – то оно не выдержит нагрузки от бетонной стяжки. В этом случае водяной теплый пол устраивают «по-сухому». Пол, смонтированный таким образом, является менее эффективным по теплоотдаче. Его преимущество – простота монтажа (нет бетонной стяжки) и возможность использования для любых типов зданий и несущих конструкций. Еще такую систему теплых полов называют «настильной». В зависимости от исполнения она может быть двух видов – «полистирольной» и «деревянной». Отличие этих типов укладки – в материале основания, на которое будут укладываться алюминиевые пластины и трубы. В электрическом теплом поле теплоносителем являются электрические провода, по которым течет ток. Но провода совсем другие, нежели в обычной электропроводке [12,13]. Обычные провода должны хорошо проводить ток, и делаются из материалов, обладающих низким сопротивлением – меди, алюминия. В теплом поле ставится совсем другая задача – преобразование электрической энергии в тепловую. Поэтому здесь проводники должны обладать высоким сопротивлением.

Главное преимущество теплого пола, что она создает благоприятный температурный режим в помещении, который максимально близок к оптимальному режиму для комфортного ощущения человека. Второе преимущество теплого пола в том, что он хорошо подходит для аллергиков. Третье преимущество – это возможность установить теплый пол в любое помещение, где затруднительна установка обычных обогревательных приборов. Четвертое преимущество – эстетическая составляющая. Пятое преимущество – экономия. При эксплуатации теплых полов экономия на энергозатраты составляет – 10-45 %.

Кроме перечисленных достоинств, электрический теплый пол обладает некоторыми преимуществами перед водяным теплым полом – простота монтажа, дешевая стоимость и простота терморегулирования, возможность установить в любом помещении.

Таким образом, поддержание требуемых параметров микроклимата осуществляется с помощью систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. Проектирование, которых следует осуществлять совместно.

Библиографический список

1. Холзер, А.Н. Технология формирования условий проведения занятий и повышение их оздоровительной эффективности в крытых физкультурно-спортивных сооружениях : автореф. дис. докт. пед. наук : 13.00.04, 14.00.51 / Холзер Анна Николаевна. – М., 2009. – 1с.
2. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. М.: ГУП ЦПП, - 2000.
3. Плаксина, Е.В. Анализ методов организации микроклимата в спортивно-оздоровительных помещениях / Е.В. Плаксина, О.С. Замерина, Е.М. Бобрешов, А.А. Шевцов // Инженерные системы и сооружения. -2013.-№ 2 (11).- С.70-78.
4. Плаксина, Е.В. Характерные особенности систем напольного отопления / Е.В.Плаксина, О.Е. Голясикова, А.А. Грязных, О.А. Рябцев// Инженерные системы и сооружения. -2013.-№ 2 (11).- С.41-52.
5. СП 41-102-98 - Свод правил "Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб".
6. Сканава, А.Н. Махов, Л. М. Отопление: Учебник для вузов. М.: Изд-во АСВ, - 2002.
7. Лобода, А.В. Определение скоростных полей воздушных потоков в вентилируемых помещениях с помощью конформных отображений/А.В. Лобода, С.В. Чуйкин// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2012. – №4(28). – С. 23-31.
8. Чуйкин, С.В. Применение конформных отображений при решении задач вытесняющей вентиляции / С.В. Чуйкин, Р.А. Люльков // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – №1(10). – С. 29-36.
9. Мелькумов, В.Н. Организация воздухораспределения крытых многофункциональных ледовых арен / В.Н. Мелькумов, С.В. Чуйкин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2012. - №3(27). – С. 29-36.
10. Chuykin, S.V. Determination of velocity fields of air streams in ventilated rooms with conformal mappings / S.V. Chuykin, A.V. Loboda // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. -2013. -№3. -pp. 39-51.
11. Булыгина, С.Г. Разработка теплофизических моделей оборудования влажностно-тепловой обработки продуктов в ресторанных комплексах / С.Г. Булыгина, О.А. Сотникова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 2 (7). – С.38-49.
12. Булыгина, С.Г. Новое и перспективное оборудование для создания микроклимата в ресторанных комплексах / С.Г. Булыгина, О.А. Сотникова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 1 (6). – С.70-80.
13. Булыгина, С.Г. Экологическая безопасность вентилируемых помещений ресторанных комплексах / О.А. Сотникова, Булыгина С.Г.// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2012. - №1 – С. 154-163.

References

1. Holzer, A.N. Tekhnologiya of formation of conditions of carrying out occupations and increase of their improving efficiency in covered sports and sports constructions: abstract yew. doct. пед. sciences: 13.00.04, 14.00.51 / Holzer Anna Nikolaevna. – М, 2009. – P. 1."

2. CNaR 2.04.05-91*. Heating, ventilation and conditioning / the State Committee for Construction of Russia. M: State Unitary Enterprise TsPP, - 2000.
3. Plaksina, E.V. the analysis of methods of the organization of a microclimate in sports rooms / E.V. Plaksina, O. S. Zamerin, E.M. Bobreshov, A.A. Shevtsov // Engineering systems and constructions. -2013 . -№ 2 (11).- Page 70-78.
4. Plaksina, E.V. characteristics of systems floor heating / E.V.Plaksina, O. E. Golyasikova, A.A. Gryaznykh, O. A. Ryabtsev // Engineering systems and constructions. -2013 . -№ 2 (11).- Page 41-52.
5. Joint venture 41-102-98 - The set of rules "Design and installation of pipelines of systems of heating with use of metalpolymeric pipes".
6. Сканави, А.Н. Makhov, L. M. heating: The textbook for higher education institutions. M.: ASV publishing house, - 2002.
7. Loboda, A.V. definition of high-speed fields of air streams in ventilated rooms by means of conformal displays /A.V. Loboda, S. V. Chuykin//Scientific messenger of the Voronezh gosudarstvenny architectural and construction university. Construction and architecture. – 2012 . – No. 4(28). – Page 23-31.
8. Chuykin, S. V. application of conformal displays at the solution of tasks forcing out ventilation / Page V. Chuykin, R. A. Lyulkov//the Scientific magazine. Engineering systems and constructions. – 2013 . – No. 1(10). – Page 29-36.
9. Melkumov, V. N. Organization of airdistribution of covered multipurpose ice arenas / V.N. Melkumov, S. V. Chuykin //the Scientific messenger of the Voronezh state architectural and construction university. Construction and architecture. – 2012 . - №. 3(27). – Page 29-36.
10. Chuykin, S.V. Determination of velocity fields of air streams in ventilated rooms with conformal mappings / S.V. Chuykin, A.V. Loboda // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. -2013. -№ 3. -pp. 39-51.
11. Bulygina, S.G. Development of thermal models of equipment humid-heat treatment of products in the restaurant complex / S.G. Bulygina, O.A. Sotnikova // Scientific Journal of Engineering Systems and Structures. – 2012. – № 2 (7). – P.38-49.
12. Bulygina, S.G. New and promising hardware to create a microclimate in the restaurant complex / S.G. Bulygina, O.A. Sotnikova // Scientific Journal of Engineering Systems and Structures. – 2012. – № 1 (6.) – P.70-80.
13. Bulygina, S.G. Ekologicheskaya safety of ventilated rooms of restaurant complexes / Islands of A. Sotnikov, Bulygin S.G. // the Scientific messenger of the Voronezh gosudarstvenny architectural and construction university. Construction and architecture. – 2012 . - № 1 – Page 154-163.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 621.879.31

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры строительной
техники и инженерной механики Ю.М. Бuzин;
Магистрант А.О. Перлифонов;
Бакалавр Е.В. Коростелин.
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Cand. of Techn. Science, Prof. of the building
technics and engineering mechanics Y.M. Buzin;
Magister A.O. Perlifonov;
Bachelor Ye.V. Korostelin.
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29*

Ю.М. Бuzин, А.О. Перлифонов, Е.В. Коростелин

УНИВЕРСАЛИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

На основе анализа существующих конструкций и патентных исследований рассмотрены основные направления универсализации рабочего оборудования одноковшового строительного гидравлического экскаватора с целью расширения его технологических возможностей. Это позволит повысить коэффициент использования его по времени, а значит и эксплуатационную производительность.

Ключевые слова: одноковшовый строительный гидравлический экскаватор, рабочее оборудование, универсализация, технологические возможности, коэффициент использования по времени.

Y.M. Buzin, A.O. Perlifonov, Ye.V. Korostelin

UNIVERSALIZATION OF OPERING EQUIPMENT OF BUILDING HYDRAULIC SHOVEL

On the basis of the analysis of the avrivable designs and on the patent investigations different ways of universalization of operating equipment of building hydraulic shovel were considerect in order to expand its technological possibilities. This will make it possible to inerease the coefficient of its usage by fime and thereby to inerease its operating capacity.

Keywords: building hydraulic shover, operating equipment, universalization, technoligicat possibilities, coefficient of using by time.

Эффективность работы одноковшового строительного экскаватора определяется, в первую очередь, эффективностью использования его рабочего оборудования. Эти экскаваторы являются универсальными землеройными машинами, которые комплектуются различными видами сменного рабочего оборудования. Особенно это относится к гидравлическим экскаваторам, представляющим собой, из-за жёсткой подвески рабочего оборудования строительный манипулятор.

Большой набор сменного рабочего оборудования и сменных рабочих органов, применение которых обусловлено разнообразием технологических особенностей выполнения земляных работ, с учётом затрат времени на их замены, не позволяет эффективно использовать технические возможности базовой машины в условиях изменяющейся технологической обстановки ведения работ. Поэтому для эффективной работы экскаватора в таких условиях необходимо иметь универсальное рабочее оборудование с расширенным спектром технологических возможностей.

Универсализация рабочего оборудования может быть достигнута путём увеличения подвижности его элементов.

На основе проведённого анализа вариантов технических решений рабочего оборудования одноковшовых строительных экскаваторов можно наметить следующие конструктивные направления по его универсализации с целью адаптации работы экскаватора к изменяющимся технологическим условиям.

1. Непрерывное регулирование рабочих параметров экскаватора в процессе разработки грунта за счёт изменения геометрических размеров стрелы и рукояти путём использования:

1.1 шарнирно-сочленённой стрелы обратной лопаты с регулируемым углом между секциями с помощью гидроцилиндров (рис.1)[1]

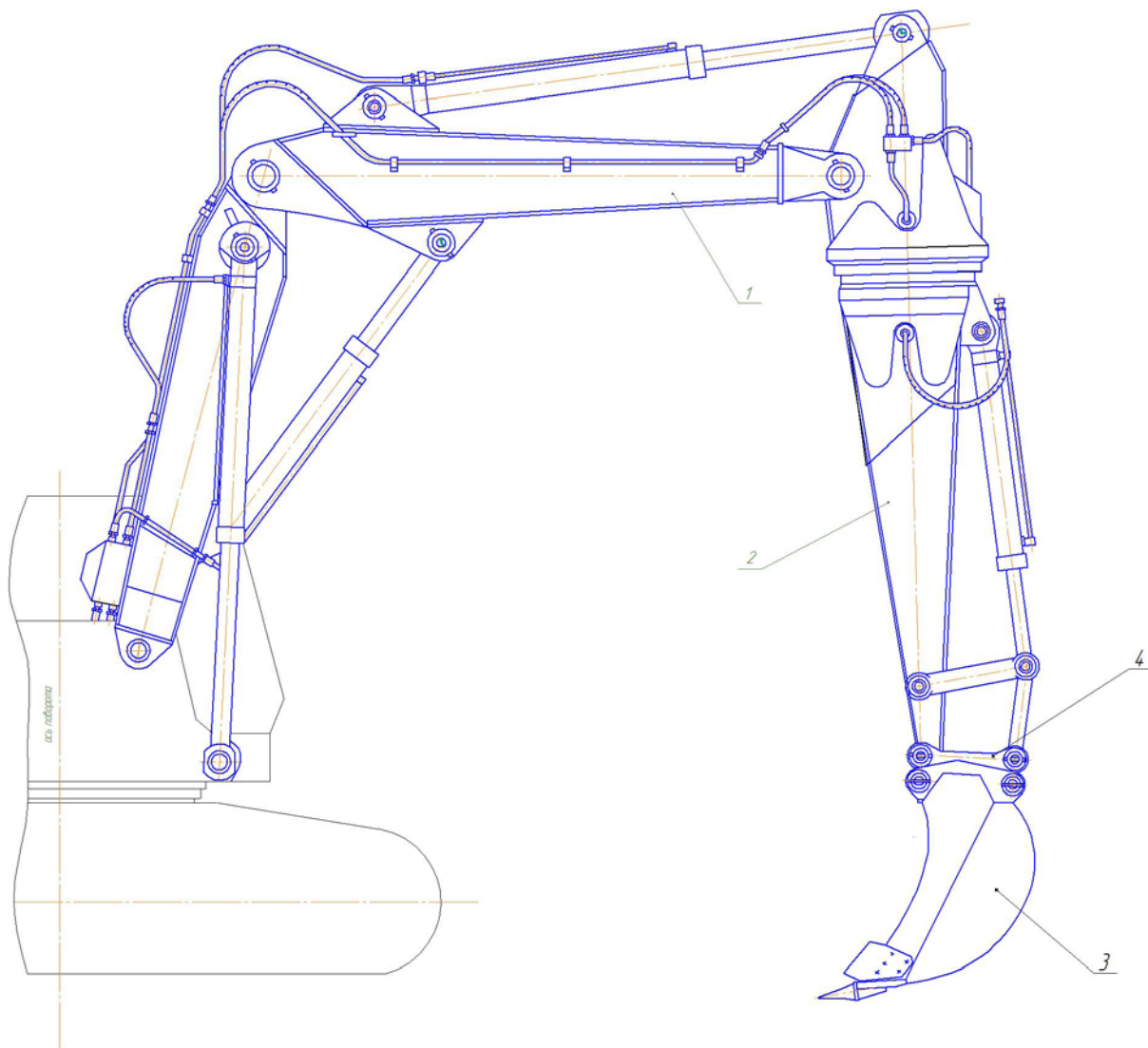


Рис.1. Рабочее оборудование обратная лопата:

1 – шарнирно-сочленённая стрела; 2 – вращающаяся рукоять; 3 – ковш; 4 – быстросъёмное устройство

1.2 телескопической рукояти (рис.2) [3]

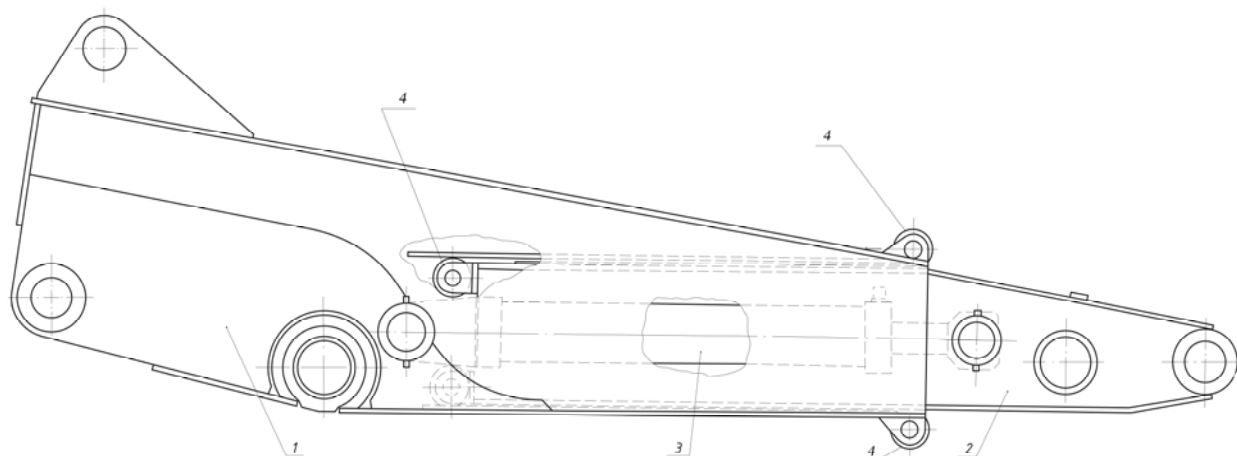


Рис.2. Телескопическая рукоять:

1 – остов рукояти; 2 – подвижная часть рукояти; 3 – гидроцилиндр; 4 – ролик опорный

1.3 телескопической стрелы (рис.3)

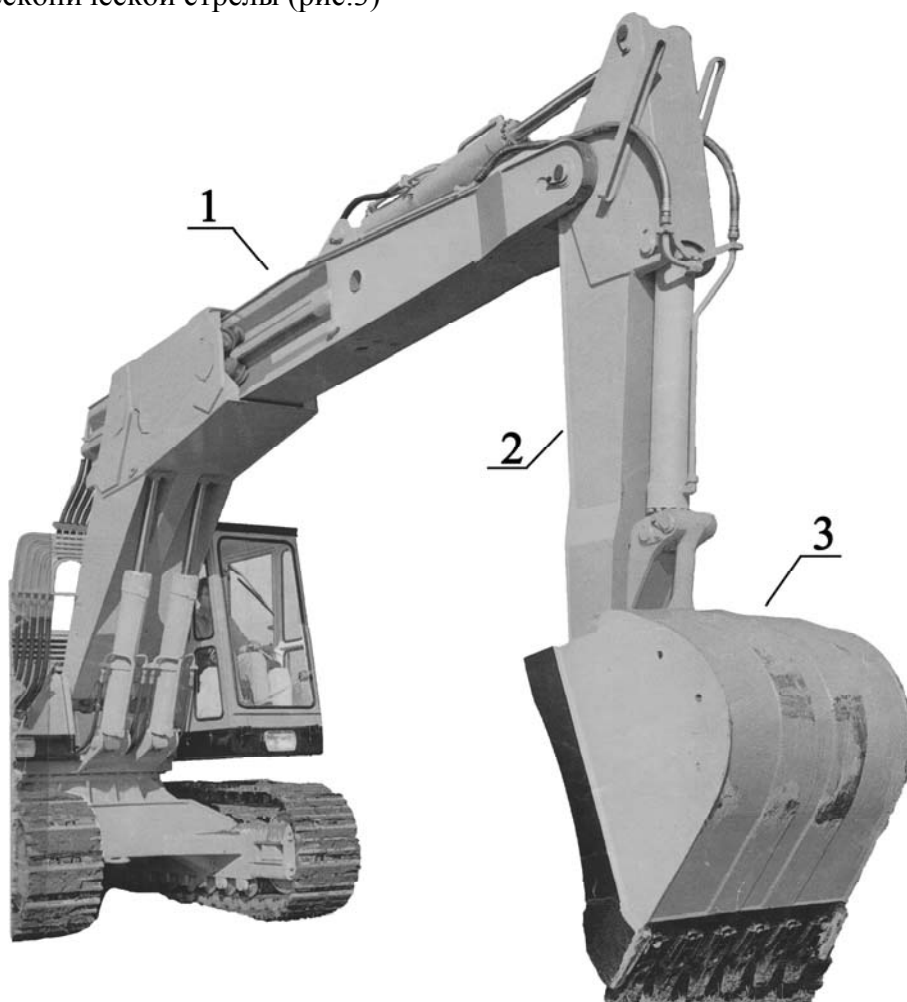


Рис.3. Рабочее оборудование обратная лопата с телескопической стрелой:

1 – стрела телескопическая; 2 – рукоять; 3 – ковш

2. Изменение режима разработки грунта: прямое, обратное, боковое копанье путём не – прерывного поворота рукоятки (рис.1) [1]; грейферное копанье с помощью раскрывающего ковша; прямое копанье, совмещающее работу прямой лопаты и погрузчика [2].

3. Замена сменных рабочих органов с помощью быстросъёмного устройства, устанавливаемого между рукоятью и рабочим органом (рис. 1).

Управление перечисленными элементами универсализации рабочего оборудования одноковшового экскаватора осуществляется с помощью гидродвигателей – гидроцилиндров или гидромотора, вращающего через редуктор поворотную часть рукоятки с рабочим органом.

Вывод

Комплектование рабочего оборудования соответствующими элементами универсализации определяется планируемыми видами технологических операций для экскаватора.

Библиографический список

1. Бузин Ю.М. Стратегия адаптации рабочего оборудования одноковшового строительного экскаватора для работы в специфических условиях эксплуатации/ Ю.М. Бузин, А.В. Лопухов, А.А. Беленов // Научный вестник Воронежского ГАСУ: Материалы 14-ой межрегион. научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии» 19 – 20 мая 2011 года г. Воронеж. С.187 – 188.

2. Бузин Ю.М. Рабочее оборудование прямого копания одноковшового гидравлического экскаватора/ Ю.М. Бузин, А.А. Беленов// Научный вестник Воронежского ГАСУ: Материалы 15-ой межрегион. научно-практической конференции «Высокие технологии. Экология» 17 – 18 мая 2012 года г. Воронеж. С.269 – 271.

3. Хмара Л.А. Телескопическое рабочее оборудование гидравлического экскаватора и оценка его эффективности/ Л.А. Хмара, О.А. Дахно// Строительные и дорожные машины. 2013. №11. С.8 – 11.

References

1. Yu.M. Buzin. Strategy of adopting operating equipment of building hydraulic shovel for work under specific working conditions/ Yu.M. Buzin, A.V. Lopukhov, A.A. Belenov// Scientific newsletter of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering: Proceedings of the 14-th interregional scientific-and-practical conference «High technologies in ecology» may 19 – 20, 2011, Voronezh. P.187 – 188.

2. Yu.M. Buzin. Faced digging operating equipment of hydraulic shovel / Yu.M. Buzin, A.A. Belenov// Scientific newsletter of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering: Proceedings of the 15-th interregional scientific-and-practical conference «High technologies. Ecology» may 17 – 18, 2012, Voronezh. P.269 – 271.

3. L.A. Khmara. Telescopic operating equipment of hydraulic excavator and estimation of its efficiency/ L.A. Khmara, O.A/ Dakhno// Building and road-making machines. 2013.No.11. P.8 – 11.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики

Н. М. Волков

Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики

Д. Н. Дегтев

Магистрант А. А. Зубко

Студент С.А. Иванов

Студент А.Ю. Камбур

Студент А.А. Савин

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-59-18

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics N.M. Volkov

Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics D. N. Dyogtev

Magister A.A. Zubko

The student S. A. Ivanov

The student A.Yu. Kambur

The student A.A. Savin

Russia, Voronezg, ph. 8(473)271-59-18

Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, А.А. Зубко, С.А. Иванов, А.Ю. Камбур, А.А. Савин

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В КАБИНЕ ЛЕГКОГО АВТОГРЕЙДЕРА

Предложены мероприятия по улучшению виброакустических характеристик легкого автогрейдера на реальном опытном образце с минимумом затрат и переделкой конструкции автогрейдера за счет увеличения массы пола кабины и установки звукоизолирующего капота из пористого материала.

Ключевые слова: уровень звуковой мощности, внешний шум, экспериментальные исследования, звукоизолирующий капот, звукоизолирующий материал.

N.M. Volkov, D.N. Dyogtev, A.A. Zubko, S.A. Ivanov, A.Yu. Kambur, A.A. Savin

ACTIONS TO IMPROVE PERFORMANCE IN COCKPIT VIBROAKUSTIC LUNG MOTOR GRADERS

The measures to improve the vibro-acoustic characteristics of easy grader on a real prototype with minimum cost and alteration construction grader by increasing the mass of the cabin floor and install soundproofing hood of a porous material.

Keywords: level of sound capacity, external noise, experimental investigation, soundproofing hood, deafening.

Опытами подтверждено [1,2], что среднеквадратичное значение виброскорости наиболее точно отражает определенный уровень звуковой энергии (мощности) в данной точке. Таким образом, звуковую вибрацию, распространяющуюся по элементам и конструкциям автогрейдера, можно приближенно оценивать с помощью виброскорости [7].

В пол кабины виброакустическая энергия передаётся в основном через опорные связи (виброизоляторы). При этом виброскорость пола зависит от частоты и физико-геометрических характеристик пола и виброизоляторов. На рис. 1. представлены экспериментальные 1/3-октавные спектры виброскоростей (дБ) рамы и пола у заднего виброизолято-

ра с правой стороны автогрейдера ГС – 10.01. Необходимо отметить, что в диапазоне частот 31,5...315 Гц 1/3-октавных полос уровень звукового давления (L_p) колеблется от 96 до 80 дБ за счёт повышенной звуковой вибрации пола кабины. На частотах 400...800 Гц уровень виброскорости пола хотя и превышает звуковую вибрацию рамы, но УЗД в кабине снижается примерно до 70...72 дБ вследствие более быстрого затухания с повышением частоты. Звуковая мощность, излучаемая пластиной (W), зависит: от площади пластины, например, пола (S); коэффициента излучения пластины (j); квадрата виброскорости пластины (V^2), акустического сопротивления среды (ρc) [1,3]

$$W = \rho c S V^2 j \quad , \quad \text{Вт}, \quad (1)$$

где ρ , c – соответственно плотность воздушной среды и скорость распространения звука в воздушной среде.

$$c = 20,04 (273 + T_c)^{1/2} \text{ м/с}, \quad (2)$$

здесь T_c – температура воздуха в кабине, $^{\circ}\text{C}$.

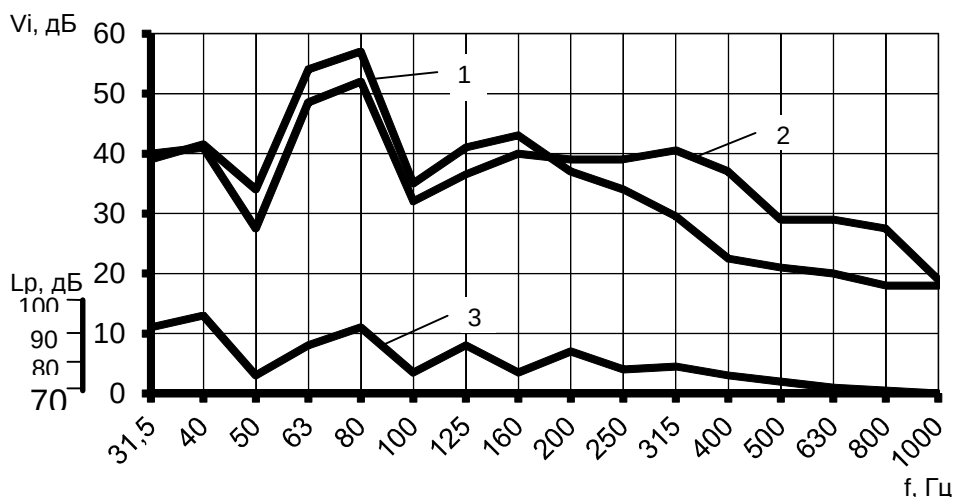


Рис. 1. Спектры уровней виброскоростей на раме под виброизолятором кабины (1), пола кабины у виброизолятора (2), спектр уровней шума в кабине (3)

Выражение (1) следует считать приближённым, так как оно получено для свободно опёртых пластин постоянной толщины, без рёбер жёсткости и с размерами, в несколько раз превышающими длину звуковой волны в воздухе.

Таким образом, одним из путей снижения шума в кабине на частотах 31,5...315 Гц 1/3-октавных полос является снижение звуковой вибрации пола.

Характер излучения звука пластиной различен на частотах до и после её граничной частоты. Граничная частота пластины, при которой скорость изгибных волн в ней равна скорости звука в воздухе, определяется формулой [3,5]

$$f_{cp} = \frac{c^2}{2\pi \sqrt{\frac{m_n}{D}}} \quad \text{Гц}, \quad (3)$$

где c – скорость звука в воздухе; m_n – масса пластины на единицу площади ($m_n = \rho_n h$, здесь ρ_n , h – плотность материала и толщина пластины соответственно); D – цилиндрическая жёсткость пластины,

$$D = E h^3 / 12(1 - \gamma^2) \quad , \quad (4)$$

где E , γ - соответственно модуль упругости и коэффициент Пуассона материала пластины. Если для стали $E = 2,17 \times 10^5$ МПа, $\gamma = 0,3$, $\rho_{\text{л}} = 7800$ кг/м³, то $f_{\text{зр}} = 136$ Гц при $h = 0,003$ м.

Законом массы звукоизоляция пластиной описывается на частотах ниже граничной при $f \leq 0,5f_{\text{зр}}$ [1]. Жёсткость пластины играет при этом малую роль. Увеличение жёсткости пластины способствует повышению звукоизоляции в области высоких частот, $f > f_{\text{зр}}$.

В этой связи некоторое снижение общего шума в кабине достигнуто за счёт увеличения массы пола, путём установки дополнительной пластины массой 43,5 кг. В данном случае $f_{\text{зр}} = 230$ Гц.

Результаты измерений виброскорости пола представлены на рис. 2. Как видно из 1/3-октавных спектров уровней виброскорости, значительное снижение звуковой вибрации пола за счёт увеличения массы происходит на низких частотах 1/3-октавных полос – 31,5; 40; 63; 80; 100 Гц. В то же время в диапазоне частот 800-1250 Гц 1/3-октавных полос заметно повышение уровня виброскорости пола с увеличенной массой, но увеличение УЗД на данных частотах существенно ниже допустимого по ГОСТ 12.2.120 – 88. Эквивалентный уровень звука в кабине при увеличении массы пола снизился на 1 дБА.

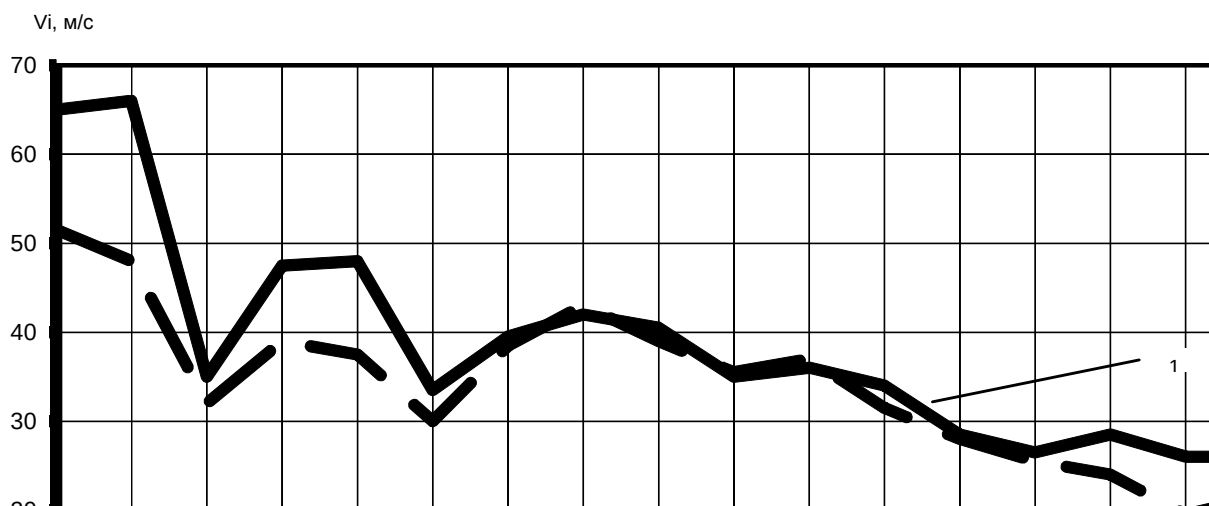


Рис. 2. Результаты измерения виброскорости пола в 1/3-октавных полосах частот при работе ДВС+КП+ПМ (1), с увеличенной массой пола на 43,5 кг.(2).

Другим перспективным методом снижения шума в кабине является применение звукоизолирующего капота двигателя. Опыты, проведённые на натурном образце машины позволяют утверждать, что звукопоглощающее пористое покрытие [4] с коэффициентом звукопоглощения при диффузном падении звука $\alpha_{\text{к}} = 0,15 \dots 0,65$ в октавных полосах частот 63 – 1000 Гц, нанесённое на боковые стенки капота снижает шум в кабине на 2 – 2,5 дБА. При этом отношение площади панелей капота, покрытой звукопоглощающим материалом к общей площади панелей составляло 0,27. Способ достаточно эффективен, но применение звукопоглощающего покрытия нарушает тепловой режим двигателя, т.е. требует дополнительных конструктивных изменений [2].

Наибольшую эффективность, с точки зрения снижения эквивалентного уровня звука в кабине, обеспечивает капот двигателя с облицовкой панелей звукопоглощающим материалом. При облицовке только боковых панелей капота звукопоглощающим покрытием удаётся снизить УЗ в кабине на 2...2,5 дБА [1,2].

Вывод

Таким образом, при увеличении массы пола кабины на 43,5 кг и установке звукоизолирующего капота из пористого материала удалось снизить эквивалентный уровень звука в кабине автогрейдера в районе головы оператора с 84,5 до 80 дБА.

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. Волков Н.М. Автогрейдеры легкого типа с улучшенными виброакустическими характеристиками. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2003.
3. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Щербинин М.И., Жулай В.А., Шаманин Р.С., Бочаров В.Н., Чернов М.В. Способ определения наибольшего уровня шума на рабочем месте оператора колесных тяговых машин. Патент на изобретение RUS 2155326 21.12.1998.
4. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Дегтев Д.Н., Муравьев А.В., Волков Н.М., Харламов А.Ю. Звукоподавляющая ячеистая панель. Патент на изобретение RUS 2239238 18.03.2003.
5. 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. патент на изобретение RUS 2206458 29.03.2002
6. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н. Оценка виброакустических параметров транспортных и транспортно-технологических машин на стадии проектирования. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 308-312
7. С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, В.О. Воропаев, А.С. Воронов. Численные исследования быстропеременных виброакустических процессов при помощи метода конечных элементов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. С. 154-160.

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. N.M. Volkov. Graders light type with improved vibroacoustic characteristics. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Voronezh, 2003.
3. Ustinov Y.F., Muraviyov V.A., Shcherbinin M.I., Zhulai V.A., Shamanin R.S., Bocharov V., Chernov M.V. The method for determining the highest level of noise at the operator wheel traction machines. A patent for an invention RUS 2155326 21.12.1998.
4. Ustinov Y.F., Muraviyov V.A., Degtev D.N., Muraviyov A.V., Volkov N.M., A. Kharlamov. Zvukopodavlyayuschaya mesh panel. A patent for an invention RUS 2239238 18.03.2003.
5. Ustinov Y.F., Muraviev V.A., Shcherbinin M.I., Chernov M.V., Nikitin S.A., Pokachalov A.S., A.A. Kravchenko, Duplishchev S.M., Muraviev A.V., Kondauror Y.A., Volkov N.M. invention patent 2206458 RUS 29.03.2002
6. Ustinov Y.F., 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.
7. S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, V.O. Voropaev, A.S. Voronov. Numerical research of a rapidly varying vibroacoustic processes using the finite element method. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2013. pp. 154-160.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики*

Н. М. Волков

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики*

Д. Н. Дегтев

Студент П. С. Анферов

Студент Д. Е. Дружинин

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-59-18

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the
chair of construction machinery and engineer-
ing mechanics N.M. Volkov*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the
chair of construction machinery and engineer-
ing mechanics D. N. Dyogtev*

The student P.S. Anfyorov

The student D.E. Drujinin

Russia, Voronezh, ph. 8(473)271-59-18

Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, П.С. Анферов, Д.Е. Дружинин

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматриваются результаты проведения лабораторных испытаний
опытного образца звукопоглощающей конструкции, используемого для шу-
мозащиты операторов транспортно-технологических машин.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, звукопоглощающие конструкции, ко-
эффициент звукопоглощения, интерферометр.

N.M. Volkov, D.N. Dyogtev, P.S. Anfyorov, D.E. Drujinin

LABORATORY TESTS OF ACOUSTIC LINERS PROMISING MATERIALS

The results of laboratory tests of a prototype acoustic liners used for noise-
mozaschity operators of transport-technological machines.

Keywords: experimental studies, acoustical design, sound absorption coefficient, inteferometr.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения мощностей и скоростей движе-
ния автотракторного транспорта, что соответственно приводит к возрастанию шума, воздейст-
вующего как на оператора транспортного средства, так и на людей, находящихся в зоне рабо-
ты машины. Причем воздействию транспортного шума могут быть подвержены люди, которые
работают или проживают вблизи оживленных магистралей, и в этом случае встает вопрос об
акустическом загрязнении воздушной среды. Следствием этого загрязнения является повы-
шенная утомляемость, раздражительность, нарушение сна, снижение эффективности рабочей
деятельности жителей, находящихся большую часть дня в акустическом поле с высоким уров-
нем звукового давления. Поэтому вопрос о шумозащите людей, как в условиях зоны жилой
застройки, так и на рабочем месте оператора транспортного средства, является важным.

Опыт показывает, что разработка мероприятий по снижению транспортного шума – за-
дача весьма сложная и дорогостоящая. Одним из способов снижения шума является создание
высокоэффективных звукопоглощающих конструкций, используемых в виде облицовочных
панелей в кабинах, капотах транспортных средств и в звукозащитных экранах, устанавли-
ваемых вдоль оживленных магистралей и дорог.

Таким образом, задача сводится к разработке и оптимизации звукопоглощающих конструкций, рассчитанных на поглощение шума в широком диапазоне частот.

Среди большого разнообразия звукопоглощающих материалов и конструкций широкое применение получили сотовые и ячеистые конструкции, которые хорошо зарекомендовали себя на практике.

На базе Научно-исследовательского института проблем виброакустики (НИИВА) ВГАСУ была разработана и испытана новая звукопоглощающая конструкция на основе ячеистой формы. Испытания новой конструкции производились согласно ГОСТ 16297-80, который устанавливает методику определения звукоизоляционных и звукопоглощающих параметров материалов. Данный стандарт распространяется на звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы и изделия и устанавливает методы их испытаний для определения следующих показателей: коэффициента звукопоглощения при нормальном падении звука (нормального коэффициента звукопоглощения), нормального импеданса (сопротивления). Для определения нормального коэффициента звукопоглощения и нормального импеданса используются интерферометры.

Одной из задач при проектировании новой звукопоглощающей конструкции было эффективное гашение звука определенной заданной частоты. Для получения четкой картины об эффективности работы опытного образца было произведено его испытание на различных частотах.

Испытание производилось для двух образцов со сплошной и полый (опытный образец) структурой. Некоторые результаты испытания представлены в табл.

Таблица

Значение коэффициента звукопоглощения

Название образца	Коэффициент звукопоглощения, α_0
Частота $f_0 = 2000$ Гц	
Образец сплошной	0,98251
Опытный образец с полый структурой	0,99974
Частота $f_0 = 1000$ Гц	
Образец сплошной	0,99731
Опытный образец с полый структурой	0,99931

Заключение

Таким образом, на основании полученных данных можно утверждать, что новая звукопоглощающая конструкция работает более эффективно на заданной частоте.

Следует отметить, что при незначительном изменении типоразмера данная конструкция также эффективно будет гасить шум и на других заданных частотах.

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. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Дегтев Д.Н., Муравьев А.В., Волков Н.М., Харламов А.Ю. Звукоподавляющая ячеистая панель. Патент на изобретение RUS 2239238 18.03.2003.
3. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев 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

4. С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, В.О. Воропаев, А.С. Воронов. Численные исследования быстропеременных виброакустических процессов при помощи метода конечных элементов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. С. 154-160.

References

1. Ustinov Y. F, N.M. Volkov, Dyogtev 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. Ustinov Y.F., Muraviyov V.A., Dyogtev D.N., Muraviyov A.V., Volkov N.M., A. Kharlamov. Zvukopodavlyayuschaya mesh panel. A patent for an invention RUS 2239238 18.03.2003.
3. Ustinov Y.F., N.M. Volkov, D.N. Dyogtev. 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.
4. S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Dyogtev, V.O. Voropaev, A.S. Voronov. Numerical research of a rapidly varying vibroacoustic processes using the finite element method. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2013. pp. 154-160.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф.*

В.Н. Геращенко

*Магистрант кафедры строительной
техники и инженерной механики*

Г.М. Квасов

*Voronezh State University of
Architecture and Civil Engineering*

Cand. of Tech. Science, professor

V.N.Gerashchenko

Master's of the pulpit of constraction

Machinery and engineering mechanics,

G.M. Kvasov

В.Н. Геращенко, Г.М. Квасов

О НЕКОТОРЫХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ, ОБСЛУЖИВАНИЮ И ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ГУСЕНИЧНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

Большой объём земляных работ, выполняемых в строительстве, требует эксплуатации одноковшовых экскаваторов с различными видами рабочего оборудования и ходовых устройств. Для модернизации основных узлов экскаваторов требуются новые материалы и современные технологии.

Ключевые слова: одноковшовые экскаваторы, рабочее и ходовое оборудование, модернизация, новые материалы и технологии.

V.N. Gerashchenko, G.M. Kvasov

ON SOME RECOMMENDATIONS FOR CONSTRUCTION, SERVICE AND INCREASE OF THE EFFECTIVE USAGE OF CRAWLER HYDRAULIG SHOVELS

A large amount of excavation work performed in the construction, operation requires shovels with different types of working equipment and running devices. To modernize the basic units of excavators require new materials and modern technology.

Keywords: shovels, working and running equipment, modernization, new materials and technologies.

Одноковшовые гидравлические экскаваторы выполняют большой объём земляных работ, до 40% по отрывке котлованов, траншей, отсыпке насыпей, возведению плотин, дорожного полотна и вскрышных работах в строительстве. Эффективность использования вышеуказанных машин в значительной степени обусловлена техническим состоянием основных узлов и систем, таких как ходовое и рабочее оборудование, силовые установки и системы управления [1]. Достаточно сказать, что ходовое оборудование гусеничных машин подвергается высоким нагрузкам и интенсивному износу, что составляет до 45% всех затрат на эксплуатационные материалы и запасные части. Значительные средства расходуются на смазочные материалы. Проникновение загрязнений и воды в узлы трения, а так же использование смазочных материалов, не отвечающих требованиям, повышают абразивное изнашивание деталей и снижают надёжность. Повышение производительности экскаваторов может быть достигнуто особенностями конструирования основных узлов и агрегатов при снижении материалоемкости и повышении надёжности.

Отдельные предложения по совершенствованию конструкций агрегатов за счёт широкого использования средств вычислительной техники и информационных технологий, определение оптимальных параметров путём автоматизированного проектирования будет представлено ниже при рассмотрении основных узлов. Таким образом, автоматизация проектирования будет способствовать повышению эффективности эксплуатации одноковшовых экскаваторов. Следует отметить, что важнейшим условием повышения конкурентоспособности экскаваторов в современных условиях является следующее:

- широкое внедрение современных сверхпрочных материалов, обладающих повышенной износоустойчивостью;
- использование новейших технологий, позволяющих увеличить надёжность, прочность и коррозионную стойкость;
- обеспечение эффективной защиты от проникновения пыли и грязи в места посадок ходового, рабочего оборудования, а так же применение пластичных смазочных материалов;
- увеличение геометрической вместимости рабочего органа;
- обеспечение выпуска и поставки экскаваторным заводам специальных двигателей требуемой мощности;
- организация производства кабинного модуля с повышенными эргономическими показателями (комфортабельность кабины с пониженным уровнем шума; безопасность машиниста и удобство управления);
- использование автоматических систем управления и контроля, а так же улучшение условий труда [2, 3].

Большинство вышеизложенных условий могут быть решены в централизованном порядке и при активном действии субъектов федерации, например, при организации производства кабинного модуля на заводах бывшего Минавтосельхозмаша.

В настоящее время передовые фирмы в области экскаваторостроения переходят на выпуск типоразмерных планетарных передач для привода хода экскаватора и поворота платформы. Планетарные передачи, по сравнению с простой зубчатой передачей, обладают рядом достоинств:

- возможность получения большего передаточного числа при меньших габаритах;
- имеют меньшую массу;
- работают с меньшим шумом;
- удобны для встраивания в электродвигатели и ходовые колёса.

Исходя из сказанного, по нашему мнению, наиболее перспективными конструкциями привода хода экскаватора является привод, осуществляемый с помощью планетарных редукторов, унифицированных с механизмами привода поворота платформы [4]. Достоверность нашего суждения подтверждается проведёнными патентными исследованиями и анализом существующих конструкций. Применение таких конструкций экономически эффективно, а их высокий технический уровень способствует повышению производительности.

Механизмы натяжения гусеничных лент должны быть компактными с применением в качестве упругих элементов гостированных тарельчатых пружин. История развития экскаваторостроения показывает, что конструкции катков, в особенности опорных, всё время изменяются с целью снижения веса, улучшения смазки уменьшения сопротивления, а так же повышения надёжности их конструкций и увеличения времени работы без дополнительного обслуживания. Современные конструкции катков выполняются на подшипниках скольжения при жидкой смазке с использованием торцевых уплотнений по лицензии фирмы Caterpillar [5]. После определённого срока эксплуатации торцевые поверхности контактных колец изнашиваются, что приводит к разгерметизации конструкции и вытеканию жидкой смазки. До-заправка катков жидкими смазочными материалами не останавливает износ поверхностей трения деталей, а ведёт лишь к перерасходу смазки, что, в свою очередь, увеличивает поток отказов и снижает производительность экскаватора из-за вынужденных простоев на ремонт.

Таким образом, изменение конструкции опорных катков с изменением продольного размера конструктивного пакета и применение пластичных смазочных материалов позволит устранить вышеуказанные недостатки.

Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надёжность [6].

На эффективность использования одноковшовых гусеничных гидравлических экскаваторов большое влияние оказывает рабочее оборудование [7]. Целесообразно уменьшать его вес за счёт использования высоколегированных сталей повышенной прочности с лазерным вырезанием по копиру составных частей. Рекомендуемые изменения в конструкциях основных узлов экскаватора с применением современных технологий, при создании комфортных условий работы оператора значительно повысят эффективность работы машины.

Библиографический список

1. В.Н. Геращенко, И.А. Попов «О некоторых проблемах экскаваторостроения в современных условиях в России». Высокие технологии. Экология. 15-ая межрегиональная научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2012, 3стр.
2. В.А. Башкиров, В.Н. Геращенко «О некоторых проблемах экскаваторостроения и путях их решения» // «Строительные и дорожные машины», №10, 1993, с.6-8.
3. В.Н. Геращенко «О некоторых особенностях конструирования гусеничного ходового оборудования гидравлических экскаваторов в современных условиях». Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий, 64-я научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2009, 2 стр.
4. В.Н. Геращенко «Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность его работы». Научно-образовательный форум. Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий, ВГАСУ, Воронеж-2013, 2 стр.
5. 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.
6. В.Н. Геращенко «Исследование ходового оборудования наземных транспортных комплексов и влияние конструктивных особенностей его на эффективность и безопасность работы машин». Высокие технологии. Экология. 16-я межотраслевая научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2013, 4 стр.
7. В.Н. Геращенко, А.Г. Резник «Рабочее оборудование одноковшового экскаватора». Патент на изобретение 12149951.

References

1. V.N. Gerashchenko, I.A. Popov. On Some Problems of Excavator-Construction under Modern Conditions in Russia. High Technologies. Ecology. 15th Interregional scientific-and-practical conference. VGASU, Voronezh-2012, 3 pages.
2. V.A. Bashkirov, V.N. Gerashchenko. On Some Problems of Excavator – Construction and the Ways of Their Solution // Road-making and Construction machines. 1993, №10 p.6-8.

3. V.N. Gerashchenko. On Some Peculiarities of Designing the Crawler Running Gear of Hydraulic Excavators in Present Conditions. Innovations in the Sphere of Science, Education and High Technologies, the 64th scientific-and-practical conference in Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Voronezh – 2009, 2 pages.
4. V.N. Gerashchenko. Influence of Constructive Elements of Excavator Crawler Running Gear on the Efficiency of its Operation. Scientific-and-Educational Forum. Innovations in the Sphere of Science, Education and High Technologies. VGASU, Voronezh-2013, 2 pages.
5. V.N. Gerashchenko, P.S.Vdovin. Investigation of Running Gear Elements of the 5-Size Group Hydraulic Excavator. High technologies. Ecology. 15th interregional scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh-2012, 4 pages.
6. V.N. Gerashchenko. Investigation of the Running Gear Elements of Ground Transport Complexes and the Influence of its Constructive Features on the Efficiency and Safety of Machine Operation. High Technologies. Ecology. The 16th Interregional Scientific-and-Practical Conference, VGASU, Voronezh-2013, 4 pages.
7. V.N. Gerashchenko, A.G. Reznik. Operating Equipment of a Shovel. Patent 12149951.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры высшей
математики М.Д. Гончаров
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-62
e-mail: goncharov@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the mathematical
Dept. M.D. Goncharov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: goncharov@vgasu.vrn.ru*

М.Д. Гончаров

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ РЕЖИМОВ УСИЛЕННЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ ВИБРАЦИЙ ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассматриваются некоторые результаты теоретических исследований динамики турбинных забойных двигателей при поперечных колебаниях. Приводятся рекомендации по оптимизации загруженности промежуточных опор и амплитудно-частотных характеристик двигателя в режимах усиленных вибраций.

Ключевые слова: радиальная опора, зона критических оборотов, амплитуда смещения, угловая скорость.

M.D. Goncharov

THEORETICAL CALCULATION OF THE AMPLIFICATION MODE LATERAL VIBRATION DOWNHOLE MOTORS

Discusses some of the results of theoretical studies of the dynamics of turbine downhole motors with transverse vibrations. Provides recommendations for optimizing utilization of intermediate supports and amplitude frequency characteristics of engine vibration modes reinforced.

Keywords: radial bearing, in critical speed, the displacement amplitude, angular velocity.

В работах [1-3] рассмотрена методика расчета собственных поперечных колебаний применительно к турбинным забойным двигателям для бурения нефтяных и газовых скважин. Следует заметить, что при работе турбобура параметры, характеризующие граничные условия и осевое давление долота на забой, меняются в широких пределах. Поэтому на те характеристики поперечных колебаний, которые заметно меняются при изменении этих параметров, следует смотреть только как на вероятные.

Наоборот, характеристики колебательного процесса, которые мало меняются с изменением указанных параметров, являются достаточно надежными.

Ниже рассматриваются результаты исследований для четырех вариантов, различающиеся числом промежуточных опор, нагрузкой на долото и жесткостями в граничных условиях. Параметры различных вариантов даны в табл. 1. В таблицах 2-5 приведены критические скорости, реакции опор и амплитуда колебаний долота при условии, что максимальная амплитуда колебаний статора 10 мм.

Таблица 1

Параметры различных вариантов

Номера вариантов	Количество опор	Нагрузка на долото (Н)	Жесткости			Радиальных опор C _{oi} (н/м)
			Колонны бурильных труб		Забоя на радиальное смещение C ₂ (н/м)	
			На поворот C (нм)	На радиальное смещение C ₁ (н/м)		
1	13	2 · 10 ⁵	2,5 · 10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	5 · 10 ⁶
2	13	5 · 10 ⁴	2,5 · 10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	5 · 10 ⁶
3	13	5 · 10 ⁴	2,5 · 10 ⁷	5 · 10 ⁶	5 · 10 ⁷	5 · 10 ⁶
4	17	5 · 10 ⁴	2,5 · 10 ⁷	5 · 10 ⁶	5 · 10 ⁷	5 · 10 ⁶

Таблица 2

Критические скорости в об/мин

Порядок критической скорости	Номера вариантов			
	1	2	3	4
1	65,9	78,3	96,0	96,6
2	230	238	288	289
3	439	445	609	614
4	625	647	908	921
5	958	977	1321	1360

Таблица 3

Реакция опор при максимальной амплитуде статора 10мм (в Н)
Варианты 1, 2, 3

Форма колебаний										
Номер опоры	Номер варианта	первая			вторая			третья		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Шпиндель	1	579	801	1030	4433	4910	6057	7118	7085	1640
	2	111	153	148	319	770	1079	666	531	1600
	3	222	261	324	1425	1754	1617	2580	2872	5491
Первая секция	4	295	355	422	2035	2356	3210	2941	3279	8652
	5	101	98	9	158	289	1362	692	639	1934
	6	33	54	77	338	270	1850	219	272	7115
	7	19	16	95	137	55	1358	565	703	970
	8	27	13	21	342	309	88	429	523	1047
Вторая секция	9	212	181	167	691	511	2736	1158	1089	3800
	10	55	71	80	437	202	235	250	508	4710
	11	31	29	42	465	458	979	654	836	1809
	12	48	49	185	197	272	532	730	850	2275
	13	11	17	108	67	380	438	532	696	512

Таблица 4

Реакция опор при максимальной амплитуде статора 10 мм (в Н)
Вариант 4

Номер опоры		Форма колебаний		
		первая	вторая	третья
Шпиндель	1	1078	5984	15859
	2	150	1204	1984
	3	320	1419	4854
Первая секция	4	416	2962	7996
	5	32	1769	4206
	6	48	28	1647
	7	71	1736	5928
	8	63	76	1924
	9	50	1910	3559
	10	16	310	219
Вторая секция	11	158	2951	4916
	12	37	88	2380
	13	74	217	3612
	14	58	631	1013
	15	6	503	571
	16	245	367	1970
	17	181	550	153

Таблица 5

Амплитуда колебаний долота в мм при максимальной амплитуде статора 10 мм

Порядок критической скорости	Номер варианта			
	1	2	3	4
1	0,08	0,46	0,01	0,01
2	2,56	3,69	0,06	0,06
3	6,59	6,69	0,20	0,18

Анализ полученных результатов показывает следующее:

I. Критические скорости вращения вала турбобура и амплитуда колебаний долота на забое заметно меняются с изменением граничных условий, но мало с изменением осевой нагрузки на долото. Тем не менее можно установить, что в зоне рабочих чисел оборотов двигателя находится по крайней мере одна из критических скоростей промышленного турбобура ТР2Ш-І95.

II. Опоры загружены неравномерно. Во всех вариантах и для всех критических скоростей наиболее загруженными являются нижние радиальные опоры шпинделя и каждой секции. При ревизиях турбобуров ТР2Ш-І95 отмечено что именно эти опоры раньше всего изнашиваются.

III. Величина нагрузки на наиболее нагруженные опоры при критических режимах может достигать достаточно больших значений, поэтому расчет опор необходимо проводить с учетом этих сил, возникающих при поперечных колебаниях, и цикличности их приложения.

Характеристика исходных параметров и поперечных колебаний турбобура ТР2Ш-І95 для различных вариантов приведена в табл. 1-5.

IV. Увеличение числа опор с 13 до 17 мало меняет все характеристики колебаний. Несмотря на малую жесткость вала турбобура ТР2Ш-І95, его смещение относительно ротора не превы-

шает 1,5 мм (при максимальной амплитуде колебаний статора 10 мм). Однако следует отметить, что в расчете не учитывались начальная кривизна вала и корпуса, эксцентриситет центрирующих поверхностей опор и вала. Указанные факторы увеличивают относительные смещения вала в корпусе турбобура. Учитывая, что зазор между валом и ротором также 1,5-2 мм, предпочтительно иметь в каждой секции турбины шесть радиальных опор вместо четырех.

V. Расчет поперечных колебаний проводится без учета зазора в радиальных опорах. Тем не менее, даже при таких условиях амплитуда колебания долота достигает в отдельных вариантах 6 мм. Это свидетельствует о значительном влиянии поперечных колебаний забойного двигателя на работу породоразрушающего инструмента и особенно на процесс формирования ствола скважины.

VI. Наиболее существенным фактором, изменяющим величину поперечных колебаний долота, является влияние жесткости забоя на радиальное смещение. Радиальная жесткость забоя в действительности является нелинейной так, что линеаризованная жесткость зависит от амплитуды колебаний, увеличиваясь с увеличением амплитуды. Поэтому можно предположить, что пока угловая скорость далека от критической и колебания статора имеют малую амплитуду, поперечные колебания долота будут иметь большую относительную амплитуду, приближающуюся к максимальной амплитуде статора (вариант 1, 2 в табл. 5). Когда же угловая скорость приближается к критической, максимальная амплитуда колебаний статора будет расти быстрее, чем амплитуда долота, так как линеаризованная жесткость забоя увеличивается. Наконец, при значительном дисбалансе ротора поперечные вибрации могут увеличиваться настолько, что статор будет касаться стенок скважины. Расчет такого режима работы не предусмотрен.

Вывод

Представленные результаты, характеризующие динамику турбинных забойных двигателей, могут быть использованы при совершенствовании серийных и создании новых конструкций, предназначенных для бурения нефтяных и газовых скважин.

Библиографический список

1. Гончаров М.Д. Выбор базисных функций для расчета режимов усиленных поперечных вибраций автономного статора турбинного забойного двигателя. Труды IV-ой международной научно-технической конференции «Высокие технологии в экологии», Воронеж, 2000 г., 191-196 с.
2. Гончаров М.Д. Исследование режимов усиленных вибраций изолированного ротора забойного двигателя при поперечных колебаниях. В сборнике «Экологический вестник Черноземья», Воронеж, 2007 г., 37-40 с.
3. Гончаров М.Д. Совместные колебания системы ротор-статор забойного двигателя. Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология – 2013г., 133-135 с.

References

1. Goncharov M.D. The choice of basis functions for the operating conditions of enhanced transverse vibration of the turbine stator independent downhole motor. Proceedings of the IV-th International Scientific and Technical Conference "High Technologies in ecology", Voronezh, 2000, 191-196 p.
2. Goncharov M.D. The study of enhanced modes of vibration of isolated mud motor rotor with transverse vibrations. In the book "Ecological Bulletin Chernozem", Voronezh, 2007, 37-40 p.
3. Goncharov M.D. Joint oscillations of the rotor-stator downhole motor. Scientific Herald of the Voronezh GASU. High technology. Ecology - 2013, 133-135 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры СТИМ
В.В. Гудков
Россия, г. Воронеж,
тел. +7(910)345-41-10
ВУНЦ ВВС "ВВА"
Старший преподаватель кафедры автомо-
бильной подготовки
П.А. Сокол
Россия, г.Воронеж, тел. +7(910)345-07-92*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineering), of the BTIE Dept.
V.V. Gudkov
Russia, Voronezh,
tel. +7(910) 345-41-10
Air Force Education and Research Center
Zhukovskiy and Gagarin Air Force Academy.
Senior lecturer of the training for automobiles
Dept P.A. Sokol
Russia, Voronezh, tel. +7(910) 345-07-9*

В.В. Гудков, П.А.Сокол

МОДЕЛЬ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕСИММЕТРИЧНОГО БАЛАНСИР- НОГО ПРИВОДА АВТОГРЕЙДЕРА С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

В статье рассматривается распределение усилий в несимметричном балансирном приводе ведущих колес автогрейдера, показан способ решения статически неопределенной системы.

Ключевые слова: мощность, движение, несимметричный, балансир, циркуляция.

V.V.Gudkov P.A.Sokol

THE MODEL OF THE FORCE INTERACTION OF THE MOTOR GRADER IRREGULAR BALANCE DRIVING GEAR WITH THE SUPPORTING SURFACE

The article deals with the efforts distribution in the irregular balance traction-wheels driving gear of the motor grader. It reveals the method of solution of steadily undefined equation system.

Keywords: power, motion, irregular balance wheel, circulation.

Балансирный привод ведущих колес автогрейдера позволяет обеспечить надежное сцепление ходового оборудования с опорной поверхностью, высокую несущую способность и малые колебания базовой машины [1]. Во время движения автогрейдера в результате действия крутящего момента, подводимого от двигателя, моментов сопротивления качению и несовпадения центров колес подвески балансира происходит перераспределение вертикальных реакций, действующих на колеса. Это явление вызывает изменение силового радиуса пневматических шин и, как следствие, изменение суммарного момента по ведущим осям. Конструктивно балансир имеет жесткий привод, обеспечивающий одинаковую угловую скорость вращения пневматических шин на ведущих осях, что совместно с измененным и не одинаковым силовым радиусом приводит к изменению полезной тяговой мощности на каждой из ведущих осей. Кинематическое рассогласование по осям приводит к появлению паразитной циркуляции мощности и снижению мощности для создания силы тяги машины, с ухудшением эксплуатационных характеристик. Компенсировать реактивный момент, возникающий от

действия в совокупности крутящего момента, передаваемого через дифференциал от двигателя и момента сопротивления качению можно, применив в конструкции автогрейдера несимметричный балансирующий привод ведущих колес.

Если рассмотреть силовое взаимодействие колес и опорной поверхности как задачу классической механики, то колесо можно представить как деформируемую балку, закрепленную с одного конца и нагруженную моментом и нагрузкой на колесо. Балансир в таком случае будет статически неопределенной системой с опорными точками в области контакта.

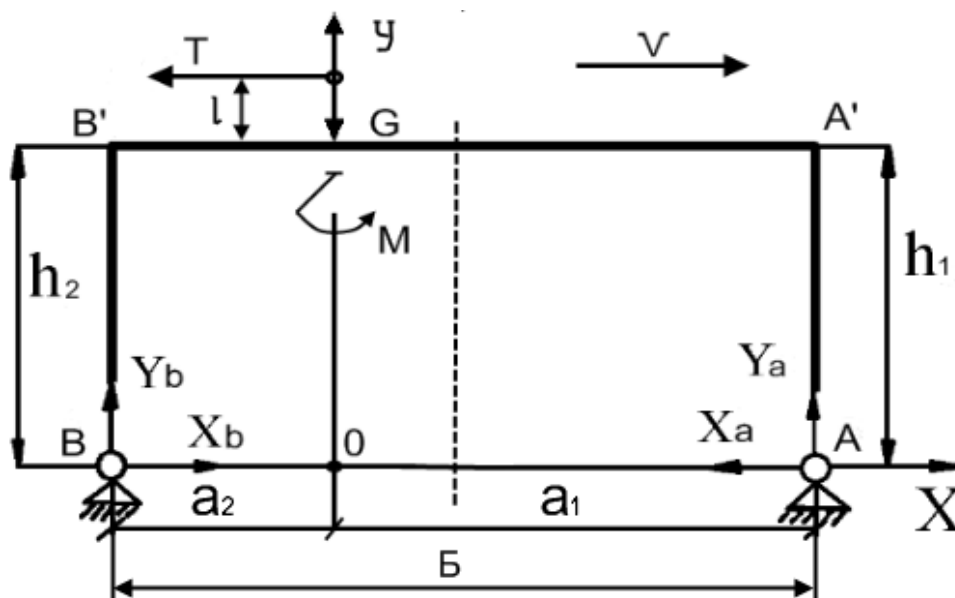


Рис. 1. Схема распределения сил в несимметричном балансирующем приводе автогрейдера:
 A, B – точки контакта ведущих колес с опорной поверхностью; A', B' – точки центра осей вращения ведущих колес;
 l – расстояние от оси подвески балансира до оси центров колес; h_1, h_2 – свободные радиусы ведущих колес;
 X_A, X_B – горизонтальные реакции; Y_A, Y_B – вертикальные реакции; G – нагрузка на балансирующий привод;
 M – крутящий момент; a_1, a_2 – расстояния между осями ведущих колес и осью подвески балансира

Рассматривая распределение сил и моментов при движении и качении балансирующего привода автогрейдера как жесткую конструкцию с заблокированным приводом (рис. 1), можно определить величины реакций, действующих в точках контакта колес с опорной поверхностью. Используя принцип независимого действия нагрузок и обращенное движение (когда опорная поверхность движется на балансирующий привод и он неподвижен), и решая дважды статически неопределимую систему получим

$$X_A = \frac{3}{2}G \frac{a_1}{h+l} - \frac{T}{2} - \frac{3}{2} \frac{M}{h}, \quad Y_A = G \frac{a_2}{a_1 + a_2} - T \frac{h+l}{a_1 + a_2} - \frac{M}{a_1 + a_2} \quad (1)$$

$$X_B = \frac{3}{2}G \frac{a_2}{h+l} + \frac{T}{2} - \frac{3}{2} \frac{M}{h}, \quad Y_B = G \frac{a_1}{a_1 + a_2} + T \frac{h+l}{a_1 + a_2} + \frac{M}{a_1 + a_2} \quad (2)$$

Величина силы тяги T ограничена сцеплением: $T = Y \cdot \psi$, где $\psi \approx 0,6$ (для грунта).

Зная величину тяговой мощности для каждого колеса, можно определить ее разность по осям – циркулирующую мощность: $\Delta N = (Y_A - Y_B) \cdot \omega \cdot r_c$. Подставив в эту формулу значения Y_A, Y_B из формул (1), (2), получим

$$\begin{aligned}\Delta N &= \left(G \frac{a_2}{a_1 + a_2} - T \frac{h+l}{a_1 + a_2} - \frac{M}{a_1 + a_2} - G \frac{a_1}{a_1 + a_2} - T \frac{h+l}{a_1 + a_2} - \frac{M}{a_1 + a_2} \right) \cdot \omega \cdot r_c = \\ &= \left(G \frac{a_2 - a_1}{a_1 + a_2} - 2T \frac{h+l}{a_1 + a_2} - \frac{2M}{a_1 + a_2} \right) \cdot \omega \cdot r_c = - \left(G \frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2} + 2T \frac{h+l}{a_1 + a_2} + \frac{2M}{a_1 + a_2} \right) \cdot \omega \cdot r_c\end{aligned}\quad (3)$$

Из (3) очевидно следует, что при $a_1 > a_2$ паразитная мощность $\Delta N < 0$.

Зная, что $M = T \cdot h$, $h = r_c$, имеем: $T = \frac{M}{r_c}$, причем $r_c = r_o - \frac{Y}{E_u} - \lambda \cdot T$ или

$$r_c = r_o - \frac{Y}{E_u} - \frac{\lambda \cdot M}{r_c}.$$

Из последнего соотношения для нахождения r_c , получаем уравнение

$$r_c^2 - \left(r_o - \frac{Y}{E_u} \right) \cdot r_c + \lambda \cdot M = 0 \quad (4)$$

Зная, что $\left(r_o - \frac{Y}{E_u} \right) > 0$ всегда, получаем два значения r_c , удовлетворяющие уравнению (4)

$$r_{c1} = r_o - \frac{Y}{E_u} + \sqrt{\left(r_o - \frac{Y}{E_u} \right)^2 - 4\lambda \cdot M}, \quad (5)$$

$$r_{c2} = r_o - \frac{Y}{E_u} - \sqrt{\left(r_o - \frac{Y}{E_u} \right)^2 - 4\lambda \cdot M},$$

причем $r_{c1} > r_{c2} > 0$, при условии, что $\left(r_o - \frac{Y}{E_u} \right)^2 - 4\lambda \cdot M > 0$.

В качестве r_c возьмем минимальное значение r_{c2} из формулы (5) и подставим его в формулу (3) для вычисления ΔN :

$$\begin{aligned}\Delta N &= - \left(G \cdot \frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2} + 2T \frac{h+l}{a_1 + a_2} + 2T \cdot \frac{r_c}{a_1 + a_2} \right) \cdot \omega \cdot r_c = \\ &= - \left(G \cdot \frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2} + 2T \frac{r_c + l + r_c}{a_1 + a_2} \right) \omega \cdot r_c.\end{aligned}$$

А т.к. $T_{\max} = G \cdot \psi$, то окончательно получаем

$$\Delta N = -G \cdot \omega \cdot r_c \cdot \left(\frac{a_1 - a_2 + 2\psi \cdot (l + 2r_c)}{a_1 + a_2} \right) < 0,$$

где из (5)

$$r_c = r_o - \frac{G}{E_u} - \sqrt{\left(r_o - \frac{G}{E_u} \right)^2 - 4\lambda \cdot M} \quad (6)$$

Формула (5) подтверждает наличие паразитной циркуляции мощности в системе, существенно уменьшающую полезную тяговую мощность. Нижеследующие вычисления определяют направление и величину паразитной мощности. Из значения ΔN очевидно, что паразитная циркуляция мощности $\Delta N < 0$ при всех значениях известных параметров, и знак «минус» показывает ее направление в замкнутом контуре.

Для колеса в точке А имеем

$$N_A = Y_A \cdot r_{CA} \cdot \omega = \left(G \frac{a_2}{a_1 + a_2} - T \frac{h+l}{a_1 + a_2} - \frac{M}{a_1 + a_2} \right) \cdot r_{CA} \cdot \omega.$$

При $T = G \cdot \psi$, $M = T \cdot r_c$, $h = r_c$, r_c из формулы (5) получим

$$N_A = \left(G \frac{a_2 - \psi(r_c + l)}{a_1 + a_2} - \frac{G \cdot \psi \cdot r_c}{a_1 + a_2} \right) \cdot r_A \cdot \omega = G \cdot r_A \cdot \omega \left(\frac{a_2 - \psi(2r_c + l)}{a_1 + a_2} \right),$$

где r_A - радиус колеса в точке А,

r_c - из формулы (6).

Для колеса в точке В имеем

$$\begin{aligned} N_B &= Y_B \cdot r_B \cdot \omega = \left(G \frac{a_1}{a_1 + a_2} + T \frac{h+l}{a_1 + a_2} + \frac{M}{a_1 + a_2} \right) \cdot r_{CB} \cdot \omega = \\ &= \left(G \frac{a_1 + \psi(r_c + l)}{a_1 + a_2} + \frac{G \psi r_c}{a_1 + a_2} \right) \cdot r_B \cdot \omega = \frac{G r_B \omega}{a_1 + a_2} (a_1 + \psi(2r_c + l)) > 0 \end{aligned}$$

при всех значениях известных параметров.

Таким образом, изменение силовых радиусов ведущих колес приводит к изменению моментов и полезной тяговой мощности на каждой из ведущих осей. А появление паразитной циркуляции мощности (формула 4) приводит к снижению мощности для создания силы тяги автогрейдера и ухудшению его эксплуатационных характеристик.

Для получения удовлетворительного экономического эффекта, улучшения эксплуатационных показателей автогрейдеров решение проблемы снижения паразитной циркуляции мощности требует дальнейшего исследования и изучения.

Библиографический список

1. Бромберг А.А. "Машины для земляных работ. Теория и расчет." М.: Машиностроение, 1964, 342 с.

References

1. Bromberg A.A. "Heavy equipment. The theory and calculation" Moscow.: Mashinostroyeniye, 1964, - 342 sec.

УДК 531.781.2.625.76

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
строительной техники и инженерной
механики В.А. Жулай;*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизации
технологических процессов и производств
А.В. Василенко;*

*Аспирант кафедры строительной техники и
инженерной механики*

А.В. Крестников;

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)277-01-29;

e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering*

*Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of
building technique and engineering mechanics
V.A. Zhulai;*

*Kand. Tehn. Sciencs, associate professor of
the chair of automatization of tehnological
processec and production A.V. Vasilenko*

*Post graduate of the chair of building
technique and engineering mechanics*

A.V. Krestnikov

Russia, Voronezh, tel. 8(473)277-01-29;

e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru

В.А. Жулай, А.В. Василенко, А.В. Крестников

МОБИЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИНАХ

Представлена цифровая система для измерения и регистрации динамических нагрузок в землеройно-транспортных машинах.

Ключевые слова: тензометрическая аппаратура, цифровая система регистрации, землеройно-транспортные машины.

V.A. Zhulai, A.V. Vasilenko, A.V. Krestnikov

MOBILE DIGITAL SYSTEM FOR MEASURING AND REGISTRATION OF DYNAMIC LOADS IN EARTH-MOVING MACHINERY

Mobile digital system for measuring and registration of the dynamic loads in earth-moving machinery is presented.

Keywords: tensometric apparatusis, digital system for registration, earth-moving machinery.

Экспериментальные исследования позволяют определить характеристики нагрузок, действующих при реальной работе машин и их зависимости от различных факторов.

Проведение на высоком уровне экспериментальных исследований динамических нагрузок действующих в землеройно-транспортных машинах (ЗТМ) возможно только с помощью современных мобильных цифровых систем, представляющих собой комплекс устройств для измерения, преобразования и регистрации информационных сигналов [1].

Применявшийся при исследовании рабочих нагрузок автогрейдеров набор тензометрической аппаратуры состоял из светолучевого осциллографа, цифропечатающего устройства (ЦПУ), цифровых вольтметров и генератора импульсов [1]. Эта аппаратура одновременно регистрировала 12 аналоговых динамических параметров на фотобумаге и 4 цифровых на ленте ЦПУ строкой из 18 знаков. Темп печати обеспечивал возможность исследования процессов с граничной частотой 3,6 Гц, что соответствует максимальным значениям частот динамических рабочих нагрузок, действующих в рабочем оборудовании и трансмиссии ЗТМ [2, 3, 4]. Недос-

татками этой системы являются малое количество цифровых каналов и невозможность их автоматического ввода для обработки в электронной вычислительной машине (ЭВМ).

Общий вид системы для измерения и регистрации динамических нагрузок в ЗТМ представлен на рис.1.



Рис. 1. Общий вид системы для измерения и регистрации динамических нагрузок в ЗТМ

Для экспериментальных исследований виброакустических параметров ЗТМ используются комплекты аппаратуры, имеющие возможность работы с пьезоакселерометрами, которые не требуют внешних источников питания, имеют малые габариты, высокую надежность и линейную зависимость выходного сигнала от величины виброускорения [5, 6]. Кроме того, благодаря малой массе и возможности надежного крепления к исследуемой металлоконструкции [7, 8], они обеспечивают возможность исследования колебаний с полосой частот до 12 КГц.

Такой комплект аппаратуры, реализованный на базе АЦП платы интерфейса L-154 фирмы «L-Card», установленной в ПЭВМ РС АТ IBM-286, использовался для исследований виброакустических параметров трансмиссий автогрейдеров. Основным его недостатком является невозможность использования для работы с другими типами датчиков.

ЗТМ являются мобильными объектами, работающими в неблагоприятной окружающей среде с высокой запыленностью и большим диапазоном температур. Предварительный анализ свойств изучаемых объектов позволил сформулировать следующие требования к применяемым аппаратным средствам для обеспечения необходимого количества каналов для регистрации как аналоговых, так и дискретных информационных сигналов. Мобильная цифровая система должна обеспечивать в полевых условиях, с минимальными погрешностями, измерение и регистрацию на «жесткий» диск энергонезависимого персонального компьютера типа SSD в цифровом коде динамических нагрузок действующих в ЗТМ [6].

Для регистрации сигналов с нескольких датчиков применяется метод последовательного опроса каналов с помощью коммутатора и одного АЦП [5].

В соответствии с этими требованиями в качестве аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) был выбран внешний модуль ввода E14-140 фирмы L-CARD, с возможностью обработки до 16 цифровых и 10 аналоговых сигналов, получаемых с разных датчиков.

Предлагаемая мобильная цифровая система для измерения и регистрации динамических нагрузок в ЗТМ, включает в себя: систему датчиков с источниками питания, модуль ввода L-CARD E14-140, блок коммутации и энергонезависимый персональный компьютер типа notebook. Общий вид предлагаемой системы представлен на рис.2.

Блоком регистрации измеряемых параметров служит энергонезависимый персональный компьютер типа notebook. Регистрация производится при помощи программы L-Graph2, поставляемой в комплекте с модулем АЦП, которая осуществляет запись данных непосредственно на «жесткий» диск компьютера типа SDD.



Рис. 2. Общий вид цифровой системы для измерения и регистрации динамических нагрузок в ЗТМ

На рис.3 представлена блок-схема предлагаемой цифровой системы для измерения и регистрации динамических нагрузок в ЗТМ.

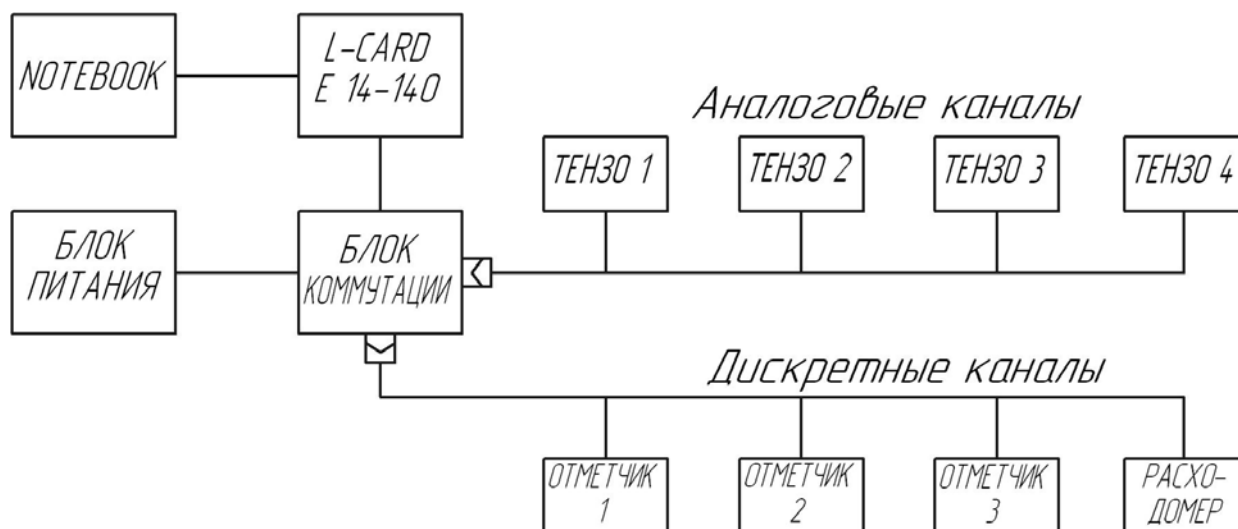


Рис. 3. Блок-схема цифровой системы для измерения и регистрации динамических нагрузок в ЗТМ

Использование современной цифровой системы позволяет повысить точность измерения и расширяет функциональные возможности обработки получаемых сигналов.

Библиографический список

1. Шарипов Л.Х., Тепляков И.М., Жулай В.А. Тензометрическая аппаратура для динамических испытаний землеройно-транспортных машин // Информ. листок № 20-83.- Воронеж: ВНТИЦентр, 1984-4 с.
2. Бuzин Ю.М., Жулай В.А. Вероятностная оценка нагруженности тягового привода автогрейдера (Сообщение 1) // Известия ВУЗов. Строительство. 1995. - № 3. – С. 88-92.
3. Бuzин Ю.М., Жулай В.А. Вероятностная оценка нагруженности тягового привода автогрейдера (Сообщение 2) // Известия ВУЗов. Строительство. 1995. - № 5,6. – С. 104-108.
4. Бuzин Ю.М., Жулай В.А. Модели внешних силовых воздействий на землеройно-транспортную машину // Строительные и дорожные машины. 2001. - №10. – С. 30-35.
5. Жулай В.А., Устинов Ю.Ф., Енин В.И., Тепляков И.М. Комплект аппаратуры для измерения и регистрации виброакустических параметров строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины.-2002.- №10.- С. 13-16.
6. Жулай В.А., Щиенко А.Н., Кoryпаев А.С. Цифровой информационно-измерительный комплекс для проведения экспериментальных исследований вибрационных процессов процессов карданных передач автогрейдеров. Материалы 15-ой межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии. Экология» 17-18 мая 2012 года, Воронеж, ВГАСУ, С. 301-303.
7. Жулай В.А., Енин В.И. Спектральный анализ виброакустического сигнала зубчатой передачи // Вестник машиностроения. – 2007. – № 1. С. 31–33.
8. Жулай В.А. О возможности диагностирования и прогнозирования работоспособности строительных машин и оборудования // Механизация строительства.– 2014.–№ 1.-С. 44 – 47.

References

1. Sharipov L.H., Teplyakov I.M., Zhulai V.A. Tensometric apparatusis for dynamic tests of earth-moving machinery // Informational sheet № 20-83.- Voronezh: VNTICenter, 1984 – P. 4.
2. Buzin Yu.M., Zhulai V.A. Probabilistic assessment of loading traction drive motor grader (message 1) // News of higher educational institutions. Construction. 1995. - № 3. – P. 88-92.
3. Buzin Yu.M., Zhulai V.A. Probabilistic assessment of loading traction drive motor grader (message 2) // News of higher educational institutions. Construction. 1995. - № 5,6. – P. 104-108.
4. Buzin Yu.M., Zhulai V.A. Models of external force on earth-moving machinery. // Construction and road building machinery.-2001.-№ 10.- P. 30-35.
5. Zhulai V.A., Ustinov Yu.F., Enin V.I., Teplyakov I.M. Set of equipment for measuring and recording vibroacoustic parameters construction and road building machinery // Construction and road building machinery.-2002.-№ 10.- P. 13-16.
6. Zhulai V.A., Shchiyenko A.N., Korypayev A.S. Digital information- measuring complex for carrying out of experimental researches of vibrating processes of autogriders cardan transfers. Materials of 15th Interregional Scientific and Practical Conference «High-tech solutions. Ecology» 17-18 may 2012, Voronezh, Voronezh SUACE, P. 301-303.
7. Zhulai V.A., Enin V.I. Spectral analysis of vibro-acoustic signal dentate gear // Vestnik of mechanical engineering.-2007.-№1. P. 31-33.
8. Zhulai V.A. On the possibility of diagnosing and predicting performance of construction machinery and equipment // Mechanization of construction.-2014.-№ 1.-P. 44-47.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д. т. н, профессор кафедры строительной
техники и инженерной механики
В.А. Жулай, ассистент Е.В. Кожакин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-70-66-90
e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Doctor of tech.sciences,, professor of the struc-
tural technique and engineering mechanics
dept V.A. Zhulai, assistant E.V. Kozhakin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-70-66-90
e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru*

В.А. Жулай, Е.В. Кожакин

АНАЛИЗ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРООБЪЕМНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПРИВОДА КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Представлены теоретические зависимости для определения взаимосвя-
зи силовых параметров гидравлических машин разомкнутого насосного гид-
ропривода с параллельными магистралями. Рассмотрены вопросы теорети-
ческого обоснования различных способов частичной блокировки гидродиф-
ференциальной передачи.

Ключевые слова: гидрообъемные передачи, расчет гидрообъемных передач, транспортно-
технологические машины.

V.A. Zhulai, E.V. Kozhakin

ANALYSIS AND MAIN CHARACTERISTICS HYDROSTATIC DIFFERENTIAL DRIVE WHEEL PROPULSION TRANSPORT - AND TECHNOLOGICAL MACHINES

Theoretical dependences for the determination of the interrelationship of the
power and kinematic parameters of hydraulic machines of open hydraulic pump
drive with parallel mains are presented. The problems of the theoretical
substantiation of different methods for a partial blocking of hydro-differential
transmission are considered.

Keywords: hydrostatic transmission, calculation of hydrostatic transmission, transport-and-
technological machines.

Для работы двигателя в оптимальном режиме, простоты управления, бесступенчатого
изменения крутящего момента целесообразно использование гидрообъемных передач [1,2].
Малое использование таких передач в приводах движителей транспортно-технологических
машин долгое обуславливалось их высокой стоимостью, низкими КПД и надежностью ос-
новных агрегатов. За последние несколько лет отечественные гидромашины существенно
модернизировались, что позволило все шире применять гидрообъемные трансмиссии (ГОТ)
для привода движителей транспортно-технологических машин [1,3,4,5].

Одним из основных преимуществ использования ГОТ на строительных и дорожных
машинах является возможность компактного размещения гидроагрегатов в труднодоступ-
ных местах машины, а также простой автоматизацией управления. Например, возможна ус-
тановка насоса за двигателем, а гидромоторы в ведущих колесах. Кроме этого, гидрообъем-

ный привод движителя транспортно-технологических машин может быть создан в виде отдельного агрегатата - гидравлического ведущего моста, который работает вместе с другими ведущими мостами, даже при различных типах трансмиссии (механическая, гидромеханическая) [3-5].

Эффективность работы ГОТ зависит от её типа и условий использования в конкретной машине.

Поэтому задача определения взаимосвязи силовых и скоростных характеристик полнопоточных гидрообъемных приводов с гидродифференциальной связью для моделирования их работы является актуальной.

Рассмотрим работу открытого полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста (рис. 1), используемого, например, для активизации переднего управляемого моста автогрейдера [3 – 5].

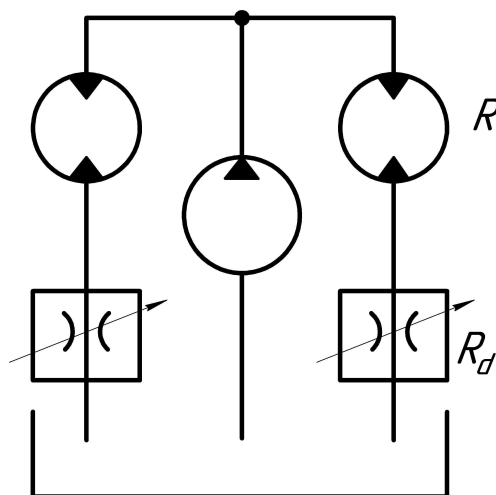


Рис. 1. Принципиальная схема полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста

При разработке математической модели открытого полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста состоящего из 2-х параллельно подключенных гидромоторов, в установившемся (статическом) режиме (см. рис. 1) при постоянной подаче насоса $Q = const$ приняты следующие допущения. Все гидромашины характеризуются следующими параметрами: рабочим объемом q_i ; крутящим моментом на валу M_i и объемным расходом (подачей) Q_i при частоте вращения n_i .

В соответствии с методом электромеханических аналогий для каждого гидромотора можно определить его эквивалентное гидравлическое сопротивление

$$R_i = \frac{p_i}{Q_i}, \quad (1)$$

где p_i – разность давлений на входе и выходе i -го гидромотора;

Q_i – объемный расход i -го гидромотора.

Учитывая, что расход каждого гидромотора равен [4]

$$Q_i = \frac{q_i n_i}{\eta_{oi}} \quad (2)$$

из (1) и (2) получим

$$R_i = \frac{2\pi M_i \eta_{oi}}{q_i^2 n_i \eta_{mi}}. \quad (3)$$

Тогда полное эквивалентное гидравлическое сопротивление каждой линии будет равно

$$R_{\Pi i} = R_i + R_{di}, \quad (4)$$

где R_{di} – дополнительное сопротивление i -й магистрали.

Следовательно, давление p на выходе гидравлического насоса рассматриваемого привода с учетом должно быть

$$p = Q \frac{R_{\Pi 1} R_{\Pi 2}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}, \quad (5)$$

где Q – подача насоса.

В соответствии с принятыми допущениями и схемой работы рассматриваемого гидропривода (см. рис. 1) давление на входе в обе магистрали равно выходному давлению насоса p . Тогда из (1) и (5) следует, что величины расходов гидромоторов будут равны

$$Q_i = \frac{p}{R_{\Pi i}}; \quad Q_1 = Q \frac{R_{\Pi 2}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}; \quad Q_2 = Q \frac{R_{\Pi 1}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}. \quad (6)$$

Тогда из (8) с учетом (10) получим

$$n_1 = n \frac{R_{\Pi 2}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}; \quad n_2 = n \frac{R_{\Pi 1}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}; \quad n = n_1 + n_2. \quad (7)$$

Найдем взаимосвязь между крутящим моментом M_i и частотой вращения выходного вала n_i гидромоторов рассматриваемого привода. Для этого выразим полное эквивалентное гидравлическое сопротивление каждой магистрали

$$R_{\Pi i} = \frac{2\pi M_i \eta_o}{q^2 n_i \eta_m} + R_{di} = \frac{2\pi \eta_o}{q_i^2 \eta_m} \left(\frac{M_i}{n_i} + \frac{q^2 R_{di} \eta_m}{2\pi \eta_o} \right) = \frac{1}{a} \left(\frac{M_i}{n_i} + a R_{di} \right), \quad (8)$$

Подставляя, полученное выражение для полного эквивалентного гидравлического сопротивления каждой из магистралей в формулы для определения частоты вращения вала гидродвигателя, после преобразований получим для каждого из них

$$n_1 = n n_1 \frac{M_2 + a R_{d2} n_2}{M_1 n_2 + M_2 n_1 + a n_1 n_2 (R_{d1} + R_{d2})};$$

$$n_2 = n n_2 \frac{M_1 + a R_{d1} n_1}{M_1 n_2 + M_2 n_1 + a n_1 n_2 (R_{d1} + R_{d2})}. \quad (9)$$

Полученные зависимости (9) представляют собой систему уравнений описывающих работу полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста состоящего из 2-х параллельно подключенных гидромоторов, решив которую можно найти величины крутящих моментов M_i и частот вращения выходных валов n_i первого и второго гидромоторов для различных значений дополнительных гидравлических сопротивлений R_{di} .

Для исследования и определения взаимосвязи силовых и скоростных параметров гидравлических машин, а также их моделирования необходимо получить аналитические зависимости.

Для этого моделирование рассматриваемого гидрообъемного привода с системами управления с обратными связями, будем проводить в системе Simulink. Исследование поведения привода представленного на рис.2 варианта модели ведущего моста с наибольшим, постоянным крутящим моментом одного гидромотора и линейно изменяющимся моментом другого.

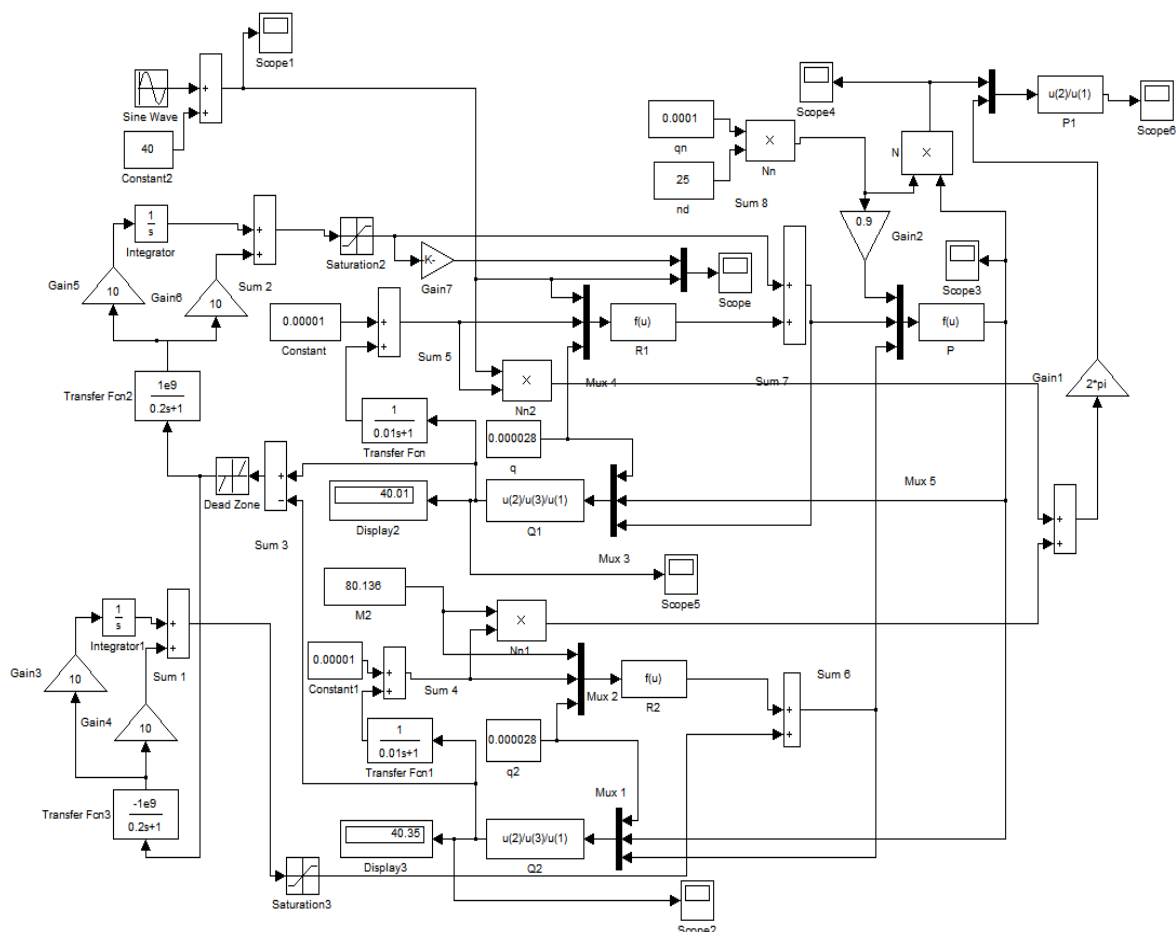


Рис. 2. Модель гидрообъемного привода с системами управления с обратными связями

Блоки n_d и M_d задают постоянные значения, соответственно, частоты вращения и крутящего момента на валу приводного двигателя, произведение которых (блок N_n), определяет величину отбираемой мощности N_n .

Учитывая значение давления P силовой поток на выходе гидронасоса распределяется на два гидромотора.

Частота вращения выходного вала гидромотора, определяется в блоке $Q2$, исходя из значений рабочего объема $q2$, давления P и эффективного сопротивления этой магистрали $R2$.

Блок $M2$ задает величину крутящего момента на валу гидромотора, в блоке $R2$ вычисляется значение эффективного гидравлического сопротивления гидромотора, которое через сумматор $Sum6$ на вход мультиплексора $Mux5$ для определения давления в напорной магистрали гидросистемы (блок $f(u)P$).

Вычисленные в блоках $Q1$ и $Q2$ значения подаются в сумматор $Sum3$ где вычисляется разность скоростей гидромоторов (расходов рабочей жидкости гидромоторами). Блок $Dead Zone$ задает значения границ зоны нечувствительности для разности скоростей (расходов), при превышении которой начинает работать регулятор обеспечивающий равенство расходов $Q1$ и $Q2$.

Выводы

Были определены и получены теоретические зависимости для анализа взаимосвязи силовых и скоростных параметров гидрообъемного дифференциального привода колесного движителя с дополнительными гидравлическими сопротивлениями.

Полученные теоретические зависимости и построенная на их основе в системе Simulink математическая модель позволяют исследовать работу гидрообъемных приводов двигателей транспортных и тяговых машин при различных значениях их параметров.

Представленные теоретические зависимости для нерегулируемых гидрообъемных передач могут быть применены и для расчетов статических режимов приводов с регулируемым насосом.

Библиографический список

1. Гидрообъемные передачи в трансмиссиях специальных самоходных машин/ Крumboldt Л.Н., Головашкин Ф.П., Стрелков А.Г. // Известия Московского государственного технического университета МАМИ, 2013. - Т. 1. № 1. – С. 96-104.
2. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. М.: Машиностроение, 1988 – 244 с.
3. Двухосный автогрейдер ГС-10.01/ Луневич В.П., Жулай В.А., Серов А.А. // Строительные и дорожные машины, 2000. - № 12. – С. 10.
4. Режимы работы регулируемой гидрообъемной передачи в тяговом приводе автогрейдера/ Жулай В.А., Енин В.И., Серов А.А. // Механизация строительства, 2008. - № 7. – С. 15-16.
5. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ГС-25.09/ Журавлев В.В., Потапов А.П., Жулай В.А. [и др.] // Строительные и дорожные машины, 2014. – № 1. – С. 2 – 5.

References

1. Hydrostatic transmission in the transmission of special self-propelled machines/ Crumbled LN., Golovashkin PP, Shooters A.G. // Bulletin of Moscow state technical University MAMI, 2013. - So 1. № 1. - S. 96-104.
2. Petrov V.A. Hydrostatic transmissions self-propelled machines. M: Mashinostroenie, 1988 - 244 S.
3. Two-axle motor grader GS-10.01/ Linevich V. P, Zhulai V.A. , Serov A.A. // Construction and road machines, 2000. - № 12. - 10 C..
4. Modes controlled hydrostatic transmission in the traction drive motor grader/ Zhulai V.A., Yenin V. I, Serov A.A. // Mechanization of construction, 2008. - № 7. - S. 15-16.
5. Research of traction and performance figures grader GS-25.09/ Zhuravlev V.V. Potapov A.P., Zhulai V.A [and other] // Construction and road machines, 2014. - № 1. - N-2 - 5.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р. техн. наук, проф. Жулай В.А.
Россия, г. Воронеж, тел. 473.277-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru
асп. кафедры строительной техники и ин-
женерной механики Нгуен Тхоай Ань
e-mail: thoaianh-vgasu@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineering), Prof. Zulai V.A.
Russia, Voronezh, tel. 473.277-01-29
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru
Ps D.
Nguyen Thoi Anh
e-mail: thoaianh-vgasu@yandex.ru*

В.А. Жулай, Нгуен Тхоай Ань

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРООБЪЕМНОГО ПРИВОДА РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО ПОГРУЗЧИКА

Представлена динамическая математическая модель гидрообъемного привода рабочего оборудования одноковшового погрузчика, учитывающая инерционные и упругие свойства рабочей жидкости и гидроаппаратуры.

Ключевые слова: гидрообъемный привод рабочего оборудования, динамическая модель, одноковшовый погрузчик.

V.A. Zulai, Nguyen Thoi Anh

DYNAMICS MODEL OF HYDRAULICS SYSTEM WORKING SECTIONS FOR SHOVEL LOADERS

The dynamic mathematical model of the hydrostatic drive shovel loaders work equipment, taking into account the inertial and elastic properties of the working fluid and hydraulics.

Keyword: hydraulics system working sections, dynamics model, shovel loader.

Одноковшовые погрузчики предназначены для погрузки в транспортные средства (автомобили-самосвалы и полувагоны) сыпучих и кусковых грузов, прежде всего нерудных строительных материалов (песка, гравия, щебня), а также послойного резания и перемещения грунта [0].

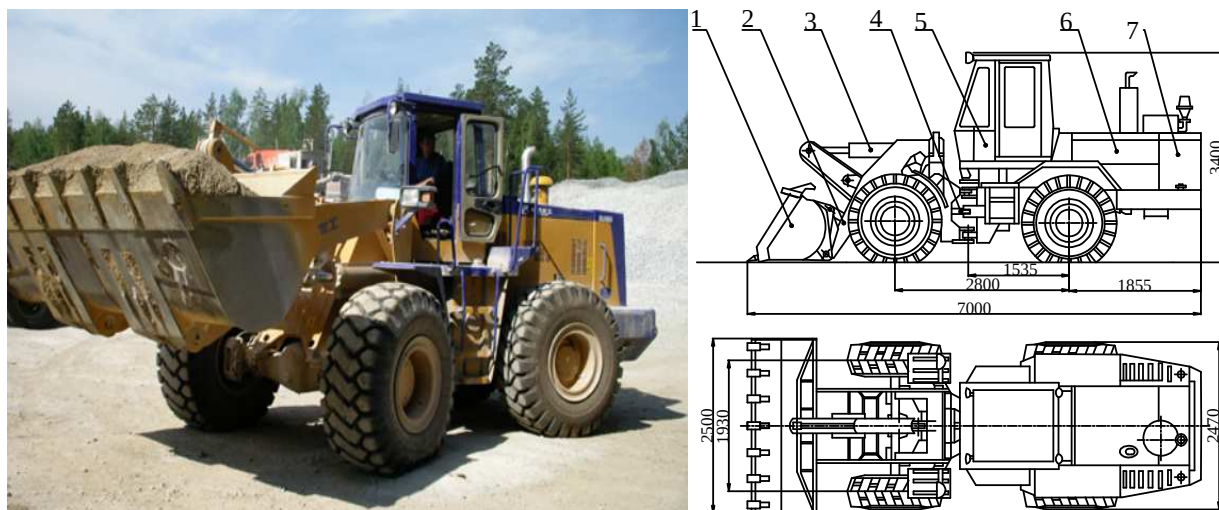


Рис. 1. Модель фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой:

1 - ковш; 2 - стрела; 3 - гидроцилиндры управления рабочим органом; 4 - гидроцилиндры для подъема стрелы; 5 - кабина; 6 - двигатель; 7 - бак гидросистемы

При установке специальных ковшей (на погрузчиках грузоподъемностью свыше 1,5 т) их также применяют для перегрузки скальных пород, разработки и погрузки гравийно-песчаных материалов в карьерах, а при больших грузоподъемностях - и материковых грунтов I-II категории.

Исследование гидравлического привода машины является важной частью в создании технической базы для повышения его качества, долговечности и надежности. При исследовании системы гидравлического привода можно определить его динамику и мощностные параметры.

Для приведения в действие рабочего и ходового оборудования землеройно-транспортных машин используют гидрообъемный привод [0-0].

Схема гидрообъемного привода рабочего оборудования одноковшового погрузчика [0] показана на рис. 2.

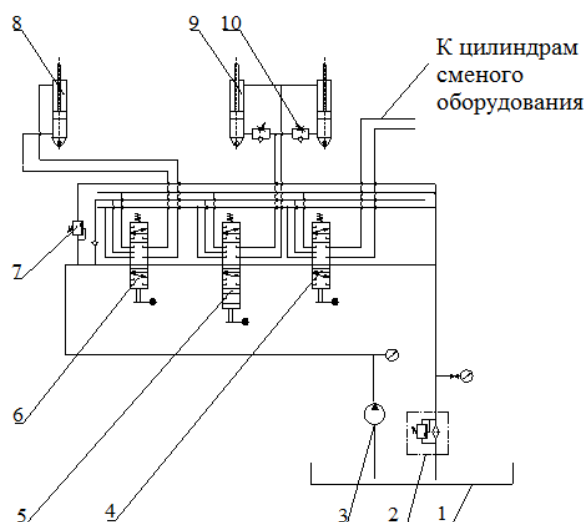


Рис. 2. Гидравлическая схема привода рабочего оборудования:

1 - масляный бак; 2, 7 - переливной клапан; 3 - насос; 4, 5, 6 - золотники-распределители; 8 - гидроцилиндры для поворота ковша; 9 - гидроцилиндры подъема и опускания рабочего оборудования; 10 - дроссель.

Для моделирования гидравлического привода мы используем упругую модель, которая имитирует процесс, когда жидкость сначала сжимается и концентрируется в одном потоке, а потом распределяется в системе на две составляющие:

$Q_{ком}$ - поток жидкости, компенсирующий упругость жидкости и элементов гидравлической системы;

$Q_{пол}$ - поток жидкости, полезный для реализации на рабочем органе.

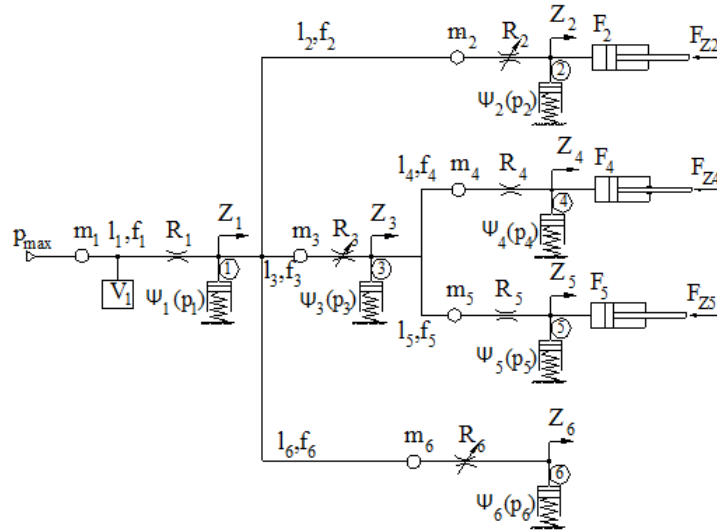


Рис. 3. Динамическая система гидравлического привода рабочего оборудования

Уравнение движения поршня в гидроцилиндре имеет следующий вид [0]:

$$M_{пор} \cdot \frac{d^2 z}{dt^2} + P_{тр} + p_1 \cdot F_1 = P, \quad (1)$$

где $M_{пор}$ - масса поршня гидроцилиндра;

$P_{тр}$ - сила трения поршня о гидравлический цилиндр;

p_1 - разность давлений жидкости в поршневой и штоковой полостях;

F_1 - площадь поршня;

P - рабочее усилие на штоке гидроцилиндра.

Уравнение движения жидкости на участке 0 - 1:

$$\rho l_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} + 27,5 \frac{\rho \nu l_1}{f_1} \frac{dz_1}{dt} + \left(0,433 \frac{k_\epsilon \rho l_1}{\sqrt{f_1}} + 0,5 \xi \rho \right) \left(\frac{dz_1}{dt} \right)^2 + p_1 = p_{max}, \quad (2)$$

где ρ - плотность жидкости, кг/м³;

ν - коэффициент кинематической вязкости масла в гидравлической системе;

k_ϵ - коэффициент шероховатости труб;

l_i - длина внутреннего сечения рассматриваемого отрезка трубы;

ξ - коэффициент местных сопротивлений

Уравнения движения жидкости на участке 1 - 2:

$$\rho l_2 \frac{d^2 z_{12}}{dt^2} + 27,5 \frac{\rho \nu l_2}{f_2} \frac{dz_{12}}{dt} + \left(0,433 \frac{k_\epsilon \rho l_2}{\sqrt{f_2}} + 0,5 \xi \rho \right) \left(\frac{dz_{12}}{dt} \right)^2 + p_2 = p_1, \quad (3)$$

на участке 1 - 3:

$$\rho l_3 \frac{d^2 z_{13}}{dt^2} + 27,5 \frac{\rho v l_3}{f_3} \frac{dz_{13}}{dt} + \left(0,433 \frac{k_\varepsilon \rho l_3}{\sqrt{f_3}} + 0,5 \xi \rho \right) \left(\frac{dz_{13}}{dt} \right)^2 + p_3 = p_1, \quad (4)$$

на участке 3 - 4:

$$\rho l_4 \frac{d^2 z_{34}}{dt^2} + 27,5 \frac{\rho v l_4}{f_4} \frac{dz_{34}}{dt} + \left(0,433 \frac{k_\varepsilon \rho l_4}{\sqrt{f_4}} + 0,5 \xi \rho \right) \left(\frac{dz_{34}}{dt} \right)^2 + p_4 = p_3, \quad (5)$$

на участке 3 - 5:

$$\rho l_5 \frac{d^2 z_{35}}{dt^2} + 27,5 \frac{\rho v l_5}{f_5} \frac{dz_{35}}{dt} + \left(0,433 \frac{k_\varepsilon \rho l_5}{\sqrt{f_5}} + 0,5 \xi \rho \right) \left(\frac{dz_{35}}{dt} \right)^2 + p_5 = p_3, \quad (6)$$

на участке 1 - 6:

$$\rho l_6 \frac{d^2 z_{16}}{dt^2} + 27,5 \frac{\rho v l_6}{f_6} \frac{dz_{16}}{dt} + \left(0,433 \frac{k_\varepsilon \rho l_6}{\sqrt{f_6}} + 0,5 \xi \rho \right) \left(\frac{dz_{16}}{dt} \right)^2 + p_6 = p_1, \quad (7)$$

где $z_{12}, z_{13}, z_{34}, z_{35}, z_{16}$ - соответственно движения столба жидкости в трубе 1-2, 1-3, 3-4, 3-5, 1-6;
 p_i - давление в начале и в конце этого отрезка трубы.

Уравнения потока жидкости в узлах 1, 2, 3, 4, 5, 6 имеют, соответственно, следующий вид расхода:

$$Q = Q_1 + Q_{1d}; Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_6 + Q_{2d} + Q_{3d} + Q_{6d}; Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_{4d} + Q_{5d}, \quad (8)$$

$$Q_1 = f_1 \frac{dz_1}{dt}; Q_2 = Q_{\text{усл.2}} + Q_{12} = F_2 \frac{dz_2}{dt} + f_2 \frac{dz_{12}}{dt}; Q_3 = f_3 \frac{dz_{13}}{dt}; Q_4 = Q_{\text{усл.4}} + Q_{14} = F_4 \frac{dz_4}{dt} + f_4 \frac{dz_{34}}{dt};$$

$$\text{где } Q_5 = Q_{\text{усл.5}} + Q_{15} = F_5 \frac{dz_5}{dt} + f_5 \frac{dz_{35}}{dt}; Q_6 = f_6 \frac{dz_{16}}{dt}; Q_{1d} = V_1 \Psi_1(p_1) \frac{dp_1}{dt}; Q_{2d} = V_2 \Psi_2(p_2) \frac{dp_2}{dt};$$

$$Q_{3d} = V_3 \Psi_3(p_3) \frac{dp_3}{dt}; Q_{4d} = V_4 \Psi_4(p_4) \frac{dp_4}{dt}; Q_{5d} = V_5 \Psi_5(p_5) \frac{dp_5}{dt}; Q_{6d} = V_6 \Psi_6(p_6) \frac{dp_6}{dt};$$

Q - расход жидкости;

f - площадь сечений трубопровода;

$\Psi_1(p_1), \dots, \Psi_6(p_6)$ - приведенные коэффициенты сжимаемости жидкости соответствующих участников гидросистемы.

Преобразовав приведенные выше уравнения, мы получим формулу для определения величины конечного расхода:

$$Q = \left\{ \begin{aligned} & f_1 \frac{dz_1}{dt} + V_1 \Psi_1(p_1) \frac{dp_1}{dt} + f_2 \frac{dz_{12}}{dt} + F_2 \frac{dz_2}{dt} + V_2 \Psi_2(p_2) \frac{dp_2}{dt} + f_3 \frac{dz_{13}}{dt} + V_3 \Psi_3(p_3) \frac{dp_3}{dt} \\ & + f_4 \frac{dz_{34}}{dt} + F_4 \frac{dz_4}{dt} + V_4 \Psi_4(p_4) \frac{dp_4}{dt} + f_5 \frac{dz_{35}}{dt} + F_5 \frac{dz_5}{dt} + V_5 \Psi_5(p_5) \frac{dp_5}{dt} + f_6 \frac{dz_{16}}{dt} \\ & + V_6 \Psi_6(p_6) \frac{dp_6}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где

$$V_1 = (z_1 - z_0) \cdot f_1; V_2 = (z_2 - z_1) \cdot f_2; V_3 = (z_3 - z_1) \cdot f_3; V_4 = (z_4 - z_3) \cdot f_4; V_5 = (z_5 - z_3) \cdot f_5; V_6 = (z_6 - z_1) \cdot f_6;$$

$$Q = \left\{ \begin{aligned} & f_1 \frac{dz_1}{dt} + (z_1 - z_0) f_1 \Psi_1(p_1) \frac{dp_1}{dt} + f_2 \frac{dz_{12}}{dt} + (z_2 - z_1) f_2 \frac{dz_2}{dt} + V_2 \Psi_2(p_2) \frac{dp_2}{dt} + f_3 \frac{dz_{13}}{dt} \\ & + (z_3 - z_1) f_3 \Psi_3(p_3) \frac{dp_3}{dt} + f_4 \frac{dz_{34}}{dt} + (z_4 - z_3) f_4 \frac{dz_4}{dt} + V_4 \Psi_4(p_4) \frac{dp_4}{dt} + f_5 \frac{dz_{35}}{dt} + F_5 \frac{dz_5}{dt} \\ & + (z_5 - z_3) f_5 \Psi_5(p_5) \frac{dp_5}{dt} + f_6 \frac{dz_{16}}{dt} + (z_6 - z_1) f_6 \Psi_6(p_6) \frac{dp_6}{dt} \end{aligned} \right\} (9)'$$

Полученные уравнения (9)' описывают работу гидрообъемного привода рабочего оборудования одноковшового погрузчика, и позволяют исследовать происходящие в ней динамические.

Библиографический список

1. Базанов А.Ф., Забегалов Г.В. Самоходные погрузчики / А.Ф. Базанов, Г.В. Забегалов - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979. - 146 с.
2. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. - М.: Машиностроение, 1971. - 672 с.
3. Петров В. А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. - М.: Машиностроение, 1988. - 248 с.
4. Двухосный автогрейдер ГС-10.01/ Луневич В. П., Жулай В. А., Серов А. А. // Строительные и дорожные машины, 2000. - №12. - С.10, 11.
5. Режимы работы регулируемой гидрообъемной передачи в тяговом приводе автогрейдера / Жулай В. А., Енин В. И., Серов А. А. // Механизация строительства, 2008. - №7. - С. 15 - 16.
6. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ГС-25.09 / Журавлев В. В., Потапов А. П., Жулай В. А. [и др.] // Строительные и дорожные машины, 2014. - № 1. - С. 2 - 5.
7. Мамаев В.А. Гидродинамика газожидкостных смесей в трубах / В.А. Мамаев, Г.Э. Одишария, Н.И. Семенов, А.А. Точигин. - М.: Изд-во, Недра, 1969. - 208 с.
8. Проектирование машин для земляных работ / Под ред. А.М.Холодова. - Харьков, Вища школа, 1986. - 272 с.

References

1. Bazanov A.F., Zabegalov G.V. Self-propelled loaders / A.F. Bazanov, G.V. Zabegalov - 2-nd., revised and add. - M.: engineering, 1979. -146 s.
2. Basta T.M. Engineering hydraulics. -M.: engineering, 1971. - 672 s.
3. Petrov V.A. Hydrostatic transmission self-propelled machines. - M.: engineering, 1988, - 248 s.
4. Biaxial grader GS-10.01/ Lunhevich V.P., Zhulai V.A., Serov A.A. // Construction and road building machinery, 2000. - №12. - s. 10,11.
5. Modes controlled hydrostatic transmission in traction motor grader / Zhulai V.A., Enhin V.I., Serov A.A. // Mechanization in construction, 2008. №7. - s. 15-16.
6. Researches traction and performance indicators grader GS-25.09 / Zhuravlev V.V., Patapov A.P., Zhulai V.A., and cont. // Construction and road building machinery, 2014. - №1. - s. 2-5.
7. Mamaev V.A. Hydrodynamics of gas-liquid mixtures in pipes / V.A. Mamaev, G.E. Odinsaria, N.I. Semenov, A.A. Totrigin. - M.: revised, Nedra, 1969. - 208 s.
8. Designing machines for earthwork / A.M. Khaladova. - Kharkov, The highest school, 1986. -272 s.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строи-
тельной техники и инженерной механики
В.А. Жулай;
Канд. техн. наук, доцент В.Л. Тюнин;
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of building
engineering and engineering mechanics
V.A. Zhulai;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. V.L. Tyunin;
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29*

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ КОНТАКТА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ГРУНТУ

В данной статье представлены теоретические выражения для определения ширины контакта колеса с крупногабаритными шинами землеройно-транспортных машин с деформируемой опорной поверхностью. Представлен анализ полученных зависимостей.

Ключевые слова: землеройно-транспортные машины, колесо, ширина колеи.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin

THE DEFINITION OF THE WIDTH OF THE CONTACT LARGE TIRES EARTH-MOVING MACHINES WHEN MOVING ON THE GROUND

This article presents theoretical expressions to define the width of the wheel contact with large-sized tires of earth-moving machines with deformable bearing surface. Presents the analysis of the obtained dependencies.

Key words: earth-moving machines, wheel, track width.

Самоходные колёсные землеройно-транспортные машины (ЗТМ) разрабатывают грунт за счёт силы тяги, создаваемой колёсным движителем (КД). Преобразование крутящего момента на КД в силу тяги ЗТМ осуществляется в процессе взаимодействия крупногабаритных пневматических шин (КГШ) с грунтом.

Под влиянием вертикальной нагрузки, приложенной к оси колеса, шина испытывает радиальную (нормальную) и боковую деформацию [1, 2]. Последняя приводит к увеличению ширины профиля шины, поэтому при определении коэффициентов сцепления и сопротивления качению необходимо это учитывать. Проанализировав материалы по данной теме, можно сделать вывод о целесообразности исследования ширины профиля КГШ на грунте, т.к. при эксплуатации ЗТМ в основном движутся по грунтам различной прочности. В связи с этим была разработана методика определения ширины профиля КГШ ЗТМ при движении по грунту.

Подставив в формулы для нахождения параметров профиля шины под центром колеса [2, 3] параметры в любой точке контакта получим выражения для определения данных величин в зависимости от значения переменной x в области контакта (рис. 1).

Угол дуги боковой стенки

$$\alpha_{\delta\zeta}(x) = 2 \sqrt{6 \left[1 - \frac{2H_{\zeta}(x)}{U - B_{\text{ПП}}} \right]}, \quad (1)$$

где $H_{\zeta}(x)$ – высота профиля шины в точке ζ (рис. 1); U – периметр профиля шины; $B_{\text{ПП}}$ – ширина протектора шины.

Радиус боковой стенки

$$r_{\delta\zeta}(x) = \frac{U - B_{\text{ПП}}}{2\alpha_{\delta\zeta}(x)}. \quad (2)$$

Ширина боковины в зоне контакта

$$b_{\delta\zeta}(x) = r_{\delta\zeta}(x) \left[1 - \cos \left(\frac{\alpha_{\delta\zeta}(x)}{2} \right) - \frac{1}{2} \left(\sin \left(\frac{\alpha_{\delta\zeta}(x)}{2} \right) - \frac{z_{\Gamma}(x)}{r_{\delta\zeta}(x)} \right)^2 \right]. \quad (3)$$

Ширина колеи в любой точке контакта

$$B_{K\zeta}(x) = B_{\text{ПП}} + 2b_{\delta\zeta}(x). \quad (4)$$

Для определения деформации грунта в любой точке контакта $z_{\Gamma}(x)$ необходимо рассмотреть схему взаимодействия крупногабаритной шины с грунтом в продольной плоскости (рис. 1). За основу взята модель, описанная в работах [1, 4, 5].

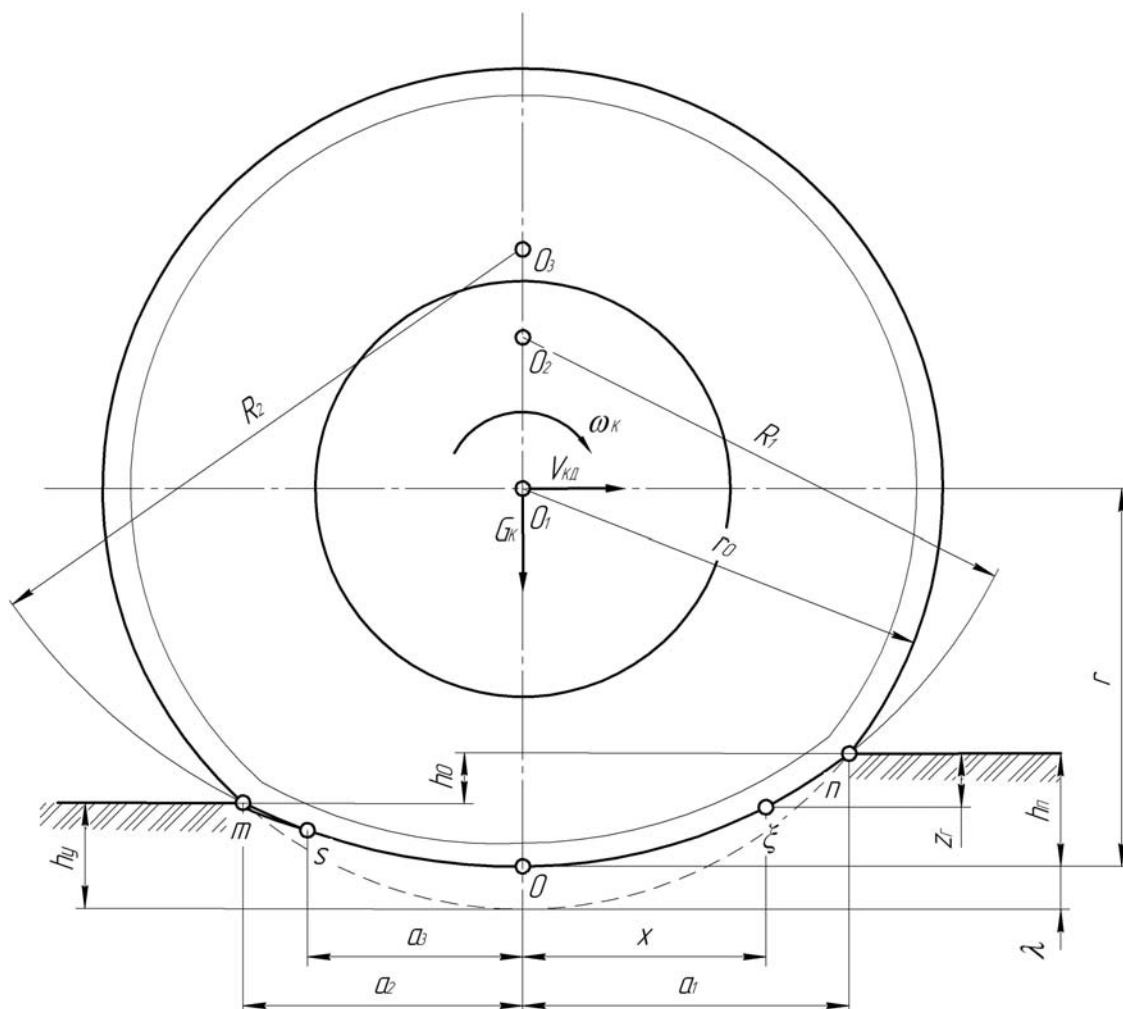


Рис. 1. Схема взаимодействия колёсного движителя с деформирующей опорной поверхностью

При построении данной модели были приняты следующие допущения: колесо движется с постоянной линейной $V_{КД}$ и угловой ω_K скоростью по прямолинейной траектории; пневматическая шина деформируется в радиальном направлении, причем только те ее элементы, которые находятся в пределах области контакта nm (рис. 1); колесо с пневматической шиной представлено: вне области контакта - в виде цилиндра шириной B_{Π} 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.

Величина деформации грунта в любой точке контакта $z_T(x)$ определяется из выражения [4, 5]:

$$z_T(x) = h_{\Pi} - \frac{x^2}{2R_i}, \quad (5)$$

где h_{Π} – полная деформация грунта; x – текущее значение координаты точки ζ ; R_i – в зоне загрузки $R_i = R_1$, в зоне разгрузки $R_i = R_2$.

Полную деформацию грунта h_{Π} можно определить по формуле [4, 5]:

$$h_{\Pi} = \frac{a_l^2}{2r_0} \left(\frac{K_l}{C_l + K_l} \right), \quad (9)$$

где a_l – длина зоны загрузки области контакта; r_0 – радиус недеформированной шины; K_l – коэффициент деформации пневматической шины при сжатии; C_l – коэффициент полной деформации грунта.

С помощью формулы (4) были получены графические зависимости ширины колеи $B_{K\zeta}(x)$ от значения переменной x для двух шин (рис. 2): а - 16.00-24 модели Я-140 (статический модуль полной деформации грунта $E_l = 5$ МПа, внутреннее давление в шине $P_{\omega} = 0,3$ МПа, вертикальная нагрузка на колесо $G_K = 45$ кН); б - 21.00-28 модели Ф-27 ($E_l = 5$ МПа, $P_{\omega} = 0,4$ МПа, $G_K = 85$ кН).

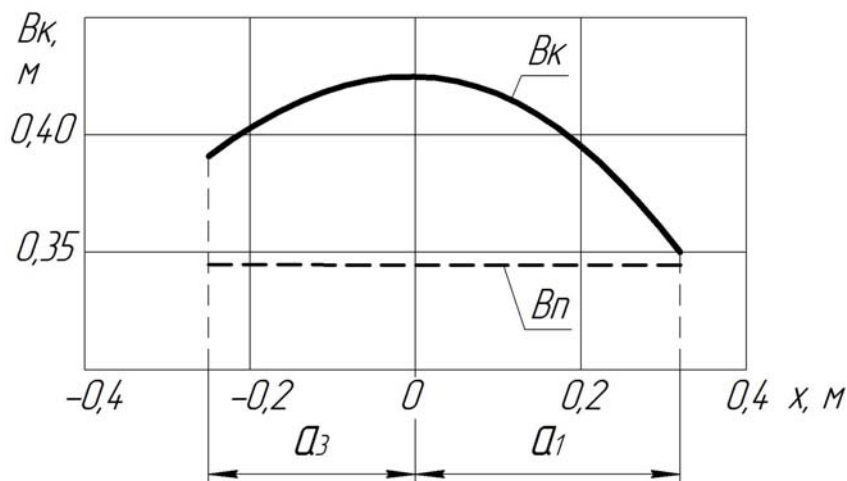


Рис. 2. Зависимость ширины колеи от значения переменной x для шины 16.00-24 модели Я-140

Когда шина входит в контакт с опорной поверхностью ширина растёт от значения ширины протектора до максимального значения под центром колеса (рис. 2). Пройдя центр, ширина начинает уменьшаться до значения в точке a_3 , в которой шина выходит из контакта с опорной поверхностью.

Далее представлены графические зависимости внутреннего давления в шине (рис. 3), вертикальной нагрузки на шину (рис. 4) и конструкции шины (рис. 5) на величину ширины колеи.

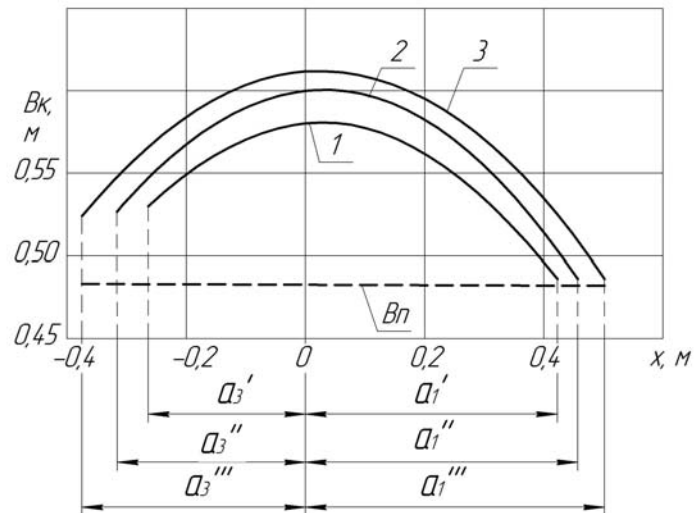


Рис. 3. Зависимость внутреннего давления в шине 21.00-28 на рыхлом грунте:
1 – $P_{\omega} = 0,4$ МПа, 2 – $P_{\omega} = 0,3$ МПа, 3 – $P_{\omega} = 0,2$ МПа

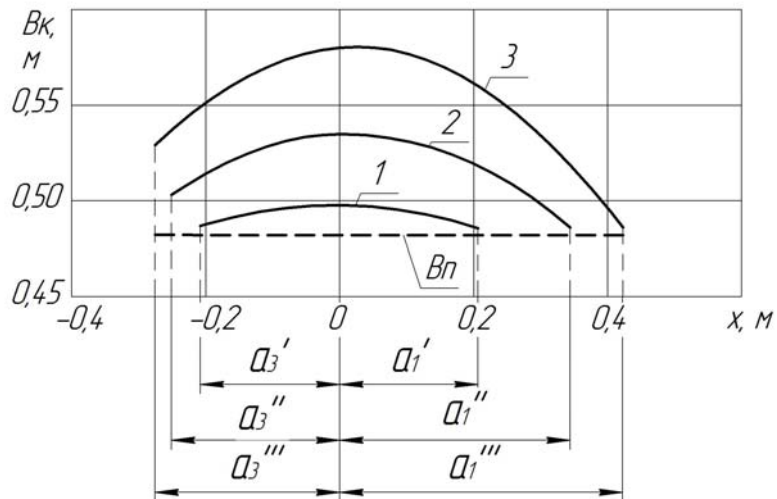


Рис. 4. Зависимость вертикальной нагрузки на шину 21.00-28:
1 – $G_k = 15$ кН, 2 – $G_k = 50$ кН, 3 – $G_k = 85$ кН

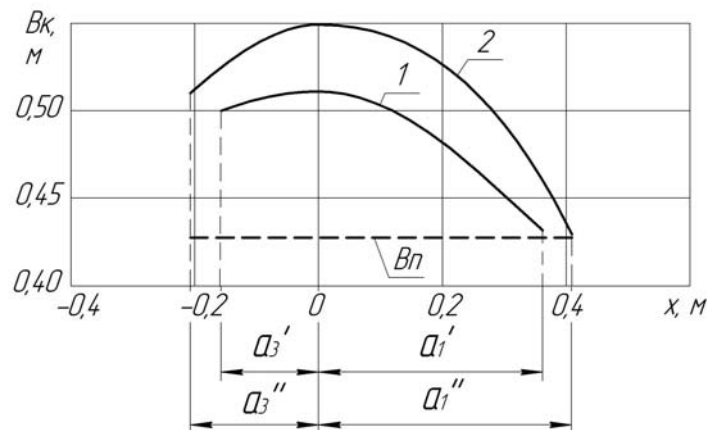


Рис. 5. Зависимость конструкции шины 18.00-25 на рыхлом грунте:
1 – диагональная шина, 2 – радиальная шина

Из анализа представленных графических зависимостей можно сделать следующие выводы. Разница между шириной контакта B_k и шириной протектора B_p для шины 18.00-25 на рыхлом грунте (рис. 2) в т. 0 - 24,8 %, а в т. a_3 - 13,7 %. При снижении P_{ω} с 0,4 до 0,2 МПа (рис. 3) B_k в т. 0 увеличивается на 7,8 %. При снижении вертикальной нагрузки на колесо с 85 до 15 кН (рис. 4) B_k в т. 0 уменьшается на 14,4 %, а в т. a_3 на 12 %. Величина B_k у диагональной конструкции меньше чем у радиальной (рис. 5) в т. 0 на 7,2 %, а в т. a_3 на 2,8 %.

Библиографический список

1. Ульянов Н. А. Основы теории и расчёта колёсного движителя землеройных машин / Н.А. Ульянов. – М.: Машгиз, 1962. – 208 с.
2. Агейкин Я.С. Вездеходные колёсные и комбинированные движители / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
3. Жулай В.А. Оценка ширины колеи при движении колеса землеройно-транспортной машины по грунту / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2013. – С. 140-143 с.
4. Ульянов Н.А. Колёсные движители строительных и дорожных машин: Теория и расчёт / Н.А. Ульянов. – М.: Машиностроение, 1982. – 279 с.
5. Василенко А.В. Методика расчёта тяговых качеств колёсного движителя с крупногабаритными пневматическими шинами землеройно-транспортных машин : дис...канд.техн.наук / Василенко Андрей Владимирович. – Воронеж, 2000. – 220 с.

References

1. Ulyanov N. A. Fundamentals of the theory and calculation of wheeled mover of earth-moving machines / N.A. Ulianov. - M: motor cycle", 1962. - 208 S.
2. Ageikin A.S. All-terrain wheeled and combined propulsion / A.S. Ageikin. - M: Mashinostroenie, 1972. - 184 S.
3. Zhulai V.A. Assessment gauge when driving wheels earthmovers on the ground / V.A. Zhulai, V.L. Tiunin // Scientific Herald of the Voronezh State architecture and construction University. Series «Of High technologies. Ecology». 2013. - S. 140-143.
4. Ulianov N.A. Wheeled movers building and road machines: Theory and calculation /N.A. Ulianov. - M: machine-building, 1982. - 279 S.
5. Vasilenko A.V. Method of calculation of the traction qualities of the wheeled mover with large pneumatic tyres earth-moving machines : dis... cand. of tech. science / Vasilenko Andrey Vladimirovich. - Voronezh, 2000. - 220 C.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительной техники и инженерной механики

В.А. Жулай;

Канд. техн. наук, доцент В.Л. Тюнин;

Студент 551 группы С.В. Сизинцев;

Студент 541 группы Д.В. Бобров;

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of building engineering and engineering mechanics V.A.

Zhulai;

Cand. of Tech. Science, Associate prof. V.L. Tyunin;

The student of group 551 S.V. Sizintsev;

The student of group 541 D.V. Bobrov;

Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, С.В. Сизинцев, Д.В. Бобров

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СНОСА ЗДАНИЙ К ЭКСКАВАТОРУ КРАНЭКС ЕК 400

В статье представлен вариант рабочего оборудования для сноса зданий к экскаватору КРАНЭКС ЕК 400. Приведены параметры области работы данного оборудования и конструкция гидрону́жниц.

Ключевые слова: экскаватор-разрушитель, снос зданий, гидрону́жницы.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, S.V. Sizintsev, D.V. Bobrov

DEVELOPMENT OF WORKING EQUIPMENT FOR DEMOLITION FOR EXCAVATOR OF KRANEKS EK 400

The article presents the draft of the working equipment for building demolition to the excavator of KRANEKS EK 400. Lists the parameters of the field of operation of this equipment and construction of hydraulic shears.

Key words: excavator-destruction, demolition, shears.

В последнее время, как за рубежом, так и в нашей стране встал вопрос сноса зданий в городской черте, где к этому процессу предъявляются определённые требования.

Невозможность применения взрывчатки заставляет фирмы использовать бригады строителей, из-за этого увеличивается срок сноса здания и повышается опасность получения травм при обрушении здания.

Для решения данных проблем применяют экскаваторы-разрушители [1]. Это одноковшовый гидравлический экскаватор, оснащённый удлинённой стрелой и рукоятью и специальным оборудованием для разрушения. Следует отметить, что одноковшовый гидравлический экскаватор является основной землеройной машиной в строительстве [2].

Первые такие машины появились в Японии. В данный момент фирма «Kobelco» выпускает самый большой экскаватор-разрушитель, способный сносить 21-этажные здания (высота примерно 65 м).

В России первый экскаватор-разрушитель фирмы «Kamatsu» (Япония) в 2005 году в городе Санкт-Петербурге, который позволяет разрушать здания высотой до 25 метров.

По оценке независимых экспертов, для сноса стандартного пятиэтажного здания хрущёвского периода, экскаватору-разрушителю потребуется всего около недели.

Объём рынка слома пятиэтажных зданий, по самым скромным оценкам, достигают несколько сотен миллионов долларов в год. Наиболее крупные объёмы представлены в городе Москва и Санкт-Петербург. Поэтому в ближайшее время слом станет одним из самых рентабельных видов работ.

Экскаваторов-разрушителей отечественного производства нет, те машины которые работают в России – импортные. Так экскаватор-разрушитель «SK-330 Ic Demolution» фирмы «Komatsu» стоит около 400 тыс. долларов (примерно 15 млн. руб.).

На основании проведенного анализа технической литературы и патентных источников можно сформулировать следующие основные направления совершенствования существующих конструкций рабочего оборудования гидравлических экскаваторов:

- совершенствование кинематики рабочего оборудования, путем повышения его рабочих параметров;
- улучшение силовой загруженности рабочего оборудования и его элементов;
- совершенствование конструкций отдельных элементов рабочего оборудования;
- повышение универсальности рабочего оборудования.

Целью модернизации является расширение технологических возможностей рабочего оборудования при выполнении комплекса различных операций.

На рис. 1 представлен общий вид экскаватора-разрушителя, который состоит из базового экскаватора КРАНЭКС ЕК 400 1 и сменного рабочего оборудования для сноса зданий 2, которое включает в себя удлиненную стрелу и рукоять, дополнительную секцию и гидроножницы, а так же гидроцилиндры управления. Гидроножницы используются для разбивания строительных материалов и резки арматуры в железобетоне. Их можно использовать как для первичных (снос фундаментов, стен и полов зданий, столбов линий электропередач и пр.), так и для вторичных работ (разделение или измельчение продуктов сноса для облегчения погрузки и транспортировки, отделение арматуры от бетона) по сносу.

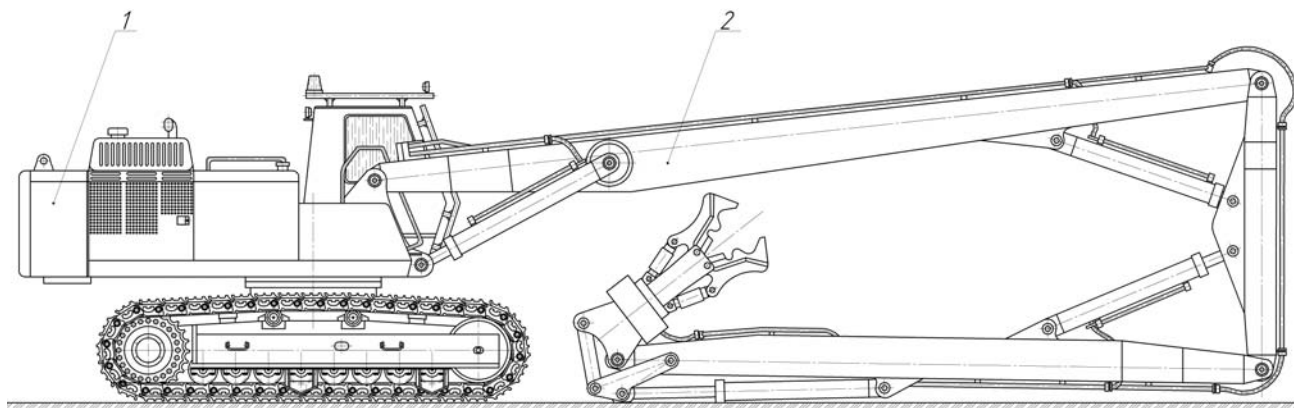


Рис. 1. Общий вид экскаватора КРАНЭКС ЕК 400 со сменным рабочим оборудованием для сноса зданий.

Использование данной схемы рабочего оборудования на гидравлическом экскаваторе КРАНЭКС ЕК 400 [3] дает возможность повысить область работы за счёт увеличенных параметров стрелы и рукояти и использование дополнительной секции между ними, при этом появляется возможность расположить машину на большем расстоянии от зоны проведения работ, вследствие чего повышается безопасность эксплуатации техники.

Экскаватор-разрушитель на базе КРАНЭКС ЕК 400 имеет максимальную высоту работы 21960 мм с вылетом 7080 мм (рис. 2), максимальный вылет 16520 мм на высоте 10500 мм., т.е. данный экскаватор может демонтировать 5-ти этажные дома с безопасного расстояния.

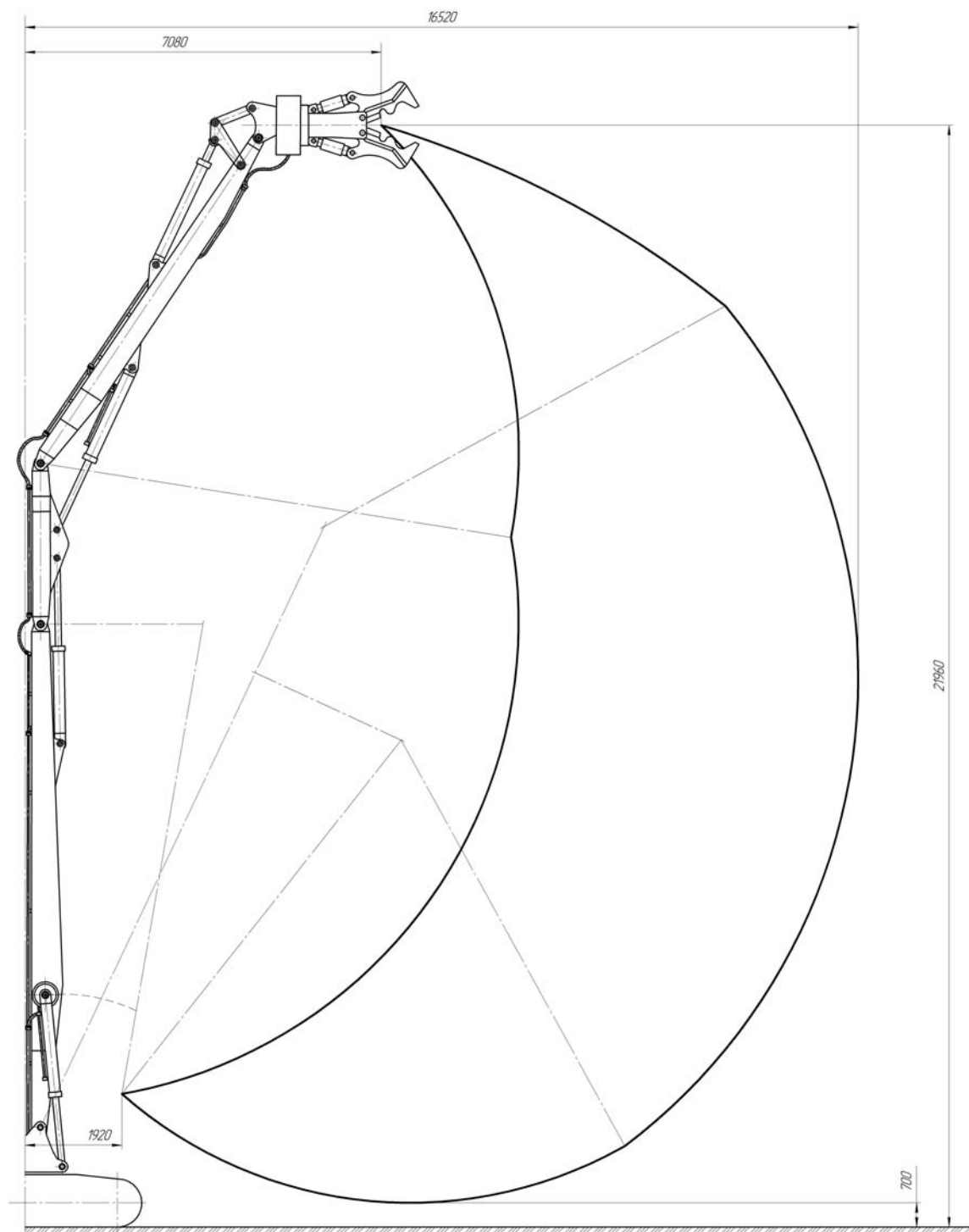


Рис. 2. Схема к определению параметров рабочей зоны

Конструкция гидр노жниц (рис.3) позволяет разрушать кирпичные и железобетонные конструкции толщиной до 1000 мм, а металлические конструкции до 200 мм перерезаются ножами, закреплёнными у основания челюстей [4]. Кроме того гидр노жницы имеют механизм поворота, что позволяет разрушать горизонтальные, вертикальные и установленные под углом конструкции.

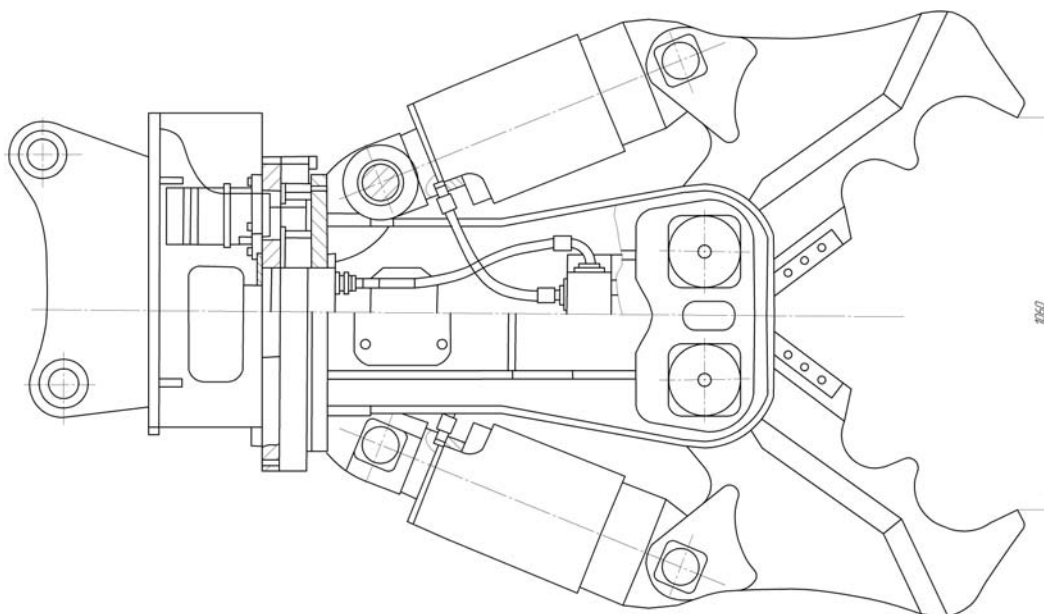


Рис. 3. Гидроножницы

Заключение. Внедрение данного рабочего оборудования на отечественный экскаватор позволит не только повысить унификацию но и сократить оптовую цену и затраты, связанные с дальнейшей эксплуатацией техники.

Библиографический список

1. Самый мирный «разрушитель» / С.С. Гордеев // «Город» (тематическое приложение к газете «Известия», Сентябрь, 2002.
2. Машины для земляных работ. Под общ. ред. Д.П. Волкова / Д.П. Волков, В.Я. Крикун, П.Е. Тотолин и др. – М: Машиностроение, 1992 – 448 с.
3. Буклет КРАНЭКС ЕК 400. – Иваново, ОАО «Машиностроительная компания КРАНЭКС» – 20 с.
4. Каталог навесного оборудования Delta. – Москва, ООО Компания Традиция-К. – 36 с.

References

1. The peace "destroyer" / S. Gordeev // "City" (the thematic Supplement to the newspaper "Izvestia", September, 2002.
2. Digging machines. Under the General Ed. D.P. Volkova / D.P. Volkov, WE Krikun, P.E. Totalin and others - Moscow: Mashinostroenie, 1992 - 448 S.
3. The booklet KRANEKS EC 400. - Ivanovo, JSC "Machine-building company of KRANEKS" - 20 C.
4. The directory of the mounted equipment Delta. - Moscow LLC, the Company Tradition-K. - 36 C.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики Н.П. Куприн
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph D, associate professor, Structural Engineer-
ing and Mechanics, N.P Kuprin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

Н.П. Куприн

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Экономическое обоснование применения машин в строительстве.
Нормативные материалы. Приведенные затраты. Стоимость машино-часа.
Годовой режим работы машин. Техническая производительность.

Ключевые слова: экономические показатели, приведенные затраты, себестоимость, трудоемкость, стоимость машино-часа, годовой режим работы, эксплуатационная производительность.

N.P. Kuprin

SOME PECULIARITIES OF ECONOMIC JUSTIFICATION OF MACHINE STRUCTURAL APPLICATION

Economic Justification of Machine Structural Application. Standard Materials. Applied costs. Machine- hour cost. Yearly mode of machine operation. Technical Productivity.

Keywords: economic indexes, prime cost, labor coefficient, machine-hour cost, yearly mode of operation, operational efficiency.

Приказом Министерства образования и науки РФ от 24 декабря 2010 г. N 2055 введен в действие федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений (квалификация (степень) "специалист"). В базовой части профессионального цикла предусмотрено изучение дисциплины «Механизация и автоматизация строительства».

В университете по данной специальности обучаются студенты на строительном и дорожно-транспортном факультете. Основные учебники, имеющиеся в библиотеке и рекомендованные для изучения дисциплины - (Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. Издание второе, перераб. и доп. /Учебник для вузов - М.: Издательство АСВ.2005.- 424с.) и (Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. Издание третье, перераб. и доп. /Учебник для вузов - М.: Издательство АСВ.2013.- 464с.).

При обосновании выбора оптимальных комплектов машин автор учебников пользовался инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (**СН 509-78**) используя, следующие показатели:

1. Удельные приведенные затраты:

$$Y_{y\partial} = k'_H \sum_{i=1}^n \left(\frac{E}{V_0} + \frac{\Gamma}{V_\Gamma} + \frac{C_{TЭ}}{V_\Gamma} \right) + S_{уд.зп} k''_H, \quad (1)$$

где k'_H - коэффициент накладных расходов на затраты по эксплуатации строительных машин,

$k'_H = 1,08$;

E - единовременные затраты, включающие затраты на монтаж, демонтаж, погрузку, разгрузку и транспортировку машин, а также на возведение вспомогательных обустройств, необходимых для нормальной работы машин, руб.;

V_0 - объем работ на объекте (ед. изм.);

$\Gamma, C_{т.э.}$ - соответственно годовые и текущие эксплуатационные затраты, руб;

V_Γ - годовой объем работ;

V_Γ - часовой объем работ, выполняемых машиной;

$S_{уд.зп.}$ - заработная плата рабочих, занятых на ручных операциях, исчисленная на единицу продукции, руб.;

k''_H - коэффициент накладных расходов на заработную плату рабочих, участвующих в технологическом процессе, кроме рабочих, занятых непосредственно эксплуатацией машин, заработная плата которых учитывается в себестоимости машино-часа,

$k''_H = 1,6$.

2. Приведенные затраты:

$$Y_0 = C_0 + E_H \frac{kT_0}{T_\Gamma}, \quad (2)$$

где C_0 - себестоимость механизированных работ, выполняемых на конкретном объекте строительства, руб.;

E_H - нормативный коэффициент эффективности вложений,

$E_H = 0,15$. (нет)

k - капитальные вложения в средство механизации, руб.;

T_0 - время работы машин на объекте, час.;

T_Γ - время работы машин в течении года, час.;

3. Себестоимость механизированных работ:

$$C_0 = k'_H \sum_{i=1}^n S_{м} T_0 + k''_H S_{зп}, \quad (3)$$

где $S_{м}$ - себестоимость 1 маш. ч., работы i -ой машины на объекте, руб./час.

4. Трудоёмкость выполнения единицы конечной продукции:

$$T = \left(\sum_{i=1}^n T_i n_i + \sum T_{вс} \right) / B_{экс.см} + \sum T_n / V_0, \quad (4)$$

где T_i - затраты труда в смену на управление и обслуживание i -ой машины, чел.смен;

n - число машин i -го типоразмера, шт;

$T_{вс.}$ - затраты труда в смену на основных и вспомогательных процессах, чел-смен;

T_n - затраты труда в смену на подготовительных работах и в не основном производстве, чел.смен;

$B_{экс.см}$ - сменная эксплуатационная производительность комплекта машин.

5. Продолжительность выполнения данного вида механизированных работ с помощью комплекта машин:

$$t = \frac{V_0}{B_{\text{ЭК.СМ}}} + \sum t_i, \quad (5)$$

где t_i - время на технические перерывы в работе (смена рабочего оборудования, перестановка машин по захваткам и др.).

При получении технико-экономических данных предпочтение отдается комплекту машин с наименьшими удельными приведенными затратами. Если для сравниваемых вариантов комплектов машин этот показатель одинаков, то переходят к следующему показателю и т.д. по всем 5 пунктам.

Для того, чтобы продолжить чтение основного курса «Механизация и автоматизация строительства», используя математический аппарат автора, необходимо проанализировать применяемые строителями и проектировщиками в действительности экономические показатели применения машин в строительстве.

6. В связи с переходом на рыночную экономику Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России) утвердил и ввел в действие постановлением от 17.12.99 № 81 «Методические указания по разработке сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств (МДС 81-3.99)», переходя на новую сметно-нормативную базу ценообразования в строительстве с целью соблюдения организациями-разработчиками единого порядка их разработки и подготовки к обработке на машинных носителях.

В настоящее время, согласно **МДС 81-3.99**, при составлении смет на эксплуатацию машин в строительстве используют экономический показатель стоимость машино-часа (расценка), руб./маш.час. В состав сметных расценок на эксплуатацию машин (Смаш.) входят следующие статьи затрат (руб./маш.-ч):

$$\text{Смаш.} = A + P + B + Z + Э + C + Г + П, \text{ руб./маш.час} \quad (6)$$

где A - амортизационные отчисления на полное восстановление;

P - затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание;

B - затраты на замену быстроизнашивающихся частей;

Z - оплата труда рабочих, управляющих машиной (машинистов, водителей);

$Э$ - затраты на энергоносители;

C - затраты на смазочные материалы;

$Г$ - затраты на гидравлическую и охлаждающую жидкость;

$П$ - затраты на перебазировку машин с одной строительной площадки (базы механизации) на другую строительную площадку (базу механизации), включая монтаж машин с выполнением пусконаладочных операций, демонтаж, транспортировку с погрузочно-разгрузочными операциями.

7. Расчет годового режима работы строительных машин (**МДС 12-13.2003**). Годовые режимы работы строительных машин должны разрабатываться применительно к конкретным условиям их эксплуатации, организованной согласно требованиям ГОСТ 25646. Количество рабочих суток машины в году T определяется путем исключения из календарного времени года числа суток перерывов в работе машины по всем причинам, т.е.

$$T = 365 - (D_v + D_{\text{пр}} + D_m + D_n + D_o + D_{\text{рем}}), \text{ дни} \quad (7)$$

где D_v - праздничные и выходные дни;

$D_{\text{пр}}$ - время, затрачиваемое на перебазировку машин (время на демонтаж, перевозку и монтаж машин на новом месте работы);

D_m - перерывы в работе, связанные с неблагоприятными метеорологическими условиями, при которых машины не могут работать;

D_n - непредвиденные перерывы в работе машин;

D_o - время, затрачиваемое на доставку машин на ремонтное предприятие и обратно, а также время ожидания ремонта;

$D_{\text{рем}}$ - время нахождения машин в техническом обслуживании и ремонте.

8. Расчет эксплуатационной производительности строительных машин.

Отраслевой дорожный методический документ утвержден распоряжением Минтранса России № ОС-338-р от 14.04.2003г. «Методические рекомендации по проектированию технически обоснованных норм времени на механизированные строительные и ремонтно-строительные работы расчетно-аналитическим методом в дорожном хозяйстве». Настоящие Методические рекомендации разработаны на основе указаний Госстроя СССР по проектированию норм расчетно-аналитическим методом. Методические рекомендации содержат основные положения и порядок проектирования норм времени с использованием формул производительности машин на механизированные строительные и ремонтно-строительные работы. Эксплуатационная производительность машины может быть подсчитана по формулам технической производительности P_T с учетом коэффициента внутрисменного использования рабочего времени K_B , т.е.

$$P_3 = P_T \cdot K_B. \quad (8)$$

Коэффициент использования внутрисменного времени K_B определяется на основании данных систематических наблюдений о внутрисменных потерях рабочего времени. Если эти данные отсутствуют, можно использовать значения K_B , приведенные в СП 12-134-2001.

Из рассмотренных меток и полученных формул выполненный (планируемый) объем работ (выработка) за расчетный период машиной P_2 , определяется по формуле:

$$P_2 = T_q \cdot P_3, \quad (9)$$

где T_q – фонд времени планируемого периода, час.

Из формулы выразим (9):

$$T_q = P_2 / P_3, \quad (10)$$

9. Общие затраты связанные с эксплуатацией машины в планируемый период (стоимость производства объема работ):

$$Y = C_{маш} \cdot T_q = C_{маш} / P_3 \cdot P_2, \text{ руб.} \quad (11)$$

где $C_{маш} / P_3$, (руб/маш.час) / (куб.м/час) = руб/куб.м) - есть стоимость единицы произведенной продукции или затраты на выполнение единицы объема работ.

Для практического применения достаточно рассмотренных экономических показателей по формированию оптимальных комплектов машин, распределению множества машин по объектам строительства и выбора оптимальных объемов работ под имеющийся парк машин: а именно – стоимость машино-часа, стоимость единицы произведенной продукции или затраты на выполнение единицы объема работ, фонд времени работы машины в планируемом периоде, объем выполненных работ и эксплуатационная производительность.

Государственный Комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России) разработал и ввел в действие обобщенную «МЕТОДИКУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ» МДС 81-35.2004 (с изменением от 20.03.2006 г.) с использованием ранее рассмотренных МДС 81-3.99, МДС 12-13.2003 и № ОС-338-р от 14.04.2003г.

Библиографический список

1. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. Издание второе, перераб. и доп. /Учебник для вузов - М.: Издательство АСВ.2005.- 424с.
2. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. Издание третье, перераб. и доп. /Учебник для вузов - М.: Издательство АСВ.2013.- 464 с.).

References

1. Kudryavtsev E.M. Large-scale system mechanization. Second edition, revised edition, textbook for higher education.-M.: Publishing House ACB. 2005.-424 p.
2. Kudryavtsev E.M. . Large-scale system mechanization. Third edition, revised edition, textbook for higher education.-M.: Publishing House ACB. 2013.- 464 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики
С.А. Никитин,
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики
Н.М. Волков,
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики
Д.Н. Дегтев,
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной
техники и инженерной механики
А.Н. Щиенко,
Магистранты кафедры строительной тех-
ники и инженерной механики
Жигулин Д.Ю.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-59-18
e-mail: niksal76@mail.ru*

*Voronezh State University of
Architecture and Civil Engineering
Kand. Tehn. Sciencs, assistant professor of the
chair of building technique and mechanics en-
gineering S.A. Nikitin,
Kand. Tehn. Sciencs, assistant professor of the
chair of building technique and mechanics en-
gineering N.M. Volkov,
Kand. Tehn. Sciencs, assistant professor of the
chair of building technique and mechanics en-
gineering D.N. Dyogtev,
Kand. Tehn. Sciencs, assistant professor of the
chair of building technique and mechanics en-
gineering A.N. Shchiyenko,
Undergraduate of the pulpit of the chair of
building technique and mechanics engineering
D.Y. Zhigulin
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-59-18
e-mail: niksal76@mail.ru*

С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, А.Н. Щиенко, Д.Ю. Жигулин

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ОПЫТНОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА

Представлены результаты исследований жесткости виброизоляторов в зависимости от их геометрических размеров.

Ключевые слова: вибрация, виброзащита оператора.

S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, A.N. Shchiyenko, D.Y. Zhigulin

THE RESEARCH OF EXPERIENCED VIBROISOLATOR'S RIGIDITY

The results of experimental research of rigidity vibroisolators depending on the geometric dimensions are presented.

Keywords: vibration, vibrodamping of operator.

При решении задач по защите водителя от воздействия вибрации и шума, необходимо знать значение жесткости элементов в опорных связях между рамой и кабиной машины. Для большинства используемых на дорожных и строительных машинах виброизоляторов зависимости их жесткости от формы определены эмпирическим путем [1].

На базе Научно-исследовательского института проблем виброакустики (Воронежский государственный архитектурно-строительный университет) был разработан виброизолятор новой конструктивной формы [2]. Общий вид и конструкция виброизолятора представлены на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид опытного виброизолятора

Особенностью данного опытного виброизолятора является то, что резина в нем работает не только на сжатие (как у многих штатных виброизоляторов), но и на сдвиг и кручение, что обеспечивает более эффективное гашение виброакустической энергии за счет сил внутреннего трения [3].

Гашение виброакустической энергии в опорных связях кабины осуществляется в результате свойства резины – способности к большим обратимым, так называемым высокоэластическим деформациям в широком интервале температур.

Для определения жесткости опытного виброизолятора были проведены численные исследования методом конечных элементов. Построение и расчет модели осуществлялось в программе "Solidworks" (рис.2). Разбиение на конечные элементы осуществлялось программой автоматически.

Так как рабочая поверхность опытного виброизолятора математически описана синусоидой $y = A \sin \frac{2\pi}{T} x$, для определения зависимости жесткости опытного образца от формы были построены другие модели виброизоляторов, у которых были изменены: период синусоиды T , описывающей поверхность, амплитуда синусоиды A , толщина слоя резины h .

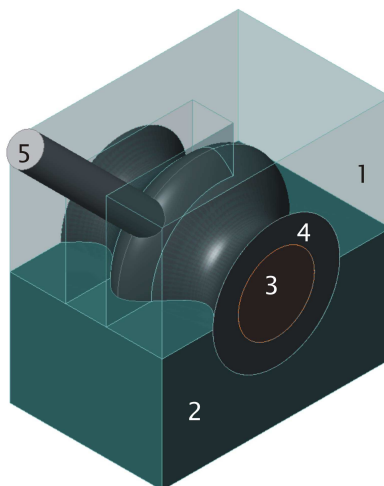


Рис. 2. Виброизолятор в сборе при расчете МКЭ

При расчете задавались следующие условия (согласно рис.2):

- нижняя 2 и верхняя 1 половины корпуса жестко связаны между собой и закреплены от перемещений в пространстве;
- резина 4 в виброизоляторе привулканизирована к фигурному пальцу 3 и к внутренней части корпуса 1, 2;
- шток 5 жестко связан с фигурным пальцем 3;
- нагрузка приложена вдоль оси штока 5.

В результате расчета получены следующие данные, представленные в таблице.

Таблица

Значения жесткости виброизолятора в зависимости от его формы.

Изменяемые параметры	Значение параметров	Значение жесткости c , кН/м
-	Базовый: $A=7,5 \text{ мм}$, $T=40 \text{ мм}$, $h=10 \text{ мм}$	2105,263
Изменение периода T	$T=32,73 \text{ мм}$	2330,513
	$T=34,29 \text{ мм}$	2328,343
	$T=48 \text{ мм}$	1960,784
	$T=51,43 \text{ мм}$	1984,127
Изменение амплитуды A	$A=9 \text{ мм}$	2272,727
	$A=11 \text{ мм}$	2493,766
	$A=6 \text{ мм}$	1930,501
	$A=4 \text{ мм}$	1721,170
Изменение толщины слоя резины h	$h=12 \text{ мм}$	1626,016
	$h=14 \text{ мм}$	1312,335
	$h=16 \text{ мм}$	1063,830
	$h=18 \text{ мм}$	892,857

Выводы

1. На основании исследований, проведенных методом конечных элементов, установлены зависимости жесткости опытного виброизолятора от периода и амплитуды синусоиды, описывающих его рабочую поверхность; так при увеличении периода синусоиды со значения $T=32,73$ мм до $T=51,43$ мм жесткость уменьшается соответственно со значения $c=2105,263$ кН/м до $c=1960,784$ кН/м, при увеличении амплитуды синусоиды со значения $A=4$ мм до значения $A=11$ мм жесткость увеличивается соответственно от $c=1721$ кН/м до $c=2493,766$ кН/м.

2. Следует отметить, что, варьируя параметрами, определяющими размеры виброизолятора (A , T , h), а также видом вибродемпфирующего материала, можно подобрать виброизолятор, эффективно работающий в любом другом заданном диапазоне частот.

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., Муравьев В.А., Дуплищев С.М., Никитин С.А. Виброизолятор. Патент DE 4340310 A1, МКИЗ F16F 15/02, опубл. 01.06.1995, реферат, 6 с.

References

1. Y.F. Ustinov, D.N. Degtev, S.M. Duplishev, 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. Y.F. Ustinov, V.A. Muravyev, S.M. Duplishev, S.A. Nikitin. Vibroisolator. Patent DE 4340310 A1, ICI F16F 15/ 02, published 01.06.1995, abstract, with 6.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики
В.А. Нилов, магистранты А.В. Быковский,
А.И. Пошвин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and
engineering mechanics Dept
V.A. Nilov, Magistracy Chair A.V. Bykovsky,
A.I. Poshvin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, А.В. Быковский, А.И. Пошвин

ВЛИЯНИЕ ПОТЕРЬ ГРУНТА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ НА РАЦИОНАЛЬНУЮ ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БУЛЬДОЗЕРА

В статье рассмотрен вопрос о влиянии потерь грунта на производи-
тельность и рациональную область применения бульдозеров. Показано, что
интенсивность потерь грунта при его транспортировании существенно влия-
ет на рациональную область применения бульдозера.

Ключевые слова: бульдозер, производительность, потери грунта, интенсивность потерь.

V.A. Nilov, A.V. Bykovsky, A.I. Poshvin

INFLUENCE OF SOIL LOSSES ON TRANSPORT RATIONAL SCOPE BULLDOZER

The article examines the impact of loss of soil productivity and rational
scope bulldozers. It is shown that the intensity of soil losses when transporting a
significant effect on the rational scope bulldozer.

Keywords: bulldozer, productivity, loss of soil, loss of intensity.

Бульдозеры имеют очень широкую область применения в строительстве. Главная и наиболее энергоемкая работа бульдозеров – это копание и перемещение грунта на заданное расстояние. Для аналитического определения рациональной области их применения нужно проанализировать формулу производительности бульдозера при выполнении этого вида работ с учетом опыта эксплуатации.

Производительность бульдозера при резании и перемещении грунта определяется зави-
симостью [1]:

$$П = \frac{3600V_{пр} K_в K_{укл} K_{ном}}{T_ц}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1)$$

где $V_{пр}$ – объем грунта в плотном теле перед отвалом в момент начала транспортирования, м^3 ;

$K_в$ – коэффициент использования бульдозера по времени,

$K_в \approx 0,8 \dots 0,85$;

$K_{укл}$ – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность
бульдозера [2];

$K_{ном}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта при транспортировании,

$K_{ном} \approx 0,9 \dots 0,7$ [1];

$T_{ц}$ – длительность цикла бульдозера, с.

Объем грунта в призме равен:

$$V_{пр} = \frac{B \cdot H^2}{2K_{пр} \cdot K_p}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где B – ширина отвала, м;

H – высота отвала, м;

K_p – коэффициент разрыхления грунта [3],

$K_p \approx 1,08 \dots 1,32$;

$K_{пр}$ – коэффициент призмы, зависящий от соотношения H/B и связности грунта [2],

$K_{пр} \approx 0,8 \dots 1,3$.

При транспортировании грунта происходят его потери из призмы волочения в боковые валики (рис. 1). Эти потери в зависимости (1) учитывает коэффициент $K_{ном}$, величина которого зависит от дальности транспортирования, вида грунта, формы отвала (рис. 2) и возможности пополнения призмы волочения при перемещении грунта.



Рис. 1. Боковые валики при работе бульдозера

Если не учитывать последний фактор, то для расчетов по зависимостям (1 и 2) необходимо знать распределение потерь грунта в зависимости от дальности транспортирования. В литературных источниках не удалось обнаружить такую зависимость, в ней приводится только фиксированный диапазон коэффициента потерь $0,7 \dots 0,9$ [1]. Приводятся также сведения о том, что «потери грунта в боковые валики не заканчиваются и после прекращения резания и составляют $2 \dots 3\%$ на каждый метр пути для связных грунтов и $5 \dots 7\%$ для несвязных» [3]. Согласно этим литературным данным при любой величине первоначального объема грунта в призме волочения полная его потеря произойдет после транспортирования от 33 до 50 м. Такого явления на практике, как правило, не происходит. Поэтому правильнее следует оценить потери грунта при транспортировании величиной $0,9 \dots 0,7$ в *конечной точке* транспортирования.

В конечную точку транспортирования бульдозер доставляет объем грунта, равный $(K_{ном}V_{пр})$ и теряется при транспортировании $(1-K_{ном})V_{пр}$, поэтому:

$$(1-K_{nom})=\alpha L, \text{ и } \alpha = \frac{1-K_{nom}}{L}, \quad (3)$$

где L – дальность перемещения грунта (без пополнения призмы волочения), м;
 α – интенсивность потерь грунта.

Расчеты показывают, что интенсивность потерь зависит от коэффициента потерь K_{nom} и дальности перемещения грунта L . Как показано выше, литературные источники дают очень большие значения K_{nom} (2...3%), которые не позволяют производить теоретические расчеты ввиду малой дальности транспортирования. Поэтому для расчетов следует принимать интенсивность потерь грунта в пределах 0,4...0,083%, что дает возможность перемещать грунт на расстояние 50...120 м при коэффициенте потерь 0,9...0,7.

Для колесного бульдозера со скоростью копания 1,8 км/ч (0,5 м/с), транспортными скоростями перемещения грунта 15,2 км/ч (4,2 м/с) и скоростью обратного перемещения 30 км/ч (8,3 м/с), с первоначальным объемом призмы волочения 2 м³ построены зависимости сменной производительности (рис. 2) с учетом потерь грунта различной интенсивности.

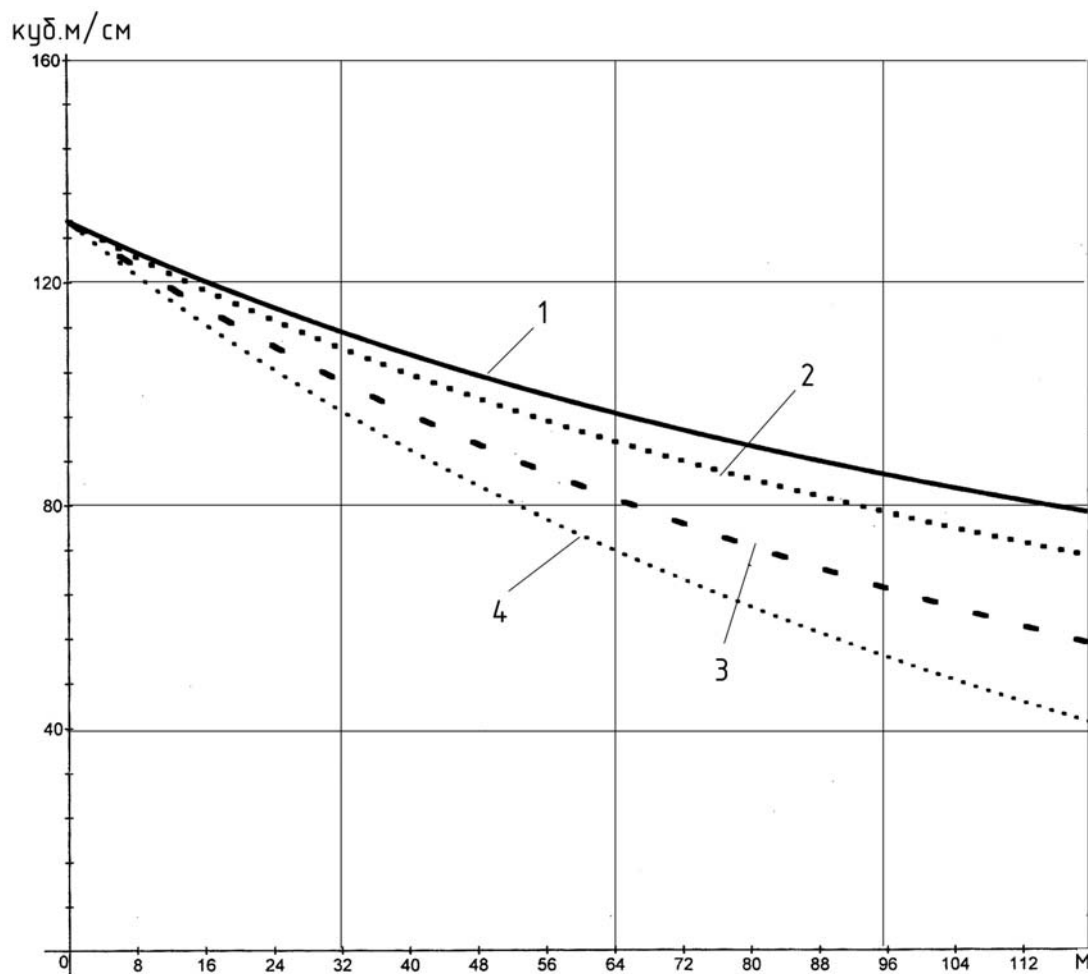


Рис. 2. Влияние потерь грунта на производительность бульдозера:
 1 – без учета потерь грунта; 2 – интенсивность потерь грунта 0,083%;
 3 – интенсивность потерь грунта 0,25%; 4 – интенсивность потерь грунта 0,4%

Полученные зависимости отражают снижение сменной производительности с увеличением потерь, но не позволяют выявить область рационального применения бульдозера (ОРП) в зависимости от дальности перемещения грунта.

Для оценки эффективности работы землеройно-транспортных машин в работе [4] предложен новый технико-экономический показатель – производительность по землеройно-транспортной (ЗТ) работе. Этот показатель характеризует объем разработанного и перемещенного грунта на определенное расстояние грунта за единицу времени и имеет размерность $\frac{M^3 \cdot M}{ч}$.

На рис. 3 приведены расчетные зависимости нового технико-экономического показателя с учетом потерь грунта различной интенсивности, которые позволяют определить рациональную дальность транспортирования грунта бульдозером, имеющим конкретные технические параметры.

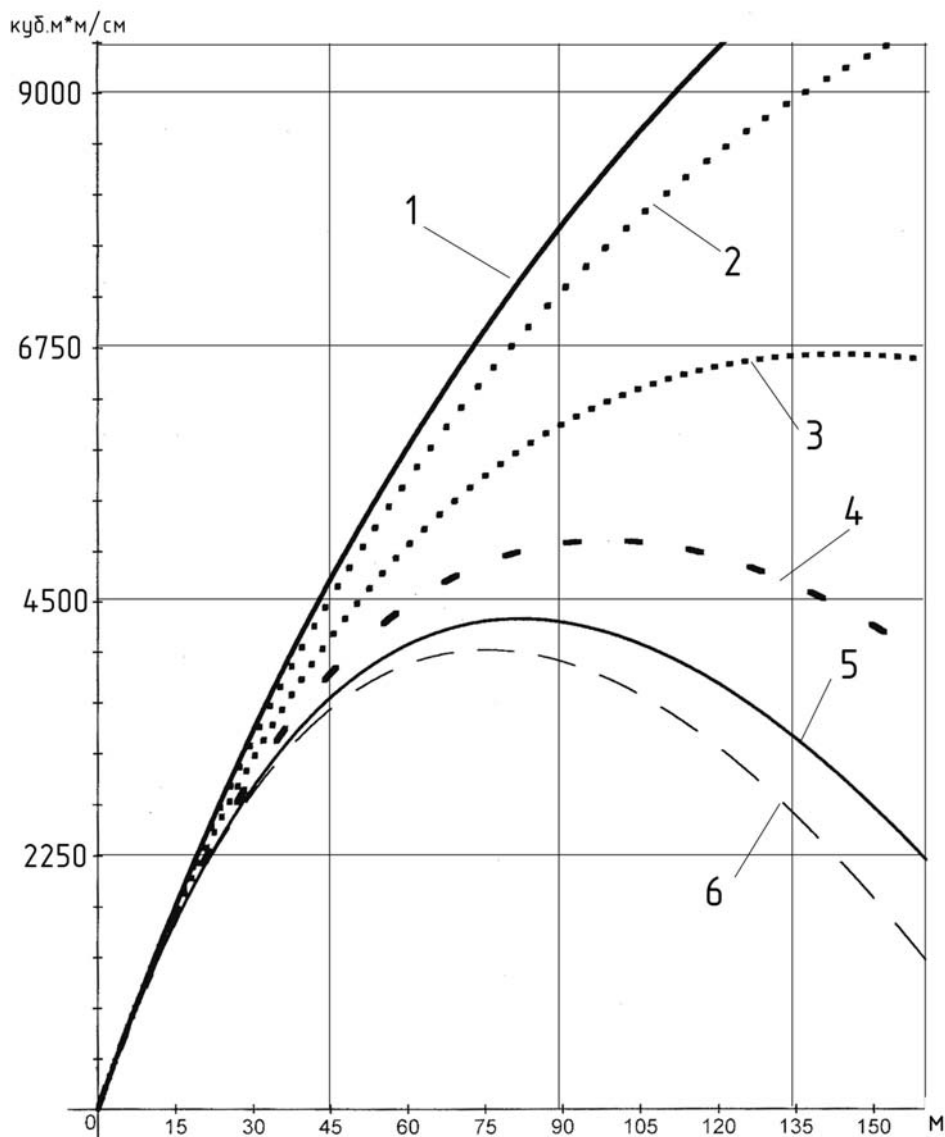


Рис. 3. Рациональная область применения бульдозера (с учетом потерь грунта различной интенсивности):

- 1 – без учета потерь грунта; 2 – интенсивность потерь грунта 0,083;
- 3 – интенсивность потерь грунта 0,25%; 4 – интенсивность потерь грунта 0,4%;
- 5 – интенсивность потерь грунта 0,5%; 6 – интенсивность потерь грунта 0,55%

Данные, приведенные на рис. 3, показывают, что для расширения ОРП бульдозера при любой дальности транспортирования необходимо применять отвалы, обеспечивающие минимальные потери грунта. Такие отвалы приведены на рис. 4.

Производительность по ЗТ работе без учета потерь грунта при транспортировании (кривая 1, рис. 3) имеет постоянно возрастающий характер.



Рис. 4. Конструкции отвалов бульдозеров, обеспечивающих минимальные потери грунта при транспортировании

В общем виде производительность по землеройно-транспортной работе имеет вид (дальность транспортирования обозначена через переменную «х»):

$$П \cdot L = \frac{a \cdot x}{b + c \cdot x}, \quad (4)$$

Исследование этой зависимости на наличие экстремума (первая производная равна нулю) показывает отсутствие такового. Первая производная зависимости (4) равна:

$$П \cdot L = \frac{(b + cx)(ax)' - ax(b + cx)'}{(b + cx)^2} = \frac{(b + cx)a - ax \cdot c}{(b + cx)^2} = \frac{ab}{(b + cx)^2} \quad (5)$$

Как видно из выражения (5), первая производная не равна «0» в практическом диапазоне дальностей транспортирования грунта, что свидетельствует о постоянном возрастании функции «производительность по ЗТ работе». Наличие экстремума объясняется только потерями грунта при транспортировании, т.е. зависимостью (3).

Как видно из данных графика (рис. 3) именно интенсивность потерь грунта при транспортировании (коэффициент α) определяет рациональную область использования бульдозера. При увеличении потерь грунта уменьшаются сменная производительность (рис. 2) и производительность по ЗТ работе, сужается область рационального применения. Так при потерях грунта 0,4% ОРП составляет от 60 до 140 м, при потерях 0,55% ОРП составляет от 30 до 120 м, а при потерях 1% ОРП составляет от 15 до 70 м при существенном снижении производительности.

Для выявления ОРП бульдозера целесообразно использовать такой экономический показатель, как приведенные удельные затраты на разработку и перемещение 1 м^3 грунта.

Выводы

1. Потери грунта в боковые валики при транспортировании существенно влияют на производительность бульдозера.
2. Область рационального применения бульдозера можно определять с учетом интенсивности потерь грунта при транспортировании, которая не должна превышать 1%.

Библиографический список

1. Ветров Ю.А. Машины для земляных работ. / Ю.А. Ветров, А.А. Кархов, А.С. Кондра, В.П. Станевский. Изд-во «Вища школа», 1976. 368 с.
2. Алексеева Т.В. Дорожные машины. Часть 1. Машины для земляных работ. / Т.В. Алексеева, К.А. Артемьев, А.А. Бромберг и др. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: Машиностроение, 1972. 504 с.
3. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. / Н.А. Ульянов. М.: Машиностроение, 1969. 520 с.
4. Жулай В.А. О производительности землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. 2013. № 3. С. 37-38.

References

1. Vetrov Y.A. Machines for earthmoving . / Y.A. Vetrov, A.A. Karhov, A.S. Condra, V.P. Stanevsky. Publishing house «Visha School» , 1976. 368 pp.
- 2 . Alekseeva T.V. Road machinery. Part 1. Machines for earthmoving. / T.V. Alekseeva , K.A. Artemyev, A.A. Bromberg Ed. Third, reprocessing and add. M.: Engineering, 1972. 504 pp.
3. Ulyanov N.A. The theory of self-propelled wheeled earthmoving machines. / N.A. Ulyanov M.: Engineering, 1969. 520 pp.
- 4 . Zhulai V.A. About the performance of earthmoving machines / V.A. Zhulai // Building and road machines. 2013. № 3. Pp. 37-38.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной
техники и инженерной механики В.А. Нилов
Магистрант Г.В. Варданян.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and
engineering mechanics Dept V.A. Nilov Mag-
istracy Chair G.V. Vardanyan
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Г.В. Варданян

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛУПРИЦЕПНОГО СКРЕПЕРА

В статье рассмотрены вопросы повышения технико-экономических показателей скреперных агрегатов при проектировании. Показана возможность существенного увеличения их производительности путем совершенствования, как режущей части ковша, так и рационального агрегатирования тягача и скрепера.

Ключевые слова: скрепер, производительность, агрегатирование, приведенные затраты.

V.A. Nilov, G.V. Vardanyan

DESIGN RATIONALE SEMI TRAILER SCRAPER

The article discusses increasing feasibility indicators scraping units in the design. The possibility of a substantial increase in their productivity through improvement of how the cutting of the bucket and the sound of the tractor and scraper unitization.

Keywords: scraper, performance, aggregation, reduced expenditures.

Скреперные агрегаты (СА) должны широко применяться в современном дорожном и мелиоративном строительстве благодаря выполнению ими сразу нескольких технологических операций: разработка грунта, его перемещение на расстояние до 5 км по землевозным дорогам, укладка грунта слоем заданной толщины и его предварительной уплотнение. Именно благодаря этим возможностям скреперы превосходят комплект машин, состоящий из универсального экскаватора и самосвалов, по технико-экономическим показателям.

Повышение технико-экономических показателей скреперных агрегатов является одним из основных и перспективных направлений развития скреперов. Это направление предполагает такое сочетание тяговой (трактор) и рабочей машины (скрепер), при котором техническая производительность имеет максимальное значение (при возможно более низких затратах при эксплуатации).

С целью повышения технико-экономических показателей работы (СА) была проведена работа по анализу тягового баланса землеройно-транспортной машины [1].

Производительность (СА) можно увеличить за счет уменьшения сопротивления копанью грунта и увеличения его сцепного веса. В увеличении мощности двигателя тягача нет необходимости, поскольку промышленность выпускает энергонасыщенные тягачи, обладающие большим запасом мощности при копани, например трактор ОпТЗ 150К. С целью уменьшения эксплуатационных затрат необходимо ориентироваться на самостоятельный на-

бор грунта скрепером в расчетном грунте, без применения дополнительного трактора-толкача. При этом с одной стороны, необходимо уменьшить сопротивление копанию, а с другой – увеличить тяговые возможности энергонасыщенного тягача.

Уменьшить сопротивление копанию СА возможно за счет применения различной конструкции интенсификаторов копания, среди которых наиболее простым является сменный совковый режущий орган, рис 1. Совковый режущий орган имеет простую конструкцию, малую стоимость и позволяет уменьшить сопротивление копанию до 40%, рис. 2.

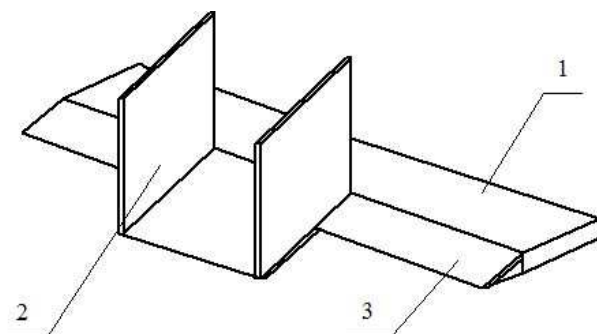


Рис. 1. Совковый режущий орган скрепера

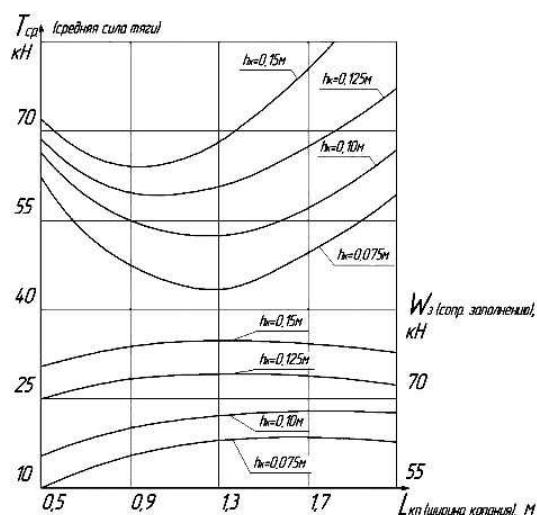


Рис. 2. Влияние ширины резания на сопротивление копанию

Увеличить тяговые возможности современного колесного энергонасыщенного трактора можно за счет увеличения его сцепного веса. Поэтому при проектировании принята не прицепная, а полуприцепная схема агрегатирования тягача и скрепера, которая позволяет увеличить сцепной вес базового тягача, как при копании, так и при транспортировании грунта. Патентно-информационный поиск показал, что имеются конструкции, позволяющие увеличивать сцепной вес тягача при передаче тяговой нагрузки на прицепное оборудование [2], рис. 3. Сцепной вес тягача при копании увеличивается за счет наклонного положения буксирной петли 3.

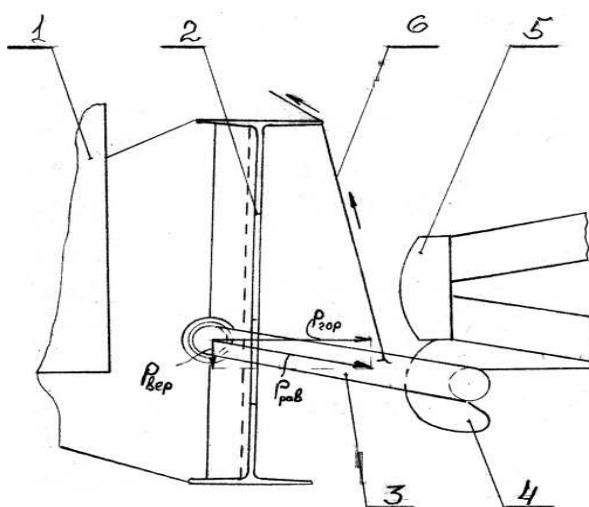


Рис. 3. Догрузка тягача при копании грунта

В конструкциях полуприцепных скреперов весьма ненадежным агрегатом является седельно-сцепное устройство. Для увеличения надежности нового полуприцепного СА в его

конструкции необходимо применить очень простое и надежное шаровое седельно-сцепное устройство (ССУ), которое реализовано в конструкции скрепера ДЗ-87-1, рис. 4.



Рис. 4. Скрепер ДЗ-87-1 с шаровым ССУ

Обладая существенными преимуществами, шаровое ССУ все же имеет высокое расположение точки приложения тяговой нагрузки, что неизбежно приводит к перераспределению вертикальных нагрузок на ведущие мосты тягача при копании грунта. Кроме того, оно нагружает арку-хобот тяговой рамы значительной тяговой нагрузкой.

В этих условиях целесообразно применить техническое решение [3], рис. 5, которое позволяет уменьшить высоту приложения тяговой нагрузки к тягачу и попутно разгрузить арку-хобот при копании грунта.

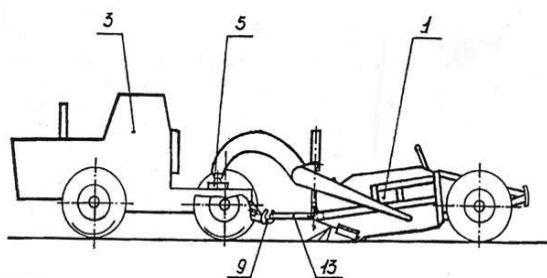


Рис. 5. Конструкция нового полуприцепного скрепера

Подытоживая анализ конструктивных решений нового СА, необходимо установить съемную ножевую систему с совковым режущим органом, которая позволит снизить сопротивление копанию до 40%, увеличить сцепной вес колесного тягача за счет полуприцепной схемы его агрегатирования с тягачом. Кроме того, дополнительно увеличить сцепной вес при копании за счет наклонного расположения тягового элемента, установить шаровое ССУ и предусмотреть понижение точки приложения тяговой нагрузки к тягачу.

Оценить технико-экономические показатели СА, как на стадии проектирования, так и при их эксплуатации можно, применяя экономико-математическое моделирование [4], основанное на подробном математическом описании всех выполняемых технологических процессов и операций по их техническому обслуживанию. В современных условиях подобные расчеты принято выполнять с помощью ЭВМ-программ [5, 6, 7].

Для снижения экологической нагрузки на окружающую среду важно применять не гусеничные, а колесные СА, обладающие высокой производительностью и меньшими энергозатратами (исключение дополнительных толкачей). При этом нужно учитывать, что производительность СА можно увеличивать за счет повышения развиваемой силы тяги или путем снижения технологического сопротивления машины при работе.

На рис. 6 приведены технико-экономические показатели работы прицепного скрепера вместимостью 4,5 м³ к колесному тягачу Т-150 при работе с гусеничным толкачом на базе Т-150, которые четко демонстрируют зоны рационального объема перевозимого грунта.

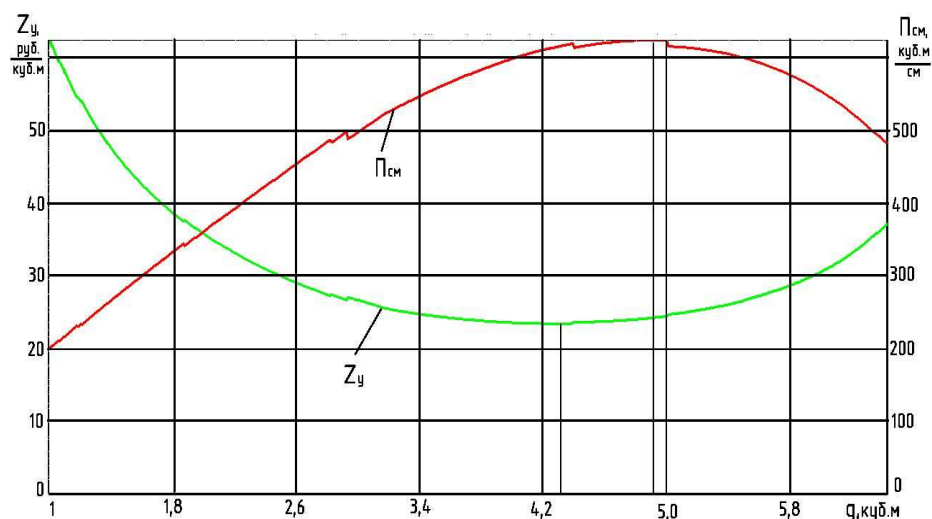


Рис. 6. Техничко-экономические показатели скрепера ДЗ-111 с колесным тягачом и гусеничным толкачом Т-150

Рациональная вместимость ковша составляет 4,2...4,8 м³. Максимальная сменная производительность – 628 м³/см, а минимальные приведенные удельные затраты (дальность транспортирования 100 м) равны 24,0 руб./м³. Эти расчетные данные вполне соответствуют действительным показателям серийного скрепера ДЗ-111 с тягачом Т-150К и толкачом.

Расчет технико-экономических показателей нового СА со всем набором новых конструктивных решений показал существенное увеличение производительности при уменьшении приведенных удельных затрат (рис. 7 и табл. 1).

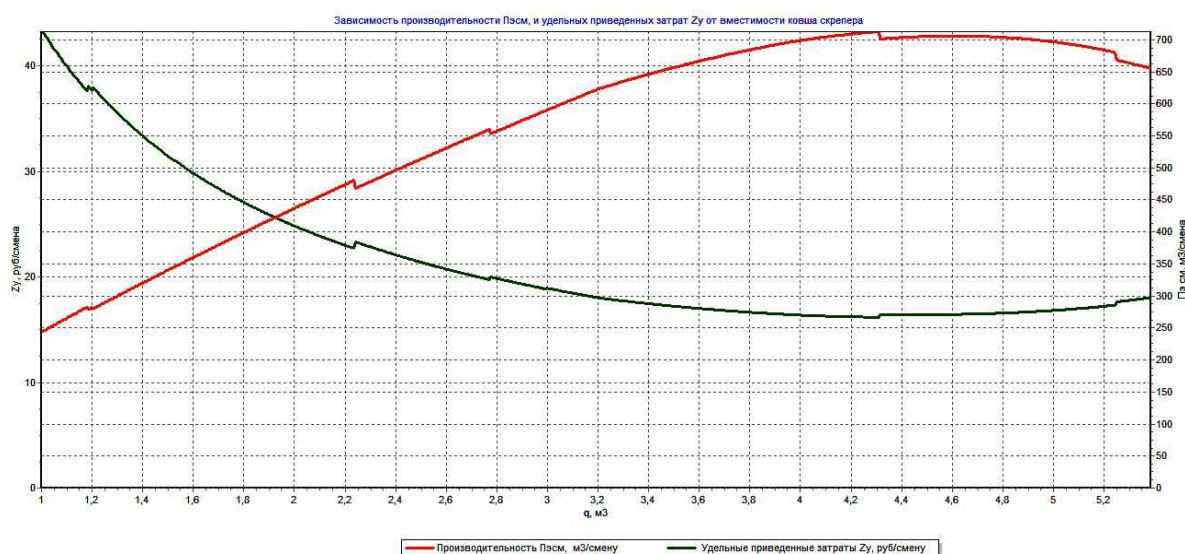


Рис. 7. Техничко-экономические показатели проектируемого СА

Из полученных данных видно, что минимальные приведенные затраты обеспечивает скреперный агрегат, работающий без дополнительного толкача, но имеющий увеличенный сцепной вес. Низкая стоимость шарового ССУ также способствует уменьшению приведенных удельных затрат при эксплуатации. Общий вид нового СА приведен на рис. 8.

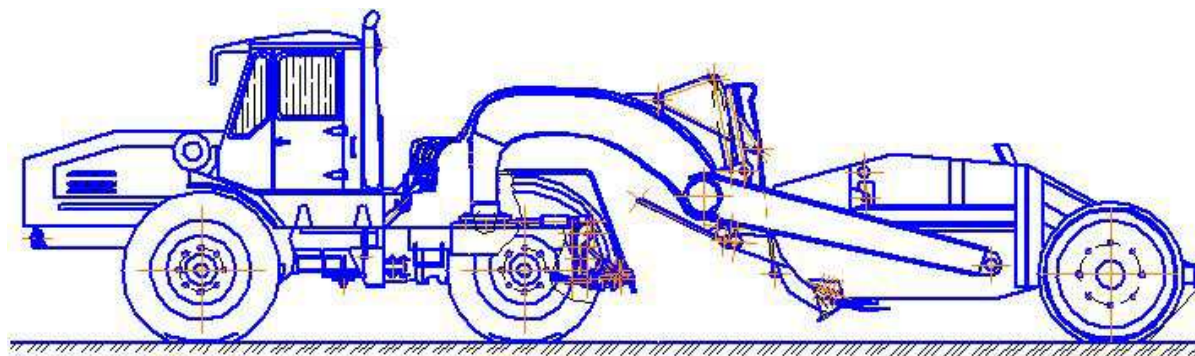


Рис. 8. Новый скреперный агрегат

Таблица 1

Влияние состава и конструкции СА на его технико-экономические показатели (колесный тягач Т-150К с прицепным скрепером, дальность возки 100 м)

п/п	Состав агрегата	Рациональный объем грунта в ковше, м ³	Максимальная производительность, м ³ /смену	Минимальные приведенные затраты, руб./м ³
1	Прицепной скрепер ДЗ-111 с тягачом Т-150К и толкачом Т-150	4,5...5,0	628	24
2	Полуприцепной скрепер с тягачом ОпТЗ-150К, уменьшенной шириной резания, шаровым ССУ и устройством по патенту 2209887, самонабор без толкача	4,5...5,0	700	16

Проведенные расчеты показали обоснованность такого технического решения и отражены в таблице 2.

Таблица 2

Технико-экономические показатели сравниваемых скреперных агрегатов (дальность перемещения грунта 100 м)

п/п	Показатели	Состав агрегата	
		эталон	новый
1	Вместимость ковшей, м ³	4,5	4,5
2	Толкач Т-150	есть	нет
3	Ширина резания, м	2,65	2,43
4	Высота заполнения, м	1,586	1,24
5	Сцепной вес, кН	80	104
6	Глубина резания, м	0,11	0,22
7	Путь копания, м	31	15,0
8	Сменная производительность, м ³ /см	34,8	38,7
9	Ориентировочная стоимость СА, тыс. руб.	4,002	2,836

Выполненные расчеты служат обоснованием для проектирования полуприцепного СА, включающего колесный тягач ОпТЗ-15К в агрегате с ковшем вместимостью 4,5 м³, снабженный совковым режущим органом, шаровым ССУ и устройством понижения приложения тяговой нагрузки к тягачу.

Библиографический список

1. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. М., «Машиностроение», 1969.
2. А.с. № 364477 СССР, МКИ В60D 1/00. Сцепное устройство для скреперов, работающих совместно с последовательным забором грунта. Авт. изобр. Нехорошев И.И., Жеребцов В.В. № 1480407/29-14; заявл. 05.10.70; Оpubл. 28.12.72, бюл. № 5.
3. Пат. 2209887 Российская Федерация, МПК⁷ E02F 3/64. Скрепер / Нилов В.А., Великанов А.В., Косенко А.А., Гаврилов А.В.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный технический университет. № 2002107262/03; заявл.21.03.2002; опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22. 3 с.
4. Борисенков В.А. Оптимизация скреперных агрегатов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. – 248 с.
5. Нилов В.А., Иванищев П.И. Экономико-математическое моделирование скреперных агрегатов (алгоритм) / Свидетельство № 2010612814, заяв. № 2009617251. Дата поступл. 18.12.2009, регистрация 23.04.2010 ГОУВПО ВГТУ.
6. Жулай В.А., Енин В.И., Серов А.А. Моделирование работы автогрейдера с объемным гидроприводом переднего моста // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 10. С. 44-45.
7. Нилов В.А., Косенко А.А., Сидоров А.А., Марфенко В.В. Поиск рациональной вместимости ковша скреперного агрегата // Материалы 14-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж. 2011. – С. 211-125.

References

1. Ulyanov N.A. The theory of self-propelled wheeled earthmoving machines. M., «Engineering», 1969.
2. A.S. № 364477 USSR, MKI B60D 1/00. Hitch Scraper, working together with consistent ground fence. Auth. Rec. Nekhoroshev I.I, Zherebsov V.V. № 1480407/29-14; appl. 5.10.70; Publ. 28.12.72, Bull. № 5.
3. Pat. 2209887 Russian Federation MPK⁷ E02F 3/64. Scraper / Nilov V.A., Velikanov A.V., Kosenko A.A., Gavrilov A.V., applicant and patentee Voronezh, State Technical University. № 2002107262/03; declared 1.21.03.2002, publ. 10.08.2003, Bull. № 22. 3 pp.
4. Borisenkov V.A. Optimization scraping aggregates. Voronezh publishing house VSU, 1990. - 248 pp.
5. Nilov V.A., Ivanishev P.I. Economic-mathematical modeling of scraper units (algorithm) / certificate number 2010612814, said. № 2009617251. Check-in will step. 18.12.2009, registration 2010 23.04 VPO VSTU.
6. Zhulai V.A., Eenin V.I., Serov A.A. Simulation of the hydraulic motor grader with surround front axle // Building and road machines. - 2007. - № 10. Pp44-45.
7. Nilov V.A., Kosenko A.A., Sidorov A.A., Marfenko V.V. Search rational instead of bucket capacity scraper unit // Proceedings of the 14th Inter-regional scientific-practical conference «High technologies in ecology.» Scientific Bulletin VGASU, Voronezh. 2011 . - Pp. 211-125.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
Ю.Г. Сергеев,
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики
А.Н. Щиенко,
А.В. Скрипченков,
К.Д. Кабея
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Cand. of techn. science, associate professor of
the structural technique and engineering me-
chanics dept. Y.G. Sergeev,
Cand. of Tehn. Sciencs, associate professor
of the chair of construction machinery
and engineering mechanics A.N. Shchiyenko,
A.V. Skripchenkov,
K.J. Kabeya
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29
e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru*

Ю.Г. Сергеев, А.В. Скрипченков, А.Н. Щиенко, К.Д. Кабея

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Разработано устройство для алмазного выглаживания сферических поверхностей деталей, при этом рабочая точка сферы алмаза в любой момент обработки располагается по нормали к касательной в каждой точке обрабатываемой сферической поверхности, что обеспечивает постоянство рабочего усилия и постоянное значение шероховатости и глубины наклепа при обработке.

Ключевые слова: алмазное выглаживание, сферические поверхности обработки, планетарный редуктор, тарировочная пружина.

Y.G. Sergeev, A.N. Shchiyenko, A.V. Skripchenkov, K.J. Kabeya

DEVICE FOR DIAMOND SMOOTHING OF SPHERICAL SURFACES OF DETAILS

The device for diamond smoothing of spherical surfaces of details has been developed. In this case the operating point of the diamond sphere in any processing moment is located on the normal to the tangent at each point of the spherical surface being processed. That provides the constancy of the operative force and a constant value of roughness and the depth of cold-hardening in processing.

Keywords: diamond smoothing, spherical surfaces of processing, planetary gear, calibrated spring.

Разработано устройство для алмазного выглаживания сферических поверхностей деталей, новизна которого состоит в том, что рабочая точка сферы алмаза в любой момент обработки располагается по нормали к касательной в каждой точке обрабатываемой сферической поверхности детали, что обеспечивает постоянство рабочего усилия, создаваемого тарированной пружины, а следовательно, и постоянное значение шероховатости и глубины наклепа обрабатываемых поверхностей. Для этого алмазодержатель смонтирован в поворотном секторе, который синхронно с основной продольной подачей сообщает поворот алмазу с

центром вращения, расположенным в точке касания алмаза со сферической поверхностью обрабатываемых деталей.

Устройство состоит из алмазодержателя 1 (см. Рисунок), тарировочной пружины 2, повторного сектора 3, опорных шариков 4 с сепаратором, корпуса 5, приводной шестерни 6, шестерне 7, 8, 9, 10, 11 планетарного редуктора, корпуса редуктора 12, реверсивного электропривода переменного тока 13, переключателя 14, регулировочного винта 15, крышки корпуса 16 и сферического алмазного наконечника 17.

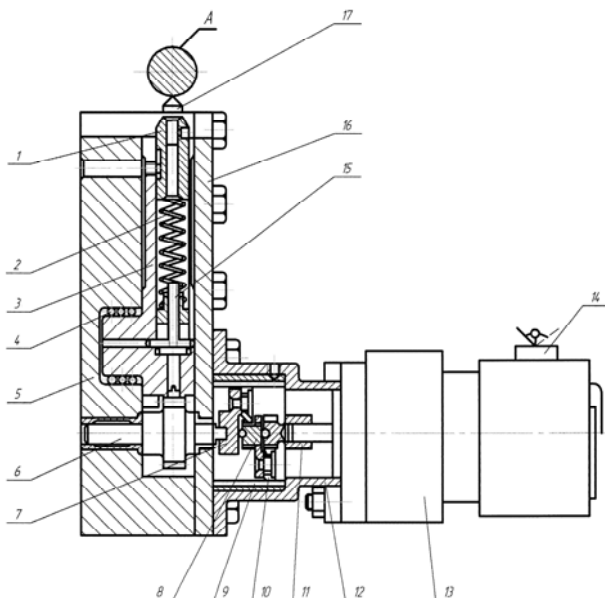


Рис. Устройство для алмазного выравнивания сферических поверхностей деталей

Регулировочным винтом 15 за счет тарировочной пружины 2 устанавливается необходимое рабочее усилие на алмазном наконечнике 17. При обработке цилиндрического участка детали “А” сектор 3 неподвижен, а ось алмаза перпендикулярна к образующей цилиндра детали, как показано на рисунке. При выходе алмаза на сферическую поверхность детали переключателем 14 включается привод 13 и через редукторные шестерни 7, 8, 9, 10, 11 и приводную шестерню 6 приводит во вращение сектор 3 со скоростью, согласованной со скоростью подачи, таким образом, что ось алмазного наконечника все время занимает положение, нормальное к обрабатываемой поверхности детали. При выходе на конусную поверхность детали “А” переключателем 14 отключается вращение сектора 3 и до окончания обработки конической поверхности детали ось алмаза остается перпендикулярной к образующей конуса детали.

После окончания обработки переключателем приводу сообщается вращение в обратную сторону и сектор 3 возвращается в исходное положение.

Выводы

Шаровые пальцы, сочетающие цилиндрические или конические поверхности со сферическими широко используются в строительных и дорожных машинах. Для обеспечения высокой долговечности и износостойкости шаровых пальцев путем создания в их поверхностном слое низкой шероховатости, наклепа и сжимающих напряжений используется алмазное выравнивание. Разработанное устройство для алмазного выравнивания позволяет обрабатывать все поверхности шаровых пальцев с постоянным оптимальным давлением алмазного наконечника.

Conclusions

Ball fingers combining cylindrical or conical surfaces with spherical ones are widely used in construction and road-building machines. Diamond smoothing is used to ensure high durability and wear resistance of ball fingers through the creation of low roughness, cold-hardening and compressive stresses on their surface layer. The developed device for diamond smoothing makes it possible to process all surfaces of ball fingers with constant optimal pressure of diamond tip.

Библиографический список

1. Кулаков Ю.М., Хрульков В.А. Отделочно-зачистная обработка деталей.- Машиностроение, 1979, 216 с.
2. Вердников М.Г., Кусков Н.С., Сергеев Ю.Г. Устройство для алмазного выглаживания, сферических поверхностей деталей. Воронежский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Информационный листок № 102-77, 4 с.

References

1. Yu.Kulakov, V.A. Khrulkov. Finishing-and-cleaning treatment of details. – Machinebuilding, 1979,216 p.
2. M.Y. Berdnikov, N.S. Kuskov. Yu. G. Sergheev. Device for the diamond smoothing of details spherical surfaces. Voronezh Interbranch Territorial Centre of the scientific-and-Technical Information and mass-media. Information bulletine. №. 102-177.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 504.03

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. физ-мат. наук, проф. В.С. Муштенко;
Канд. техн. наук, проф. Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)369350*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Dr. es sience, Sci.fisic. prof.V.S.Mushtenko;
Dr. Sci. Tech, prof. E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 369350*

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ФАКТОР ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА

В статье рассматривается проблема обеспечения управления безопасностью труда на предприятии на основе создания системы информационной поддержки. Которая способствует анализу текущей ситуации и принятия управленческих решений по предотвращению вероятности возникновения нежелательных для предприятия событий, таких, как чрезвычайные происшествия, несчастные случаи и улучшения условий труда.

Ключевые слова: система информационной безопасности, охрана труда, угрозы нарушения.

Е.А. Zhidko, V.S. Mushtenko

COMPANY'S INFORMATION SECURITY AS A NECESSARY FACTOR IN THE ORGANIZATION OF LABOUR SAFETY MANAGEMENT

The article considers the problem of providing the management of occupational safety on the basis of creating an information support system. Which contributes to the analysis of the current situation and managerial decision-making to prevent the likelihood of the occurrence of undesirable for company events, such as emergencies, accidents, and improve working conditions.

Keywords: system of information safety, labor protection, threats.

Обеспечение производственной безопасности на предприятии имеет важнейшее экономическое, экологическое и социальное значение [1,3,4]. Потери из-за неудовлетворительного состояния условий и охраны труда (ОТ) и высокой аварийности на производстве ежегодно составляют по стране около 2 трлн.руб. – это более 4% ВВП. Правительством РФ, в рамках Программы модернизации Российской Федерации до 2020 года, предусматривается внесение существенных изменений в действующее законодательство, ужесточающих требования к обеспечению производственной безопасности [5,6].

В тоже время, управление ОТ и промышленной безопасностью на крупных промышленных предприятиях существенно затруднено наличием таких факторов, как многообразие вредных и опасных условий труда, большое количество объектов, значительная численность персонала, наличие удаленных филиалов и т.п.[2]

Значимость и комплексность вопроса безопасности труда в целом, и недостаточность информационной поддержки ведет к необходимости развития информационной системы

предприятия до необходимого уровня, с прицелом на использование лучших в своем роде систем и передовых технологий.

Таким образом, можно сделать вывод, что для управления безопасностью труда (БТ) всесторонняя подробная информация о действительном состоянии условий и ОТ приобретает первостепенное значение.

Как для любой системы управления, так и для системы управления БТ необходима качественная, своевременная и полная информация для лиц, принимающих решение (ЛПР) о реально складывающейся и прогнозируемой обстановке во внешней и внутренней среде объекта, наметившихся тенденциях и возможных угрозах нарушения. Информация о текущем состоянии условий труда, помимо предоставления ее внешним заинтересованным лицам, активно используется внутри предприятия для анализа текущей ситуации и принятия управленческих решений по предотвращению вероятности возникновения нежелательных событий, таких, как чрезвычайные происшествия и несчастные случаи.

Всю информацию, необходимую для управления БТ условно можно разделить на нормативную и осведомляющую. Нормативная информация представляет собой данные, характеризующие требуемое состояние управляемого объекта. Осведомляющая информация характеризует действительное состояние управляемого объекта.

Нормативная информация, как правило, относительно устойчива, поскольку объекты управления, их параметры и нормы, которым должны удовлетворять эти параметры, для данной системы управления, для данного периода времени неизменны в отличие от осведомляющей информации, которая постоянно меняется, так как меняется та действительность, которую она отражает.

К осведомляющей информации по ОТ относится информация, качественно и количественно характеризующая факторы, обеспечивающие безопасность и дающая возможность определить степень соответствия этих факторов нормативам.

Осведомляющая информация должна содержать минимальное количество показателей, дающих возможность максимально характеризовать данный фактор, чтобы можно было принять эффективное решение. Кроме того, осведомляющая информация должна быть своевременной, достоверной, ценной, т. е. содержать сведения, максимально уменьшающие степень неопределенности наших знаний об объекте управления, простой и достаточно ясной (позволяющей пользоваться ею без каких-либо дополнительных сведений и преобразований). Осведомляющая информация по возможности должна выражаться в тех же единицах, что и нормативная информация.

К осведомляющей информации, качественно и количественно характеризующей состояние ОТ, относятся сведения о состоянии производственного травматизма; общей и профессиональной заболеваемости; состоянии санитарно-бытового обслуживания; уровне механизации и автоматизации; состоянии оборудования, зданий, сооружений и территории промышленного объекта; данные об организации труда, режимах труда и отдыха; состоянии трудовой и производственной дисциплины, а также уровне квалификации персонала.

Определение формы и объема информации, необходимой для ЛПР - вопрос сложный. Каждый руководитель осуществляет руководство различными подразделениями, имеющими свою специфику, поэтому информация, необходимая отдельным руководителям, будет различна. Например, информация, необходимая начальнику формовочного цеха, будет значительно отличаться от информации, необходимой начальнику прокатного цеха или ремонтного подразделения.

Выбор источников и методов сбора информации зависит от цели, которую необходимо достичь с ее помощью. Источниками информации могут быть научные исследования, данные эксперимента, статистики, отчеты. В решении вопросов по ОТ ценным источником информации являются результаты работы по выявлению вредных и опасных факторов производства. Полезную информацию можно получить путем проведения анкетных опросов трудящихся, а также в ходе проведения смотров, конкурсов по ОТ. Значительное количество указаний об объектах, периодичности, объеме осведомляющей информации имеется в нормативной документации.

Постоянно возрастающий уровень техногенных рисков требует системного подхода к управлению в области ОТ [7].

Для достижения этой цели необходимо создать систему информационной безопасности (СИБ) управления ОТ на предприятии (рис.) и обеспечить четкое функционирование всех составляющих ее звеньев [3].

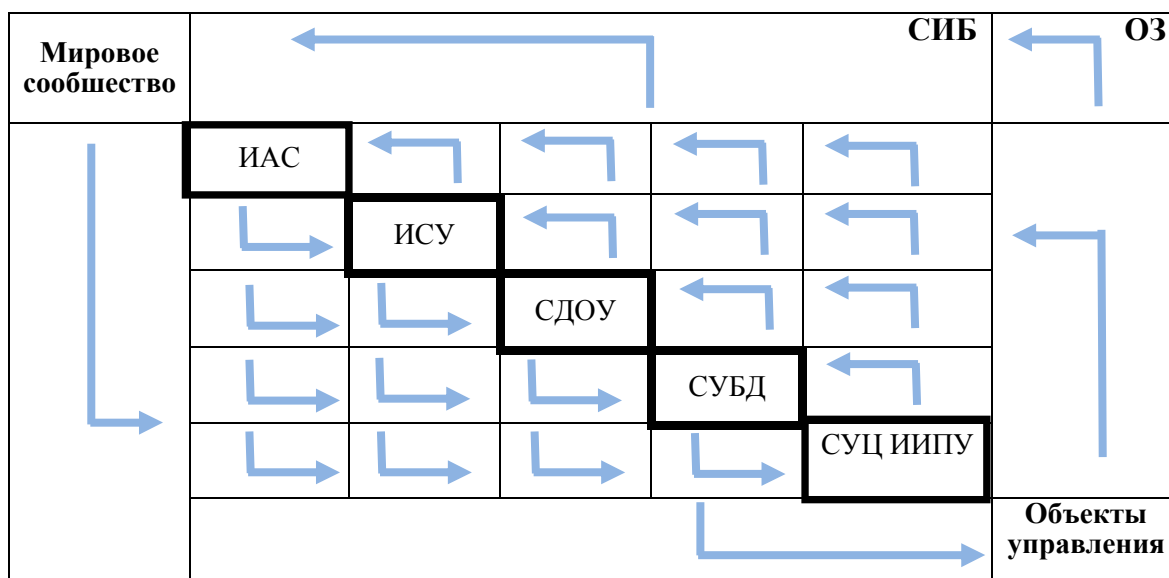


Рис. Роль и место СИБ в структуре внешних и внутренних прямых и обратных информационных связей предприятия

Целевое и функциональное назначение элементов СИБ:

ИАС – информационно-аналитическая система, которая предназначена для формирования и ведения базы данных (БД), создания на ее основе автоматизированного банка данных (АБД) о содержании потоков входной информации. Мера такой информации должна быть необходимой и достаточной для обеспечения требуемого уровня защищенности объекта, его СИБ от угроз нарушения их информационной безопасности. БД и АБД целесообразно строить в виде *классификаторов* по основаниям:

- цель, место, время, диапазон условий, поле проблемных ситуаций по природе и масштабам объекта, его СИБ;
- сложности их внешних и внутренних структурных связей, детерминированности и цикличности процессов жизнедеятельности, их информационной обеспеченности при наличии угроз нарушения ИБ объекта, его СИБ (табл.1);

Таблица 1

Основания для построения классификатора возможных состояний объекта, его СИБ

Параметры предприятия, его СИБ	Характеристики ситуации по					Область их определения Ω_z
	цели	месту	времени	условиям	проблемам	
Природа А:	a_1	a_2	...	...	a_5	Ω_A
Масштаб В:	b_1	b_2	...	...	b_5	Ω_B
Структура связей С	c_1	c_2	...	...	c_5	Ω_C
Детерминир. D:	d_1	d_2	...	...	d_5	Ω_D
Цикличность E:	e_1	e_2	...	...	e_5	Ω_E
Информационная обеспеченность F:	f_1	f_2	...	...	f_5	Ω_F
Их область определения, Ω_v	Ω_{v1}	Ω_{v2}	...	...	Ω_{v5}	Ω_{vz}

- природа и масштабы объекта, его СИБ; сложность их структурных связей, ... , информационная обеспеченность с учетом отношений между ними, т.е.: причинно-следственных связей; движущих сил, генеральных целей, законов и закономерностей взаимосвязанного развития внешней и внутренней среды предприятия, его СИБ (табл.2).

ИСУ – интеллектуальная система управления информационной обеспеченностью устойчивости развития объекта в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке XXI века. Она предназначена для: распознавания ситуации; диагностики состояний устойчивости, конкурентоспособности и защищённости объекта, его СИБ от угроз нарушения их ИБ; экспертизы таких состояний на соответствие требуемому; выявления угроз с допустимыми, критическими и/или неприемлемыми последствиями; построения приоритетного ряда вариантов адекватной реакции на угрозы по ситуации и результатам в статике и динамике.

По результатам решения таких задач составляются правила принятия решений по адекватной реакции на угрозы по ситуации и результатам в статике и динамике [8]. Они образуют специальный раздел БД и АБД в виде классификаторов по предложенным выше основаниям (табл.1 и 2).

Таблица 2

Основания для построения классификатора возможных ситуаций

Параметры ситуации	Характеристики объекта, его СИБ					Область их определения, Ω_Z
	Природа	Масштаб	...	...	Информ. Обеспеченность	
ППС, А:	a_1	a_2	...	...	a_5	Ω_A
ДС, В:	b_1	b_2	...	...	b_5	Ω_B
ГЦ, С:	c_1	c_2	...	...	c_5	Ω_C
Законы, Д:	d_1	d_2	...	...	d_5	Ω_D
Закономерности, Е:	e_1	e_2	...	...	e_5	Ω_E
Проблемы, F:	f_1	f_2	...	...	f_5	Ω_F
область их определения, Ω_V	Ω_{V1}	Ω_{V2}	...	...	Ω_{VS}	Ω_{VZ}

Примечание. В таблице приняты сокращения: ПСС – причинно-следственные связи, ДС – движущие силы, ГЦ – генеральные цели развития объекта (предприятия), его СИБ; характеристики проблемных для них ситуаций, которые могут, возникать в их внешней и/или внутренней среде.

СДОУ – внешняя и внутренняя системы документационного обеспечения управления защищённостью объекта, его СИБ от угроз нарушения их ИБ. Они предназначены для регулирования устойчивости развития, конкурентоспособности и защищённости ОЗ, его СИБ на основе внедрения разрешённых к применению способов и средств обеспечения их требуемых состояний. Такие системы включают действующие на международном, межстрановом, внутристрановом и корпоративном уровнях механизмы регулирования и санкции за нарушение установленных норм, прав, правил и стандартов с указанием их приоритетов на рассматриваемом уровне.

СУБД – система управления БД и АБД. Она предназначена для обеспечения информационной и интеллектуальной поддержки устойчивости развития объекта, его СИБ, их конкурентоспособности и защищённости при наличии угроз хищений, разрушения и модификации

входных и выходных информационных потоков, несанкционированного доступа к ним и информационному ресурсу, который имеется в распоряжении объекта.

СУЦ ИИПУ – система управления циклами информационной и интеллектуальной поддержки управления состояниями объекта, его СИБ на основе: их мониторинга во внешней среде и контроллинга во внутренней среде; выявления диспропорций между «необходимым - потенциально возможным - реально достижимым»; оценки допустимых, критических и неприемлемых рисков, их последствий; выявления причин появления таких диспропорций; принятия адекватных решений на их предупреждение и ликвидацию негативных последствий. Это дает возможность: пересмотра и корректировки стратегического видения перспективных направлений деятельности и развития объекта, его СИБ; проектирования и перепроектирования их обликов; программирования и перепрограммирования траектории их безопасного и устойчивого (антикризисного) развития в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке; информационной и интеллектуальной поддержки такого развития по ситуации и результатам в статике и динамике новых условий XXI века.

Библиографический список

1. Головина Е.И. Особенности экологизации социальной среды/ Е.А. Головина/Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 7-9.
2. Головина Е.И., Бузин В.И., Манохин В.Я., Оценка условий труда операторов смесителей АБЗ по показателям вредности и опасности производственной среды/Е.А. Головина, В.И. Бузин, В.Я. Манохин/ Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инженерные системы зданий и сооружений. 2005. № 2. С. 93-94.
3. Жидко Е.А. Проблемы организации управления экологической безопасности на промышленном предприятии / Е.А. Жидко // Безопасность труда в промышленности. - 2010. - №8. - С.38-41.
4. Жидко Е.А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия/ Е.А. Жидко// Безопасность труда в промышленности. - 2011.- №3. -С.57-62.
5. Колотушкин В.В. Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации зданий и сооружений. Учебное пособие / В.В. Колотушкин, С. Д. Николенко.- Воронежский гос. архитектурно-строит. ун-т. Воронеж, 2009.
6. Николенко С.Д., Казаков Д.А., Михневич И.В. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки: патент на изобретение RUS 2415237 27.10.2009.
7. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - №5, - С. 43-46.
8. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета.- Т. 7. - №5. - 2011 - С. 68-71.

References

1. Golovina E.I. Features greening of the social environment/ EA Golovina/Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Series: High technologies. Ecology. 2013. № 1. С. 7-9.
2. Golovina E.I., I. Buzin, Manokhin YA., Evaluation of the working conditions of the operators of mixers PAR in terms of harmfulness and hazards of the production environment/EA Golovina, I.

Buzin, YA. Manokhin/ Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Series: Engineering systems of buildings and constructions. 2005. № 2. C. 93-94.

3. Zhidko E.A., Problems of organization Department of environmental safety at the industrial enterprise / E.A. Zhidko // labour Safety in industry. - 2010. -№8. - P.38-41.

4. Zhidko E.A. ecological-economic risks as a crucial factor of an enterprise's effective activity/ E.A. Zhidko // labour Safety in industry. - 2011.- №3. -P.57-62.

5. Kolotushkin V.V. Life safety in the operation of buildings. Tutorial / V.V. Kolotushkin, S. D. Nikolenko.- Voronezh state architectural and builds. University so Voronezh, 2009.

6. Nikolenko S.D., Cossacks D.A., Mikhnevich I.V. pre-fabricated construction on the basis of pneumatic formwork: patent for invention RUS 2415237 27.10.2009.

7. Sazonova, S.A. Decision of static estimation task for heat supply system / S.A. Sazonova // The herald of state technical university in Voronezh, 2011, Vol. 7, N 5, pp. 43-46.

8. Sazonova, S.A. Totals of the developments of the mathematical models of distribution flow analysis for heat supply system. The herald of state technical university in Voronezh, 2011. That 7, N 5, pp. 68-71.

УДК 51 (0.062)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доценты кафедры строи-
тельной техники и инженерной механики
И.А.Фролов, А.К.Тельпов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-59-13*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph. D. in Engineering docent of construction
engineering and engineering mechanics facul-
ty
I.A.Frolov, A.K.Telpov
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-13*

И.А. Фролов, А.К. Тельпов

О СИСТЕМАХ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Рассмотрены некоторые типы прогрессий и рядов предпочтительных чисел, играющих важную роль в техническом прогрессе.

Ключевые слова: прогрессии, числовые ряды, предпочтительные числа.

I.A. Frolov, A.K. Telpov

ON SYSTEMS PREFERRED NUMBERS.

Considered by some types of progressions and series of preferred numbers, which play in important role in technological progress.

Keywords: progression, number series, preferred number.

Все однотипные изделия массового потребления (сортовой прокат, крепёжные детали, подшипники качения, электродвигатели и т.д) по отношению к конечной продукции (станки, экскаваторы, многочисленные строительные и дорожные машины, автотранспорт и прочее) являются комплектующими изделиями и применяются очень широко во многих отраслях промышленности при самых разнообразных условиях работы. Широкие потребности в подобных изделиях требуют увеличения их типоразмеров.

Большое разнообразие комплектующих одноимённых изделий крайне невыгодно, так как в этом случае значительно возрастает ассортимент специального режущего и измерительного инструмента, приспособлений, заготовок; усложнение технологических процессов изготовления комплектующих изделий и конечной продукции, повышением её стоимости и ремонта.

Решению этих задач промышленного и прикладного значений помогают предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.

История создания рядов предпочтительных чисел связана с именем французского инженера Шарля Ренара (1847-1905), который в своих расчётах взял за основу канат, имеющий массу a в граммах на 1м длины и построил ряд, приняв знаменатель прогрессии, обеспечивающий десятикратное увеличение каждого пятого члена ряда, т.е.

$$a = Q^5 = 10a \quad \text{или} \quad Q = \sqrt[5]{10}$$

На основе построенного Ренаром ряда, условно обозначенного R5, были в последствии образованы ряды R10; R20; R40; R80; R160 со знаменателями R соответственно:

$$\sqrt[10]{10}; \sqrt[20]{10}; \sqrt[40]{10}; \sqrt[80]{10} \text{ и } \sqrt[160]{10},$$

которые так и называют рядами Ренара [1]. Они рекомендуются при конструировании и инженерных расчётах, при стандартизации и унификации.

Ряды предпочтительных чисел могут быть выражены в виде арифметических и геометрических прогрессий.

Арифметический ряд прост, не требует округления чисел, но его существенным недостатком является относительная неравномерность. При постоянной абсолютной разности относительная разность между членами ряда резко уменьшается с увеличением их номинальных значений. Например, в ряду 1; 2; ... 9; 10 для чисел 1 и 2 относительная разность 100%, а для 9 и 10 всего 11% и т. д. для любого ряда.

Это свойство простого ограниченного ряда ограничивает, но не исключает возможности его использования в стандартах [2].

В некоторых стандартах использованы ступенчато- арифметические ряды, у которых разность (интервал) значений является const не для всего ряда, а лишь для определённой его части. Для малых типоразмеров ряда разность выбирается меньшей, а для больших- большей (Рис. 1).

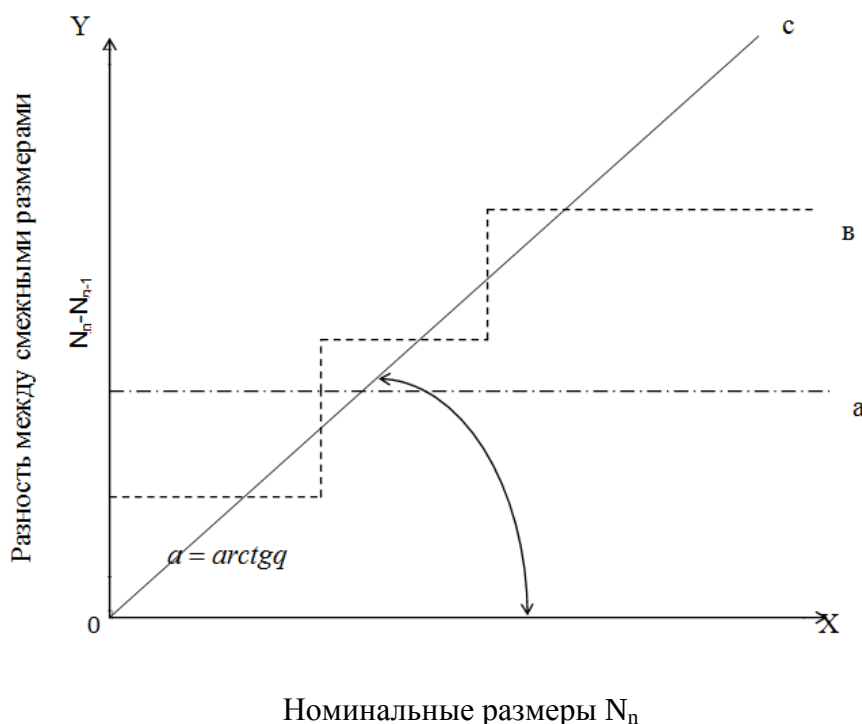


Рис. 1. Схема построения рядов:
а - по арифметической; в - ступенчато-арифметической;
с - геометрической прогрессиям; q - знаменатель прогрессии

Каждый из горизонтальных участков схемы соответствует группе значений с постоянной разностью. Любой член ряда в пределах данной группы может быть вычислен по формуле:

$$N_n = N_1 + q(n - 1)$$

где N_1 - первый член ряда;
 q - знаменатель прогрессии;
 n - номер искомого члена.

На основе ступенчато-арифметического ряда построены стандарты: подшипники качения [3], резьба метрическая [4], щупы [5].

Длительная практика отечественной и международной стандартизации показала, что наиболее удобным и отвечающим поставленным требованиям являются ряды чисел геометрической прогрессии, в которой отношение двух смежных членов всегда постоянна и равна знаменателю прогрессии:

$$\frac{N_i + 1}{N_i} = q;$$

$$\text{Например: } \frac{2}{1} = \frac{4}{2} = \frac{8}{4} = \frac{16}{8} = \frac{32}{16} = \frac{64}{32} = 2 = q.$$

Однако, геометрические прогрессии имеют и недостатки: сумма и разность членов прогрессии в общем случае не являются членами прогрессии:

$8-2=6$; $4-1=3$; $4+8=12$ (имеются исключения: $8-4=4$; $16-8=8$). Члены геометрической прогрессии в десятичной системе не являются круглыми числами и поэтому для практического применения требуют округления.

Например, ГОСТ 24643-81 «Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения» в качестве основного ряда числовых значений допусков формы и расположения принят ряд предпочтительных чисел $R10 = \sqrt[10]{10} = 1,25$ с округлением некоторых значений до чисел, удобных для отсчёта по шкалам измерительных приборов (например, 3,15 округлено до 3; 6,3 до 6,0).

ГОСТ 17343-83 «Экскаваторы одноковшовые универсальные канатные» также предусматривает главные параметры по ряду R10 (ёмкость ковша, м³: 0,65; 1,0; 1,25; 2,5).

В науке и технике находят применение специальные ряды чисел, которые определяются математическими константами, набором химических и физических величин, с помощью которых решают частные конкретные задачи в той или иной области науки и техники.

В частности, свойство прямоугольника, стороны a и b которого связаны зависимостью

$$a = b * \sqrt{2}$$

используются при выборе формата листов бумаги, которые начинаются с самого крупного A0, представляющего собой прямоугольник площадью 1 м². Каждый следующий размер обозначается номерами (A1, A2, A3, A4 ...) и последующие форматы получаются простым делением пополам [6]. (Рис. 2)

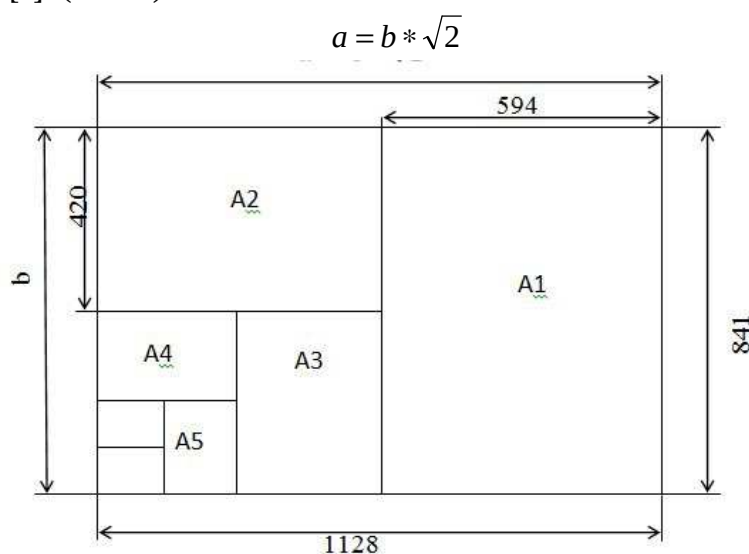


Рис. 2. Схема образования линейных размеров листа

Процесс назначения основных размеров изделий, их анализ и дальнейшее уточнение этих размеров, связанные с гармонизацией формы, получили название пропорционирования. В практике конструирования наибольшее распространение получило пропорционирование по «золотому» сечению. Его сущность определяется иррациональным числом Φ последовательности ряда Фибоначчи:

$$\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1,618...$$

Прямоугольник с таким соотношением сторон a и b может быть составлен бесчисленным количеством квадратов и прямоугольников с таким же соотношением (Рис.3):

$$\frac{a+b}{a} = \Phi \approx 1,618...$$

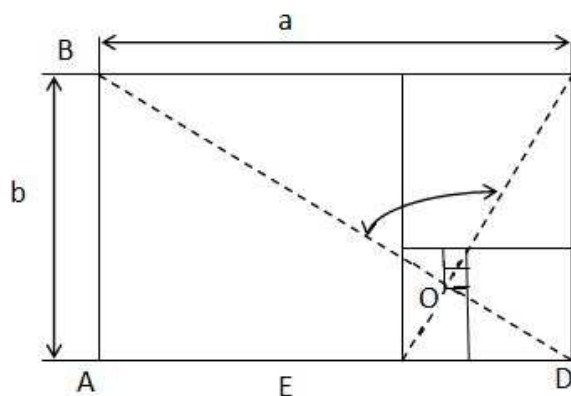


Рис. 3. Схема образования бесчисленного количества «золотых» прямоугольников и квадратов

Если выделить в «золотом» прямоугольнике ABCD квадрат ABFE, то образуется новый «золотой» прямоугольник FCDE. В этих прямоугольниках диагонали BD и CE пересекаются под углом 90° в точке O. Если продолжить выделять квадраты от каждого следующего «золотого» прямоугольника и каждый раз проводить аналогичные диагонали, то они будут всегда перпендикулярны, а точка их пересечения будет одной и той же точкой O, которая является своего рода геометрической чёрной дырой, точкой притяжения, куда уходит бесконечная последовательность «золотых» прямоугольников [7].

Выбранные по той или иной пропорциональной системе размеры элементов машин, как правило, проверяются тщательной экспертизой на моделях изделий перед тем, как запустить их в серийное производство.

Предпочтительные числа дают возможность придерживаться общих технических рекомендаций при разработке конструкций машин, определении их главных параметров, создавая условия для развития взаимозаменяемости, унификации и стандартизации.

Вывод

Потребность применения предпочтительных чисел определяется всем ходом технического прогресса в решении задач для максимального удовлетворения функциональных, эксплуатационных, технологических и эстетических характеристик машин и изделий любого назначения.

Библиографический список

1. ГОСТ 8032-84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.
2. ГОСТ 166-80. Штангенциркули. Технические условия.
3. ГОСТ 3478-79. Подшипники качения. Основные размеры.
4. ГОСТ 8724-81. Резьба метрическая. Диаметры и шаги.
5. ГОСТ 882-75. Щупы. Основные параметры.
6. ГОСТ 2.301-68. Форматные ряды стандартных значений линейного размера стороны листа.
7. Фернандо Корбала. Мир математики. Золотое сечение. Математический язык красоты. DeAGOSTINI.M.: 2013, 160с.

References

1. GOST 8032-84. Preferred number and series of preferred numbers.
2. GOST 166-80. Calipers. Technical conditions.
3. GOST 3478-79. Rolling bearings. Basic dimensions.
4. GOST 8724-81. Metric thread. Diameters and steps.
5. GOST 882-75 .Щупы. The main parameters.
6. GOST 2.301-68. Formatted ranks of the standard values of the linear size of the paper.
7. Fernando Korbalan. The world of mathematics. The Golden section. Mathematical language KRA-site. DeAGOSTINI.M.: 2013, 160с.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

УДК 504.03

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. физ.-мат. наук, проф. В.С. Муштенко;
Канд. техн. наук, проф. Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)369350*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. es sience, Sci.fisic. prof.V.S.Mushtenko;
Dr. Sci. Tech, prof. E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 369350*

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

НЕЙРО-НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО И ПРИРОДНОГО ФАКТОРОВ

В статье рассматриваются общие положения эвентологической методологии внесения поправок в эталонные (нормативные) значения состояний хозяйствующих субъектов, их систем информационной безопасности. Она базируется на комплексе методов теории нечетких множеств и нечеткой логики, интеллектуальных систем, возможностей и риска, прогнозирования, принятия решений и оптимального управления.

Ключевые слова: лингвистическая переменная, эвентологическое моделирование, функция полезности, синтаксис, семантика, математика.

Е.А. Zhidko, V.S. Mushtenko

NEURO-FUZZY MODELING OF INFORMATION SECURITY OF ECONOMIC ENTITIES WITH REGARD TO THE HUMAN AND NATURAL FACTORS

The article considers General provisions эвентологической methodology amending normative values conditions of economic entities, their information security systems. It is based on the complex of methods of the theory of fuzzy sets and fuzzy logic and intelligent systems, risks and opportunities, forecasting, decision making and optimal control.

Keywords: linguistic variable, эвентологическое modeling, utility function, syntax, semantics, mathematics.

Необходимость учета влияния человеческого и природного факторов на результаты жизнедеятельности хозяйствующих субъектов (ХС), их систем информационной безопасности (СИБ) в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке возможно обеспечить на основе внедрения последних достижений эвентологии [1,2,3,5,6] в методологию исследований информационной безопасности (ИБ).

Под ХС будем понимать экологически опасные и экономически важные объекты, например ТЭЦ.

С этой целью следует:

- дать математическое определение лингвистической переменной;
- сформировать эвентологический метаязык по проблеме;

- привести методологию эвентологических исследований;
- дать краткую характеристику способов формирования ННМ (синтаксис, семантика, математика).

Математическое определение лингвистической переменной [6] включает **пять факторов**: имя переменной (состояние объекта, способы и средства его получения и т.п.), x ; $T(x)$ – множество имен лингвистических значений переменной x , каждое из которых является **нечеткой переменной на множестве** X ; G – синтаксическое правило для образования имен значений x ; M – семантическое правило для ассоциирования каждой величины значения с состоянием исследуемого объекта.

Комплекс имен, $T(x)$, ассоциируется с **функцией его принадлежности**, $\mu(x)$, к **функции полезности** области определения, $\mu(x) \in \Omega_{ГЦ}$, количественно-качественных характеристик безопасного и устойчивого развития ХС, его СИБ; **семантическое правило** M , ассоциирует их с грациями вероятности достижения генеральной цели объекта, $P_{ГЦ}(M(I)) \in \Omega_{ГЦ}$, (1) – (3).

Имя состояния :

$$:= P_{ГЦ}^{(H)}(M(I_{ГЦ}^{(H)})) \in \Omega_{ГЦ}^{(H)}; \quad (1)$$

т.е. **необходимо** обеспечить состояние (требуемое имя) $::=$ (т.е. по определению есть его количественно-качественные характеристики) по форме: область определения, $\Omega_{ГЦ}^{(H)}$, вероятности достижения генеральной цели объекта, $P_{ГЦ}^{(H)}$, аргументом которой является область определения **необходимой и достаточной меры** исходной информации, $M(I_{ГЦ}^{(H)})$.

Имя состояния:

$$:= P_{ГЦ}^{(ПВ)}(M(I_{ГЦ}^{(ПВ)})) \in \Omega_{ГЦ}^{(ПВ)}; \quad (2)$$

т.е. **потенциально возможно** при накопленной в мире базе знаний и ресурса по проблеме.

Имя состояния :

$$:= \mu_{ГЦ}^{(РД)} \in P_{ГЦ}^{(РД)}(M(I_{ГЦ}^{(РД)})) \in \Omega_{ГЦ}^{(РД)} \quad (3)$$

т.е. **реально достижи́мо** при имеющейся у объекта базе знаний и ресурса по проблеме $::=$ функция принадлежности способов и средств достижения цели, $\mu_{ГЦ}^{(РД)}$, к функции их полезности.

Полное множество возможных состояний ХС, его СИБ, X , устанавливают с помощью введенной системы координат и измерительных шкал [4]. В них выделяют: комплексы, которые отражают сущность и отношения внешних и внутренних политик объекта, обеспечивающие их систему документационного управления (СДОУ), нормы морали и права. Такие комплексы образуют аргументы имени интегрального состояния объекта, согласно принятым грациям $P_{ГЦ}(M(I))$ и основаниям классификаторов $\Omega_{ГЦ}$.

Базовым показателем в эвентологии является **функция принадлежности** способов и средств достижения целей объекта $\mu_A(x)$, которые ассоциируются с именем его вполне определенного **состояния** на множестве возможных состояний A , из числа их принятых n градаций:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}, \quad (4)$$

где для нечеткого множества A и введенной лингвистической переменной, содержащей число 5, функцию принадлежности задают, как [5]:

$$\mu_A(\tilde{o}) = (1 + |\tilde{o} - 5|)^{-1}. \quad (5)$$

Функция принадлежности считается **нормальной** (рис. 1.) если:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{множество пустое,} \\ 1, & \text{максимум функции,} \\ 0,5 & \text{граница перехода из одного} \\ & \text{состояния на множестве } A \text{ в другое на множестве } B. \end{cases} \quad (6)$$

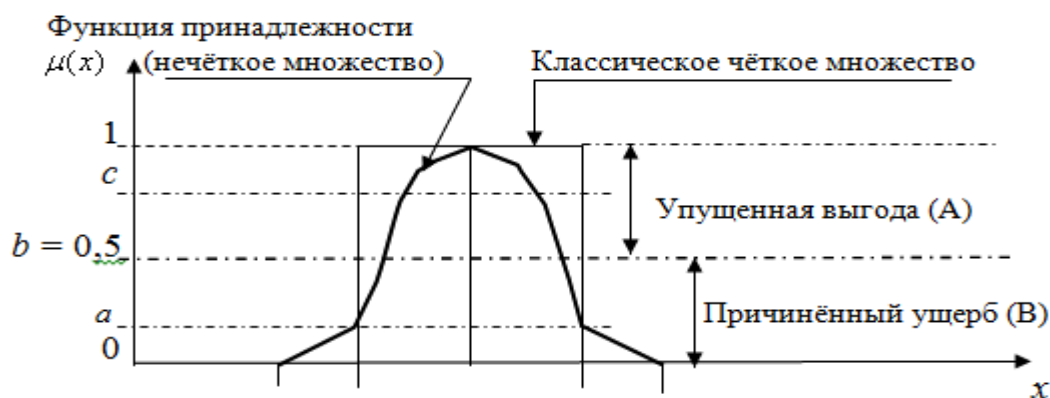


Рис. 1. График функции принадлежности решений к области их полезности A или B

Другими словами, за начало отсчета значений функции принадлежности принимается нормальный закон распределения плотности функции принадлежности, $\mu(x)$, с центральной симметрией, как и в случае введения эталонных значений градации состояний ХС, его СИБ. Градации возможных видов ошибок состояний объекта образуют координаты особых точек в области А (0,5 и 1; c – координаты точки выпуклости) и В (0,5 и 0; a – координаты точки вогнутости).

В этом случае в сложившемся подходе к эвентологическим исследованиям [2,6,7] **синтаксическое правило образования имен**, G , базируется на использовании союзов: «не» (0), «очень» (1), «более или менее» (0,5), «или», «и»:

- не А: $[1 - \mu_A(x)]$; очень А: $(\mu_A(x))^2$; более или менее А: $\sqrt{\mu_A(x)}$;
- А или В: $\max(\mu_A(x), \mu_B(x))$;
- А и В: $\min(\mu_A(x), \mu_B(x))$.

(7)

По определению, согласно [7], эвентологические исследования базируются на методах: теории нечетких множеств и нечеткой логики, интеллектуальных систем, возможностей и риска; прогнозировании, принятия решений и оптимального управления. В интересах формирования **семантических правил**, M , для ассоциирования каждой величины значения функции принадлежности $\mu(x)$ с состоянием исследуемого объекта, распознается реально складывающаяся обстановка и наметившиеся тенденции ее развития во внешней и внутренней среде исследуемого объекта с точки зрения их информационного обеспечения.

В качестве исходных принимаются следующие предпосылки:

- значения $\mu(x)$ между 0 и 1 характеризуют нечетко включенные элементы, что отличает нечеткое множество от классического четкого, как показано на графиках рис. 1;
- нечеткое множество является нормальным, если существует такой $x \in X$, при котором $\mu(x) = 1$. Это позволяет в графике функции принадлежности выделить координаты 5 особых точек (0; 1; 0,5; a ; c), которые образуют градации состояний А (упущенная выгода), полной неопределенности ситуации ($b = 0,5$) и В (причиненный ущерб);
- в этом случае функция принадлежности относится к классу t и определяется как:

$$t(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c; \\ 1, & x \geq c \end{cases} \quad (8)$$

где a и c – эмпирически установленные или вычисленные координаты особых точек в графике нормального закона, образующие границы перехода объекта из одного устойчивого состояния в другое.

Будем полагать, что активизация злоумышленников и другие факторы влияния человека и природы на конечный результат деятельности ХС, его СИБ приводят к искажениям нормального закона распределения плотности функции принадлежности с центральной симметрией. Тогда в интересах **диагноза** причинно-следственных связей, движущих сил, целей, законов и закономерностей появления названных искажений можно воспользоваться следующим, известным в эвентологии [6], классификатором функций принадлежности нечетких множеств.

1. Функция принадлежности класса S , которая определяется как:

$$S(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ 2 \cdot \left(\frac{x-a}{c-a} \right)^2, & a \leq x \leq b; \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{x-c}{c-b} \right)^2, & b \leq x \leq c. \end{cases} \quad (9)$$

2. Функция принадлежности класса π , которая определяется через функцию класса S :

$$\pi(x, a, b, c) = \begin{cases} S(x; c-b, c-\frac{b}{2}, x \leq c; \\ 1 - S(x, c, c+\frac{b}{2}, c+b), & x \geq c. \end{cases} \quad (10)$$

где $b = \frac{a+c}{2}$.

3. Функция принадлежности класса γ определяется как:

$$\gamma(x, a, b) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ 1, & x \geq b. \end{cases} \quad (11)$$

4. Функция принадлежности класса t определяется как:

$$t(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c; \\ 1, & x \geq c. \end{cases} \quad (12)$$

5. Функция принадлежности класса L определяется как:

$$L(x, a, b) = \begin{cases} 1, & x \leq a; \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ 0, & x \geq b. \end{cases} \quad (13)$$

Формирование эвентологического метаязыка базируется на следующих основных положениях.

А). Лингвистическая переменная в теории нечетких множеств может принимать значения фраз из естественного и/или искусственного (т.е. математического) языка [6,7].

Естественный язык, по определению, образует описания каждого элемента эвентологического языка, которые задаются его синтаксисом и семантикой. Синтаксические определения устанавливают правила построения элементов языка, т.е. допустимые способы соединения слов. Например: вероятность достижения цели; полезность решения; угрозы нарушения ИБ; возможные исходы состязательности сторон; последствия ошибок лиц, принимающих решение; приемлемость исходов и последствий, др. Семантика определяет смысл и правила использования тех элементов языка, для которых были даны синтаксические определения. Синтаксические определения могут быть заданы формальными или неформальными способами. Существуют три формальных способа: металингвистическая символика Бэкуса-Наура; семантические диаграммы (ER концепция: сущности, отношения, атрибуты); скобочные конструкции, примеры реализации которых будут приведены ниже.

В). Состав *эвентологического метаязыка* базируется на четырех основных элементах обычного разговорного языка, т.е. состоит из: **символов, слов, словосочетаний и предложений**. Алгоритмический язык эвентологии содержит подобные элементы. Например. Буквы русского языка в описаниях имен или идентификаторов и английского в алгоритмах (программном продукте); арабские цифры и знаки: операций (+ - * / = <> < > = > = := @), ограничители (. , ' () [] (.) { } (* *) .. : ;), спецификаторы (^ # \$), как это принято, например, в языке PASCAL.

Символы используются для формирования **элементарных конструкций** (т.е. слов, имён, идентификаторов) на основе применения вполне определённых *правил*. Например. Метаязык, базирующийся на формулах Бэкуса-Наура, формируется с использованием правила, $G_{БНФ}$:

«в левой части формулы указывается нетерминальное слово (имя), затем используется символ ::= (по определению есть), после чего в правой части приводится формула для определения смысла имени (качественная характеристика) и/или его значения (количественная характеристика) в необходимой технологической последовательности таких вычислений».

В условиях неопределённости это может быть **функционал или оператор**, который содержит необходимую последовательность функций без их разделения вертикальной чертой или с их разделением такой чертой.

Методология эвентологических исследований базируется на **нейро-нечётком моделировании** взаимосвязанного развития внешней и внутренней среды объекта, **прогнозировании** ситуаций и результатов, **мониторинге и контроллинге** состояний названных сред, **диагностике уровня** ИБ объекта и **его экспертизе** на соответствие требуемому, обосновании приоритетного ряда вариантов **адекватной реакции на угрозы** в форме: «эталон $\pm$ погрешности», δ , с комментариями.

Библиографический список

1. Аваз Марахимов. Анализ проектных решений выбора аппаратно-программного комплекса вычислительных сетей на основе нейро-нечётких математических моделей. 2005. (e-mail:marakhimov@edu.uz).
2. Воробьев О.Ю. Эвентология /О.Ю. Воробьев, Сиб.фед. ун-т.-Красноярск, 2007. -434 с.
3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационная безопасность: концепция, принципы, методология исследования: монография/ Е.А. Жидко, Л.Г. Попова; Воронеж. гос. арх -строит. ун-т. - Воронеж, 2013. - 175 с.
4. Овчинников Александр. Причинно-следственная связь в эвентологии: первые наброски. (ergopotes@mail.com).
5. Южанов Дмитрий. Применение эвентологического и алгебраического подходов к исследованию социально-экономических систем.

6. Яндекс: эвентология, лингвистическая переменная, функция принадлежности, функция полезности, эвентологическое моделирование, эвентологическое распределение, эвентологическое пространство, эвентологический скоринг.

7. Яндекс: теории: интеллектуальных систем, нечётких множеств, нечёткой логики, возможностей, риска, принятия решений; оптимальное управление.

References

1. Avaz Mарахимов. Analysis of design solutions of the choice of hardware-software complex computer networks on the basis of neuro-fuzzy mathematical models. 2005. (e-mail:marakhimov@edu.uz).

2. Vorobiev O.YU. Эвентология /O.YU. Vorobiev, Сиб.фед. UN-so-Krasnoyarsk, 2007. -434с.

3. Zhidko E.A., Popova L.G. Information security: the concept, principles and methodology of the research: monograph/ E.A. Liquid, L.G. Popova; Voronezh. state architect-builds. University so Voronezh, 2013. 175 С.

4. Ovchinnikov Alexander. Causality in эвентологии: the first sketches. (ergopotes@mail.com).

5. Yuzhanov Dmitry. Application эвентологического and algebraic approaches to the study of socio-economic systems.

6. Yandex: эвентология, linguistic variable, function facilities, the utility function, эвентологическое modeling, эвентологическое distribution, эвентологическое space, эвентологический scoring.

7. Yandex: a theory of intelligent systems, fuzzy sets, fuzzy logic, opportunity, risk, decision-making; optimal control.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры технологии строитель-
ных материалов, изделий и конструкций
К.С. Котова
Россия, г. Воронеж, тел. 8 919 185 05 84*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Postgraduate student of technology of build-
ing materials, products and structures faculty
K.S. Kotova
Russia, Voronezh, tel. 8 919 185 05 84*

К.С. Котова

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА В СОВРЕМЕННОМ МАЛОЭТАЖНОМ ЖИЛОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Представлены два направления современного домостроения и приве-
дены их достоинства и недостатки. Рассмотрено использование неавтоклав-
ного ячеистого бетона в качестве материала для монолитного возведения
коттеджа. Произведен анализ по основным критериям трех вариантов огра-
ждающих конструкций.

Ключевые слова: неавтоклавный ячеистый бетон, конструктивные системы, ограждающие конструкции.

K.S. Kotova

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF NON-AUTOCLAVED CELLULAR CONCRETE IN MODERN LOW-RISE RESIDENTIAL CONSTRUCTION

Presents two trends in the modern construction and shows their advantages
and disadvantages. Explore the use of non-autoclaved aerated concrete as a mate-
rial for monolithic construction of the cottage. The analysis on the basic criteria
three variants of fencing structures.

Keywords: non-autoclaved cellular concrete, constructive systems, walling.

В жилищном строительстве бетон и железобетон получил широкое применение с 20-х годов XX века. Особенно большое развитие получили сборные железобетонные конструк-
ции, применение которых обеспечивало высокие темпы возведения зданий и сооружений. Технология монолитного строительства, в сравнении со сборным, является молодой сферой. Конкуренция между двумя технологиями возросла в последние два десятка лет. Одной из причин возрастающего спроса на монолитное домостроение является повсеместное исполь-
зование бетона в малоэтажном строительстве жилых домов. На рисунке 1.1 показана доля общего объема строительства в Воронежской области и виды применяемых конструктивных схем. Для индивидуального строительства наиболее перспективным материалом является неавтоклавный макропористый ячеистый бетон, т.к. обладает рядом ценных свойств: низкой стоимостью, низкой теплопроводностью и возможностью приготовления непосредственно на строительной площадке.

Неавтоклавный ячеистый бетон известен с начала XX в., но его широкое использование сдерживалось в силу проблем связанных с его высокой усадочностью и низким коэффициентом конструктивного качества. Первые разновидности ячеистых бетонов разработаны в 50-

60-х годах двадцатого столетия, в то же время получен опыт изготовления и эксплуатации.[1] Исследования в этой области расширили области и масштабы его применения. В первую очередь ячеистый бетон применяется в ограждающих конструкциях: панелях стен жилых и промышленных зданий, в комплексных панелях. Такое конструктивное решение способствовало снижению стоимости 1 м^2 стен на 8-12% и покрытия на 6-15% из-за снижения веса ограждающих конструкций на 15-30%. [2]

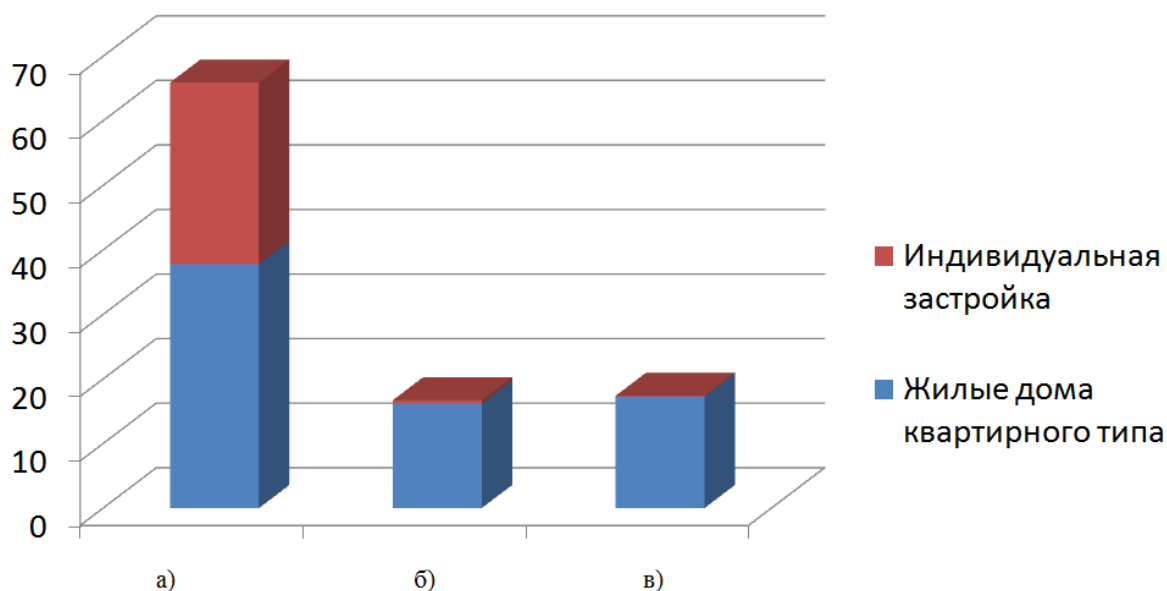


Рис. 1.1. Доля общего объема строительства в Воронежской области:
а) сборное, из мелкоразмерных элементов; б) каркасно-монолитное строительство;
в) сборное, из крупноразмерных элементов

Неавтоклавный ячеистый бетон характеризуется двумя показателями – прочностью и плотностью. От первого зависит несущая способность, морозостойкость и деформативность. От второго показателя зависят такие свойства изделий, как сопротивление теплопередаче, паро- и воздухопроницаемость, расход трудовых и материальных ресурсов. На прочность ячеистого бетона влияет прочность материала перегородок между ячейками и характер ячеистой структуры.[2]

Прежде чем начать строительство дома необходимо разработать его проект, а так же выбрать материалы для строительства. Выбор материалов зависит от конструктивной системы здания. В малоэтажном домостроении можно выделить два основных направления: монолитное строительство и сборное. Каждый тип возведения коттеджа обладает своими преимуществами и недостатками. При монолитном строительстве бетон производится и укладывается непосредственно на площадке строительства, тогда как возведение из сборного железобетона подразумевает затраты на транспортировку готовых конструктивных элементов. Особенно экономически выгодным монолитное строительство может быть при отдаленном месте расположения строительной площадки. Главным преимуществом сборного железобетона являются его прочностные характеристики. Выбор материала для монолитного возведения коттеджа влияет на стоимость строительства, а так же на качество нового жилья. В коттеджном строительстве монолитный ячеистый бетон неавтоклавного твердения может применяться различной плотности во всех элементах конструкции.

Современная редакция энергетически эффективного жилья обуславливает использование хороших теплоэффективных материалов для наружных стен. Главным критерием такой стены является баланс теплосопrotivления и цены. В ограждающих конструкциях

монолитный пенобетон позволяет существенно упростить строительство, вести его в любое время года. Для анализа данных критериев выбраны 3 модели наружного ограждения:

1. Однослойная ограждающая конструкция из газосиликатных блоков плотностью D500;
2. Двухслойная ограждающая конструкция из монолитного пенобетона, плотностью D1200, и утеплитель;
3. Однослойная ограждающая конструкция выполняемая из монолитного пенобетона плотностью D700.

По результатам теплотехнических расчетов приняты расчетные значения и сведены в таблицу

Таблица

Расчетные значения вариантов наружных ограждающих конструкций

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Сопротивление теплопередаче, R , ($m^2 \cdot ^\circ C / W$)	3,76	3,749	3,826
Толщина стены, мм	500	400	650
Плотность, kg/m^3	D500	D1200	D700
Коэффициент теплопроводности, λ , ($W/m \cdot ^\circ C$)	0,12	0,28	0,17
Площадь наружных стен	211,28 m^2		
Цена материалов за 1 m^3 возведения наружн. стен. (февраль 2014)	3792,40	4575,00	4306,17
Цена материалов за 1 m^2 возведения наружн. стен. (февраль 2014)	1896,20	1830,00	2799,01

С каждым годом возрастает потребность в относительно недорогих, но эффективных строительных материалах. Задачи повышения технико-экономической эффективности и повышение коэффициента конструктивного качества ячеистого бетона в настоящее время особенно актуально. Применение качественных пеноконцентратов, улучшение автономного мобильного оборудования, обеспечивающее круглогодичную работу и создание нормативно-методических материалов для проектирования может способствовать развитию малоэтажного монолитного строительства. Системный подход к решению этих проблем позволит перейти к широком всесезонному использованию монолитного неавтоклавно-ячеистого бетона во всех регионах страны.

Библиографический список

1. Славчева Г.С., Поризованный бетон: структура и строительно-технологические свойства: монография / Г.С. Славчева; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2009. -136 с.
2. Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы» -2012. –Материалы и конструкции.

References

1. Slavcheva G.S., Porous concrete: structure and construction-technological properties: monograph / G.S. Slavcheva; Voronezh. state univ. of architect and civil eng. - Voronezh, 2009. –136 s.
2. Scientific-technical and industrial magazine "Building materials" -2012. -Materials and construction.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доктор техн. наук, проф. кафедры
строительной техники и инженерной меха-
ники Ю.Ф. Устинов
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики
Н.М. Волков
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики
А.Н. Щиенко
Аспирант кафедры строительной техники и
инженерной механики
Д.Н. Гольцов
Аспирант кафедры строительной техники
и инженерной механики
Д.И. Чернышев
Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Канд. техн. наук, доц. кафедры 23
А.С.Покачалов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-62
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Doctor tehn. sciences, professor of the pulpit
of construction machinery and engineering
mechanics Y.F. Ustinov
Cand. of Tehn. Sciences, associate professor
of the chair of construction machinery
and engineering mechanics N.M. Volkov
Cand. of Tehn. Sciences, associate professor
of the chair of construction machinery
and engineering mechanics A.N. Shchiyenko
Post-graduate student of the pulpit of con-
struction machinery and engineering me-
chanics D.N. Goltsov
Post-graduate student of the pulpit of con-
struction machinery and engineering me-
chanics D.I. Chernyshev
Military and air academy of professor N. E.
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Cand. of Tehn. Sciences, associate professor
of chair 23 A.S.Pokachalov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, Н.М. Волков, А.С. Покачалов, А.Н. Щиенко, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев

ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОГРЕЙДЕРА VOLVO G946

Представлены результаты виброакустических исследований автогрей-
дера Volvo G946 при выполнении типовых технологических операций, уста-
новлены источники виброакустической энергии, определены пути снижения
структурного шума и общего шума в кабине на различных режимах работы
автогрейдера.

Ключевые слова: вибрация, шум, кабина автогрейдер, тяговый режим.

Y.F. Ustinov, N.M. Volkov, A.S. Pokachalov, A.N. Shchiyenko, D.N. Goltsov, D.I. Chernyshev

VIBROACOUSTIC CHARACTERISTICS MOTOR GRADER VOLVO G946

Represented results of vibroacoustic researches of motor-driven grader,
Volvo G946, on the assumption of typical technological operations; set sources
of vibroacoustic energy; determined ways to decrease a structure-borne noise and
general one in a cab during motor-driven grader work at different modes.

Keywords: vibration, noise, motor-driven grader, traction condition.

Автогрейдер Volvo G946 .Основное назначение - строительство и эксплуатация дорог различных категорий. Он может с успехом как нивелировать протяженные поверхности с высокой точностью, так и заниматься содержанием дорожного полотна зимой и летом.

Отличительной особенностью данной машины является полный привод на все колеса. Он позволяет выполнять самые тяжелые работу по формированию кюветов, откосов вдоль дорог и перемещать большие объемы грунта на значительные расстояния. Такая производительность обеспечивается двигателем, типа Volvo D7E, мощностью 235 лошадиных сил (175 кВт).

Целью эксперимента является определение виброакустических характеристик автогрейдера на различных режимах работы при профилировании земляного полотна автомобильной дороги; выявление характерных частот излучения виброакустической энергии и основных источников шума и вибрации.

Опыты проводились на свежесрезанном супесчаном грунте при влажности грунта близкой к оптимальной, температуре окружающей среды 18°C и атмосферном давлении $1,014 \cdot 10^5$ Па.

Параметры шума и вибрации измерялись приборами «ОКТАВА - 101АМ» и «Октава - 101ВМ» соответственно. На автогрейдер были установлены датчики- акселерометры для измерения вибрации на раме машины под кабиной, поле кабины у виброизолятора ,а так же внутри кабины $\frac{1}{2}$ -дюймовый микрофон у головы водителя с правой стороны.

В ходе испытаний были получены данные, на основании которых были построены таблицы и спектры вибрации и шума

Таблица 1

Уровни вибрации в расчетных точках в октавных полосах частот, дБ

Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц	Уровни вибрации в расчетных точках на характерных 1/1-октавных полосах частот, дБ	
	Рама машины	Пол кабины
1	114.8	105.6
2	117.5	117.3
4	108.1	109.9
8	112.1	113.4
16	98.5	109.8
31.5	90.8	81.5
63	103.8	83.9
125	110.6	103.3

По данным Таблицы 1 построен спектр уровня вибрации в расчетных точках автогрейдера в октавных полосах частот (Рис. 1).

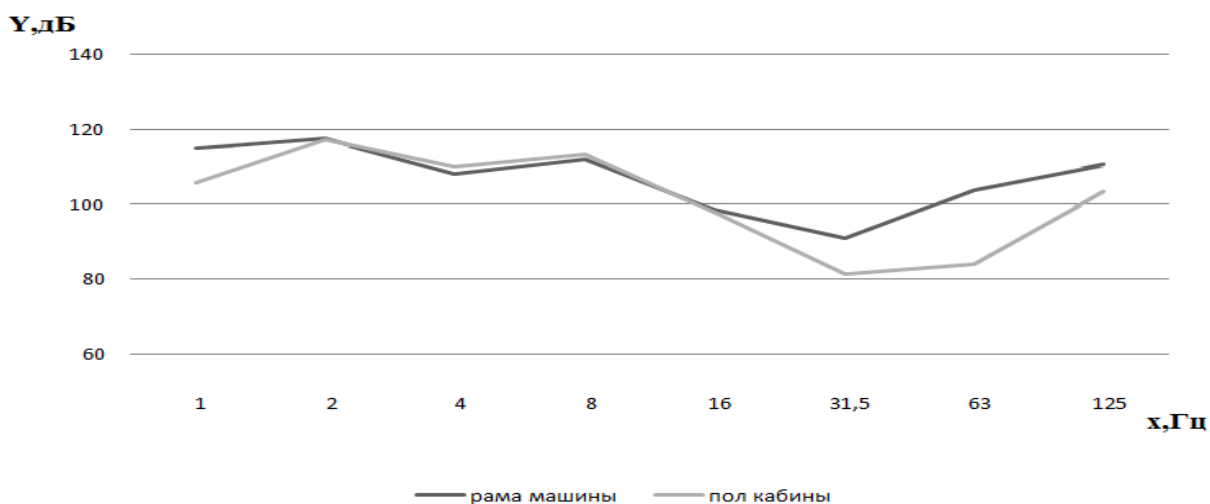


Рис. 1. Спектры уровня вибрации в октавных полосах частот расчетных точек автогрейдера

Таблица 2

Уровни виброускорения в расчетных точках 1/3-октавных полосах частот, дБ

1/3-октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц	Уровни виброускорения в расчетных точках на характерных 1/3-октавных полосах частот, дБ	
	Рама машины	Пол кабины
0,8	110.3	111.1
1	107	110.7
1,25	98	102.3
1,6	109.5	108.7
2	116.5	116.4
2,5	111.9	111.6
3,15	102.7	103.9
4	98.5	101.4
5	100.4	105.5
6,3	111.2	110.6
8	111.2	114.2
10	104.1	105.5
12,5	91.6	91
16	88.4	93.9
20	90.1	87.1
25	80.9	71.5
31,5	89.7	79.4
40	85.5	77
50	102.9	83
63	86.4	72.7
80	96.4	74.2
100	98	81.6
125	92.1	95.6
160	111.7	102.1

Согласно данных Таблицы 2 построена спектрограмма уровня вибрации в расчетных точках автогрейдера в 1/3-октавных полосах частот

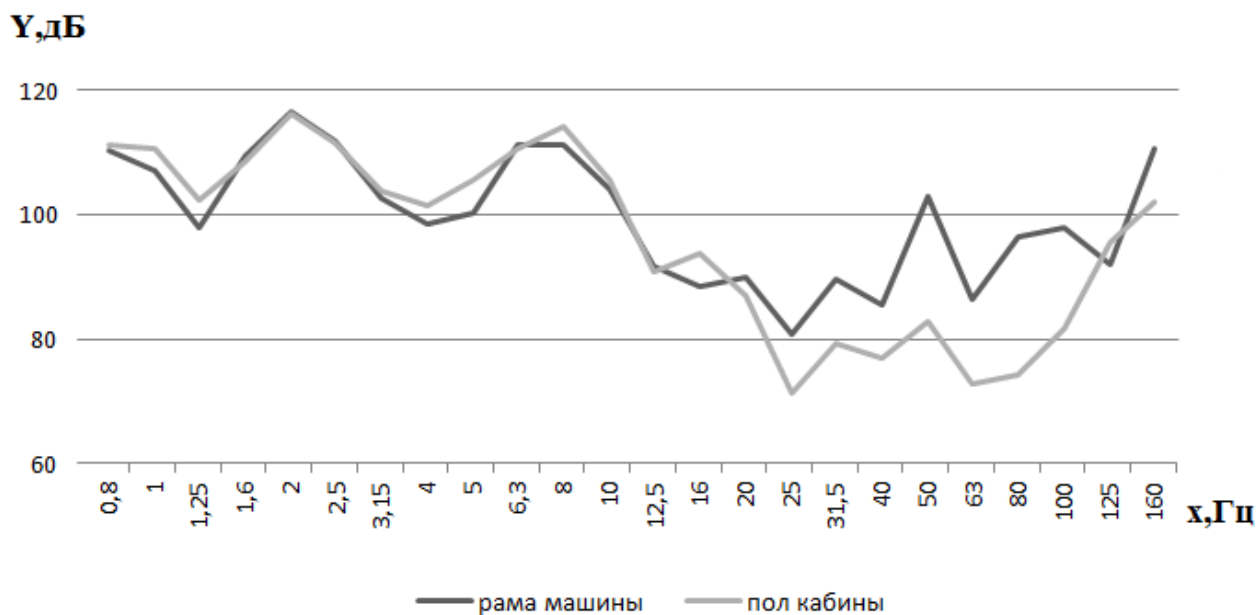


Рис.2. Спектры уровня вибрации в 1/3 - октавных полосах частот в расчетных точках автогрейдера:
1 - рама машины под кабиной, 2 – пол кабины у виброизолятора

Анализируя спектры уровня виброускорения в октавных и 1/3 - октавных полосах частот (Рис 1,2) необходимо отметить, что в диапазоне частот -20 и 124 Гц уровни виброускорений рамы и пола кабины различаются крайне незначительно, что говорит о недостаточной виброизоляции кабины на этих частотах.

Измерения шума в кабине автогрейдера прибором ОКТАВА-101АМ

В ходе испытаний по измерению уровня шума была получена временная форма изменения уровня звукового давления (УЗД) (Рис.3).

Вертикальные курсоры выделяют диапазон узкополосного анализа.

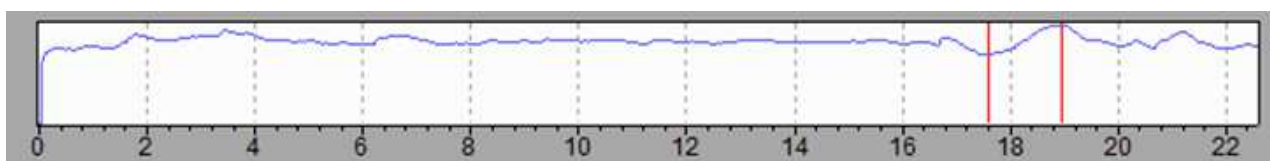


Рис.3. Временная форма изменения УЗД в кабине автогрейдера

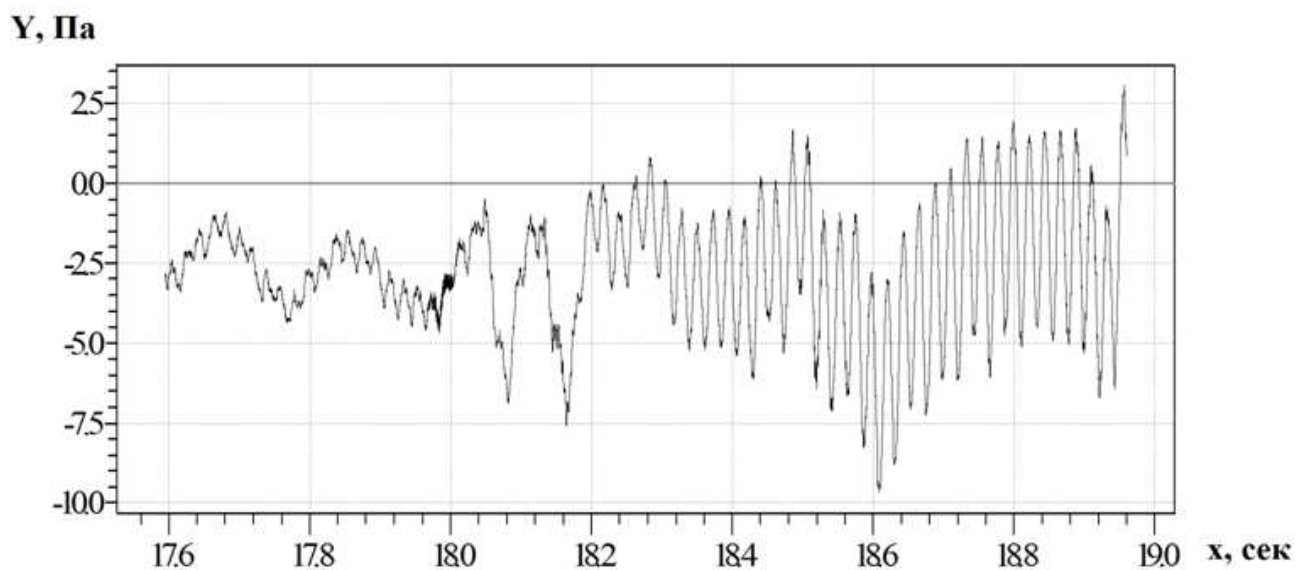


Рис.4. Детальная временная форма шума в кабине автогрейдера

Переход временной формы шума к спектру УЗД в принятом интервале осуществляется с использованием преобразования Фурье и специальной программы для ЭВМ.

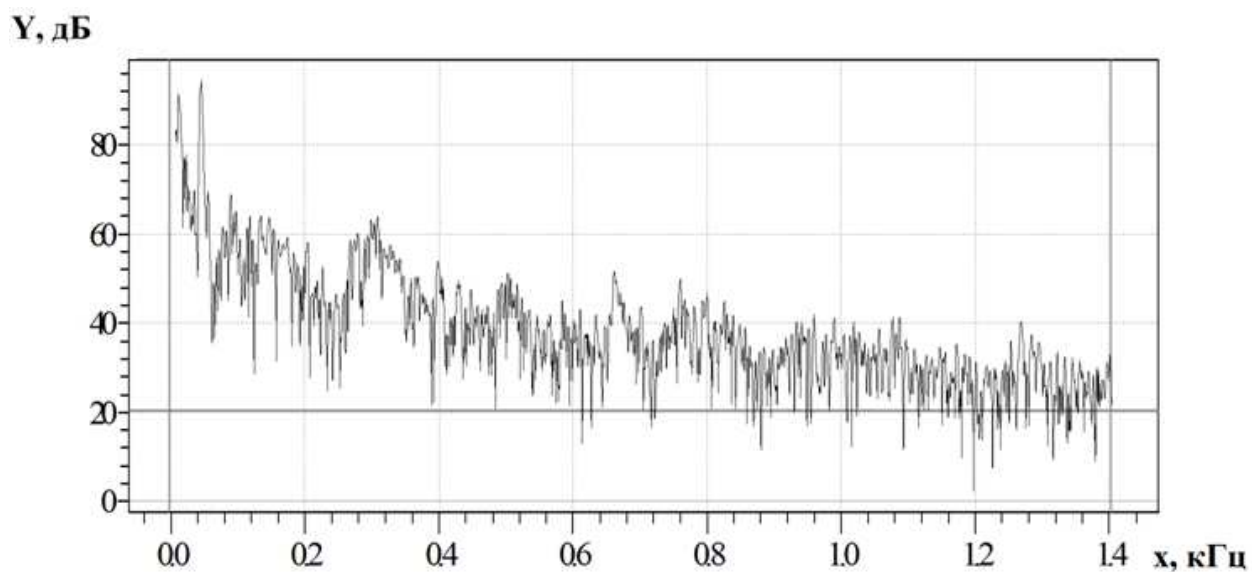


Рис. 5. Узкополосный спектр УЗД в диапазоне до 1400 Гц

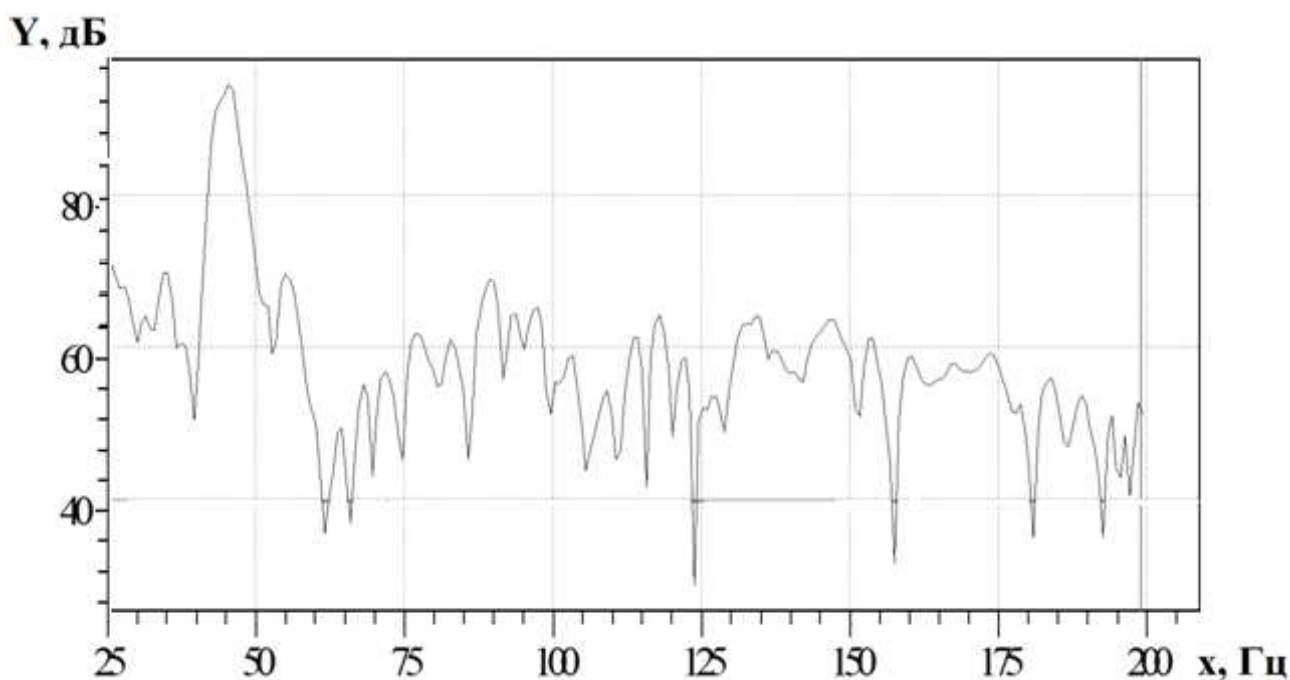


Рис. 6. Узкополосный спектр УЗД в диапазоне до 200 Гц

Анализ спектров УЗД в кабине автогрейдера показывает, что наибольший шум имеет место на частоте 45 Гц и составляет 97 дБ.

Характерные частоты излучения виброакустической энергии различными узлами и агрегатами определяются по известным формулам. На основании сопоставления расчетов и анализа узкополосного спектра УЗД было определено, что основным источником виброакустической энергии в кабине автогрейдера являются ДВС, коробка передач и карданные передачи.

Вывод

В кабине автогрейдера наблюдается незначительное превышение нормы шума и вибрации. Основным источником виброакустической энергии является ДВС. Для снижения их уровня целесообразно применить более эффективные звукопоглощающие панели внутри кабины для снижения влияния воздушного шума, а так же виброизоляторы с изменяемой жесткостью, устанавливаемые между рамой и полом кабины, для снижения уровня вибрации и структурного шума.

Библиографический список

1. Иванов Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах / Н.И. Иванов. - М.: Транспорт, 1987. - 223. с.
2. Филиппов В.И. Охрана труда при эксплуатации строительных машин / В.И. Филиппов. - М.: Высшая школа, 1984. - 247 с.
3. Устинов Ю.Ф., (Полевин Л.Е., Балака Г.А., Аржаев Г.А., Василенко А.В.) Кинематические соотношения при качении колеса по плоскодеформирующейся опорной поверхности. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 165-174.
4. Устинов Ю.Ф., Ханкин Е.И., Щиенко А.Н. Математическая модель кривошипно-ползунного механизма с учетом влияния упругой деформации шатуна. Научный вестник Во-

ронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 189-194.

5. Устинов Ю.Ф., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И. Виброакустические характеристики автогрейдера с колесной формулой 1×3×3. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. №1. С. 181-188.

6. Ю.Ф. Устинов, В.А. Жулай, Л.Х. Шарипов, Д.И. Чернышев, Д.Н. Гольцов. Результаты виброакустических исследований автогрейдера класса 250. Механизация строительства. 2014. №2. С. 32-37.

7. Жулай В.А., Авдеев В.П. Обоснование режимов виброакустического диагностирования зубчатых передач строительных и дорожных машин. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. №4. С. 171-176.

8. Жулай В.А., Тюнин В.Л., Малофеев А.В., Пошвин А.И. Анализ мощностного баланса землеройно-транспортных машин. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. №1. С. 296-299.

References

1. Ivanov N.I. The fight against noise and vibration on track and construction vehicles/ N.I. Ivanov . Moscow, 1987, 223 pp.

2. Filipov V.I. Labor safety in the operation of construction machines/ V.I. Filipov. Moscow, 1984, 247 pp.

3. Ustinov Ů.F., (Polevin L.E, Balak G.A, Arzhaev G.A, Vasilenko A.V.) Kinematic relations while rolling the wheel on plastoceridae support surface. Scientific Herald Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2013. №1. 165-174 pp.

4. Ustinov Ů.F., Hankin E.I., Shienko A.N. Mathematical model-bar slider-crank mechanism with the influence of the elastic deformation of the rod. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering .Series: High technologies. Ecology. 2013. №1. 189-194 pp.

5. Ustinov Ů.F., Goltsov D.N., Chernyshev D.I. Vibroacoustic characteristics of the grader with the wheel formula 1 x 3 x 3. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2013. №1. 181-188 pp.

6. Ustinov Ů.F., Zhulai V.A., Sharipov L.H., Chernyshev D.I., Goltsov D.N. The results of vibroacoustic investigations motor grader class 250. Mechanization of construction. 2013. 2014. №2. 32-37 pp.

7. Zhulai V.A., Avdeev V.P. Justification modes vibroacoustic diagnostics gears of building and road machines. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2010. №4. 171-176 pp.

8. Zhulai V.A., Tunin V.A., Malofeyev A.V., Poshvin A.I. Analysis-power balance of earth-moving machines. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2012. №1. С. 296-299.