

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Серия
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.
ЭКОЛОГИЯ»

Воронеж 2016

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.,
Мищенко В.Я., д-р техн. 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, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

<i>А.Н. Гойкалов, Н.В. Казеннова А.А. Сотников.</i> Экономическая эффективность инвестиции в повышение теплозащиты зданий.....	8
<i>Л.В. Кузнецова.</i> Оценка прогнозируемого при чрезвычайных ситуациях ущерба при повышении пассивной защиты строительных конструкций.....	12
<i>М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко.</i> Требования к безопасности труда и пожаровзрывобезопасность при эксплуатации асфальтобетонных заводов	16
<i>С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин.</i> Обеспечение безопасности труда при погрузочно-разгрузочных работах	22
<i>С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Я. Манохин, М.В. Манохин.</i> Безопасность труда при эксплуатации машин и оборудования на асфальтобетонных и цементобетонных заводах.....	28
<i>И.А. Сухорукова.</i> Снижение уровня шума на приаэродромных территориях с помощью естественных и искусственных препятствий.....	34
<i>О.С. Тамонова, Т.В. Щукина, А.П. Зверков, С.Н. Кочеткова.</i> Влияние транспортных потоков на экологию среды на примере города Воронежа	38

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

<i>В.В. Гасилов, И.В. Крючкова.</i> Применение проектов общественно-частного партнерства при утилизации отходов строительной отрасли	44
<i>А.Е. Грошев, М.И. Беляков.</i> Анализ конструктивного решения трехслойных наружных стен.....	47
<i>Л.И. Гулак, А.А. Жабина.</i> Сравнение плоскостных большепролетных конструкций перекрытий зальных помещений.....	52
<i>Л.И. Гулак, К.А. Панурина.</i> Анализ зарубежного опыта индивидуального малоэтажного строительства и возможность развития в России.....	56
<i>Р.Н. Зорин, С.Н. Бирюкова.</i> Техничко-экономический анализ конструктивных решений наружных ограждающих конструкций в каркасно-монолитном домостроении.....	59
<i>П.И. Калугин, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор.</i> Процессы в грунтах оснований длительно эксплуатируемых зданий	62
<i>Т.В. Макарова, О.С. Петрова.</i> Сравнительный анализ конструктивных решений наружных стен при реконструкции гостиниц.....	67
<i>Н.Г. Назаренко.</i> Расчет висячего пространственного покрытия путем приведения его к плоской расчетной схеме с поперечными балками эквивалентной жесткости.....	72
<i>Вл.П. Подольский, В.Л. Тюнин, Е.Б. Тюков.</i> Комплексная методика обследования конструкции нежесткой дорожной одежды	75
<i>Ю.Б. Потапов, А.Э. Поликутин, А.В. Левченко, П.А. Зябухин.</i> К исследованию прочности и трещиностойкости наклонных сечений изгибаемых элементов из армофиброкаутона прямоугольного профиля	81
<i>Л.П. Салогуб, Д.И. Кузина.</i> К вопросу проектирования крытых малых ледовых арен.....	89
<i>Л.П. Салогуб, И.Ю. Черкасова.</i> Отечественный исторический опыт возведения мобильных зданий в труднодоступных районах	93

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<i>М.В. Агеенко, В.А. Провоторов, В.В. Власов.</i> Применение вакуумных порошковых теплоизоляционных панелей в кирпичных многослойных стенах.....	96
<i>А.В. Акопян, Е.Ю. Семенова, Т.В. Щукина.</i> Гелиотермообработка строительных изделий с исследованием качества получаемой продукции.....	101
<i>Т.В. Богатова, А.И. Двойцына.</i> Утеплитель 21 века.....	108
<i>Л.И. Гулак, С.Н. Бубнович.</i> Теплоизоляция мансарды.....	110
<i>С.Н. Золотухин, О.Б. Кукина, А.А. Абраменко, Е.А. Савенкова, Е.А. Соловьева, К.К. Новикова.</i> Бесцементные безобжиговые строительные материалы с использованием фосфогипса.....	115
<i>Ф.М. Савченко, К.П. Нагаева.</i> Анализ современных кровельных материалов для скатных крыш.....	122
<i>А.В. Уколова, С.С. Лисунов, А.Е. Турченко.</i> Исследование влияния минеральных добавок на стабильность прочностных свойств шлакощелочного вяжущего.....	126
<i>Н.А. Ходосова, К.А. Пряженцева, С.А. Зотова.</i> Оценка сорбционной способности природных и кислотноактивированных алюмосиликатов различной структуры.....	130

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Т.В. Богатова, Е.С. Вавакина.</i> Исследование применения светопрозрачных покрытий над плавательными бассейнами.....	137
---	-----

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

<i>В.Ф. Бабкин, Е.В. Дроздов, Е.А. Завалина.</i> Сравнительное исследование эффективности применения симметричных и асимметричных гибких бетонных матов для защиты подводных переходов трубопроводов через водные преграды.....	141
<i>Х.М.Ч. Нгуен, Д.Х. Лэ, Х.К. Нгуен.</i> Оценка изменения потока подземных вод моделированием.....	147
<i>В.И. Щербаков, З. Аль-Амри.</i> Оценка запасов и ресурсов подземных вод в Ираке.....	152
<i>В.И. Щербаков, Б.М. Кулмедов.</i> Спорный гидроузел на реке Вахш: Рогунская ГЭС.....	156
<i>В.И. Щербаков, Х.К. Нгуен, В.Ш. Нгуен, Н.Т. Нгуен, Х.М.Ч. Нгуен.</i> Проблемы водоснабжения г. Хошимин и пути их решения.....	160
<i>Т.В. Щукина, С.А. Антипов, Н.В. Кузнецова, А.А. Прокопенко.</i> Индивидуальные теплогенерирующие установки: возможности и перспективы выбора.....	165

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>М.В. Агеенко, Е.М. Глазкова.</i> К вопросу о применении энергосберегающих технологий при проектировании и строительстве гостиниц.....	169
<i>М.В. Агеенко, П.А. Сальков.</i> Вопросы поиска и формирования мероприятий по энергосбережению гражданских зданий полуострова Крым.....	174
<i>Т.В. Макарова, Е.А. Малиенко.</i> Сравнение вариантов объемно-пространственных конфигураций зданий с целью обеспечения минимальных теплопотерь.....	178
<i>М.Ф. Макеев, К.О. Орехова.</i> Энергетическая эффективность здания. Пути снижения теплопотерь.....	185

<i>Ф.М. Савченко, Е.Е. Прокишиц.</i> Методы повышения энергоэффективности при проектировании гостиниц.....	188
<i>Ф.М. Савченко, Э.Е. Семенова, Е.А. Чумикова.</i> Анализ применения энергоэффективных материалов и систем в конструктивном решении стен зданий.....	191

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко.</i> Развитие промышленного предприятия в современных условиях экологизации производства.....	195
<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко.</i> Экологическая безопасность как главный фактор устойчивого (антикризисного) развития хозяйствующих субъектов.....	200
<i>Э.Е. Семенова, Н.П. Артамонов.</i> Применение энергосберегающих технологий при реконструкции торговых центров.....	205

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

<i>Ю.М. Бузин, Е.В. Коростелин.</i> Кинематика рабочего оборудования прямого копания одноковшового гидравлического экскаватора.....	208
<i>В.Н. Геращенко, В.Ю. Бруданин.</i> Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность работы.....	212
<i>В.Н. Геращенко, С.Н. Бучнев.</i> Исследование ходового оборудования гидравлического экскаватора 5-ой размерной группы и влияние его на эффективность работы.....	215
<i>В.Н. Геращенко, Н.А. Деев.</i> Модернизация гидравлического устройства для автоматического натяжения гусеничной цепи транспортного средства.....	218
<i>В.Н. Геращенко, А.А. Дырдин.</i> Исследование рабочего оборудования гидравлического экскаватора 5-ой размерной группы.....	222
<i>М.Д. Гончаров.</i> Базисные функции для исследования собственных поперечных колебаний автономного вала шпинделя забойного двигателя.....	225
<i>Р.А. Жилин, В.А. Нилов, А.В. Демидов.</i> Повышение эффективности конструкции наклонно-поворотного механизма.....	229
<i>В.А. Жулай, В.А. Нилов, Е.В. Кожаскин.</i> Основы научных и экспериментальных исследований.....	235
<i>В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, К.Дж. Кабея.</i> Сменное рабочее оборудование для сноса зданий к экскаватору 5 размерной группы.....	239
<i>В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, А.В. Митяев, Н.В. Шевченко.</i> Применение модуля АРМ beam для расчёта и проектирования балочных конструкций.....	243
<i>Н.П. Куприн, Д.Н. Дегтев, Н.А. Деев.</i> Требования стандартов евро и направления технического совершенствования дизельных двигателей.....	248
<i>С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, С.В. Душкин, С.А. Иванов.</i> Результаты исследований звукопоглощающих материалов.....	258
<i>В.А. Нилов, Р.Н. Веремеев.</i> Модернизация ножевой системы скрепера.....	267
<i>В.А. Нилов, Н.А. Серебрянников, Е.В. Федоров.</i> Модернизация конструкции прицепного устройства скрепера.....	270
<i>А.С. Орлов, А.С. Померанцев, С.В. Сизинцев.</i> Индукционная установка для высокочастотного нагрева.....	274
<i>В.И. Прядкин, М.В. Прядкин.</i> Интеллектуальное мобильное средство химизации.....	278
<i>В.Г. Рычаков, П.А. Агеев.</i> Совершенствование системы управления отвалом автогрейдера.....	281
<i>Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дёгтев, А.В. Ульянов, А.С. Гуцин, В.Н. Карташов.</i> Контейнер для вибрационной обработки деталей.....	286

<i>Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дёгтев, А.В. Ульянов, Д.Ю. Шилинков, В.Н. Фролов.</i> Универсальные приспособления для крепления деталей при их вибрационной обработке.....	290
<i>Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, С.Б. Князев, В.А. Потапов, А.А. Кравченко, А.Ю. Харламов, А.В. Дрозд.</i> Структурный анализ приспособления для исследования свойств эластомеров	294
<i>Ю.Ф. Устинов, А.В. Наумкин.</i> Повышение конкурентоспособности транспортно-технологических машин	301
<i>Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко.</i> Динамический анализ механизма с учетом моментов сил сопротивления.....	306
<i>Л.Х. Шарипов.</i> Оборудование автогрейдера для повышения сцепных качеств шин с грунтом.....	310

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

<i>Т.В. Богатова, А.В. Белохорт.</i> Расчет термического сопротивления стеклопакета с воздушной прослойкой.....	314
<i>А.Н. Гойкалов, С.Ю. Пакуш.</i> Исследование способов использования пассивной солнечной энергии в архитектуре	317
<i>В.А. Муравьев, А.А. Кравченко, А.А. Колтаков.</i> Устройство для определения динамических характеристик эластомеров	322
<i>В.А. Муравьев, А.А. Кравченко.</i> Звукопоглощающая панель	329
<i>И.А. Фролов, С.А. Зотова, Е.А. Пряженцева.</i> Устройство для определения динамических характеристик эластомеров.....	335

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 622.24

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры про-
ектирования зданий и сооружений
А.Н. Гойкалов;*

*Магистр кафедры проектирования зда-
ний и сооружений Н.В. Казеннова*

*Магистр кафедры проектирования зда-
ний и сооружений А.А. Сотников*

Россия, г. Липецк, тел. 8(910)2550137

e-mail: sotnikov-s@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 N.V. Kazennova*

*Master of the department of building design
and structures A.A. Sotnikov*

Lipetsk, Russia, tel. 8 (910) 2550137

e-mail: sotnikov-s@mail.ru

А.Н. Гойкалов, Н.В. Казеннова А.А. Сотников

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИИ В ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

Россию от других стран отличает многообразие климатических поясов, огромные запасы природных богатств, сложившиеся традиции системы энергообеспечения и множество других особенностей. Однако, нашей стране в настоящее время требуются инновационные подходы и новые программы энергосберегающих мероприятий, которые помогут эффективно экономить те самые природные богатства и финансовые средства населения. Энергетическая эффективность в жилищном строительстве является комплексной характеристикой, оценивающей потребление не одного, а нескольких видов энергии. Нельзя считать энергоэффективным здание, в котором в результате проведения ряда мероприятий снижено потребление тепловой энергии, но на такую же величину повышено потребление электрической энергии.

Ключевые слова: энергоэффективность, ограждающие конструкции, здания.

A.N. Goykalov, N.V. Kazennova, A.A. Sotnikov

ECONOMIC EFFICIENCY OF INVESTMENT IN IMPROVING THE THERMAL PROTECTION OF CAPITAL CONSTRUCTION

Russia is a unique country. It's distinguished from other countries by variety of climatic zones, great reserves of natural resources, the established traditions of power supply system and many other features. Nevertheless, our country now requires innovative approaches and new program of energy efficiency measures that will help to save effectively those natural resources and funds of the population. Energy efficiency in housing is a complex characteristic that evaluates the consumption of not one but several types of energy. It is impossible to consider energy-efficient building, which decreased heat consumption as a result of certain events at the same amount increased consumption of electric energy.

Keywords: energy efficiency, the protecting designs, buildings.

Экономическая эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия находится в прямой зависимости от стоимости энергии: чем выше стоимость энергии, тем быстрее окупаются технические решения, позволяющие снижать энергопотребление зданий.

Повышение энергетической эффективности объектов капитального строительства - это комплексная задача, основанная на поиске эффективных решений по сокращению тепловых потерь на всех этапах их возникновения, конкретные мероприятия которые будут экономически обоснованы, так как тепловые потери здания определяются: наружными стенами, инженерными коммуникациями, заполнением оконных проемов, системой вентиляции и прочими элементами. Попытки сузить задачу только до сокращения тепловых потерь путем повышения сопротивления теплопередаче наружных стен - тупиковое направление. В данном случае необходим комплексный подход.

Учитывая вышеизложенное, рассмотрим типичный пример. Производя утепление фасада, замену оконных блоков на блоки с энергосберегающими стеклопакетами, можно ожидать существенного сокращения потребления тепловой энергии здания. Однако, как показывает практика, зачастую потребление не только не сокращается, но значительно увеличивается, поскольку поступающее количество тепловой энергии становится избыточным, и жители вынуждены утилизировать эти излишки посредством открывания окон.

Во избежание такой ситуации, для обеспечения комфортных санитарно-гигиенических параметров проживания, перед выполнением энергосберегающих мероприятий необходим перерасчет всей системы отопления здания, учитывающий изменение тепловой нагрузки, и, как следствие, замена ее элементов, а также установление устройств ограничения поступления избыточного ресурса на вводе.

Стоимость этих дополнительных мероприятий так же должна учитываться при определении окупаемости энергосберегающих мероприятий за счет стоимости сэкономленной энергии. Стремление к высокой энергоэффективности должно быть ограничено эффективностью экономической.

Уровень потребления тепловой энергии зданием определяется разностью температур внутреннего и наружного воздуха. Если в странах Европы для расчетов уровня потребления принимается температура наружного воздуха чуть ниже 0°C , то для России диапазон температур очень широк (например, для Якутска -64°C). Если принимать за основу европейские уровни удельного потребления энергетических ресурсов, то в каждом регионе их достижение будет требовать гораздо больших экономических затрат, чем в европейских странах. В большинстве регионов эти затраты будут просто не окупаемы за счет стоимости сэкономленных энергетических ресурсов.

Что мы получим, если будем безгранично увеличивать сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций, учитывая, что климат в России не однороден? На рисунке приведены графики зависимости от региона.

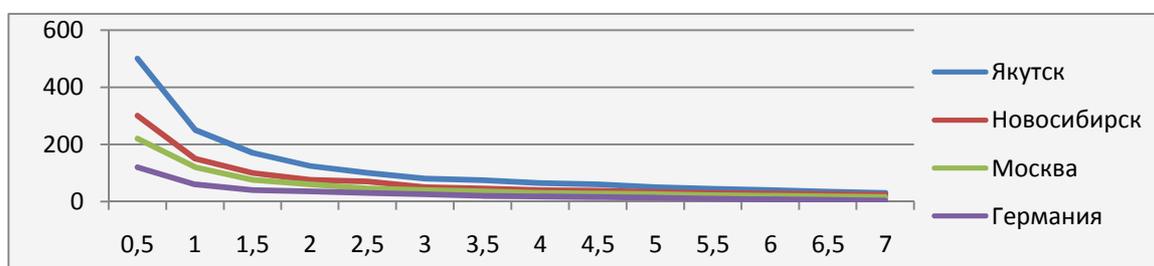


Рис. Зависимость тепловых потерь от приведенного сопротивления теплопередачи

Из графиков видно, что эта зависимость нелинейная: чем холоднее регион, тем более толстым, а, следовательно, и более дорогим, должен быть теплоизоляционный слой для экономии одинакового количества теплой энергии. Значит, для каждого региона стоимость сэ-

кономленного киловатта будет разная, разной будет и та грань, за которой увеличение толщины теплоизоляционного слоя перестанет себя окупать за счет сэкономленной энергии [1].

Также в нижеуказанной таблице показана экономия тепловой энергии в зависимости от изменения приведенного сопротивления теплопередаче. Если для условий Москвы при увеличении приведенного сопротивления теплопередаче с 2 до 3 м⁰ С/Вт экономия составит 18 кВт, (увеличение толщины слоя 50 мм), то еще те же 18 кВт экономии мы получим при увеличении приведенного сопротивления теплопередаче с 3 до 6 м⁰ С/Вт. При этом теплоизоляционный слой необходимо увеличить дополнительно еще на 150 мм. Окупит ли стоимость сэкономленных 18 кВт стоимость работ и традиционных материалов, потраченных на это мероприятие, и за какое время – нужно считать для каждого конкретного случая. Ясно одно: если окупаемость и будет, то в очень большие сроки [2].

Таблица

Изменение тепловых потерь при изменении приведенного сопротивления теплопередаче

Изменение R _{0пр}	Сокращение тепловых потерь			
	Германия	Москва	Новосибирск	Якутск
0,5-1	53	107	149	247
1-2	26	53	75	124
2-3	9	18	25	41
3-4	4	9	12	21
4-5	3	5	7	12
5-6	2	4	5	8
6-7	1	3	4	6

Также из таблицы видно, что максимальный эффект экономии тепловой энергии достигается при увеличении сопротивления теплопередаче с 0,5 до 1. Светопрозрачные конструкции занимают примерно третью часть фасада, но тепловые потери через них составляют те же 25% общего количества. Если увеличить сопротивление теплопередачи светопрозрачных конструкций посредством применения низкоэмиссионного стекла до 1, то эффект будет более значим, нежели безмерное увеличение толщины стены. При этом стоимость 1м² светопрозрачной конструкции увеличится незначительно. Естественно, что срок окупаемости этого мероприятия очень короток [3].

Тепловые потери от 1 м неизолированной трубы диаметром 100 мм отопительной системы сравнимы с тепловыми потерями 10м² ограждающей конструкции. Стоимость работ по утеплению этой трубы невелика. Понятно, что окупаемость такого мероприятия почти мгновенная. Интересно, что градус обсуждения необходимости замены светопрозрачных конструкций на более эффективные, гораздо ниже, чем обсуждение проблемы утепления фасадов, а полемики о необходимости тщательной инспекции качества тепловой изоляции трубопроводов и тепловых вводов перед началом отопительного сезона не наблюдается вовсе [4].

Самая большая доля тепловых потерь приходится на систему вентиляции. Решение этой задачи лежит в плоскости применения технических устройств, целесообразность выбора которых должна определяться тем же принципом окупаемости за счет сэкономленной тепловой энергии.

Выводы

1. Для каждого региона России необходимо устанавливать свои, экономически обоснованные уровни удельного потребления энергетических ресурсов. Принятие для всей России европейских норм потребления экономически не целесообразно.

2. Выполнение тех или иных энергосберегающих мероприятий имеет смысл только тогда, когда они экономически обоснованы для конечного потребителя, то есть окупаются за

счет сэкономленного энергетического ресурса в приемлемые сроки. Это положение справедливо и для энергосберегающих мероприятий по оборудованию зданий техническими средствами, предназначенными для экономии энергетических ресурсов.

Библиографический список

1. Гагарин В. Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // АВОК. – 2009. – №№1–3, 15с.
2. Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2005., 233с.
3. Авдеев Г.К. Тепловая эффективность наружных стеновых панелей. В кн.: Тепловая эффективность наружных ограждающих конструкций. М., МНИИТЭП, 1988, с.9.
4. Чиненков Ю.В., Король Е.А. Результаты испытаний трехслойных железобетонных ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона // Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе. Труды годового собрания РААСН. Москва-Казань, 2003, 162с.

References

1. Gagarin VG Methods of economic analysis improve thermal protection of protecting designs of buildings // AVOK. - 2009. - №№1-3, 15с.
2. Dmitriev AN, Kovalev I., Tabunschikov Yu, Shilkin NV Guide to assess the economic efficiency of investments in energy saving measures. - M.: Avoca PRESS, 2005, 233s.
3. Avdeev G. K. Thermal efficiency of external wall panels. In book: Thermal efficiency of the external protecting designs. M, MNIITEP, 1988, page 9.
4. Chinenkov Yu.V., the King E.A. Rezultaty of tests of the three-layer ferroconcrete protecting designs with a heat-insulation layer from polysterene concrete//Resource-and energy saving as motivation of creativity in architectural and construction process. Works of year meeting of RAACN. Moscow-Kazan, 2003, 162s.

*Воронежский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
младший инспектор Л.В. Кузнецова
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (920) 4-64-60-08
e-mail: Vittorea@yandex.ru.*

*The Voronezh institute of the Public fire service of the Ministry of the Russian Federation for civil defense to emergency situations and natural disaster response
junior inspector L.V. Kuznetcova
Russia, Voronezh, tel. +7 (920) 4-64-60-08
e-mail: Vittorea@yandex.ru.*

Л.В. Кузнецова

ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРУЕМОГО ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ УЩЕРБА ПРИ ПОВЫШЕНИИ ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассматривается возможность снижения ущерба при возникновении пожаров от повышения пассивной защиты строительных конструкций. Предложено проводить оценку достигаемого эффекта посредством коэффициента, учитывающего риски при опасности возникновения негативного события и его стихийного развития.

Ключевые слова: оценка ущерба после пожаров, пассивная защита строительных конструкций.

L.V. Kuznetcova

ASSESSMENT OF THE DAMAGE PREDICTED AT EMERGENCY SITUATIONS AT INCREASE OF PASSIVE PROTECTION OF BUILDING CONSTRUCTIONS

The possibility of decrease in damage at emergence of the fires from increase of passive protection of building constructions is considered. It is offered to carry out an assessment of the reached effect by means of the coefficient considering risks at danger of emergence of a negative event and its spontaneous development.

Keywords: damage assessment after the fires, passive protection of building constructions.

Согласно ГОСТ Р 22.10.01-2001 [1] под ущербом понимаются потери некоторого субъекта или группы субъектов, части или всех своих ценностей». Приказ МЧС России от 21.11.2008 г. №714 определяет порядок учета пожаров и последствий от них. В соответствии с приказом №714 в ущерб от пожаров включается убыток, нанесенный основным фондам, оборотным средствам, личному имуществу граждан, ценным бумагам.

П. 2 ст. 15 гражданского кодекса РФ гласит, что «под убытками понимаются расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которое это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено».

Все эти определения имеют ряд ограничений и не отражают полного понимания наносимого ущерба. Исходя из этого, следует считать, что потери понесенные владельцам пред-

приятия (компании), вследствие пожара, оцененные в денежном выражении, будут являться экономическим ущербом от пожара.

Экономический ущерб состоит из двух основных составляющих:

- прямой ущерб, который, в общем, может трактоваться как величина уменьшения наличного имущества вследствие непосредственного воздействия опасных факторов пожара и их сопутствующих проявлений, мер, принятых для спасения людей и материальных ценностей, для тушения пожара или для предотвращения его распространения, оцененная в деньгах;
- косвенный ущерб – это такие убытки, которые, как правило, связаны с последствиями пожара.

Прямой ущерб выражается в уничтожении (повреждении) имущества или его обесценении, в расходах собственника по спасению имущества и приведению его в порядок после пожара и, как правило, выступает как реально наблюдаемый первичный ущерб. Косвенный ущерб является следствием уничтожения (повреждения) имущества или невозможности его использования после пожара и выступает производным от прямого ущерба.

Указанные составляющие негативно влияют на эффективность производства, отражаются на объеме национального богатства, а главное на уровне материального благосостояния пострадавших. Эти потери возникают в результате простоев производственных объектов, перерывов в рабочих процессах, изменением графиков средств передвижения и других упущенных возможностей. При этом они так же учитывают потери связанные с отвлечением ресурсов для компенсации последствий, налаживания производственной деятельности, а также размер вреда, наносимого здоровью граждан и экологической обстановке, оцененные в деньгах. Косвенный ущерб в основном имеет опосредованный характер, но его размер часто превышает прямой ущерб.

В отечественной практике оценки «косвенный ущерб» иногда заменяют термином «дополнительный ущерб». Это объясняется тем, что данные неизбежные потери дополняют прямой ущерб. С этой точки зрения можно считать, что к косвенному ущербу следует отнести все те убытки, которые не относятся к прямому ущербу и выраженные денежной форме.

Правильное определение ущерба от пожара имеет большое практическое значение. На его основании можно экономически обосновать эффективность использования огнезащитных материалов позволяющих увеличить огнестойкость несущих и ограждающих конструкций противопожарных преград и многих других систем пожарной безопасности.

Рассмотрим возможность снижения экономического ущерба, в случае если в зданиях предусматривалась пассивная защита строительных конструкций [2, 3, 4, 5]. Так как при увеличении количества огнестойких ограждений вероятность интенсивного распространения пожара уменьшается, то общий ущерб следует определять с учетом этого фактора по формуле

$$U = R(U_{\Pi} + 3_U), \quad (1)$$

где U_{Π} – прямой экономический ущерб от утраты имущества балансовой стоимости C_B с учетом износа материалов и оборудования I , то есть $U_{\Pi} = C_B - I$ руб.; 3_U – затраты на ликвидацию ущерба, включающие расходы на восстановление полезной площади здания и требуемое оборудование для дальнейшей производственной деятельности, руб.; R – коэффициент, учитывающий риски при опасности возникновения негативного события и его стихийного развития, определяемый по предлагаемой формуле

$$R = 1 - K \frac{S_{REL}}{S_{ОБЩ}}, \quad (2)$$

где K – коэффициент пассивного усиления ограждений, учитывающий предел огнестойкости строительных конструкций REI и равный $K = REI/180$; S_{REI} – площадь ограждений, усиленных для пожарной безопасности, m^2 ; $S_{ОБЩ}$ – общая площадь поверхности ограждений, m^2 .

Так например, для офисного здания снижение ущерба от повышения пассивной защиты в соответствии с (1) будет иметь вид, представленный на рис.

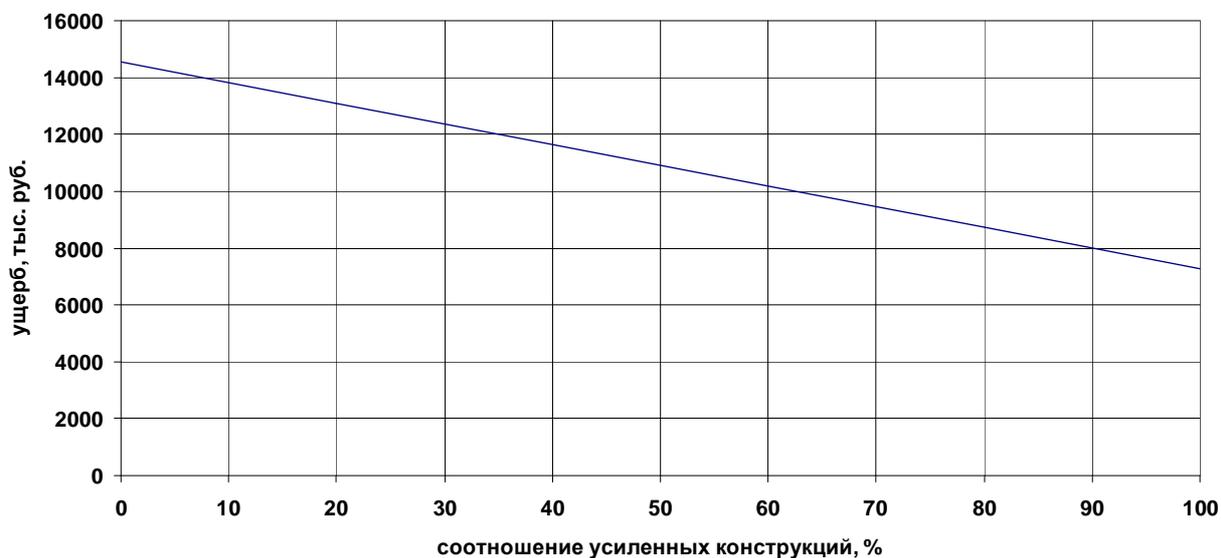


Рис. Прогнозируемое сокращение ущерба в случае возникновения пожара при пассивной защите строительных конструкций с достижением предела огнестойкости $REI 90$

При эксплуатации зданий с ограждающими конструкциями, имеющими предел огнестойкости $REI 90$, снижается риск распространения пожара при его возникновении по каким-либо причинам. При этом наносимый ущерб будет сокращен более чем в 2 раза при самом негативном развитии чрезвычайной ситуации.

Из приведенных результатов становится очевидным, что применение пассивных мер огнезащиты значительно снижают возможный экономический ущерб при наступлении ЧС.

В число возможных вариантов реализации мероприятия по повышению пожарной безопасности объектов на этапе технико-экономического обоснования отбираются те, которые отвечают техническим требованиям и ограничениям социального характера. В число рассматриваемых вариантов включаются решения с наилучшими технико-экономическими показателями, которые превосходят или соответствуют лучшим мировым и отечественным достижениям. При этом должны учитываться возможности закупки техники за рубежом, организации собственного производства на основе приобретения лицензий или совместного производства с зарубежными партнерами. Лучшим признается вариант мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, который имеет наибольшее значение экономического эффекта либо при условии тождества предотвращаемых потерь характеризуется минимальными затратами на его обеспечение. И в этих случаях следует проводить оценку принятых решений методом расчета экономической эффективности систем пожарной безопасности.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 22.10.01-2001 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Оценка ущерба. Термины и определения». М., ИПК Издательство стандартов, 2001, 8 с.

2. Федоров В.С. Основы обеспечения пожарной безопасности. М., Издательство АСВ, 2004, 176 с.
3. Рубинов М.М. Современные огнезащитные материалы - надежная пожаробезопасность строительных объектов// Пожарная безопасность в строительстве, 2006, №4, с.51-55.
4. Кузнецова Л.В. К вопросу о комплексной защите строительных конструкций// Научно технический журнал Вестник МГСУ, 2011, № 7, с. 181-186.
5. Kuznetcova L.V. Influenza di impatto fuoco estrema sul recinto con isolamento termico// Italian Science Review. 2014; November, 11(20), p. 51-55.

References

1. STST P 22.10.01-2001 "Safety in emergency situations. Damage assessment. Terms and definitions". М, ИПК Standards Publishing House, 2001, 8 p.
2. Fedorov V. S. Bases of ensuring fire safety. М, Publishing house of association of construction higher education institutions, 2004, 176 p.
3. Rubies M.M. Modern fireproof materials - reliable fire safety of construction objects//Fire safety in construction, 2006, No. 4, p. 51-55.
4. Kuznetsova L.V. To a question of complex protection of building constructions//Scientifically technical journal MGSU Bulletin, 2011, No. 7, p. 181-186.
5. Kuznetcova L.V. Influenza di impatto fuoco estrema sul recinto con isolamento termico// Italian Science Review. 2014; November, 11(20), p. 51-55.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Ассистент кафедры пожарной и промышленной безопасности*

М.В. Манохин,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: fellfrostqtw@gmail.com

Д.т.н. проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности

В.Я. Манохин,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: manohinprof@mail.ru

Канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности

С.А. Сазонова,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Канд. техн. наук, профессор кафедры пожарной и промышленной безопасности

С.Д. Николенко,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Assistant of Department of Fire
and Industrial Safety*

M.V. Manohin,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: fellfrostqtw@gmail.com

*D.t.s. prof. of Department of Fire
and Industrial Safety*

V.Ya. Manohin,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: manohinprof@mail.ru

Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Department of Fire and Industrial Safety

S.A. Sazonova,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Ph. D. in Engineering, Prof. of Department of Fire and Industrial Safety

S.D. Nikolenko,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru

М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко

ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ

Рассмотрены основные положения техники безопасности при эксплуатации асфальтобетонных заводов. Особое внимание уделяется обеспечению пожаровзрывобезопасности. Оценка условий труда на рассматриваемых опасных и вредных производствах должна выполняться с учетом разработанных требований по технике безопасности.

Ключевые слова: безопасность труда, техника безопасности, пожаровзрывобезопасность, асфальтобетонные заводы.

M.V. Manohin, V.Ya. Manohin, S.A. Sazonova, S.D. Nikolenko

REQUIREMENTS FOR SAFETY AND FIRE AND EXPLOSION SAFETY IN THE OPERATION OF ASPHALT PLANT

The basic safety guidelines in the operation of asphalt plants. Particular attention is paid to fire and explosion. Assessment of working conditions at the considered hazardous and hazardous industries should be run based on developed governmental safety requirements.

Keywords: safety, safety equipment, fire and explosion safety, asphalt plants.

Рассмотрим основные положения техники безопасности и требования по обеспечению пожаровзрывобезопасности при эксплуатации асфальтобетонных заводов (АБЗ). Особенностью технологических процессов на АБЗ является наличие опасных и вредных производств, что особым образом учитывается при составлении требований к безопасности труда [1].

Пожароопасные места на АБЗ в соответствии с требованиями должны быть оборудованы щитами с противопожарным оборудованием, огнетушителями и ящиками с сухим песком. К пожароопасным местам относятся битумохранилища, битумоплавильные агрегаты, асфальтобетонные смесители, а так же склады топливно-смазочных материалов и поверхностно- активных добавок. Тушение при загорании топливно-смазочных материалов, поверхностно- активных добавок и битума необходимо производить песком и огнетушителями- пеногонами. При глушении источника огня рекомендуется применять брезент или кошму.

Между установками завода должны быть проходы и разрывы не менее трех метров, с целью обеспечения беспрепятственного подъезда пожарных машин в любое место на заводе. Сгораемые строения и сооружения и завода необходимо располагать не менее чем на 50 метров от потенциально пожароопасных мест. Битумный дозатор по массе всегда должен быть плотно закрыт крышкой для предохранения от разбрызгивания горячего битума. Так же необходимо иметь огнетушители- пеногоны на рабочих местах машинистов и форсунщиков.

При разжижении битума в качестве разжижителя используют лигроин, керосин или дизельное топливо. Процесс разжиживания битума должен проходить дневное время под руководством ответственного лица. Не ближе 30 метров от битумохранилища и битумоплавильного агрегата можно располагать оборудование для разжижения битума. Подогрев разжиженного битума необходимо осуществлять с помощью теплоносителей при температуре от 100 до 300°C. В горячий битум необходимо подавать разжижитель в массу битума, а не на его поверхность, для того, чтобы разжижитель не загорелся. Занятым разжижением битума рабочим, целесообразнее находиться от оборудования с наветренной стороны, а так же и применять индивидуальные средства защиты, такие как респираторы и очки.

Разрешается пускать в работу асфальтобетонный смеситель после: прозвучавшего предупредительного звукового сигнала; установления технической исправности машины, которую необходимо выявить с помощью тщательного внешнего осмотра; проверки на исправность узлов автоматики, проводки, механизмов; проверки наличия требуемого давления сжатого воздуха в системе пневмопривода; холостого опробования узлов и агрегатов смесителя; пробного пуска битумного насоса, предназначенного для подачи битум от битумоплавильного агрегата к смесителю и обратно; установки транспортного средства под погрузку на АБЗ, где отсутствует скопной бункер готовой смеси. При наличии скопного бункера проверяют вхолостую открытие и закрытие затвора бункера, работу скипового подъемника.

Розжиг и регулировка форсунки производятся форсунщиком, находящимся сбоку топки, в случае отсутствия автоматического розжига основной форсунки сушильного барабана. Запрещено стоять напротив форсунки во время розжига и ее работы. Работа сушильного барабана запрещается в случае неисправности топок, форсунок или газовых горелок. Должны быть оборудованы одно- или двухступенчатой системой пылеулавливания все сушильные барабаны асфальтобетонных смесителей.

Только после остывания внутренних частей сушильного барабана, горячего элеватора, грохота, горячего бункера, дозаторов по массе, мешалки, пылеулавливающего оборудования, а также скопного бункера готовой смеси, допускается проводить их осмотр и ремонт.

Магистральные теплопроводы для подачи жидкого топлива в форсунки битумоплавильных агрегатов должны быть расположены не ближе 2 метров от форсунок. Подводящие топливопроводы к каждой форсунке должны быть снабжены иметь самостоятельными кранами, расположенными в удобных для использования местах.

Запрещено перед началом работы применять открытый огонь при разогреве битумопроводов. При возгорании битума в котле битумоплавильного агрегата требуется плотно закрыть крышкой горловину котла и отключить форсунку.

Запрещается оставлять битумоплавильные агрегаты без присмотра при включенной электроэнергии, а так же пользоваться металлическими приспособлениями для замера или перемешивания битума в случае использования электроэнергии. Электронагреватели необходимо полностью погружать в битум. Разрешено обслуживание и ремонт элементов электронагревателей только в случае отсутствия в них тока. Необходимо заземлить все металлические нетокопроводящие элементы битумоплавильных агрегатов.

Очистку котлов битумоплавильных агрегатов должны выполнять два человека: один спускается вниз, а другой страхует его с помощью привязанной к предохранительному поясу веревки. Освещают внутренние детали котла с помощью переносной лампы напряжением не выше 12 В с взрывоопасным исполнением. В случае работы с поверхностно-активными веществами или активаторами всем сотрудникам необходимо проходить медицинский осмотр. Вводиться в битум могут поверхностно-активные вещества, содержащие воду, только при температуре ниже 950°С. Помещения, в которых приготавливают активированные асфальтобетонные смеси, необходимо оснащать приточно- вытяжной вентиляцией.

При попадании на кожу водо-растворимых поверхностно- активных добавок (катапин, катамин), их необходимо немедленно смыть сильной струей воды и вымыть нейтральным, не содержащим соду, мылом. Попавшие на кожу поверхностно-активные вещества высших алифатических аминов (диамин, БП-2, БП-3, эвазин и т.п.) необходимо сначала снять растворителями (керосин, бензин), а затем смыть водой с нейтральным мылом.

Анионоактивные поверхностно-активные вещества типа высших карбоновых кислот (госсиполовая смола, второй жировой гудрон, окисленные петролатум или рисайкл др.) необходимо удалять с поверхности кожи так же, как и высшие алифатические амины. Хлорное железо, попавшее на кожу работающего, необходимо смывать водой с нейтральным мылом, а поврежденные участки смазывать жиром.

Дополнительно к рассмотренным требованиям по обеспечению безопасности труда и пожаровзрывобезопасности на АБЗ необходимо учесть требования по соблюдению технологических схем [2]. Для комплексного обеспечения безопасности труда на АБЗ необходимо дополнительно учитывать возможные опасности производственного процесса при подаче газа, необходимого для подогрева асфальтобетона. Не герметичность трубопроводных систем подающих газ для технологического процесса, а так же возможные выбросы мазута, могут привести к авариям [3, 4, 5] с выбросами опасных веществ [6] и взрывами, при возникновении которых потребуются применять технологии проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ [7, 8]. Задачи технической диагностики и мониторинга технического состояния гидравлических систем реализуются на основе применения соответствующих математических моделей [9, 10].

Период эксплуатации АБЗ на большей части территории России определяется теплым периодом года, поэтому утилизация ТБО [11] проводится как правило в зимний период при реконструкции и профилактике асфальта - смесительных установок. Задача утилизации ТБО рассматривается, как правило, с экологическими задачами, например как в работах [12, 13, 14, 15]. Для оценки безопасности труда на производстве, потребуется комплексное решение целого ряда вспомогательных инженерных задач, таких как, например, задач обеспечения надежности [16, 17] инженерных систем и сооружений с учетом применяемых современных материалов [18, 19]. Комплексное решение рассмотренных задач с последующей оценкой результатов и принятием необходимых мер по улучшению условий труда и обеспечению безопасности труда [20] и пожарной безопасности [21, 22, 23] на вредных и опасных производствах является направлением дальнейших исследований.

Выводы

Сформулированы основные требования техники безопасности и пожаровзрывобезопасности при эксплуатации асфальтобетонных заводов. При оценке условий труда на рассматриваемых опасных и вредных производствах должны учитываться разработанные требования по технике безопасности и пожаровзрывобезопасности.

Библиографический список

1. Сазонова, С.А. Результаты вычислительного эксперимента по оценке условий труда операторов смесителей асфальтобетонных заводов / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин, В.Я. Манохин, Е.И. Головина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2016. - № 1 (12).
2. Николенко, С.Д. Особенности технологических схем приготовления фибробетона / С.Д. Николенко, А.Н. Ткаченко, Д.В. Федулов // В сборнике: Актуальные проблемы современного строительства материалы Международной научно-технической конференции. - Пенза, 2007. - С. 320-323.
3. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 440-448.
4. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.
5. Сазонова, С.А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. - Воронеж: ВГАСУ, 2015. - №1, - С. 138-147.
6. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.
7. Попов, В.А. Технология проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ / В.А. Попов, С.Д. Николенко. - Воронеж, 2010.
8. Николенко, С.Д. Использование средств индивидуальной защиты / С.Д. Николенко, В.А. Попов. - Воронеж, 2015.
9. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 – С. 45-46.
10. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2(21). - С. 33.
11. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 370-376.
12. Николенко, С.Д. К вопросу экологической безопасности автомобильных дорог / С.Д. Николенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2008. - № 1. - С. 141-145.
13. Николенко, С.Д. Влияние параметров автомобильных дорог на экологическую безопасность / С.Д. Николенко // В сборнике: Научно-методическое обеспечение создания военной

инфраструктуры вооруженных сил Российской Федерации. - Москва, 2009. - С. 229-236.

14. 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.

15. Жидко, Е.А. Анализ состояния атмосферы в регионе и социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды / Е.А. Жидко, В.С. Муштенко // В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й международной научно-практической конференции. - 2008. - С. 69-74.

16. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

17. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 E 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С.Д., Казаков Д.А., Михневич И.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.

18. Михневич, И.В. Использование заполнителей в быстровозводимых сооружениях на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, Д.А. Казаков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2015. - № 3 (39). - С. 39-45.

19. Михневич, И.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, А.В. Черемисин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.

20. Колотушкин, В.В. Безопасность жизнедеятельности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. - Воронеж: ВГАСУ, 2014. - 194 с.

21. Зайцев, А.М. Метод расчета прогрева многослойных конструкций путем приведения их к однослойной пластине на основе модифицированного уравнения нестационарной теплопроводности Фурье / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. - 2006. - Т. 15. - № 3. - С. 55-61.

22. Зайцев, А.М. Прогрев железобетонных конструкций при пожаре / А.М. Зайцев, А.В. Заряев // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1996. - № 6. - С. 9-12.

23. Зайцев, А.М. Аналитическое решение задачи прогрева теплоизолированных стальных конструкций при пожарах / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. - 2004. - Т. 13. - № 3. - С. 22-29.

References

1. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manohin M.V., Manohin V.Ja., Golovina E.I. Results of computational experiments assessment of safety of operators mixers asphalt plant. Simulation, optimization and information technology, N 1(12), 2016.

2. Nikolenko S.D., Tkachenko A.N., Fedulov D.V. Features of technological schemes of preparation of fiber-reinforced concrete. In: Actual problems of modern construction materials of the International scientific and technical conference, Penza, 2007, pp. 320-323.

3. Sazonova S.A., Manohin V.Ja., Manohin M.V., Nikolenko S.D. Mathematical modeling of backup heating system in emergency situations. Proceedings of the Kazan State Architectural University, 2015, N (34). - pp. 440-448.

4. Sazonova S.A. The development of remote detection method leaks in gas supply systems. Bulletin of Voronezh State Technical University, 2011, v. 7, N 11, pp. 119-121.

5. Sazonova S.A., Manohin V.Ja. Evaluation of reliability of gas supply systems in conducting computational experiments with ordinary fault line elements. Scientific Bulletin of Voronezh GASU. Series: High Technology. Ecology. - Voronezh: VGASU, 2015, N1, pp. 138-147.

6. Zolotarev V.L., Manohin V.Ja., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Predicting the impact of emissions emergency chemically hazardous substances on people and the environment with the implementation of programmnoy. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Series: High Technology. Ecology, 2015, N 1, pp. 8-16.
7. Popov V.A., Nikolenko S.D. Technology of the rescue and other emergency operations. Voronezh, 2010.
8. Nikolenko S.D., Popov V.A. The use of personal protective equipment. Voronezh, 2015.
9. Sazonova S.A. Valuation perturbed state of the heating system. Engineering Physics, 2010, N 3, pp. 45-46.
10. Zhidko E.A., Popova L.G. The concept of the system of mathematical modeling of information security. Internet magazine Naukovedenie, 2014, N 2(21), p. 33.
11. Manohin M.V., Manohin V.Ja., Sazonova S.A., Golovina E.I. Environmental factors and the rate of accumulation of solid waste. Proceedings of the Kazan State Architectural University, 2015, N4 (34), pp. 370-376.
12. Nikolenko S.D. On the issue of environmental safety of roads. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Series: Physical and chemical problems and high technology of building materials, 2008, N 1, pp. 141-145.
13. Nikolenko S.D. The impact of road parameters on environmental safety. In: Scientific and methodological support of the creation of the military infrastructure of the Russian armed forces., Moscow, 2009, pp. 229-236.
14. Zhidko E.A. Management of ecological and economic risks as the most important factor of effective activity of the enterprise. Occupational safety in the industry, 2011, N 3, pp. 57-62.
15. Zhidko E.A., Mushtenko V.S. Analysis of the state of the atmosphere in the region and the socio-economic consequences of environmental pollution. In: High technologies in ecology Proceedings of the 11th international scientific-practical conference, 2008, pp. 69-74.
16. Reliability of technical systems and technological risks: study. manual / Ed.: S.A. Sazonova, S.A. Kolodyazhny, E.A. Sushko. Voronezh, 2013. - 148 p.
17. Pat. Number 2415237 Russian Federation MPK7 E 04 G 11/04. Prefabricated building on the basis of pneumatic formwork / Nikolenko S.D., Kazakov D.A., Mihnevich I.V.; the applicant and the patentee GOU VPO VGASU. - № 2009139731/03; appl. 27.10.2009; publ. 27.03.2011, Bull. Number 9.
18. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Kazakov D.A. Using aggregates in prefabricated buildings on the basis of inflated formwork. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture, 2015, N 3(39), pp. 39-45.
19. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Cheremisin A.V. A comparative study of the characteristics of materials used in prefabricated buildings. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture, N1(41), 2016, pp 48-55.
20. Kolotushkin V.V., Nikolenko S.D. Health and safety in the construction and operation of buildings and structures. Voronezh, 2014. - 194 p.
21. Zajcev A.M. Метод расчета прогрева многослойных конструкций путем приведения их к многослойной пластине на основе модифицированного уравнения нестационарной теплопроводности Фурье. Fire and Explosion Safety, 2006, v. 15, N 3, pp. 55-61.
22. Zajcev A.M., Zarjaev A.V. Warming up of reinforced concrete structures in case of fire. Proceedings of the higher educational institutions. Building, 1996, N 6, pp. 9-12.
23. Zajcev A.M. Аналитическое решение задачи прогрева теплоизолированных стальных конструкций при пожарах. Fire and Explosion Safety, 2004, v. 13, N 3, pp. 22-29.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры пожарной и промышленной безопасности
С.Д. Николенко,
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00
e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru
Канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности
С.А. Сазонова,
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Д.т.н. проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности
В.Я. Манохин,
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00
e-mail: manohinprof@mail.ru
Ассистент кафедры пожарной и промышленной безопасности
М.В. Манохин,
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00
e-mail: fellfrostqtw@gmail.com*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. in Engineering, Prof. of Department of Fire and Industrial Safety
S.D. Nikolenko,
Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00
e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru
Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Department of Fire and Industrial Safety
S.A. Sazonova,
Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
D.t.s. prof. of Department of Fire and Industrial Safety
V.Ya. Manohin,
Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00
e-mail: manohinprof@mail.ru
Assistant of Department of Fire and Industrial Safety
M.V. Manohin,
Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00
e-mail: fellfrostqtw@gmail.com*

С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ

Рассматриваются основные положения техники безопасности на асфальтобетонных заводах. На основании соблюдения требований по технике безопасности обеспечивается требуемый уровень безопасности труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ на заводе.

Ключевые слова: безопасность труда, техника безопасности, погрузочно-разгрузочные работы, асфальтобетонные заводы.

S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.Ja. Manohin, M.V. Manohin

SAFETY AT WORK HANDLING

The basic safety guidelines to asphalt plants. On the basis of compliance with the safety requirements provided the required level of safety during the loading and unloading operations at the plant.

Keywords: safety, safety, handling, asphalt plants.

Рассмотрим основные положения техники безопасности, на основании соблюдения которых обеспечивается требуемый уровень безопасности труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ на асфальтобетонных заводах (АБЗ).

Все погрузочно-разгрузочные работы необходимо выполнять под руководством ответственного лица, назначенного приказом по АБЗ. Ответственное лицо за выполнение погрузочно-разгрузочных работ должно заранее определять потребность в машинах и оборудовании, а так же устанавливать последовательность выполнения операций, с помощью которых необходимо обеспечить безопасность работ. Во время производства работ требуется следить за правильностью при ведении операций по производству работ и необходимо проверять исправность оборудования и машин. В случае обнаружения неисправности погрузочно-разгрузочного оборудования и машин необходимо немедленно прекратить работу до выявления и устранения неисправности.

Цемент и минеральный порошок рекомендуется хранить в силосных банках, которые оборудованы пневматической системой подачи из вагона в силос и из вагона к смесителям, а так же к бетономешалкам. Силосные банки для хранения минерального порошка и цемента оборудуют сводообрушителями. Транспортирующее оборудование должно быть по обязательным требованиям герметичным.

Ремонтные работы или техническое обслуживание в силосных банках требуется осуществлять при помощи лебедки в специальной люльке. Работающие внутри силосной башни обязательно должны быть обеспечены респиратором. В случае спуска в силосную банку работающего, обязательно во главе со старшим должна быть назначена бригада, состоящая как минимум, чем из трех человек. В случае спуска рабочего на люльке внутрь силосной банки, требуется надевать предохранительный пояс, снабженный двумя страховочными веревками. При этом двое рабочих должны находиться на верхнем перекрытии и следить за безопасностью работающего в силосной банке, а в случае необходимости поднять его наверх с помощью страховочных веревок.

Используемые при погрузочно-разгрузочных работах транспортеры должны быть обеспечены сигнализацией, которую требуется заблокировать с пусковым устройством так, чтобы невозможно было его запустить без предварительной подачи сигнала. Устройство для аварийной остановки транспортера оборудуется по всей его длине. Рама транспортера заземляется. У транспортера должны быть борта с углом наклона, исключающим скатывание песка, щебня и других материалов вниз по ленте. При этом запрещается переполнять материалом ленты транспортера. Должны быть установлены специальные переходные мостики, имеющие сплошной настил и перила, служащие для перехода через транспортер.

Включение или отключение электродвигателя транспортера выполняет специально назначенное лицо. Запрещается забрасывать различные материалы между лентой и барабаном с целью устранения буксования транспортерной ленты, а также запрещается о при работающем транспортере очищать его ленту от налипшего песка. В случае прохождения транспортера над проходами или проездами, требуется установить прочные навесы под транспортерами. Необходимо иметь свободные проходы шириной не менее одного метра с обеих сторон в целях обслуживания и ремонта транспортера.

В случае использовании на погрузочно-разгрузочных работах цемента или минерального порошка оборудованных шнеков (винтовых конвейеров) потребуются принять меры против пыления. С этой целью в местах соединений необходимо установить резиновые прокладки. Так же при работе винтовых конвейеров требуется следить за тем, чтобы винт шнека не касался боковых стенок или торцов кожуха. Запрещается ходить по крышкам шнека. Используемые для перемещения бункерных вагонов с битумом или цементом лебедки требуется надежно закрепить.

В случае, если на разгрузочной площадке нет посторонних людей, разрешается выгружать щебень или песок из бортовых автомобилей или прицепных тележек. В случае открыва-

ния заднего борта автомобиля или прицепной тележки, требуется стоять сбоку, а в случае открывания продольного борта, требуется стоять впереди или сзади открывающегося борта.

Используемые для работы форсунок сушильных барабанов и битумоварильных агрегатов горючие жидкости, такие как мазут или соляровое масло, требуется перевозить в закрытых герметических цистернах или бочках. Перевозимые грузовыми автомобилями или прицепами бочки с горючими жидкостями необходимо устанавливать пробками вверх и надежно закреплять.

Разгружать материалы из железнодорожного транспорта необходимо только после остановки и фиксации от передвижения вагона с помощью установления тормозных башмаков с обеих сторон от колеса. Запрещается при разгрузке использование других предметы или материалов для фиксации вагонов вместо тормозных башмаков.

Требуется сливать битум или другие вязущие в специально огражденные места. При этом используемые для слива битума приспособления необходимо размещаться так, чтобы они не мешали работе и свободному проходу обслуживающего персонала. Паропровод для прогрева внутренних стенок битумных емкостей должен быть надежным и не иметь утечек пара. Каждый отдельный шланг паропровода в местах соединений должен иметь запорный вентиль. Только после отключения подачи пара и полного остывания паропроводов разрешается отсоединение паропроводов от битумных железнодорожных емкостей.

При разгрузке с помощью пневматических разгрузчиков цемента или минерального порошка не разрешается: подходить к заборному устройству ближе одного метра; находиться на площадке рабочим, не имеющим прямого отношения к выполнению разгрузочной работы; до полной остановки электродвигателя шнека открывать люки камеры шнека.

При обеспечении требуемого уровня безопасности труда на АБЗ необходимо дополнительно учитывать возможные опасности производственного процесса при подаче газа, необходимого для подогрева асфальтобетона. Не герметичность трубопроводных систем подающих газ для технологического процесса, а так же возможные выбросы мазута, могут привести к авариям [1, 2, 3] с выбросами опасных веществ [4] и взрывами, влекущие за собой опасность для жизни и здоровья работающих на АБЗ [5, 6]. Техническая диагностика трубопроводных гидравлических систем выполняется на основе программной реализации соответствующих математических моделей [7, 8].

Совместно с рассматриваемой задачей, для обеспечения безопасности труда на производстве, потребуется комплексное решение целого ряда вспомогательных инженерных задач, относящихся к задачам обеспечения конструктивной надежности при монтаже [9, 10, 11] и безопасности [12] при эксплуатации инженерных систем и сооружений, с применением современных технологических схем приготовления материалов для конструкций [13, 14, 15].

Так как на АБЗ имеют место вредные производства с выделением опасных веществ, то необходимо дополнительно рассмотреть сопутствующие экологические задачи, такие как, например рассмотренные в работах [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23]. Комплексное решение рассмотренных задач с последующей оценкой результатов и принятием необходимых мер по улучшению условий труда и обеспечению безопасности труда на вредных и опасных производствах является направлением дальнейших исследований.

Выводы

Рассмотрены основные положения техники безопасности, на основании соблюдения которых необходимо обеспечить требуемый уровень безопасности труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ на АБЗ. Рассмотрены дополнительные инженерные задачи, от комплексного решения которых зависит уровень безопасности труда на АБЗ.

Библиографический список

1. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 440-448.
2. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.
3. Сазонова, С.А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. - Воронеж: ВГАСУ, 2015. - №1, - С. 138-147.
4. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.
5. Попов, В.А. Технология проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ / В.А. Попов, С.Д. Николенко. - Воронеж, 2010.
6. Николенко, С.Д. Использование средств индивидуальной защиты / С.Д. Николенко, В.А. Попов. - Воронеж, 2015.
7. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 – С. 45-46.
8. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2(21). - С. 33.
9. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С.Д., Казаков Д.А., Михневич И.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.
10. Михневич, И.В. Использование заполнителей в быстровозводимых сооружениях на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, Д.А. Казаков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 3 (39). – С. 39-45.
11. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.
12. Колотушкин, В.В. Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации зданий и сооружений / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. - Воронеж: ВГАСУ. - 2009.
13. Михневич, И.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, А.В. Черемисин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.
14. Николенко, С.Д. Особенности технологических схем приготовления фибробетона / С.Д. Николенко, А.Н. Ткаченко, Д.В. Федулов // В сборнике: Актуальные проблемы современного строительства материалы Международной научно-технической конференции. - Пенза, 2007. - С. 320-323.
15. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах / С.Д. Николенко // В сборнике: Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях: межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, 2006. - С. 38-46.

16. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 370-376.
17. Сазонова, С.А. Результаты вычислительного эксперимента по оценке условий труда операторов смесителей асфальтобетонных заводов / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин, В.Я. Манохин, Е.И. Головина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2016. - № 1 (12).
18. 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.
19. Жидко, Е.А. Анализ состояния атмосферы в регионе и социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды / Е.А. Жидко, В.С. Муштенко // В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й международной научно-практической конференции. - 2008. - С. 69-74.
20. Николенко, С.Д. Влияние параметров автомобильных дорог на экологическую безопасность / С.Д. Николенко // В сборнике: Научно-методическое обеспечение создания военной инфраструктуры вооруженных сил Российской Федерации. - Москва, 2009. - С. 229-236.
21. Манохин, В.Я. Научно-практические и методологические основы экологической безопасности технологических процессов на асфальтобетонных заводах / В.Я. Манохин // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 2004.
22. Иванова, И.А. Анализ критериев экологической опасности на асфальтобетонных заводах / И.А. Иванова, С.А. Колодяжный, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2009.- № 3. - С. 125-131.
23. Манохин, В.Я. Эффективность улавливания гидрофобной пыли / В.Я. Манохин, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2008. - № 1. - С. 151-154.

References

1. Sazonova S.A., Manohin V.Ja., Manohin M.V., Nikolenko S.D. Mathematical modeling of backup heating system in emergency situations. Proceedings of the Kazan State Architectural University, 2015, N (34). - pp. 440-448.
2. Sazonova S.A. The development of remote detection method leaks in gas supply systems. Bulletin of Voronezh State Technical University, 2011, v. 7, N 11, pp. 119-121.
3. Sazonova S.A., Manohin V.Ja. Evaluation of reliability of gas supply systems in conducting computational experiments with ordinary fault line elements. Scientific Bulletin of Voronezh GASU. Series: High Technology. Ecology. - Voronezh: VGASU, 2015, N1, pp. 138-147.
4. Zolotarev V.L., Manohin V.Ja., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Predicting the impact of emissions emergency chemically hazardous substances on people and the environment with the implementation of programmnoy. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Series: High Technology. Ecology, 2015, N 1, pp. 8-16.
5. Popov V.A., Nikolenko S.D. Technology of the rescue and other emergency operations. Voronezh, 2010.
6. Nikolenko S.D., Popov V.A. The use of personal protective equipment. Voronezh, 2015.
7. Sazonova S.A. Valuation perturbed state of the heating system. Engineering Physics, 2010, N 3, pp. 45-46.

8. Zhidko E.A., Popova L.G. The concept of the system of mathematical modeling of information security. Internet magazine Naukovedenie, 2014, N 2(21), p. 33.
9. Pat. Number 2415237 Russian Federation MPK7 E 04 G 11/04. Prefabricated building on the basis of pneumatic formwork / Nikolenko S.D., Kazakov D.A., Mihnevich I.V.; the applicant and the patentee GOU VPO VGASU. - № 2009139731/03; appl. 27.10.2009; publ. 27.03.2011, Bull. Number 9.
10. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Kazakov D.A. Using aggregates in prefabricated buildings on the basis of inflated formwork. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture, 2015, N 3(39), pp. 39-45.
11. Reliability of technical systems and technological risks: study. manual / Ed.: S.A. Sazonova, S.A. Kolodyazhny, E.A. Sushko. Voronezh, 2013. - 148 p.
12. Kolotushkin V.V., Nikolenko S.D. Life safety in buildings and structures. Voronezh, 2009.
13. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Cheremisin A.V. A comparative study of the characteristics of materials used in prefabricated buildings. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture, N1(41), 2016, pp 48-55.
14. Nikolenko S.D., Tkachenko A.N., Fedulov D.V. Features of technological schemes of preparation of fiber-reinforced concrete. In: Actual problems of modern construction materials of the International scientific and technical conference, Penza, 2007, pp. 320-323.
15. Nikolenko S.D. The use of fiber reinforcement in buildings and structures located in earthquake-prone areas. In the collection of life-support systems and controls in emergency situations: Interuniversity collection of scientific papers. Voronezh, 2006, pp. 38-46.
16. Manohin M.V., Manohin V.Ja., Sazonova S.A., Golovina E.I. Environmental factors and the rate of accumulation of solid waste. Proceedings of the Kazan State Architectural University, 2015, N4 (34), pp. 370-376.
17. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manohin M.V., Manohin V.Ja., Golovina E.I. Results of computational experiments assessment of safety of operators mixers asphalt plant. Simulation, optimization and information technology, N 1(12), 2016.
18. Zhidko E.A. Management of ecological and economic risks as the most important factor of effective activity of the enterprise. Occupational safety in the industry, 2011, N 3, pp. 57-62.
19. Zhidko E.A., Mushtenko V.S. Analysis of the state of the atmosphere in the region and the socio-economic consequences of environmental pollution. In: High technologies in ecology Proceedings of the 11th international scientific-practical conference, 2008, pp. 69-74.
20. Nikolenko S.D. The impact of road parameters on environmental safety. In: Scientific and methodological support of the creation of the military infrastructure of the Russian armed forces., Moscow, 2009, pp. 229-236.
21. Manohin V.Ja. Scientific-practical and methodological bases of ecological safety of technological processes in the asphalt plants / VY Manohin // dissertation thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences / Saint-Petersburg, 2004.
22. Ivanova I.A., Kolodyazhny S.A., Manohin V.Ja. Analysis of the criteria of environmental hazards in the asphalt plants. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture, 2009, N 3, pp. 125-131.
23. Manohin V.Ja., Manohin M.V. The effectiveness of trapping hydrophobic dust. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Series: Physical and chemical problems and high technology of building materials, 2008, N 1, pp 151-154.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры пожар-
ной и промышленной безопасности*

С.А. Сазонова,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

*Канд. техн. наук, профессор кафедры по-
жарной и промышленной безопасности*

С.Д. Николенко,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru

*Д.т.н. проф. кафедры пожарной и промыш-
ленной безопасности*

В.Я. Манохин,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: manohinprof@mail.ru

*Ассистент кафедры пожарной и промыш-
ленной безопасности*

М.В. Манохин,

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00

e-mail: fellfrostqtw@gmail.com

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Depart-
ment of Fire and Industrial Safety*

S.A. Sazonova,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

*Ph. D. in Engineering, Prof. of Department of
Fire and Industrial Safety*

S.D. Nikolenko,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru

*D.t.s. prof. of Department of Fire
and Industrial Safety*

V.Ya. Manohin,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: manohinprof@mail.ru

*Assistant of Department of Fire
and Industrial Safety*

M.V. Manohin,

Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00

e-mail: fellfrostqtw@gmail.com

С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Я. Манохин, М.В. Манохин

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ И ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ЗАВОДАХ

Рассматриваются общие положения по технике безопасности при экс-
плуатации машин и оборудования на асфальтобетонных и цементобетонных
заводах, необходимые для комплексной оценки условий труда. В качестве
цели ставится приоритетное требование к обеспечению безопасного выпол-
нения всех видов работ на рабочих местах.

Ключевые слова: безопасность труда, техника безопасности, асфальтобетонные заводы.

S.A. Sazonova, S.D. Nikolenko, V.Ja. Manohin, M.V. Manohin

SAFETY DURING OPERATION OF MACHINES AND EQUIPMENT FOR FACTORIES ASPHALT CONCRETE AND CEMENT

We consider the general provisions of safety in the operation of machinery
and equipment in asphalt and cement plants, necessary for a comprehensive
assessment of working conditions. As goals are priority requirements to ensure the
safe conduct of all types of work in the workplace.

Keywords: safety, safety equipment, asphalt plants.

Рассмотрим общие положения по технике безопасности при эксплуатации машин и оборудования на асфальтобетонных (АБЗ) и цементобетонных заводах (ЦБЗ), на основе которых выполняется комплексная оценка условий труда [1].

Основными и ответственными исполнителями мероприятий по безопасности труда на ЦБЗ и АБЗ являются производители работ и мастера отдельных цехов. На порученных им объектах эти лица обязаны проводить инструктаж при поступлении на работу и далее повторные инструктажи на рабочих местах, в том числе повседневный контроль и инструктаж с обучением рабочих безопасным приемам работы. Ответственные исполнители должны обеспечивать рабочих спецодеждой и обувью, а так же другими средствами индивидуальной защиты и в последствии контролировать их правильное использование. Они должны следить за исправным состоянием и при необходимости своевременно исправлять ограждения мест работ: лестниц, переходов и укрепления траншей, производить контроль и отвечать за соблюдение всеми работающими правил техники безопасности. Так же они должны контролировать требуемую степень освещения рабочих мест и проходов с проездами. Опасные рабочие места необходимо обеспечивать инструкциями по безопасным приемам работ, предупредительными надписями и плакатами. Должен быть разработан с участием ответственных исполнителей комплекс мероприятий по предотвращению несчастных случаев. При возникновении чрезвычайных ситуаций на рабочих местах, ответственные исполнители должны принимать участие в проводимых расследованиях несчастных случаев на производстве.

На своих участках линейные механики и энергетики отвечают за технически исправное состояние оборудования и машин. При эксплуатации и ремонте дорожных машин они должны контролировать выполнение рабочими правил техники безопасности. Технически исправными так же должны быть механизмы подъемных приспособлений, электрооборудование и механизированные и ручные инструменты. Они же должны контролировать исправность силовой и осветительной электропроводки и обеспечивать своевременное проведение планово-предупредительного ремонта машин и оборудования. Сюда же относится требование к контролю надежности и правильности заземляющих устройств, оборудования и инструмента, электрических машин. Выполнять контроль наличия и исправности ограждений движущихся деталей оборудования и электропусковых устройств. Линейные механики и энергетики выполняют обучение по безопасным приемам работ рабочих, которые обслуживают машины, оборудование и инструменты, а так же следят за установкой плакатов и предупредительных надписей по технике безопасности.

На АБЗ и ЦБЗ и во всех цехах должны быть не просроченные аптечки со средствами для оказания первой помощи пострадавшим и с медикаментами. На рабочих местах должна быть питьевая или газированная вода, которая должна соответствовать ГОСТ Р 51232-98.

Необходимо старшим производителем работ или мастером участка для каждого самостоятельного цеха и для всего завода разрабатывать инструкции по обеспечению пожарной безопасности, согласовывая их с местными органами пожарной охраны. Инструкции утверждаются у начальника строительного управления или у другого руководителем предприятия, затем они вывешиваются на видных местах.

Пожарный инвентарь и оборудование должны быть всегда в исправном состоянии и находиться на видных местах. Водоснабжение для тушения пожара должно осуществляться из пожарных гидрантов или водоемов. Первичные средства пожаротушения и пожарный инвентарь необходимо передавать под ответственность мастерам участков или другим ответственным лицам.

Необходимо обучать всех работающих безопасным методам и приемам работ по программе, утвержденной главным инженером строительного управления, в течении трех месяцев со дня поступления рабочего на АБЗ или ЦБЗ. Проверять знания после окончания обучения и в дальнейшем ежегодно должен выполнять главный инженер организации. После проверки знаний рабочим выдают удостоверения. Занятых устройством и эксплуатацией элек-

трических установок и электроинструмента рабочие и инженерно-технические работники АБЗ и ЦБЗ должны иметь знания по практическим приемам освобождения от тока, а так же оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

Сдавшим экзамены обслуживающему персоналу и машинистам машин должны быть выданы удостоверения, дающими право самостоятельно управлять соответствующей техникой, машинами или оборудованием. Указанным работникам должна быть выдана инструкция по эксплуатации, содержащая сведения о назначении машин, механизмов и оборудования, с указанием области их применения, с кратким описанием конструкции, описанием и схемой управления. Там же должна содержаться информация о значениях предельных нагрузок и скоростей работы, о требованиях техники безопасности при их обслуживании и работе. Дополнительно описывается порядок регулирования и периодичности выполнения регулировочных работ, а так же прикладывается карта смазки, в которой указывается марки смазочного материала, места смазки, способы и периодичности.

На АБЗ и ЦБЗ требуется заполнять паспорт санитарно-технического состояния. На всех емкостях, предназначенных и используемых для хранения токсичных и огнеопасных материалов требуется нанести надписи краской «Яд» или «Огнеопасно». К токсичным и огнеопасным материалам относятся, например органические растворители - бензол, ксилол, толуол, сольвент, бензина и др. Емкости, используемые для хранения огнеопасных и токсичных материалов, требуется закрывать герметичными крышками и запирать. Необходимо производить наполнение емкостей и раздачу материалов с помощью насосов и трубопроводов.

Располагать АБЗ и ЦБЗ необходимо по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны для ветров преобладающего направления и отделять их не менее чем на 1000 метров от жилых районов с помощью санитарно-защитных зон, озелененных и благоустроенных. На всех заводах необходимо иметь подъездные и внутризаводские дороги с твердым покрытием, которые требуется постоянно очищать и поливать в сухое время года.

Рассмотрим дополнительные инженерные вопросы, влияющие на оценку условий труда на АБЗ и ЦБЗ. Утилизация ТБО [2] на заводах проводится как правило в зимний период при реконструкции и профилактике оборудования. Анализ критериев экологической опасности сделана в работе [3], оценка экологической обстановки на АБЗ выполнена в работах [4, 5, 6]. При оценке условий труда на заводах требуется учитывать особенности разнообразных технологий приготовления бетонных смесей [7, 8] и материалов [9, 10, 11].

При оценке условий труда на АБЗ и ЦБЗ так же необходимо учитывать возможные опасности производственного процесса при подаче газа, необходимого для подогрева асфальтобетона. Не герметичность трубопроводных систем подающих газ для технологического процесса, а так же возможные выбросы мазута, могут привести к авариям, предупреждение которых рассмотрено в работах [12, 13, 14, 15], с выбросами опасных веществ [16] и взрывами, при возникновении которых потребуется применять технологии проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ [17, 18].

Комплексное решение рассмотренных инженерных задач обеспечит требуемый уровень надежности технических систем [19], пожарной безопасности [20, 21, 22] и безопасности при эксплуатации сложных и опасных производственных объектов [23], от которого напрямую зависит требуемый уровень условий труда.

Выводы

Рассмотрены общие положения по технике безопасности при эксплуатации машин и оборудования на асфальтобетонных и цементобетонных заводах, необходимые для оценки условий труда и для обеспечения безопасного выполнения работ на рабочих местах.

Библиографический список

1. Сазонова, С.А. Результаты вычислительного эксперимента по оценке условий труда операторов смесителей асфальтобетонных заводов / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин, В.Я. Манохин, Е.И. Головина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2016. - № 1 (12).
2. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 370-376.
3. Николенко, С.Д. Влияние параметров автомобильных дорог на экологическую безопасность / С.Д. Николенко // В сборнике: Научно-методическое обеспечение создания военной инфраструктуры вооруженных сил Российской Федерации. - Москва, 2009. - С. 229-236.
4. Манохин, В.Я. Научно-практические и методологические основы экологической безопасности технологических процессов на асфальтобетонных заводах / В.Я. Манохин // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 2004.
5. Манохин, М.В. Экологическая оценка технологий переработки ТБО / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, А.В. Попов // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2014. - № 4 (13). - С. 76-80.
6. Манохин, В.Я. Эффективность улавливания гидрофобной пыли / В.Я. Манохин, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2008. - № 1. - С. 151-154.
7. Николенко, С.Д. Особенности технологических схем приготовления фибробетона / С.Д. Николенко, А.Н. Ткаченко, Д.В. Федулов // В сборнике: Актуальные проблемы современного строительства материалы Международной научно-технической конференции. - Пенза, 2007. - С. 320-323.
8. Ткаченко, А.Н. Теоретическая оценка распределения фибр в дисперсно-армированных бетонах / А.Н. Ткаченко, С.Д. Николенко, Д.В. Федулов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - Воронеж: ВГАСУ, 2010. - №4. - С. 54-58.
9. Михневич, И.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, А.В. Черемисин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.
10. Михневич, И.В. Использование заполнителей в быстровозводимых сооружениях на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, Д.А. Казаков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 3 (39). – С. 39-45.
11. Пат. № 2371555 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Сооружение, возведенное на несъемной пневматической опалубке / Николенко С.Д., Казаков Д.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. – № 2008122797/03; заявл. 05.06.2008; опубл. 27.10.2009, бюл. № 30.
12. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 440-448.
13. Сазонова, С.А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. - Воронеж: ВГАСУ, 2015. - №1, - С. 138-147.

14. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 139-141.
15. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 – С. 45-46.
16. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.
17. Попов, В.А. Технология проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ / В.А. Попов, С.Д. Николенко. - Воронеж, 2010.
18. Николенко, С.Д. Использование средств индивидуальной защиты / С.Д. Николенко, В.А. Попов. - Воронеж, 2015.
19. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.
20. Зайцев, А.М. Прогрев строительных материалов и конструкций при реальных пожарах / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. - 2004. - № 4. - С. 11.
21. Зайцев, А.М. Метод расчета прогрева многослойных конструкций путем приведения их к однослойной пластине на основе модифицированного уравнения нестационарной теплопроводности Фурье / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. - 2006. - Т. 15. - № 3. - С. 55-61.
22. Зайцев, А.М. Аналитическое решение задачи прогрева теплоизолированных стальных конструкций при пожарах / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. - 2004. - Т. 13. - № 3. - С. 22-29.
23. Колотушкин, В.В. Безопасность жизнедеятельности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. – Воронеж: ВГАСУ, 2014. – 194 с.

References

1. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manohin M.V., Manohin V.Ja., Golovina E.I. Results of computational experiments assessment of safety of operators mixers asphalt plant. Simulation, optimization and information technology, N 1(12), 2016.
2. Manohin M.V., Manohin V.Ja., Sazonova S.A., Golovina E.I. Environmental factors and the rate of accumulation of solid waste. Proceedings of the Kazan State Architectural University, 2015, N4 (34), pp. 370-376.
3. Nikolenko S.D. The impact of road parameters on environmental safety. In: Scientific and methodological support of the creation of the military infrastructure of the Russian armed forces., Moscow, 2009, pp. 229-236.
4. Manohin V.Ja. Scientific-practical and methodological bases of ecological safety of technological processes in the asphalt plants / VY Manohin // dissertation thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences / Saint-Petersburg, 2004.
5. Manohin M.V., Manohin V.Ja., Popov A.V. Environmental assessment of solid waste processing technologies. Bulletin of Voronezh Institute of Russian Ministry for Emergency Situations, 2014, N 4(13), pp. 76-80.
6. Manohin V.Ja., Manohin M.V. The effectiveness of trapping hydrophobic dust. Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Series: Physical and chemical problems and high technology of building materials, 2008, N 1, pp 151-154.
7. Nikolenko S.D., Tkachenko A.N., Fedulov D.V. Features of technological schemes of preparation of fiber-reinforced concrete. In: Actual problems of modern construction materials of the International scientific and technical conference, Penza, 2007, pp. 320-323.

8. Tkachenko A.N., Nikolenko S.D., Fedulov D.V. A theoretical estimate of the distribution of fibers in the fiber concrete. *Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture. Voronezh*, 2010, N4, pp. 54-58.
9. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Cheremisin A.V. A comparative study of the characteristics of materials used in prefabricated buildings. *Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture*, N1(41), 2016, pp 48-55.
10. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Kazakov D.A. Using aggregates in prefabricated buildings on the basis of inflated formwork. *Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture*, 2015, N 3(39), pp. 39-45.
11. Pat. Number 2371555 Russian Federation MPK7 E 04 G 11/04. Structures erected on permanent formwork pneumatic / Nikolenko S.D., Kazakov D.A.; the applicant and the patentee GOU VPO VGASU. - № 2008122797/03; appl. 05.06.2008; publ. 27.10.2009, Bull. Number 30.
12. Sazonova S.A., Manohin V.Ja., Manohin M.V., Nikolenko S.D. Mathematical modeling of backup heating system in emergency situations. *Proceedings of the Kazan State Architectural University*, 2015, N (34). - pp. 440-448.
13. Sazonova S.A., Manohin V.Ja. Evaluation of reliability of gas supply systems in conducting computational experiments with ordinary fault line elements. *Scientific Bulletin of Voronezh GASU. Series: High Technology. Ecology. - Voronezh: VGASU*, 2015, N1, pp. 138-147.
14. Sazonova S.A. Solution static assessment of gas supply systems. *Bulletin of Voronezh State Technical University*, 2011, v. 7, N 11, pp. 139-141.
15. Sazonova S.A. Valuation perturbed state of the heating system. *Engineering Physics*, 2010, N 3, pp. 45-46.
16. Zolotarev V.L., Manohin V.Ja., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Predicting the impact of emissions emergency chemically hazardous substances on people and the environment with the implementation of programmoy. *Scientific Bulletin of Voronezh State Architecture and Construction University. Series: High Technology. Ecology*, 2015, N 1, pp. 8-16.
17. Popov V.A., Nikolenko S.D. Technology of the rescue and other emergency operations. *Voronezh*, 2010.
18. Nikolenko S.D., Popov V.A. The use of personal protective equipment. *Voronezh*, 2015.
19. Reliability of technical systems and technological risks: study. manual / Ed .: S.A. Sazonova, S.A. Kolodyazhny, E.A. Sushko. *Voronezh*, 2013. - 148 p.
20. Zajcev A.M. Warming building materials and structures under real fire. *Fire and Explosion Safety*, 2004, N 4, p. 11.
21. Zajcev A.M. Метод расчета прогрева многослойных конструкций путем приведения их к многослойной пластине на основе модифицированного уравнения нестационарной теплопроводности Фурье. *Fire and Explosion Safety*, 2006, v. 15, N 3, pp. 55-61.
22. Zajcev A.M. Аналитическое решение задачи прогрева теплоизолированных стальных конструкций при пожарах. *Fire and Explosion Safety*, 2004, v. 13, N 3, pp. 22-29.
23. Kolotushkin V.V., Nikolenko S.D. Health and safety in the construction and operation of buildings and structures. *Voronezh*, 2014. - 194 p.

УДК 534.83: 87.55.29

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Ст. преподаватель кафедры теории и прак-
тики архитектурного проектирования,
Россия, г. Воронеж, тел. 8-919-239-97-26
e-mail: i-sukhorukova@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior teacher of architectural design and ur-
ban development department I. A. Sukhorukova
Russia, Voronezh, tel. 8-919-239-97-26
e-mail: i-sukhorukova@yandex.ru*

И.А. Сухорукова

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА НА ПРИАЭРОДРОМНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПОМОЩЬЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ

Изложены результаты анализа натуральных измерений уровня шума авиационной техники на приаэродромных территориях и представлены способы снижения шума с помощью акустических экранов и зеленых насаждений. Выявлены закономерности ослабления уровня авиационного шума различными препятствиями.

Ключевые слова: авиационный шум, приаэродромные территории, акустические экраны, уровень звука, аэродромный спец автотранспорт.

I.A. Sukhorukova

REDUCTION NOISE ON AERODROME ENVIRONS BY MEANS OF NATURAL AND ARTIFICIAL OBSTACLES

Results of the analysis of natural measurements of noise level of the aircraft on aerodrome environs are stated, and ways of noise reduction by means of acoustic screens and green plant are presented. Regularities of aviation noise level reduction by various obstacles are revealed.

Keywords: aircraft noise, aerodrome environs, acoustic screens, artificial obstacles, speciald transport.

Увеличение энерговооруженности самолетов и вертолетов привело к резкому увеличению авиационного шума. Шум создают в основном авиационные двигатели воздушных судов, а также вспомогательные силовые установки самолетов, которые служат для запуска основных двигателей и заряда аккумуляторных батарей. Аэродромный спец автотранспорт различного назначения, оборудование стационарных объектов и другая техника также являются источником шума.

Особенно остро проблема вредного влияния шума наблюдается в районах аэродромов и прилегающих к ним территориях. Шум, как источник загрязнения, обладая обширной эмиссией и круглосуточным временем воздействия, вызывает повышенную психическую напряженность организма.

Отличительной особенностью шумов наземного авиационного транспорта является непостоянство шума во времени, особый спектр издаваемых звуков, наличие в спектре шума дискретных составляющих.

Шум, происходящий от работы авиационных двигателей, как и собственно возникающий от задействованного в работе производственного оборудования, движения транспорта и

других объектов относится к неблагоприятному фактору среды, так как влияет на здоровье человека. Неблагоприятное воздействие шума на организм человека классифицирует его как негативный гигиенический фактор. Шум может выступать как в роли этиологического фактора возникновения заболевания, так и в роли модифицирующих или ускоряющих развитие уже сформировавшихся болезней человека, то есть служит причиной возникновения состояний, характеризующихся неспецифическими признаками нарушения здоровья. Поэтому защита от авиационного шума специалистов технического состава, непосредственно связанного с эксплуатацией авиационной техники, становится все более актуальной.

Шум двигателей авиационной техники отрицательно влияет на окружающую среду и значительно ухудшает ее состояние. При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэродромов эквивалентные уровни звука на жилых территориях достигают в дневное время 80 дБА, в ночное – 78 дБА, максимальные уровни колеблются от 92 до 108 дБА. В некоторых городах по уровням создаваемого шума и общей площади зашумления территории воздушный транспорт занимает первое место среди всех источников шума.

Малочисленность исследований по оценке и контролю неблагоприятных внешних факторов воздействия аэродромного транспорта и отсутствие методики по учету его воздействия, а также выделения дачных и садовых участков вблизи аэропортов (аэродромов) определило актуальность и необходимость проведения различных методов по снижению шума на территориях поселений, расположенных вблизи аэродромов.

Среди мероприятий, направленных на ослабление уровня шума, широко применяются искусственные экраны, а также естественные препятствия: деревья, кустарники. Однако для целенаправленного снижения шума необходимо знать закономерности ослабления звука каждым из препятствий.

Экраны в виде насыпей или выемок вследствие того, что они занимают значительную площадь применяются достаточно редко. Преимуществом экрана – насыпи является то, что он может быть покрыт зеленью и не отражает звук. Экраны – выемки и экраны – насыпи имеют ограниченное применение в плотной застройке и используются только при экономическом обосновании [1].

Акустический экран (АЭ) работает на нескольких принципах акустической защиты, основными из которых являются отражение и поглощение звука. Эффект снижения шума экраном образуется за счет образования звуковой тени за АЭ, где звук снижен. Ухудшение эффективности работы АЭ получается за счет дифракции. Рассмотрим эти принципы на примере, показанном на рисунке 1.

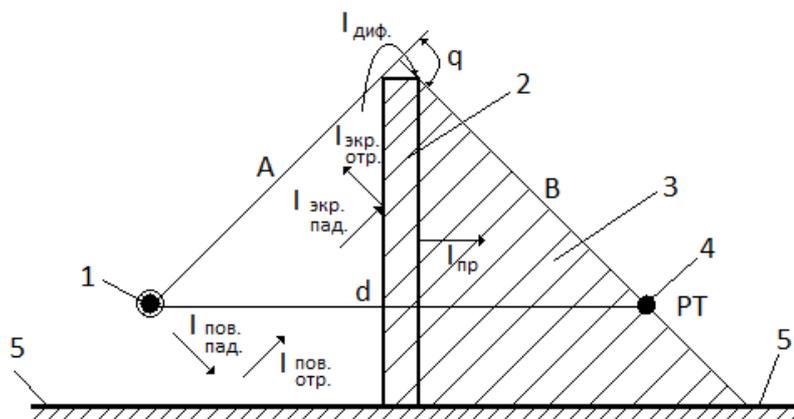


Рис. 1 – Схема расчета эффективности акустического экрана:

- 1 – источник шума (ИШ); 2 – акустический экран (АЭ); 3 – область звуковой тени;
- 4 – расчетная точка (РТ); 5 – поверхность отражающая или поглощающая

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: $I_{пад}^{нов}$ – интенсивность звука, падающего на поверхность перед АЭ, $I_{отп}^{нов}$ – интенсивность падающего на АЭ звука, I_{np} – звук, прошедший через АЭ, $I_{дифр}$ – звук, дифрагирующий через свободное ребро АЭ; q – угол дифракции АЭ, образованный направлением луча от ИШ к АЭ к РТ.

Звуковая энергия источника падает на физическую преграду – акустический экран (АЭ). Часть падающей энергии проходит через АЭ, а часть поглощается АЭ, если он имеет звукопоглощение или отражение от него.

Если акустический экран (АЭ) имеет ограждающую поверхность, часть звуковой энергии дифрагирует через свободное ребро АЭ; при этом, если АЭ отражает звук, то к падающей энергии добавляется часть энергии отраженного звука. Эти вклады выражаются коэффициентом звукопроводности ($\tau_{экр}$), звукопоглощения ($\alpha_{экр}$) и дифракции ($\beta_{дифр}$) и выражаются [1]

$$\tau_{экр} = \frac{I_{np}}{I_{пад}^э}, \quad (1)$$

$$\alpha_{экр} = \frac{I_{погл}}{I_{пад}^э}, \quad (2)$$

$$\beta_{дифр} = \frac{I_{дифр}}{I_{пад}^э}, \quad (3)$$

Принципиальным является вопрос о соотношении прошедшей через АЭ и дифрагирующей за АЭ звуковой энергии. По измерениям в акустических камерах, которые в нашей стране выполняются с целью сертификации АЭ, известно, что звукоизоляция экранов, используемых для снижения шума автотранспорта, как правило, составляет 28-35 дБА. В то же время предельно возможная эффективность акустических экранов-барьеров не превышает 15-18 дБА. Если вклад одного канала (через АЭ) на 10 и более дБА ниже, чем вклад другого (дифракция звука), то вклад первого может не учитываться. Если АЭ правильно спроектирован и установлен (без щелей и проемов), то звукоизоляция АЭ всегда достаточна для обеспечения эффективности АЭ. Это означает, что стремиться к увеличению эффективности АЭ-барьера, увеличивая его толщину и массу, нецелесообразно [1].

Рассматривая процессы отражения и поглощения звука акустического экрана (АЭ), отметим, что максимально возможная эффективность (для АЭ одной и той же высоты и конструктивного исполнения) достигается, когда коэффициент звукопоглощения материала или конструкции АЭ близок к единице [1].

Дополнительная эффективность применением АЭ со звукопоглощением зависит от многих условий, но максимально может достигать 3-5 дБА. Из изложенного следует, что основной эффект АЭ достигается уменьшением доли дифрагированного звука и созданием зоны акустической тени.

Высокие шумозащитные свойства специальных экранирующих устройств позволяют использовать их на небольших в плане территориях, однако их широкое применение сдерживается значительными затратами на их сооружение. Комбинированные экранирующие сооружения состоят из двух и более конструктивных элементов и могут, кроме шумозащитных, выполнять и другие функции: озеленения, стоянки автомобилей и др.

Наибольшее распространение получили транспортные АЭ и экранирующие сооружения, используемые в десятках стран мира.

По конструктивному исполнению и достигаемому эффекту шумоглушения все экранирующие сооружения можно свести к следующим классам:

- плоские экраны – барьеры;

- широкие экраны;
- экраны – тоннели;
- экраны и сооружения.

Для снижения уровня шума и формирования акустического климата на приаэродромных территориях используют также зеленые насаждения. С экологической точки зрения роль зеленых насаждений трудно переоценить: очистка и обеззараживание воздуха, обогащение его кислородом и создание комфортных психологических условий [2].

Для оценки ослабления уровня шума посадками зеленых насаждений проводились экспериментальные исследования на действующем аэродроме «Воронеж - Б» приборами ВШВ - 003 - М2 и testo 816. Исследования акустической обстановки проводилось в различных точках аэродрома и прилегающих территорий при проведении полетов воздушных судов (ВС) различных типов, а также работы средств технического обслуживания летательных аппаратов. Замеры уровня шума проводились на расстояниях 10 м за препятствиями. Результаты измерений показали, что в зависимости от способа посадки с помощью зеленых насаждений можно снизить уровень шума авиационной техники на 5-8 дБА [3].

Следует отметить, что распространение звука в пространстве за различными препятствиями составляет до 20 дБА в зависимости от вида препятствия, что соответствует поставленной нами задачей.

Выводы

1. По результатам измерений следует отметить, что проведенные экспериментальные данные позволяют определить зависимости снижения шума авиационной техники и средств технического обеспечения полетов за различными препятствиями и составить математические зависимости снижения авиационного шума и шума авиационной техники.

2. Проведенный анализ влияния различных препятствий на распространение шума авиационной техники позволяет сделать заключение адекватности нами полученных аналитических соотношений и возможности использования их в условиях аэродромного комплекса.

Библиографический список

- 1 Тюрина Н.В. Новейшие документы для оценки эффективности акустических экранов// Строительная и архитектурная акустика, т.1 – Москва – 2009.С. 392 - 395
- 2 Осипов Б.Г., Прутков И.А., Шишкин И.А. и др. Градостроительные меры борьбы с шумом. М.: Стройиздат, 1975. 215 с.
- 3 Сухорукова И.А. Эффективность снижения уровня авиационного шума естественными и искусственными препятствиями // Кибернетика и высокие технологии XXI века – Воронеж, 2014 С, 231 – 236.

References

- 1 Tyurina N.V. The latest documents for an assessment of efficiency of acoustic screens// Construction and architectural acoustics, t.1 – Moscow –2009.p.392 – 395.
- 2 Osipov B.G., Prutkov I.A., Shishkin I.A. Town-planning measures of noise fighting. M.: Sroyizdat, 1975. 215 pages.
- 3 Sukhorukova I.A. Effectiveness of aviation noise reduction by natural and artificial obstacles// Cybernetics and high technologies of the 21 st century – Voronezh, 2014.p. 231-236.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства О.С. Тамонова
Доц. кафедры теплогазоснабжения, отопления и вентиляции А.П. Зверков
Канд. техн. наук, проф. кафедры жилищно-коммунального хозяйства Т.В. Щукина
Магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства С.Н. Кочеткова
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (903) 8-59-15-73
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Undergraduate of housing and communal services Dept. O.S. Tamonova
Prof. of the heatgassupply, heating and ventilationand Dept. A.P. Zverkov
D.Sc.(Engineerin), Prof. of housing and communal services Dept. T.V. Shchukina
Undergraduate of housing and communal services Dept. S.N. Kochetkova
Russia, Voronezh, tel. +7 (903) 8-59-15-73
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

О.С. Тамонова, Т.В. Щукина, А.П. Зверков, С.Н. Кочеткова

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЭКОЛОГИЮ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Анализируются транспортные потоки и выделяющиеся загрязняющие вещества на одной из самых загруженных магистралей г. Воронежа. Определено снижение выбросов при уменьшении напряженности пути. Обоснованы возможные способы сокращения количества проезжающих автомобилей.

Ключевые слова: экология, транспортные потоки, снижение выбросов загрязняющих веществ.

O.S. Tamonova, T.V. Shchukina, A.P. Zverkov, S.N. Kochetkova

INFLUENCE OF TRANSPORT STREAMS ON ENVIRONMENT ECOLOGY ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF VORONEZH

Transport streams and the emitted polluting substances on one of the most loaded highways of Voronezh are analyzed. Decrease in emissions at reduction of intensity of a way is defined. Possible ways of reduction of number of the passing cars are proved.

Keywords: ecology, transport streams, decrease in emissions of the polluting substances.

Возрастающее количество транспортных средств негативно влияет на воздушную среду городов и густо населенных территорий. В основном наиболее интенсивное загрязнение до 75 % [1] вызывают автомобили с двигателями, потребляющими бензин, поэтому одной из первоочередных задач является поиск способов получения дешевого и экологически безопасного для окружающей среды альтернативного топлива.

Несмотря на стремительное развитие, в том числе и в этом направлении, технологий нового поколения, решение данной проблемы может быть найдено с отсрочкой на 10-30 лет. В обозначенный период прогнозируемый рост транспортных потоков будет усугублять экологическую обстановку крупных городов и придорожных участков загруженных магистралей.

Для изменения текущей ситуации посредством известных способов повышения экологической безопасности [2] необходим тщательный анализ напряженности путей сообщения с

поиском эффективных мер по их разгрузке и снижению концентрации вредных веществ, поступающих с выхлопными газами. Эти задачи и возможные методы их решения характерны для большинства городских округов РФ. Однако регионы, как правило, имеют свои особенности, которые в конечном итоге определяют экологическую обстановку и возможные способы борьбы с негативными факторами.

Территориальные различия в составе и интенсивности движения автотранспорта зависят от площади и протяженности рассматриваемых городов в двух характерных направлениях, расположения основных промышленных предприятий, планировки жилых кварталов, районной плотности населения, действующей дорожно-транспортной схемы, включая адресное размещение автохозяйств, станций бензозаправочных и техобслуживания. Особенности фоновых концентраций вредных веществ обусловлены климатическими условиями, режимами технологических процессов крупных промышленных предприятий, графиками работы различных учреждений, численностью и средним возрастом автопарка.

На основе изучения схемы улично-дорожной сети города, а также информации о транспортной загруженности составляется перечень основных автомагистралей и участков с повышенной интенсивностью движения, а также перекрестков, для которых необходимо провести тщательное обследование в целях последующей разработки необходимых мероприятий по снижению загрязнений. Выявить такие участки можно пользуясь следующим известным положением [3], по которому к перегруженным относят:

- дорожное движение с интенсивностью, в среднем превышающей 200 автомобилей в час, если численность проживающих в городском округе составляет не более 500 тысяч человек;
- дорожное движение с интенсивностью, в среднем более 400 автомобилей в час, если население городского округа превышает 500 тысяч человек;

Соответствующие такой загруженности автомагистрали или их участки выделяются на карте города, включая перекрестки, для которых требуется проведение дополнительных обследований.

Последствия от существующей интенсивности движения можно оценить посредством методов, изложенных в работах [3, 4]. Воспользуемся для этой цели алгоритмом расчетов загазованности магистралей, рекомендуемым в [4]. В качестве примера рассмотрим один из самых загруженных дорожных потоков по ул. 20-летия Октября в городе Воронеже.

Для определения характеристик выбранного участка улично-дорожной сети проводился учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением их по следующим группам: I - легковые и легковые дизельные автомобили, условно обозначенные как Л и ЛД; II - грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн ($G_k < 3$) и микроавтобусы (МА); III - грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн ($G_k > 3$); IV - автобусы карбюраторные (АК); V - грузовые дизельные (ГД); VI - автобусы дизельные (АД); VII – грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе (ГГБ).

Был проведен синхронный подсчет проходящих в каждом направлении по данному участку автомагистрали транспортных средств в течение 20 минут каждого часа с занесением результатов в табл. 1. Обследуемая улица длиной 3 км имеет число шесть полос, при ширине каждой 3 м. При возрастающей интенсивности движения во время обследования 5.12.2015 г. (день недели – суббота) за 20 минутный интервал по ул. 20-летия Октября проехало 1369 автомобилей (табл. 1). Данные по транспортным средствам в зоне перекрестка, перемещающимся по ул. Кирова представлены в табл. 2. На основании полученных результатов (табл. 1, 2) определялось количество поступающих в атмосферу вредных веществ, в г/с, по формуле [4]

$$M_{Li} = \frac{L}{3600} \sum_1^k (M_{k,i}^n \cdot G_k \cdot r_k^v), \quad (1)$$

где L – длина автомагистрали или рассматриваемого участка, из которой исключены протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора или соответствующей зоны перекрестка, км; $M_{k,i}^{\Pi}$ – пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы для городских условий эксплуатации, определяемый в г/км по данным приведенным в [4]; k - количество групп автомобилей; G_k - количество автомобилей в каждой из k групп, проезжающих через выбранный участок в обоих направлениях по всем полосам движения в единицу времени, 1/час; r_k^V - поправочный коэффициент на среднюю скорость движения транспортного потока k -й группы на исследуемом участке, который можно определить по приведенным в [4] данным или по зависимости, полученной посредством аппроксимации,

$$r_k^V = 1,9352 - 0,036IV_k + 0,0002V_k^2, \quad (2)$$

где V_k – средняя скорость движения k -ой группы автотранспорта, км/ч.

Выброс i -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора определяется, в г/мин, по формуле [4]

$$M_{\Pi i} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_{\Pi}} \sum_{k=1}^{N_{ГР}} (M_{\Pi i, k} \cdot G_{n, k}), \quad (3)$$

где P - продолжительность действия запрещающего сигнала светофора, включая желтый цвет, мин.; N_{Π} - количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени; $N_{ГР}$ - количество групп автомобилей; $M_{\Pi i, k}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями k -ой группы, находящихся в очереди у запрещающего сигнала светофора, г/мин; $G_{n, k}$ - количество автомобилей k -ой группы, находящихся в очереди в зоне перекрестка в конце n -го цикла запрещающего сигнала светофора.

Усредненные значения удельных выбросов $M_{\Pi i, k}$ определяются по сведениям, приведенным в [4] с учетом режимов торможения, холостого хода и разгона автомобилей в зоне пересечения перекрестка. Параметры P , N_{Π} , $G_{n, k}$ определялись в ходе натурных обследований.

Для автомагистрали или загруженного участка, имеющих регулируемый перекресток, суммарный выброс загрязняющих веществ M , в г/с, включает следующие составляющие

$$M = \sum_1^n (M_{\Pi 1} + M_{\Pi 2}) + M_{L1} + M_{L2} + \sum_1^m (M_{\Pi 3} + M_{\Pi 4}) + M_{L3} + M_{L4}, \quad (4)$$

где $M_{\Pi 1}$, $M_{\Pi 2}$, $M_{\Pi 3}$, $M_{\Pi 4}$, M_{L1} , M_{L2} , M_{L3} , M_{L4} - выбросы в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора и движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени, г/с; n , m - число остановок за 20-минутный период времени автотранспортного потока перед перекрестком, соответственно, на одной и другой улицах его образующих; индексами 1 и 2 обозначены два направления движения на наиболее загруженном участке движения, а 3 и 4 - соответствуют для автомагистрали с меньшей интенсивностью движения.

Таблица 1

Категории и количество автомобилей, проезжающих по обследуемому участку улицы 20-летия Октября при разной интенсивности движения

Загруженность	Направления движения	Число автомобилей по группам								Скорость движения потока, км/час		
		Л	ЛД	ГК<3, МА	ГК>3	АК	ГД	АД	ГГБ	Легковые	Грузовые	Автобусы
Интенсивная	1	558	38	34	9	108	5	13	5	40	30	35
	2	409	31	28	6	88	5	28	4	35	25	30
Сниженная	1	431	32	27	6	63	3	13	2	45	30	35
	2	314	23	21	4	88	2	28	3	45	30	35

Таблица 2

Категории и количество автомобилей, проезжающих в зоне перекрестка с ул. Кирова при разной интенсивности движения

Загруженность	Время работы за-прещающего сигнала светофора, мин.	Число автомобилей по группам								Длина очереди автотранспорта, м
		Л	ЛД	ГК<3, МА	ГК>3	АК	ГД	АД	ГГБ	
Интенсивная	1,33	93	7	3	3	12	2	5	1	85
	0,5	101	8	7	3	17	2	9	3	115
Сниженная	1,33	73	6	2	1	12	1	5	1	60
	0,5	84	6	4	1	17	2	9	2	95

Выхлопные газы автомобилей представляют собой смесь, состоящую из 1000-1200 индивидуальных компонентов, некоторые из которых являются нетоксичными, но особенно важно вести борьбу со следующими токсичными веществами: окиси углерода, углеводороды, оксиды азота, альдегиды, сажа, соединения свинца, бензапирен, формальдегид и другие вещества. Поэтому расчеты выполнены по восьми компонентам, которые при выделении представляют реальную угрозу для здоровья. Результаты расчета приводятся в табл. 3.

Как видно из рис. максимальное снижение выброса достигается в 1,5 раза для диоксида азота, а минимальное сокращение в 1,03 раза, характерно для сажи. Снижение главного компонента выхлопов двигателей внутреннего сгорания окиси углерода обеспечивается в 1,4 раза. Так как угарный газ является опасным и вызывает отравление различной степени в зависимости от концентрации, то необходимо добиваться его снижения посредством полноты сгорания топлива.

Как правило, на загруженных магистралях городов происходит скопление до 60 – 80 % автотранспорта [1]. Улицы с такой интенсивностью движения составляют примерно 20 – 30 % от общей протяженности дорог, поэтому наибольший вред здоровью наносится, проживающим в зданиях, примыкающих к придорожным территориям [5]. Такое положение является результатом неудовлетворительной организации дорожно-транспортного движения, которая не носит ограничительный характер для выезда большегрузного и иногороднего транспорта на территорию городов, а также не снижает загруженности основных магистралей города. Как показывают расчеты (рис.), при снижении интенсивности движения только

на 17-20 % улучшает экологическую ситуацию, поэтому следует активной вести работу в этом направлении.

Таблица 3

Расчетные данные поступлений загрязняющих веществ от автотранспорта по ул. 20-летия Октября и в зоне перекрестка (интенсивная загруженность – числитель, транспортные потоки, сниженные на 17-20 %, - знаменатель)

Направление автотранспортных потоков	Выбросы вредных веществ от автомобилей, г/с							
	CO	NO ₂	CH	сажа	SO ₂	формальдегид	соединения свинца	бензапирен
По ул. 20-летия Октября	$\frac{6,2515}{4,0705}$	$\frac{0,4860}{0,3292}$	$\frac{0,8299}{0,5582}$	$\frac{0,0026}{0,0021}$	$\frac{0,0262}{0,0214}$	$\frac{0,0032}{0,0027}$	$\frac{0,0040}{0,0032}$	$\frac{0,871 \cdot 10^{-6}}{0,338 \cdot 10^{-6}}$
Перекресток при запрещающем сигнале светофора для движения по ул. 20-летия Октября	$\frac{3,5590}{2,8939}$	$\frac{0,0754}{0,0619}$	$\frac{0,4019}{0,3314}$	$\frac{0,0280}{0,0274}$	$\frac{0,0136}{0,0128}$	$\frac{0,0022}{0,0019}$	$\frac{0,0031}{0,0024}$	$\frac{1,780 \cdot 10^{-6}}{1,457 \cdot 10^{-6}}$
По ул. Кирова в зоне перекрестка	$\frac{0,1818}{0,1417}$	$\frac{0,0156}{0,0117}$	$\frac{0,0255}{0,0203}$	$\frac{0,0001}{0,0001}$	$\frac{0,0012}{0,0009}$	$\frac{0,0001}{0,0001}$	$\frac{1,15 \cdot 10^{-4}}{0,42 \cdot 10^{-4}}$	$\frac{0,035 \cdot 10^{-6}}{0,012 \cdot 10^{-4}}$
Загруженность перекрестка при запрещающем сигнале светофора по ул. Кирова	$\frac{1,7879}{1,5086}$	$\frac{0,0406}{0,0366}$	$\frac{0,2098}{0,1857}$	$\frac{0,0195}{0,0194}$	$\frac{0,0090}{0,0069}$	$\frac{0,0012}{0,0011}$	$\frac{0,0014}{0,0012}$	$\frac{0,920 \cdot 10^{-6}}{0,803 \cdot 10^{-6}}$
Суммарный выброс загрязняющих веществ	$\frac{11,7802}{8,6147}$	$\frac{0,6176}{0,4394}$	$\frac{1,4671}{1,0956}$	$\frac{0,0502}{0,049}$	$\frac{0,05}{0,042}$	$\frac{0,0067}{0,0058}$	$\frac{0,0086}{0,0072}$	$\frac{3,61 \cdot 10^{-6}}{2,272 \cdot 10^{-6}}$

Существует много технических и планировочных приемов выравнивания транспортной нагрузки на магистральной сети города. Прежде всего, следует равномерно размещать основные зоны приложения труда и жилые районы, а также места отдыха и центры культурно – бытового обслуживания. Одновременно наиболее загруженные участки транспортной сети необходимо дублировать новыми линиями. Для достижения этого требуется выверенный подход к планировке удобных развязок и окружных транспортных сообщений при последующем развитии городского округа город Воронеж.

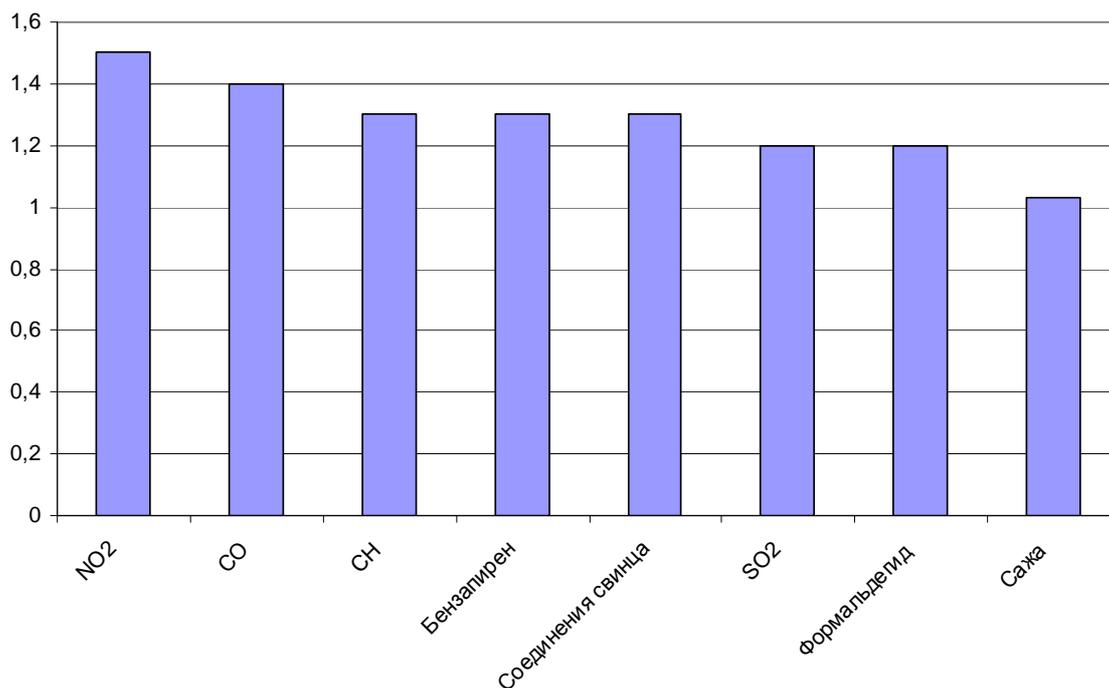


Рис. Сокращение выбросов вредных веществ при снижении транспортных потоков на 17-20 %

Библиографический список

1. Подольский В.П., Артюхов В.Г., Турбин В.С., Канищев А.Н. Автотранспортные загрязнения придорожных территорий. Воронеж, Издательство Воронежского государственного университета, 1999, 264 с.
2. Хомич В.А. Экология городской среды. Омск, Издательство СибАДИ, 2002, 267 с.
3. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях. М., Министерство транспорта РФ, 1997, 55 с.
4. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. М., Госкомэкологии РФ, 1999, 9 с.
5. Afanasenko M.Yu., Kitaev D.N., Shchukina T.V., Apoykova E.A. Inquinamento diagnosi e approccio integrato per proteggere l'ambiente// Italian Science Review, January 2016; 1(34), p. 138-143.

References

1. Podolsk V.P., Artyukhov V.G., Turbin V.S., Kanishchev A.N. Motor transportation pollution of roadside territories. Voronezh, Publishing house of the Voronezh state university, 1999, 264 p.
2. Homich V.A. Ecology of an urban environment. Omsk, Publishing house of SIBRI, 2002, 267 p.
3. A method of calculation of emissions of the polluting substances motor transport on city highways. M., Ministry of transport of the RF, 1997, 55 p.
4. A technique of definition of emissions of motor transport for carrying out summary calculations of pollution of the atmosphere of the cities. M., State comm. of ecology of the RF, 1999, 9 p.
5. Afanasenko M.Yu., Kitaev D.N., Shchukina T.V., Apoykova E.A. Inquinamento diagnosi e approccio integrato per proteggere l'ambiente// Italian Science Review, January 2016; 1(34), p. 138-143.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 334.7

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
доктор экономических наук, профессор ка-
федры экономики и основ предпринима-
тельства В.В. Гасилов, старший препода-
ватель И.В. Крючкова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Doctor of economic Sciences, Professor of the
Department of Economics and
entrepreneurship V.V. Gasilov,
senior teacher I.V. Kruchkova
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-54-00*

В.В. Гасилов, И.В. Крючкова

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТОВ ОБЩЕСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В последнее время в российской экономике из-за экономического кризиса существенно снизился объем государственных инвестиций. Это негативно влияет на экономическое состояние страны и отдельных регионов, а также на социально-экономическое развитие населения. Для решения этой проблемы в последние годы стал применяться принцип общественно-частного партнерства (ОЧП), при котором объединяются административные, финансовые и трудовые ресурсы государства и частных инвесторов для инвестирования в различные отрасли экономики и социальной сферы.

Ключевые слова: государственные инвестиции, общественно-частное партнерство (ОЧП), инвестирование, утилизация строительных отходов.

V.V. Gasilov, I.V. Kryuchkova

APPLICATION OF PARTNERTSVA PUBLIC-PRIVATE PROJECTS IN WASTE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION INDUSTRY

Recently in the Russian economy due to the economic crisis significantly decreased the amount of public investment. This adversely affects the economic condition of the country and individual regions, as well as on the socio-economic development of the population. To solve this problem in recent years has been to apply the principle of public-private partnership (OCP), which bring together administrative, financial and human resources of the state and private investors for investment in various sectors of the economy and social sphere.

Keywords: public investment, public-private partnership (OCP), investment, disposal of construction waste.

Реализация проектов ОЧП нашла свое применение и в системе жилищно-коммунального хозяйства, где она применяется в системах водоснабжения и канализации, теплоснабжения и сбора бытовых отходов. На наш взгляд, на таких же принципах может

быть организовано ОЧП по утилизации бытовых отходов, возникающих в сфере капитального строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

В настоящее время в г. Воронеже проводится масштабная работа по переселению граждан из аварийного и ветхого жилья. При этом вся продукция, возникающая в результате сноса, направляется на места сбора твердых бытовых отходов без переработки, обеспечивающей повторное использование щебня и металла. Поскольку места захоронений находятся на значительном отдалении от городских территорий, возникают существенные затраты на транспортировку и хранение отходов. Кроме того, значительные территории пригодных земель выводятся из экономического оборота. Возникают проблемы экологической безопасности, связанные с загрязнением воздуха, земельных и водных ресурсов в местах захоронения твердых бытовых отходов (ТБО).

Для решения сложившейся проблемы, которая имеет экономические, социальные и экологические последствия для миллионного города Воронежа и прилегающих к нему территорий, возможно создание механизма общественно-частного партнерства (ОЧП), которое получило значительное распространение при создании объектов транспортной, жилищной и социальной инфраструктуры, как в зарубежной практике, так и в России.

В рамках проекта ОЧП государство, в лице администрации Воронежской области и муниципалитета г. Воронежа предоставляет земельные ресурсы для полигона по переработке ТБО и подъездной автодороги, разрабатывают проект создания, эксплуатации и рекультивации полигона ТБО, участвует в приобретении оборудования. Частные инвесторы участвуют в приобретении оборудования (в соотношении 50% государственных и 50% частных инвестиций), и на условиях концессии занимаются эксплуатацией полигона ТБО и реализацией произведенной продукции строительным предприятиям региона. Продолжительность концессии может быть установлена исходя из размера капитальных и текущих затрат частных инвесторов, планируемых объемов выпускаемой продукции и стоимости их реализации, которая может быть на 10-20% ниже цены продукции, реализуемой на строительном рынке.

Основным строительным материалом, получаемым в результате утилизации отходов строительства является щебень. При существенном росте объемов малоэтажного строительства резко возрастают потребности в щебне для возведения фундаментов по сравнению с многоэтажным домостроением. При этом требования к качеству щебня для малоэтажного строительства значительно ниже, что создает предпосылки для широкого внедрения методов утилизации отходов строительной деятельности на современном этапе обеспечения населения доступным и комфортным жильем.

Стоимость 1 м³ щебня фракции 5-20 в Воронежской области в 2016 году составляет около 600 рублей. При условии, что щебень, получаемый в результате утилизации, может быть реализован по ценам на 10% ниже, чем добываемый в карьерах, его отпускная цена может быть принята равной 540 руб. за 1 м³. Исходя из этой цены, при средней производительности оборудования 40 м³/ч, можно определить величину капитальных затрат на приобретение дробильного оборудования, при которых проект ОЧП по переработке строительных отходов может быть рентабельным, а создаваемая продукция будет конкурентоспособной по сравнению с традиционными материалами.

Поскольку альтернативным вариантом утилизации строительных отходов является их захоронение на полигонах ТБО, можно прогнозировать прибыль на 1 м³ реализации щебня в размере около 10% от его отпускной цены, что составит 50 руб. за 1 м³. Исходя из среднечасовой производительности оборудования 50 м³/ч. при его односменной работе, в год может быть произведено 130 тыс. м³ щебня [1]. Таким образом, ресурсов сырья, получаемого в результате утилизации ветхого и аварийного жилья, промышленных объектов и транспортных сооружений, будет достаточно для 10-12 летней реализации ОЧП-проекта, что является средним по продолжительности жизненным циклом для такого рода проектов.

Для оценки эффективности ОЧП-проекта определяют величину чистого дисконтированного дохода по формуле

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t},$$

где CF_t - приток денежных средств в период t ;

I_t - сумма инвестиций (затраты) в t -ом периоде;

r - ставка дисконтирования;

n - суммарное число периодов (интервалов, шагов) $t = 1, 2, \dots, n$ (или время действия инвестиции).

Дадим оценку окупаемости частных инвестиций в проект ОЧП в течение 15-летней реализации проекта при следующих параметрах:

- капитальные затраты I_t – 5800 тыс. рублей;

- приток денежных средств в течение года CF_t – 1800 тыс. рублей;

- ставка дисконтирования r , равная 17%, которая включает безрисковую ставку (учетную ставку ЦБ РФ) – 11% и риски венчурного финансирования – 6.0%.

Чистый дисконтированный доход от реализации ОЧП проекта в течение 15 лет составит 4500 тыс. рублей. Наряду с экономическим эффектом, получаемым частными инвесторами, возникает социальный эффект, заключающийся в создании 8 новых рабочих мест и экологический эффект, заключающийся в сокращении площадей полигона ТБО, необходимых для утилизации отходов строительной деятельности [2].

Практической реализации проекта может способствовать создание в Воронеже центра муниципально-частного партнерства. Одной из задач центра станет поиск и продвижение общественно-значимых проектов.

Библиографический список

1. <http://www.laboratory.ru/>

2. Программа «Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры городского округа город Воронеж на период 2010-2020 годов». - Воронеж, 2010. - 173 с.

References

1. <http://www.laboratory.ru/>

2. The program «Complex development of systems of a communal the infrastructure of the urban district of Voronezh for the period 2010-2020». - Voronezh, 2010. - 173 S.

УДК 692.23

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Заочное отделение
Кандидат технических наук А.Е.Грошев
Тел. 8-(952)-951-27-84
Студент группы М-232 М.И. Беляков
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (930) 404-20-67
e-mail: netyt@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Department of Distance Education
Candidate of technical sciences A.E.Groshev
Tel. 8-(952)-951-27-84
Student of M-232 M.I.Belyakov
Russia, Voronezh, tel. +7 (930) 404-20-67
e-mail: netyt@mail.ru*

А.Е. Грошев, М.И. Беляков

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН

Используемые конструктивные решения трехслойных наружных стен. Преимущества и недостатки ограждающих конструкций, выполненных по системе «вентилируемый фасад» по сравнению с конструкциями с облицовкой из камней и блоков.

Ключевые слова: трехслойные наружные стены, трехслойные ограждающие конструкции, многослойные ограждающие конструкции, «вентилируемый фасад», конструкция стен.

A.E. Groshev, M.I. Belyakov

THE ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE SOLUTION OF THREE-LAYER OUTER WALLS

Solutions used for constructions of three-layer outer walls. Advantages and disadvantages of walling made in the system "ventilated cladding" in compare with walling faced with stones and blocks.

Keywords: three-layer outer walls, three-layer walling, sandwich structure, «ventilated cladding», wall construction.

Стены являются одним из основных конструктивных элементов практически любого здания или сооружения. Они не только изолируют помещения от внешней среды, но и подвергаются сложному комплексу внутренних и внешних силовых воздействий. Поэтому современные стеновые конструкции должны обладать прочностью, стойкостью против воздействия атмосферы, иметь требуемые тепло-, воздухо- и звукоизоляционные параметры, быть огнестойкими, достаточно долговечными, а также обеспечивать экономическую эффективность строительства.

Выбор конструкции стен является одним из основных вопросов проектирования. Как показывает анализ развития конструктивных элементов, которые одновременно выполняют функции несущих и ограждающих конструкций, их максимальная эффективность достигается в том случае, когда конструкции выполнены многослойными. Применительно к элементам стен объектов недвижимости можно сказать, что наиболее эффективными являются трехслойные конструктивные решения. Различают два вида таких решений: в первом случае изолирующий слой расположен внутри несущих слоев; во втором – несущий слой находится внутри изолирующих слоев. Второе решение проще в изготовлении, однако, менее эффективно, так как требует дополнительных затрат на защиту изолирующих слоев от различного рода воздействий, в том числе механических повреждений. [1]

Системы трехслойных наружных стен из камней, блоков и железобетонных панелей с теплоизоляцией в качестве среднего слоя применяются для зданий различного назначения в новом строительстве и при реконструкции и могут представлять собой несущую, ненесущую или самонесущую ограждающую конструкцию.[2]

Трехслойная стена с облицовкой из камней и блоков представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из основания, теплоизоляции и облицовочного слоя.

Основание является несущим элементом конструкции. Оно выполняется из монолитного или сборного железобетона, из керамического или силикатного кирпича, из керамических, бетонных, силикатных или природных камней и блоков.

Теплоизоляция обеспечивает требуемый тепло-влажностный режим внутренних помещений и материалов основания, а также выполняет звукоизолирующие функции. Она устанавливается между основанием и облицовочным слоем и при эксплуатации не испытывает внешних длительных и кратковременных нагрузок.

В качестве теплоизоляции используются плиты из минеральной ваты, из стеклянного штапельного волокна или пенополистирола. Выбор теплоизоляционного материала производится исходя из конструктивных особенностей стены, высоты стены и требований к конструкции: по звукоизоляции, теплотехнике и по пожарным требованиям.

Для помещений с сухим и нормальным режимом эксплуатации при использовании в качестве теплоизоляции плит из минеральной ваты или из стеклянного штапельного волокна между облицовочным слоем и теплоизоляцией необходимо предусматривать воздушный зазор шириной не менее 20 мм. Воздушный зазор может устраиваться без вентиляции или с вентиляцией.

Невентилируемый воздушный зазор предохраняет теплоизоляцию от увлажнения атмосферными осадками, проникающими капиллярным путем через облицовочный слой.

Вентилируемый воздушный зазор не только защищает от атмосферных осадков, но и обеспечивает эффективный отвод в атмосферу влаги, поступающей из внутренних помещений через основание системы и теплоизоляцию. Таким образом, обеспечивается отсутствие условий конденсации влаги во внутренних слоях и, как следствие, расчетные параметры влажности теплоизоляции и материала основания. При устройстве вентилируемого воздушного зазора, для уменьшения уноса тепла из слоя теплоизоляции за счет конвекции под действием восходящего потока воздуха и предотвращения уноса отдельных волокон теплоизоляционного материала рекомендуется использовать плиты теплоизоляции с наклеенным с одной стороны стеклохолстом или на поверхность плит устанавливать паропроницаемую мембрану (ветрозащиту). При большой и средней этажности зданий, для ограничения скорости потока восходящего воздуха, вентилируемое пространство разбивается горизонтальными и вертикальными рассечками. Шаг установки рассечек определяется расчетом с учетом ширины вентилируемого пространства.

Для помещений с влажным и мокрым режимом эксплуатации на внутренней поверхности основания устанавливается пароизоляция.

В случае использования в качестве теплоизоляционного материала пенополистирола следует предусматривать противопожарные насечки на уровне перекрытий, но не реже чем через 4 м по вертикали, и обрамления оконных и дверных проемов из плит минеральной ваты той же толщины, что и теплоизоляция из пенополистирола, и шириной не менее 200 мм.

Вследствие малой паропроницаемости пенополистирола, в процессе эксплуатации здания при недостаточном воздухообмене происходит повышение влажности в материалах стены и во внутренних помещениях.

Облицовочный слой защищает стены от климатических (ветер, дождь, снег, солнечная радиация) и механических воздействий. Он выполняется из керамического или силикатного кирпича, керамических, бетонных, силикатных или природных камней или блоков правильной формы.

Облицовочный слой и основание системы связываются между собой жесткими или гибкими связями. Тип, количество и параметры связей определяется на основании расчетов. В качестве жестких связей в новом строительстве применяются камни или блоки из материалов облицовочного слоя, а при реконструкции – металлические уголки, прикрепленные к основанию системы с помощью кронштейнов. Жесткие связи между основанием и облицовочным слоем обеспечивают их совместную работу. В качестве гибких связей в строительстве и при реконструкции применяются металлические сетки и арматура, выполненная из стеклопластика, базальтопластика или нержавеющей стали. [2]

Работоспособность и долговечность внутреннего слоя в этой конструкции наружной стены весьма высока и превосходит эти показатели для monosloynnykh стен. Предопределяется это тем важнейшим обстоятельством, что внутренний слой в течение всего срока эксплуатации объекта, будучи заблокированным слоем теплоизоляции, находится в комфортном режиме положительных температур. Материал внутреннего слоя не подвергается поверхностному замачиванию и осушению, циклическому замораживанию и оттаиванию в переходный период года.

Можно считать внутренний слой и облицовку ремонтнопригодными. Оба элемента достаточно доступны для наблюдения за их состоянием и обнаружением локальных повреждений, для ремонта и устранения повреждений и дефектов.

Пенополистирол должен обладать умеренным старением и обеспечивать продолжительный срок службы. В идеале этот срок службы должен соответствовать нормативному сроку службы всего здания, т. к. замена утеплителя сопряжена с низкой ремонтнопригодностью облицовочного слоя, наличием гибких связей, и в том числе, по этим причинам, низкой ремонтнопригодностью самого слоя. [3]

Трёхслойная стена по системе «Вентилируемый фасад» может использоваться с применением экрано- и керамогранита, металлоэлементов. Конструкция обеспечивает совместную работу монолитного каркаса и внутреннего слоя в любом плотном конструкционном материале (в сочетании с каркасом - стена-заполнение), систему силовых навесок в оцинкованном металле, теплоизоляционный слой и облицовочный экран, отнесённый наружу на толщину воздушной прослойки.

Эксплуатационная долговечность внутреннего слоя (основания) на основе штучных стеновых материалов или монолитного железобетона в этой конструкции наружной стены оценивается в пределах 100-300 лет. Материал основания в течение всего срока эксплуатации объекта находится в режиме работы при положительных температурах и защищен от поверхностного замачивания и осушения, циклического замораживания и оттаивания в переходные периоды года. Долговечность всех видов материала основания определяется физическим старением и деструкцией материала, растянутых во времени, и превосходит нормативные сроки эксплуатации здания.

Теплоизоляционный слой в структуре стен данного типа можно оценивать как ограниченно ремонтнопригодный. Конструктивный элемент ограниченно доступен для наблюдения за состоянием и обнаружением локальных повреждений. Прогнозируемый срок службы утеплителей в стенах данной конструкции в среднем прогнозируется в пределах 40-60 лет и существенно зависит от качества теплоизоляционных материалов, толщины воздушного зазора, качества материала и правильности монтажа.

Для повышения надежности и долговечности в системах с вентилируемым фасадом по внешней поверхности утеплителя рекомендуется использовать гидро- ветрозащитные, паропроницаемые пленки (мембраны).

Воздушный зазор, сообщаемый посредством многочисленных щелей между элементами гидро- паро- и ветронепроницаемого экрана, обеспечивает за счет вентиляции удаление водяных паров, поступающих вследствие диффузии через ограждающую конструкцию со стороны помещения на протяжении отопительного периода. Этим обеспечиваются нормальные

влажностные условия работ конструкции и долговечности системы. Воздушный зазор также влияет на величину термического сопротивления ограждающей конструкции в целом. С уменьшением толщины воздушной прослойки уменьшается скорость потока вентилируемого воздуха, что способствует повышению температуры воздушной прослойки и ее термического сопротивления. Одновременно, уменьшение толщины воздушно прослойки снижает способность фасадной системы к самоосушению в отопительный период и повышает вероятность влагонакопления в утеплителе.

Наиболее широко применяемые элементы наружного облицовочного слоя (экрана) трёхслойной стены по системе «Вентилируемый фасад» - крупноформатные фиброцементные листы, мелкоштучные фиброцементные элементы, керамогранит - в процессе эксплуатации подвержены комплексу атмосферных воздействий (осадки, ветровые нагрузки), солнечной радиации, антропогенным воздействиям, а также их сочетаниям (смог, «кислотные дожди» и др.). Как правило, экраны изготавливаются из материалов с низкой паропроницаемостью. Для предотвращения быстрого влагонакопления в слое утеплителя и обеспечения высокой способности фасадных систем к самоосушению, рекомендуется использовать малоформатные элементы экрана с большим количеством швов (зазоров) между ними.

Основными достоинствами трёхслойной стены по системе «Вентилируемый фасад» являются:

- высокая технологичность выполнения работ;
- возможность всесезонного производства работ при температурах ниже 0°C;
- высокая долговечность конструкции фасадных систем, соизмеримая с нормативным сроком службы здания, при условии качественного проекта и монтажа, а также применения для изготовления металлофурнитуры коррозионностойких долговечных материалов;
- сравнительно высокая ремонтпригодность наружных стен. За исключением отдельных конструктивных решений фасадных систем. Фасадные системы неремонтнопригодны в случаях, если по каким-либо причинам проржавела подконструкция или расшатался крепеж к основанию.

Существенными недостатками трёхслойной стены по системе «Вентилируемый фасад» являются:

- относительно высокая стоимость в сравнении с другими системами утепления стен;
- низкий коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции вследствие большого количества мостиков холода в зоне крепления металлофурнитуры к основанию;
- системы сложны в исполнении, требуют более точного геодезического обеспечения, точности геометрии самого здания и высокого качества элементов металлофурнитуры.
- высокие требования к физическому состоянию основания; как правило, требуется тщательный подбор анкеров для закрепления металлофурнитуры к основанию;
- многооперационность процесса монтажа фасадных систем требует высокого уровня профессионализма от строителей и усложняет процесс контроля качества выполняемых работ.[3]

Таким образом, трёхслойные стены обладают очень хорошими показателями с точки зрения теплоизоляции, долговечности и ремонтпригодности, а так же позволяют сэкономить на объемах строительных материалов. Кроме того, на сегодняшнем рынке представлен практически неограниченный выбор разновидностей облицовочных слоев.

Библиографический список

1. Жигна В.В., Литовченко С.П., Особенности механизма истощения несущей способности трехслойными сборно-монолитными железобетонными элементами стен при внецентренном сжатии.// Строительство и техногенная безопасность, 2012, №43 – с.24-31.

2. Справочник по конструкциям тепло- и звукоизоляции [Текст]. – СПб., ООО «Торговый дом УРСА», 2004.

3. Халимов Р.К. Исследование совместной работы строительных материалов в составе современных многослойных теплоэффективных наружных стен зданий [Текст]: дис....канд. техн. наук: 05.23.05: Уфим. гос. нефт. техн. университет. – Уфа, 2007, 221с.

4. Машенков А.Н., Чебурканова Е.В., Влажностный режим современных многослойных конструкций наружных стен.//Технологии строительства, 2007, №4(52), с.1-2.

References

1. V.V.Zhigna, S.P.Litovchenko, Features of the mechanism of exhaustion of the bearing capacity of the three-layer monolithic precast concrete wall elements under eccentric compression // Construction and technogenic safety, 2012, №43 – p.24-31.

2. Guide to designs of thermal and acoustic insulation – SPb, «Trade House URSA» Ltd., 2004.

3. R.K.Khalimov, The research of a collaboration of bulding materials as a part of modern thermoefficient multilayer outer walls of buildings.: diss... cand. tech. scienses: Ufa State Petroleum Technological University. – Ufa, 2007, 221 sec.

4. A.N.Mashenkov, E.V.Cheburkanova, Humidity conditions of modern multilayer constructions of outer walls.// Technologies of construction, 2007, №4(52), p.1-2.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий
и сооружений Л.И. Гулак
Магистрант А.А. Жабина
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (951) 548-18-30
e-mail: Lyona-93@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Associate Professor of building design and con-
structions department L. I. Gulak
Postgraduate A. A. Zhabina
Russia, Voronezh, tel. +7 (951) 548-18-30
e-mail: Lyona-93@mail.ru*

Л.И. Гулак, А.А. Жабина

СРАВНЕНИЕ ПЛОСКОСТНЫХ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ ЗАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

При проектировании и строительстве зданий с зальными помещениями возникает комплекс сложных архитектурных и инженерных задач. Для создания комфортных условий в зале, обеспечения требований технологии, акустики, изоляции его от других помещений и окружающей среды определяющее значение приобретает конструкция покрытия зала.

Ключевые слова: Большепролетные перекрытия, балки, фермы, рамы, арки.

L.I. Gulak, A.A. Zhabina

COMPARATIVE ANALYSIS OF PLANAR LARGE-SPAN CONSTRUCTIONS OF HALL CEILINGS

While designing and constructing buildings with halls, there appears a complex of complicated architectural and engineering challenges. Design of hall covering is essential to create comfortable conditions in the hall, to meet the requirements of technology, acoustics, isolation from other rooms and the environment.

Key words: long-Span ceiling, beams, trusses, frames, arches.

Зал – основное композиционное ядро большинства общественных зданий. При выборе конструкций покрытия зала решающее значение имеет необходимость связать зал с внешним миром посредством открытых остекленных поверхностей или наоборот полностью изолировать его. Пространство освобожденное от опор, перекрытое большепролетной конструкцией, придает зданию эмоциональную и пластическую выразительность.

Большепролетные конструкции покрытий можно разделить по их статической работе на две основных группы систем большепролетных покрытий:

- плоскостные (балки, фермы, рамы, арки);
- пространственные (оболочки, складки, перекрестно-стержневые системы и др.).

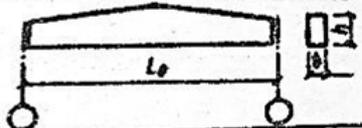
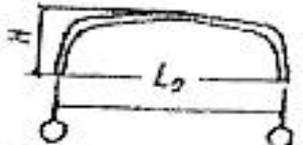
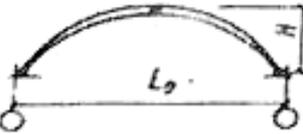
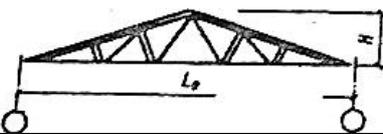
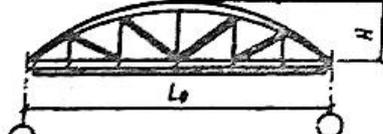
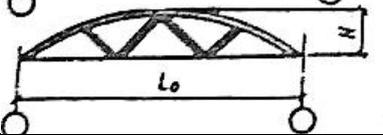
По материалу, применяемому для изготовления большепролетных конструкций, их разделяют на деревянные, металлические и железобетонные.

Древесина имеет хорошие несущие свойства (расчетное сопротивление сосны на сжатие и изгиб 130–150 кг/м²) и малую объемную массу (для воздушно-сухой сосны 500 кг/м³). Для сравнения приведены некоторые типовые деревянные стропильные конструкции (Табл.1). Существует мнение, что деревянные конструкции недолговечны. Действительно при плохом

ухуде деревянные конструкции могут очень быстро выйти из строя из-за поражения древесины различными грибами и насекомыми. Основным правилом для сохранения деревянных конструкций является: 1) создание условий для их вентиляции или проветривания; 2) сушка древесины перед ее применением в строительстве; 3) улучшение биологической стойкости древесины (достигается с помощью методов пропитки ее различными эффективно действующими антисептиками). Еще чаще возникают возражения против использования древесины по соображениям пожарной безопасности. Однако соблюдение элементарных правил противопожарной безопасности и надзора за сооружениями, а также использование антипиренов, повышающих огнестойкость древесины, позволяет значительно повысить противопожарные свойства древесины.

Таблица 1

Типовые деревянные стропильные конструкции

Наименование конструкций и эскиз	Марка изделия	лет L_0 , м	Высота, Н, м	Расчетные нагрузки	Назначение	Серия
<p>Балка клееная</p> 	1БСКД	9...24	0,378... 0,987	6...12,5 кН/м	Покрытия общественных зданий	1.262-1 вып.5
<p>Рама клееная</p> 	РД	12...4 2	5,6... 13,5	6...12,5 кН/м	Общественные здания	1.222-1 вып.6
<p>Арки клееные, трехшарнирные</p> 	ДЭА	18; 24	7,5; 7,95; 9,95; 9,5	Снеговая нагрузка 0,7-2 кН/м ²	Спортивные сооружения	1.263-3 вып.1
<p>Фермы металлодеревянные</p> 	ФМД	9...24	2,52... 3,113	Снеговая нагрузка до 1,5 кН/м ²	Покрытия однопролетных производственных и с/х зданий	1.063.9-2 1.063.9-3 1.463.9-14
<p>Фермы клееные сегментные</p> 	КДФ	15; 18; 21; 24	2,14; 2,57; 3; 3,43	18...27 кН/м	Однопролетные залы общественных зданий с подвесным потолком	1.263-1 вып.1
<p>Фермы клееные сегментные</p> 	КДФт	15; 18; 21; 24	2,14... 3,24	15...24 кН/м	Покрытия общественных зданий	1.263-1 вып.2

Металлические конструкции, главным образом стальные, применяются широко. Их достоинства: высокая прочность, относительно небольшая масса. Недостатком стальных конструкций является подверженность коррозии и низкая пожарная стойкость (потеря несущей способности при высоких температурах). Для борьбы с коррозией стальных конструк-

ций существует много средств: окраска, покрытие полимерными пленками и т.д. В целях пожарной безопасности ответственные стальные конструкции можно обетонировать или осуществить набрызг на поверхность стальных конструкций теплоустойчивых бетонных смесей (вермикулит и т.д.).

Железобетонные конструкции не подвержены гниению, ржавлению, обладают высокой пожарной стойкостью. Железобетонные конструкции отличаются высокой надежностью и долговечностью. Тем не менее, применение их ограничено из-за слишком большого веса. Такие конструкции сложно монтировать. Обычно железобетонные материалы используются, чтобы создавать конструкции в одноэтажных зданиях, но с большой площадью и в сложных климатических условиях.

Для перекрытия зрительных залов более подходящими являются балки и фермы.

Балки изготавливаются из стальных профилей, железобетонными (сборными и монолитными), деревянными (на клею или на гвоздях). Стальные балки таврового или коробчатого сечения требуют большого расхода металла, имеют большой прогиб, который обычно компенсируется строительным подъемом ($1/40 - 1/50$ от пролета). Железобетонные балки имеют большой изгибающий момент и большую собственную массу, но просты в изготовлении. Они могут выполняться монолитными, сборно-монолитными и сборными (из отдельных блоков и цельные). Выполняются из железобетона с предварительным напряжением арматуры. Отношение высоты балки к пролету колеблется в пределах от $1/8$ до $1/20$. В практике строительства встречаются балки пролетом до 60 м.

Фермы, как и балки, могут изготавливаться из металла, железобетона и дерева.

Стальные фермы в отличие от металлических балок за счет решетчатой конструкции требуют меньше металла. При подвесном потолке создается проходной чердак, обеспечивающий пропуск инженерных коммуникаций или свободный проход по чердаку. Фермы выполняют, как правило, из стальных профилей, а пространственные трехгранные фермы – из стальных труб. Фермы могут иметь различное очертание поясов и типы решетки. (рис. 1.).

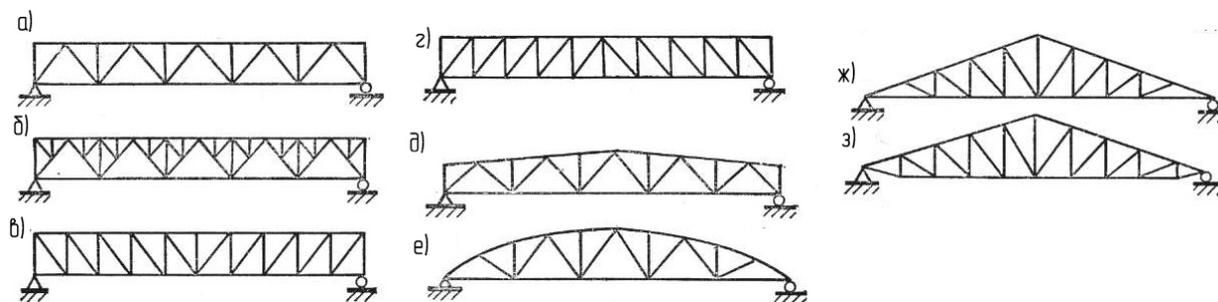


Рис. 1. Классификация балочных разрезных ферм по очертанию поясов:

а - г - фермы с параллельными поясами; д - трапециевидная; е - параболическая или сегментная;

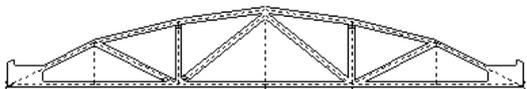
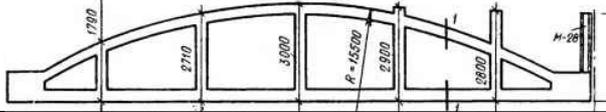
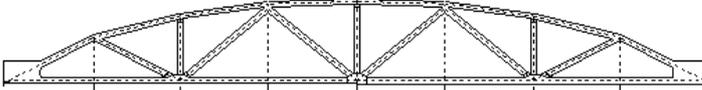
ж - треугольная; з - треугольная с пониженным нижним поясом.

Типы решетки: а, д, е – треугольная со стойками; б - треугольная со шпренгелями;

в, з, ж - раскосная с нисходящими (к середине пролета) раскосами; г - раскосная с восходящими раскосами

Железобетонные фермы изготавливаются: цельными – длиной 9-24 м; составными – с предварительным напряжением арматуры. Максимальная длина запроектированных железобетонных ферм составляет около 100 м при шаге 12 м. Отношение высоты фермы к пролету $1/6 \dots 1/9$. Недостатком железобетонных ферм является большая конструктивная высота. Для уменьшения собственной массы ферм необходимо применять высокопрочные бетоны и внедрять легкие плиты покрытия из эффективных материалов. Сегментные раскосные фермы экономичнее арочных безраскосных по расходу арматуры приблизительно на 10%, по расходу бетона – приблизительно на 12%. При подвесных кранах расход стали в фермах увеличивается на 20-30%. Для сравнения приведены разные типы железобетонных ферм (Табл. 2.).

Технико-экономические показатели ферм покрытий при расчетной нагрузке 3,5...5,5 кН/м²

Тип фермы	Масса фермы, т	Класс бетона	Объем бетона, м ³	Расход стали на ферму, при армировании растянутого пояса, кг		
				стержнями	канатами	высокопрочной проволокой
Сегментная раскосная пролетом 18 м и с шагом, м:6 12						
	4,5...6 7,8...9,4	B30; B40 B30; B40	1,8...2,42 3,11...3,75	289...468 550...736	238...391 439...591	223...372 408...547
Арочная безраскосная пролетом 18 м и с шагом, м:6 12						
	6,5 9,2...10,5	B30; B40 B30; B40	2,7 3,7...4,2	390...486 570...720	330...450 463...586	319...436 450...562
Сегментная раскосная пролетом 24 м и с шагом, м:6 12						
	9,2 14,9...18,6	B30; B40 B30; B40	3,68 5,94...7,42	690...768 1096...1539	557...625 853...1204	510...595 787...1128
Арочная безраскосная пролетом 24 м и с шагом, м: 6 12						
	9,2...10,5 14,2...18,2	B30; B40 B30; B40	3,7...4,2 5,7...7,8	759...862 1281...1489	654...715 1020...1201	623...697 988...1128

Вывод

В результате анализа и обобщения информации по выше изложенной теме следует, что при выборе материала и конструкции для большепролетных зальных перекрытий необходимо отдавать предпочтение тому материалу и конструкции, которые в конкретных условиях строительства наилучшим образом отвечают поставленной задаче.

Библиографический список

1. Маилян Л.Р. Справочник современного строителя. Ростов-н/Д, «Феникс», 2008г.
2. Кутухтин Е.Г. Легкие конструкции одноэтажных производственных зданий. М., Стройиздат, 1988г.
3. А.В. Демина Здания с большепролетными покрытиями. Изд-во Тамб. ГТУ, 2003.

References

1. Mailyan L. R. Contemporary guide of building designer. Rostov-n/D, «Phoenix», 2008.
2. Kutuhtin, E. G. Lightweight construction of one-storey industrial buildings. M., Sroyizdat, 1988.
4. A.V. Demina, Buildings with long-span coverings. Publishing house of Tambov State Technical University, 2003.

УДК 69.07

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет,
Доцент кафедры проектирования зданий и
сооружений им. Н.В. Троицкого
Л.И. Гулак
Магистрант кафедры проектирования зда-
ний и сооружений им. Н.В. Троицкого
К.А. Панурина
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (915) 556-02-38;
e-mail: ksuha10011992@mail.ru*

*Voronezh State Architecture
and Civil Engineering, Associate Professor,
Department of designing buildings and
structures them. N.V. Troitskogo
L.I. Gulak
Master of the department of designing
buildings and structures them. N.V. Troitskogo
K.A. Panurina
Russia, Voronezh, tel. +7 (915) 556-02-38;
e-mail: ksuha10011992@mail.ru*

Л.И. Гулак, К.А. Панурина

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

В статье рассматривается роль малоэтажного индивидуального строи-
тельства на мировом рынке недвижимости на примере зарубежных стран.
Автор статьи приходит к выводу, что Россия в наибольшей мере соответст-
вует стране с благоприятными возможностями в развитии индустриального
малоэтажного домостроения.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, индивидуальное строительство, зарубежный опыт, развитие строительства, строительство России.

L.I. Gulak, K.A. Panurina

THE ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE OF INDIVIDUAL LOW CONSTRUCTION AND POSSIBILITY OF DEVELOPMENT IN RUSSIA

In article the role of low individual construction in the world market of real estate on the example of foreign countries is considered. The author of article comes to a conclusion that Russia in the greatest measure corresponds to the country with favorable opportunities in development of industrial low housing construction.

Keywords: low construction, individual construction, foreign experience, construction development, construction of Russia.

Стремление к наличию собственного малоэтажного дома для семьи и индивидуализации личного пространства входит в национальную ментальность жителей северной и центральной части Европы и Северной Америки. Тенденции к индивидуализации жилья преобладают в странах с наименьшей плотностью населения (Рис 1).

Наибольшей популярностью в Северной Америке, Центральной и Северной Европе пользуются быстровозводимые индивидуальные малоэтажные дома, по цене (за 1 м²) ниже чем городские. Это позволяет формировать большую площадь жилья из расчёта на одного человека (Рис 2).

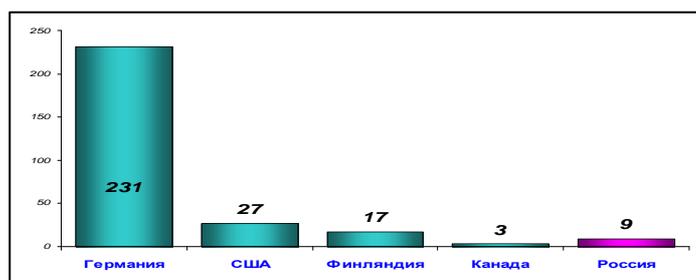


Рис. 1. Плотность населения стран Европы и Америки (чел./км²)

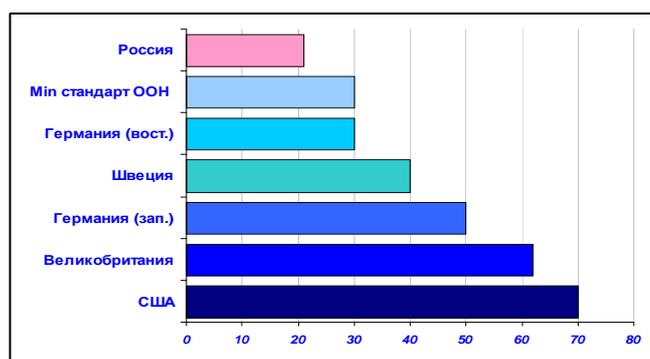


Рис. 2. Количество квадратных метров жилой площади на душу населения в странах Европы и Америки (%)

Принятая типология жилья в странах Европы и Америки (технологии малоэтажного строительства) (Таблица):

1. Модульное;
2. Панельное (крупно элементное);
3. Каркасно-панельное;
4. Клеёный брус;
5. Оцилиндрованный брус

Таблица

Преобладающие в Канаде, США, Германии и Финляндии технологии строительства малоэтажного жилья

Канада	США	Финляндия	Германия
	Модульное	Модульное	Модульное
		Панельное (крупно элементное);	Панельное (крупно элементное);
Каркасно – панельное	Каркасно – панельное	Каркасно – панельное	Каркасно – панельное
			Клеёный брус
		Оцилиндрованный брус	

Основными строительными технологиями для малоэтажных домов в Северной Америке, Центральной и Северной Европе являются каркасно-панельные (63%-99%) и модульные (2%-25%), как наиболее быстро возводимые, и с наименьшими издержками при строительстве и монтаже (Таблица).

Стремление к быстровозводимому и дешёвому жилью в XX веке свойственно для стран с большим приростом населения:

- США, с приростом в различные периоды в 5%...15% в год;
- Канада, со стабильным ежегодным приростом в 1%...3%;
- Германия, с приростом в конце 40-х годов в 7%...9%, в конце 80-ых – начале 90-ых годов на 25%...45%.

Финансовые кризисы мотивируют, в пост кризисный период, экстенсивное формирование быстровозводимых строительных технологий и интенсивного развития более дешёвого жилья:

- США – кризис «Великая депрессия» 1929-1934 г.г. Рост строительства жилых домов - 17%...22% в год;
- Германия – пост-военный кризис 1945-1949 г.г. Рост строительства жилых домов - 30%...45% в год.

Тенденции роста жилищного строительства, с упором на малоэтажное, в Европе и Северной Америке обусловлены:

1. Растущими инвестициями в жилищное строительство и составляющими до 1/4 всех инвестиций;
2. Ежегодным увеличением ёмкости малоэтажного домостроения на 1,5%...11%;
3. Снижением себестоимости строительства малоэтажного жилья за счёт внедрения новых, более экономичных, технологий строительства и производства строительных материалов (основных комплектующих) и снижения себестоимости строительных работ;
4. Увеличением объёма каркасно-панельного и деревянного домостроения (вкл. домостроения на деревянной основе), т.к. себестоимость деревянной части дома составляет \$140-460 на 1 кв.м жилья в зависимости от технологии и схем организации производства;
5. Снижающимися на 2%...10% ежегодно или стагнирующими ценами на жильё, стоимость строительства 1 кв.м малоэтажного жилья эконом класса на одну семью ниже чем 1 кв.м многоэтажного многоквартирного жилья на 10%...20%;
6. Ростом площади жилья на одного человека ежегодными темпами 0,5...5 кв.м на чел.;
7. Развитием технологий строительства и производства стройматериалов (основных комплектующих) для домостроения эконом класса стремится:
 - к снижению стоимости производства строительства;
 - к снижению стоимости строительных материалов и основных комплектующих;
 - к повышению качества строительства (повышение строительных норм);
 - к снижению сроков строительства.

На основании вышесказанного, в связи с тем, что:

- тенденции к индивидуализации жилья преобладают в странах с наименьшей плотностью населения;
- количество квадратных метров жилой площади на душу населения уменьшается по мере увеличения плотности населения этих стран;
- деревянное домостроение преобладает в странах с большими лесными массивами;
- стремление к быстровозводимому и дешёвому жилью свойственно для стран с большим приростом населения от 3% в год;
- финансовые кризисы мотивируют, в пост кризисный период, экстенсивное формирование быстровозводимых строительных технологий и интенсивного развития более дешевого жилья, можно сделать вывод, что Россия в наибольшей мере соответствует стране с наибольшими возможностями в развитии индустриального малоэтажного домостроения.

Библиографический список

1. Ольхова А.П. Гостиницы. Книга представлена Часть 5:Стройиздат, 1983. - 171 с.
2. <http://www.abok.ru/>.
3. <http://green-buildings.ru/>.

References

1. Olhova AP Hotels . Book Part 5 provides :Stroyizdat , 1983. - 171.
2. <http://www.abok.ru/>.
3. <http://green-buildings.ru/>.

УДК 692.2:693.9

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и
сооружений Р.Н.Зорин;
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений С.Н.Бирюкова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(952)552 5726*

*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 con-
structions faculty S.N. Biryukova
Russia, Voronezh, tel. 8(952)552 5726*

Р.Н. Зорин, С.Н. Бирюкова

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В КАРКАСНО-МОНОЛИТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

В данной работе были проанализированы некоторые ограждающие стеновые конструкции, используемые в каркасно-монолитном домостроении. Определена сметная стоимость и влияние толщины ограждающей конструкции на общую площадь квартир.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, экономическая эффективность, площадь квартир, толщина ограждения, сметная стоимость.

R.N. Zorin, S.N. Biryukova

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS EXTEMAL WALLING IN FRAME-MONOLITHIC HOUSING

In this study were analyzed by some enclosing wall construction used in frame- monolithic housing construction. Determined the estimated value and impact of the thickness of the building envelope on the total area of apartments.

Keywords: building envelope, cost-effectiveness, the area of apartments, the thickness of the fence, the estimated cost.

Статья составлена, на базе магистерской диссертации. В ходе работы были рассмотрены следующие ограждающие конструкции:

1 вариант – кладка из керамзитобетонных блоков, оштукатуренная с внутренней стороны, с наружным утеплением и облицовочным слоем штукатурки;

2 вариант - кладка из газосиликатных блоков, оштукатуренная с внутренней стороны, с наружным утеплением и облицовочным слоем из глиняного кирпича;

3 вариант - кладка из силикатного кирпича, оштукатуренная с внутренней стороны. С наружной навесной вентилируемый фасад с утеплением;

4 вариант – два слоя фиброцементной плиты, целлюлозный утеплитель «Эковата», с наружной облицовкой из фиброцементной плиты в один слой;

5 вариант – внутренний и наружный слои выполнены из алюминия и стекла, средний слой – утеплитель. Ограждения крепятся к внутренней опорной бетонной стене, которая монолитно соединена с междуэтажными перекрытиями;

6 вариант – наружный и внутренний слой из железобетона, средний слой утеплитель пенополистирола.

В результате расчетов по строительной физике, а именно теплотехнического, на воздухо- и паро- проницаемость установлено, что все конструкции, кроме 4-го варианта, полностью отвечают нормативным требованиям.

Что касается стенового ограждения № 4 – этот вариант удовлетворяет всем условиям, за исключением условия воздухопроницаемости, в связи с чем не может использоваться в монолитно-каркасном строительстве в том варианте, в котором представлен в данной работе, хотя будет конкурентоспособным при малоэтажном строительстве.

Для выявления наиболее выгодного варианта стенового ограждения была определена сметная стоимость возведения каждого из вариантов. За базовый (100%) вариант был принят вариант стенового ограждения № 2 (кладка из газосиликатных блоков, оштукатуренная с внутренней стороны, с наружным утеплением и облицовочным слоем из глиняного кирпича). При определении единовременных затрат (сметной стоимости возведения наружных ограждающих конструкций) были учтены: стоимость материалов, строительные работы и монтаж. Расчет стоимости возведения наружных ограждающих конструкций выполнялся не для всего здания полностью, а определялись затраты одного этажа. В результате расчета наиболее выгодным оказался вариант № 6 (наружный и внутренний слой из железобетона, средний слой утеплитель пенополистирол) и составил 1 397 550 рублей. Вариант № 1 (1 536 382 руб.) и вариант № 2 (1 582 364 руб.) в результате расчета оказались в одной ценовой категории. Вариант № 3 составил 2 380 120 рублей, что так же не сильно отличается в цене от предыдущих вариантов, в отличие от варианта № 5, сметная стоимость которого составила целых 6 007 650 рублей. Полученные данные представлены в виде диаграммы на рисунке 1.



Рис. 1. Сметная стоимость возведения сравниваемых вариантов стеновых ограждений

Для каждого из рассмотренных вариантов стеновых ограждений жилая площадь различна, (в зависимости от различной толщины каждого варианта) а, соответственно, и прибыль также различна. Далее были рассмотрены и определены изменения жилой площади всех рассматриваемых вариантов стеновых конструкций. В результате расчета лидером так же оказался вариант № 6 (наружный и внутренний слой из железобетона, средний слой утеплитель пенополистирол), прирост жилой площади которого составляет 2,28% (460 м²), что в условиях современной застройки, при усредненной стоимости 1 м² на первичном рынке в г. Воронеж равной 44221 рубль, (данные анализа рынка жилой недвижимости Воронежа за апрель 2016 г.) является большим преимуществом. Данные расчета остальных вариантов представлены в виде диаграммы на рисунке 2.

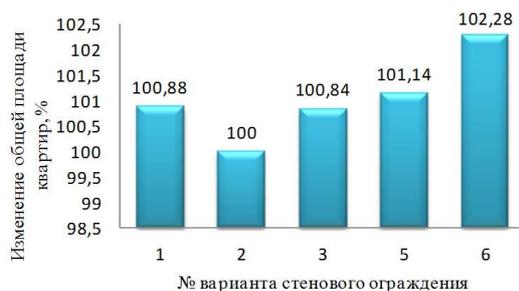


Рис. 2. Изменение жилой площади

Далее была подсчитана прибыль, полученная от реализации жилой площади, при применении различных конструкций стен (рисунок 3). Вариант № 2 отсутствует, в связи с тем, что данный вариант является базовым.



Рис. 3. Прибыль, полученная от реализации жилой площади, при применении различных конструкций стен

На основании проведенной работы, исходя из поставленных задач исследования, составлен «рейтинг целесообразности применения» рассматриваемых конструкций наружных стеновых ограждений. В результате чего, можно выбрать подходящий вариант наружной ограждающей конструкции для конкретного случая, в соответствии с проектом.

Библиографический список

1. С.М. Нанасова, В.М. Михайлин. Монолитные жилые здания. Москва 2006. Издательство АСВ.
2. Ю.А. Дыховичный. Конструирование и расчет жилых и общественных зданий повышенной этажности/ Ю.А. Дыховичный, . – Стройиздат. – Москва. -1970;
3. Справочник по конструкциям тепло и звукоизоляции. УРСА-инжиниринг-2004.;
4. А.И.Бедов, Т.А.Щепетьева. Проектирование каменных и армокаменных конструкций. Москва 2003. Издательство АСВ.;
5. Комплектные системы КНАУФ. Каркасно-обшивные наружные стены с каркасом из термопрофилей для многоэтажных зданий. Альбом рабочих чертежей;
6. Материалы сайтов: www.ssk-inform.ru; www.gen-su.ru.

References

1. S.M. Nanasova, VM Mihaylin. Monolithic residential buildings. Moscow, 2006. Publisher DIA.
2. Yu. A. Dykhovichny. Designing and calculation of residential and public buildings of the raised number of storeys / Yu.A.Dykhovichny. – Stroyizdat. – Moscow.-1970;
3. Directory on designs heat and zvukoizolitsiya. URSA-engineering-2004.;
4. A.I.Bedov, T.A.Shchepetyev. Design of stone and armokamenny designs. Moscow 2003. ASV publishing house.;
5. Complete systems KNAUF. Frame obshivnye external walls with a framework from thermoprofiles for multystoried buildings. Album of working drawings;
6. Materials of sites: www.ssk-inform.ru; www.gen-su.ru.

УДК 624.131.52

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К-т техн. наук, проф. Кафедры
строительных конструкций, оснований
и фундаментов Калугин П.И.
доцент Пятигор О.П.
магистрант Пятигор Д.А.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-83-20
e-mail: kalugin@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
С.Е. Professor of Building Constructions,
Basements and Foundations Department
Kalugin P I.
Reader Pyatigor O.P.
Master Pyatigor D.A.
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-83-20
e-mail: kalugin@vgasu.vrn.ru*

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

ПРОЦЕССЫ В ГРУНТАХ ОСНОВАНИЙ ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрены процессы, происходящие в грунтах оснований длительно эксплуатируемых зданий. Отмечены закономерности изменения физико-механических свойств грунтов. Указаны позитивные и негативные процессы. Отмечается необходимость дальнейших исследований закономерностей изменения свойств грунтов в основаниях зданий в зависимости от срока их эксплуатации.

Ключевые слова: плотность грунтов, угол внутреннего трения, удельное сцепление, модуль деформации.

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

CALCULATION OF FOUNDATION SETTLEMENTS INCLUDING HORIZONTAL DEFORMATIONS OF THE SOIL FOUNDATION

To consider the processes happening in soil of the bases it is long the operated buildings. Regularities of change of physicommechanical properties of soil are noted. Positive and negative processes are specified. Need of further researches of regularities of change of properties of soil for foundations of buildings depending on the term of their operation is noted.

Keywords: density of soil, the corner of an internal friction, the specific coupling, the module of deformations.

В практике строительства грунты оснований зданий рассматриваются в статическом состоянии и выявленные при инженерно-геологических изысканиях свойства грунтов считаются неизменными.

Однако в грунтах оснований под действием длительно действующих нагрузок происходят сложные процессы, приводящие к изменению их состояния, прочностных и деформационных свойств. Эти процессы, имеющие как позитивный, так и негативный характеры, качественно и количественно зависят от многих факторов: минералогического и гранулометрического составов грунтов, гидрогеологических условий, величины и времени действия нагрузки, техногенных воздействий на грунты.

В отличие от материалов строительных конструкций грунты обладают большой способностью под воздействием внешней нагрузки и природно-климатических факторов изменять свои физико-механические свойства.

В результате этих изменений в грунтах оснований длительно эксплуатируемых зданий увеличивается плотность и повышается влажность в пределах площади застройки. Эти изменения необходимо прогнозировать во времени и учитывать на стадии проектирования нового строительства или реконструкции зданий. Такое прогнозирование возможно на основе знания закономерностей, происходящих в грунтах оснований на уровне подошвы фундаментов и ниже в процессе их длительного нагружения.

Это позволит существенно сократить объем трудоемких, дорогостоящих инженерно-геологических изысканий на застраиваемых территориях.

Анализ многочисленных данных инженерно-геологических изысканий при реконструкции зданий показывает, что изменение коэффициента пористости грунтов по глубине основания происходит неравномерно. Это изменение происходит в основном до глубины $(1,7...2) b$ (b – ширина подошвы фундамента). Наиболее интенсивное увеличение плотности происходит до глубины $(0,5...1,0)b$. Уплотнение грунтов происходит также в стороны от обреза фундамента на расстояние $(0,7...1,2)b$. В среднем плотность грунтов возрастает на 10-15%, под подошвой фундамента – на 18-21%, на глубине $z=b$ – до 3%.

По данным П.А. Коновалова [1] в зависимости от срока эксплуатации здания коэффициент пористости грунта при среднем давлении под подошвой фундаментов $p = 0,25-0,3$ МПа уменьшается: для песков на 8,9% (при сроке эксплуатации до 50 лет) и на 12% (при сроке эксплуатации более 50 лет), для глин на 7% (до 50 лет) и на 9,8% (более 50 лет).

Отсюда видно, что глинистые грунты в основаниях уплотняются менее интенсивно, чем песчаные, хотя абсолютные значения уплотнения примерно одинаковы.

Количественные изменения коэффициента прочности грунтов оснований во времени пока не установлены.

Вместе с тем, в грунтах оснований эксплуатируемых зданий происходят и негативные процессы, приводящие к ухудшению физико-механических свойств грунтов. Эти процессы являются следствием воздействия природно-климатических факторов, к которым относятся, прежде всего, рост влажности грунтов (особенно в зоне контакта с фундаментами) вследствие нарушения аэрационного и теплового режимов, выпадения атмосферных осадков, интенсивности испарения, сезонного промерзания и оттаивания грунтов.

Существенную роль в повышении влажности грунтов играет утечка технических вод из различных коммуникаций. Выявлено, что глинистые грунты оснований при повышении влажности зачастую переходят из твердого в мягкопластическое состояние. Увеличение консистенции глин ведет к необратимым пластическим деформациям. Наиболее интенсивно влажность увеличивается в первые 20 лет эксплуатации здания. В несвязных грунтах интенсивность повышения влажности отмечается менее отчетливо. Рост влажности глинистых грунтов составляет в среднем 5-40%. Он не зависит от давления, передаваемого фундаментами на грунты оснований. С глубиной рост влажности уменьшается.

Наиболее неблагоприятно повышение влажности влияет на просадочные и набухающие грунты. С ростом влажности лессовых грунтов уменьшается начальное просадочное давление, что ведет к неизбежной просадке. Увеличение влажности набухающих грунтов ведет к развитию сил набухания. Накопление влаги в зоне аэрации и в зоне подземных вод в связи с застройкой территории приводит к подъему уровня подземных вод, что ведет к разуплотнению грунтов в результате гидростатического взвешивания. Этот процесс сопровождается изменением коэффициента пористости и коэффициента фильтрации.

В основаниях эксплуатируемых зданий продвижение влаги происходит от границ площади застройки к ее центру. Поэтому увеличение влажности грунтов основания происходит обычно под центральной частью здания. Изменения влажности грунтов связано также с из-

менением гидрогеологического режима застроенной территории (повышением или понижением уровня подземных вод).

Повышение уровня подземных вод ведет к повышению влажности и ухудшению прочностных и деформационных свойств грунтов. Повышение влажности грунтов оснований жилых районов связано с уплотнением застройки, покрытием больших площадок асфальтом, озеленением, нарушением естественного сложения грунтов при устройстве фундаментов. Понижение уровня подземных вод вызывает увеличение удельного веса грунтов из-за прекращения действия взвешивающих сил на их частицы. Переменный уровень подземных вод часто является причиной механической суффозии – вымывания пылеватых и мелких частиц из грунтов оснований, что приводит к увеличению их пористости.

На изменение гидрогеологических условий в основаниях влияет характер промерзания грунтов у отапливаемых зданий.

Установлено, что вблизи этих зданий промерзание грунта прекращается значительно раньше, чем в остальной части массива. Весной грунт около таких зданий оттаивает быстрее, при этом бо́льшая часть мерзлого слоя оттаивает сверху, тогда как вдали от здания основная часть мерзлого слоя оттаивает снизу. Это явление более характерно для глинистых грунтов оснований и менее выражено для несвязных грунтов. Степень теплового влияния здания на глубину промерзания грунта в течение зимы возрастает. Однако влажность грунтов в период эксплуатации зданий может последовательно снижаться, вызывая усадку, уменьшение пористости и соответствующее им уплотнение грунтов. Такое явление происходит с грунтами оснований металлургических предприятий, дымовых труб и т.п.

В связи с изменением физического состояния грунтов происходит изменение прочностных и деформационных свойств этих грунтов. Исследованиями многих авторов выявлена закономерность изменения прочностных характеристик грунтов оснований в зависимости от степени обжатия их длительной нагрузкой p/R [2]. Параметр p/R определяется с учетом характеристик естественных грунтов на стадии проектирования фундаментов. Наиболее интенсивно вырастает удельное сцепление глинистых грунтов. При показателе текучести $J_L \leq 0,5$ удельное сцепление возрастает в 1,7-1,8 раз. В нижних слоях грунтов оснований в пределах деформируемой зоны удельное сцепление постоянно, как в массиве без нагрузки. В наибольшей степени оно увеличивается в зоне глубиной $(0,3-0,5)b$. Угол внутреннего трения ϕ глинистого грунта практически не изменяется во времени. При $p/R = 1$ возможно его увеличение на 1-2 градуса. В песчаных грунтах рост удельного сцепления в основном не наблюдается, а угол внутреннего трения увеличивается на 1-4 градуса, хотя имеются случаи, когда он увеличивается до 11%. До настоящего времени нет точных экспериментальных данных о количественных изменениях во времени прочностных характеристик песчаных грунтов, обжатых длительной нагрузкой.

В ЦНИИ промзданий выполнены исследования качественного изменения прочностных характеристик песчаных грунтов за период эксплуатации зданий и сооружений [3]. Установлена линейная зависимость между прочностными характеристиками песчаного грунта и длительностью его загрузки. С учетом этой зависимости получены эмпирические формулы для определения угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта через прогнозируемый промежуток времени с момента его обжатия давлением от сооружения. Эти формулы дают хорошую сходимость с экспериментальными данными и могут быть использованы для прогнозирования прочностных характеристик песчаных грунтов, уплотненных длительной нагрузкой. Согласно расчетам по этим формулам, в зависимости от гранулометрического состава и начальной плотности сложения песчаных грунтов при уплотнении в течение 50 лет угол внутреннего трения ϕ может увеличить на 2...3 градуса, а удельное сцепление C – в 2,5 - 4 раза. Значение модуля деформации E песчаных грунтов при среднем давлении по подошве фундамента $p = 300$ КПа может возрасть в 2 раза. Здесь следует отметить,

что увеличение модуля деформации песка происходит более интенсивно, чем уменьшение его коэффициента пористости.

В мелких песках модуль деформации растет более интенсивно. Причину этого явления предстоит еще установить. В глинистых грунтах модуль деформации может повышаться в 2-3 раза. Так как его рост связан с уменьшением коэффициента пористости, который, как уже было указано, изменяется на глубину, равную ширине подошвы фундамента, то и значение E на глубине подошвы фундамента примерно равно модулю деформации глинистого грунта естественной плотности.

Установлено, что модуль деформации длительно уплотненных грунтов $E_{дл}$ значительно выше, чем $E_{пр}$ грунта природного сложения. Отношение $E_{дл}/E_{пр}$ различно для разных грунтов и зависит от нескольких факторов: разновидности грунта, срока действия нагрузки и др. Было бы желательно определить корректирующие коэффициенты и использовать их в расчетах оснований и фундаментов реконструируемых зданий.

В просадочных грунтах рост влажности ведет к резкому снижению их механических свойств. Так, удельное сцепление C снижается в 3 раза, угол внутреннего трения φ в 2-2,5 раза. Модуль деформации уменьшается в 1,5-2 раза.

По данным многих исследователей установлено, что при длительной эксплуатации сооружений (более 15 лет) существенно увеличивается расчетное сопротивление грунтов R . Для песчаных грунтов значения R увеличиваются за счет уплотнения оснований нагрузкой и практически не уменьшается при повышении их влажности. В глинистых грунтах значения R повышаются за счет их уплотнения и возрастания удельного сцепления.

Увеличение расчетного сопротивления грунтов R по разным источникам [4] может достигать 40-70% для песчаных грунтов и 40-55% для глинистых. Разброс значений R зависит, прежде всего, от размеров фундаментов.

В СП 2.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* указано, что при увеличении нагрузок на основания реконструируемых зданий расчетное сопротивление грунтов R должно назначаться в соответствии с данными об их физико-механических свойствах, продолжительностью эксплуатации и ожидаемых дополнительных осадок этих зданий. Поэтому для определения R необходимы данные инженерно-геологических изысканий площадки строительства на момент реконструкции, включающие деформационно-прочностные характеристики грунтов, полученные по испытаниям образцов, отобранных из-под подошвы фундаментов. Эти изыскания связаны с большей трудоемкостью, высокой стоимостью, тем более что большинство существующих методов изысканий не всегда пригодны для условий реконструкции. Нужны другие методы изысканий, современные способы прогноза изменения физико-механических характеристик грунтов оснований длительно эксплуатируемых зданий для назначения нового R .

В настоящее время существует ряд методов определения расчетного сопротивления грунтов оснований R уплотненных длительным давлением. Все они не имеют универсального характера, имеют ограниченную область применения и нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

Пока отсутствуют и способы определения модуля деформации грунтов оснований длительно эксплуатируемых сооружений. Это связано с неизученностью связей между его ростом и длительным действием нагрузки и вероятных физико-химических процессов, протекающих на границах твердой фазы грунта.

Необходимы методики определения характеристик грунтов оснований реконструируемых сооружений без отбора образцов из шурфов и скважин. Нужны исследования по выявлению физико-химической природы упрочнения грунтов в напряженной зоне оснований и ее развитие во времени. Решение этих вопросов позволило бы установить качественную и количественную связь между физико-механическими характеристиками грунтов основания зданий и сроком их эксплуатации. Знание закономерностей изменения физико-механических

характеристик при их длительномзагружении позволит составить прогноз ожидаемых осадок при реконструкции зданий.

Окончательная оценка несущей способности и деформируемости грунтов реконструируемых зданий может быть осуществлена на основе совместного анализа всех процессов, происходящих в грунтах оснований. Учет повышения прочностных и деформационных свойств грунтов оснований в результате их длительного нагружения позволяет во многих случаях исключить необходимость проведения трудоемких работ по искусственному упрочнению грунтов оснований или увеличению размеров фундаментов.

Библиографический список

1. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. М.: 2000. – 318с.
2. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. Нортхэмптон, Томск, 2004. – 472 с.
3. Ройтман А.Г. Предупреждение аварий зданий. М.: Стройиздат, 1990. – 240с.
4. Далматов Б.И., Улицкий В.М. Обследование оснований и фундаментов реконструируемых зданий. – Л.: ЛИСИ, 1985. – 36с.

References

1. Konovalov P.A. The bases and the foundation of reconstructed buildings. M.:2000.-318 p.
2. Polischuk A.I. The basis of designing and the arrangement of foundations of reconstructed buildings. Northampton, Tomsk, 2004. – 472 p.
3. Roitman A.G. The prevention of failures of buildings. M:Stroyizdat, 1990, 240 p.
4. Dalmatov B. I., Ulitsky V.M. The inspection of the bases and the foundation of reconstructed buildings – L.: LCI, 1985. – 36 p.

УДК 692.23:699.86:69.059.7

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент Т.В. Макарова
Магистрант кафедры проектирования зда-
ний и сооружений О.С. Петрова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(903) 850-28-28
e-mail: ollwella_2011@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Assoc. Prof. T.V. Makarova
Undergraduate of the Department of buildings
of design and constructions O.S. Petrova
Russia, Voronezh, tel. +7 (903) 850-28-28
e-mail: ollwella_2011@mail.ru*

Т.В. Макарова, О.С. Петрова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОСТИНИЦ

Статья посвящена анализу наиболее применимых при реконструкции конструктивных решений наружных стеновых ограждений гостиниц. Рассмотрены достоинства и недостатки вариантов утепления.

Ключевые слова: тепловой контур, наружное ограждение, термостена, теплоэнергосбережение, возможность образования конденсата, теплоизоляция, энергоэффективность, реконструкция.

T.V. Makarova, O.S. Petrova

COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS OF EXTERNAL WALLS IN THE RECONSTRUCTION OF HOTELS

This article analyzes the most used in the reconstruction of the constructive solutions of exterior wall fencing hotels. Consider the advantages and disadvantages of insulation options.

Keywords: thermal circuit, outside the fence, thermostat, heatenergy savings, the possibility of condensation, insulation, insulation, energy efficiency, upgrade.

Существующий фонд гостиниц РФ насчитывает 9,8 тысяч объектов, из них 70 % построены до 2000 г. Основные конструктивные решения стен – сборные железобетонные панели или кирпичная кладка. В связи с долгим периодом эксплуатации и отсутствием своевременного ремонта эти здания уже не отвечают современным нормам и требованиям. А также подвержены физическому износу, в виде деформации панелей, промерзания стен, высоких теплопотерь, конденсации влаги в толще ограждения, отсыревания, поражения грибом. На основании этого, можно сделать вывод о том, что данный сегмент гостиничного фонда подлежит комплексной реконструкции, в том числе связанной с утеплением всех наружных ограждающих конструкций.

Существуют два принципиально разных способа утепления: наружное и внутреннее. Традиционным и наиболее рациональным является применение наружного утепления. Поэтому в дальнейшем рассматриваем только этот вид теплоизоляции, к преимуществам которого относятся:

- сохранение площади внутренних помещений здания;
- несущая часть стены эксплуатируется при положительных температурах;

- увеличение длительности эксплуатации стеновых конструкций.

В настоящее время при реконструкции зданий наиболее популярными являются следующие типы конструкций утепления:

- наружное утепление зданий с применением штукатурного покрытия (мокрым способом) (рис. 1);
- слоистая кладка (рис. 2);
- наружное утепление стен композитными панелями с вентилируемой прослойкой (рис. 3).

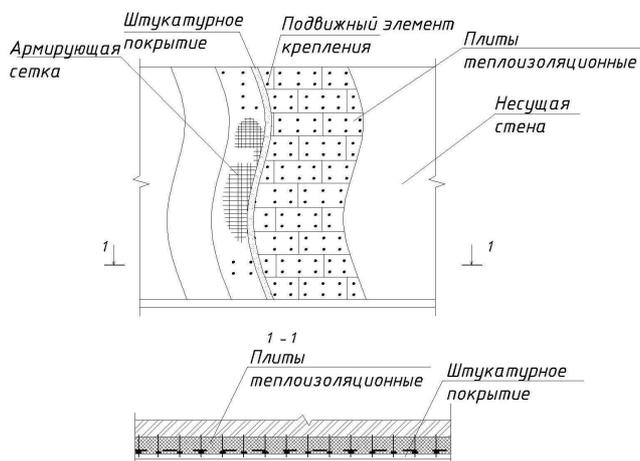


Рис. 1. Конструкция утепления стены «мокрого» типа с толстослойной штукатуркой и креплением теплоизоляционного слоя гибкими анкерами

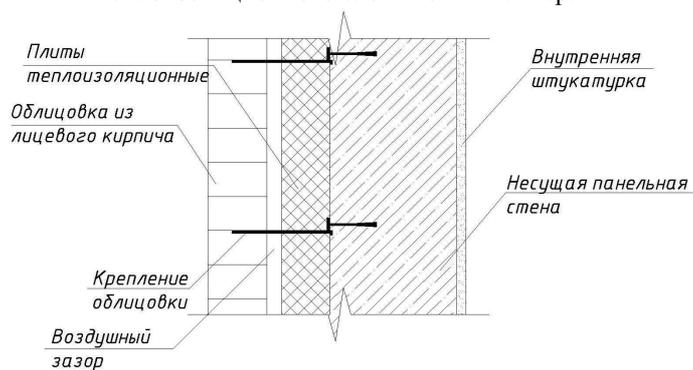


Рис. 2. Утепление существующей стены с облицовкой лицевым кирпичом

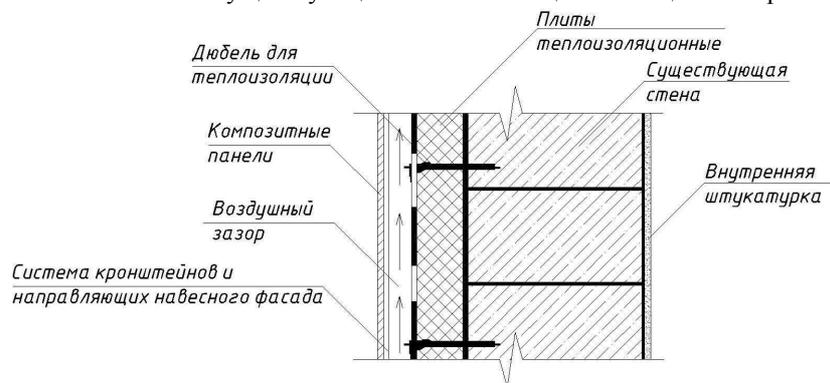


Рис. 3. Конструкция вентилируемого фасада

Среди применяемых в отечественной практике наибольшее распространение получили два возможных варианта утепления фасада «мокрым» способом:

- с механической системой крепления плит гибкими (подвижными) элементами крепления и толстослойной штукатуркой по металлической сварной сетке;
- с жесткой системой крепления плит (клеевой или клеевой и механической) и тонкослойной штукатуркой.

Фасад с механической системой крепления монтируется с помощью подвижных шарниров. Это позволяет утеплителю передвигаться, уменьшая нагрузку на фасад. При этом передачи деформаций на отделочный слой не происходит, а нагрузка от штукатурного слоя воспринимается арматурной сеткой (рис. 4).

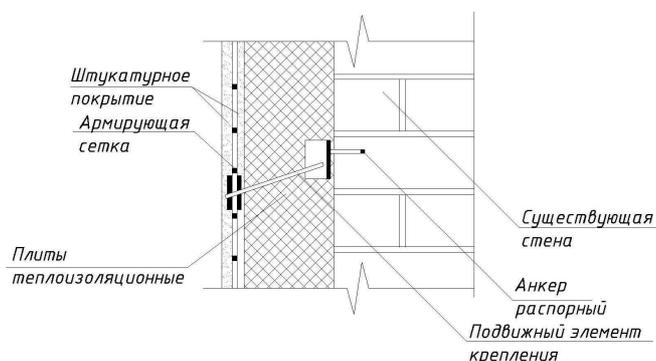


Рис. 4. Крепление теплоизоляционной конструкции подвижным элементом крепления

В данной конструкции применяются плиты, обладающие гидрофобизированными свойствами, устойчивые к химическим воздействиям штукатурки, высокими функциональными характеристиками во время эксплуатации здания. Таким параметрам удовлетворяют минераловатные плиты из базальтового или стеклянного штапельного волокна или плиты из пенополистерола. Минераловатный утеплитель имеет высокие теплоизоляционные свойства, утеплитель из пенополистирола более тонкий и легкий, но требует дополнительных противопожарных мер: в зданиях более двух этажей, по периметру на каждом этаже устанавливаются рассечки из минераловатного материала. Наиболее часто применяемыми являются плиты из минваты марок «Термомонолит» производства ОАО «Термостепс», «Плита Стандарт» производства ЗАО «Минплита» или «Пластер Баттс» производства ЗАО «Минеральная вата», а также плиты Isover из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем.

Принципиальное отличие системы теплоизоляции «мокрого» типа с тонкой штукатуркой от предыдущего варианта состоит в том, что теплоизоляционные плиты крепятся на подготовленную поверхность стены с помощью клеевого состава и дюбелей, что делает крепление жестким. В этом случае дополнительные требования предъявляются к утеплителю. Теплоизоляционные плиты должны выполнять несущие функции, иметь высокую прочность на отрыв слоев, водостойкость, устойчивость к химическому воздействию клеевых систем. Такими свойствами обладают плиты из минеральной ваты из базальтового волокна Fasoterm NF и Fasoterm NF производства концерна "Сан Гобэн Изовер", плиты "Термофасад" производства ОАО «Термостепс», плиты ISOROC-F («Изофас») производства ЗАО «Isoroc».

Главными достоинствами данного вида утепления являются:

- простота монтажа и расчета конструкции;
- невысокая стоимость материалов;
- возможность обновления штукатурного покрытия.

Недостатки:

- утепление фасада данной технологией возможно только при температуре не ниже 5 градусов, при более низких температурах необходимо использование тепловой пушки, что влечет за собой дополнительные расходы;
- не рекомендуется выполнять монтажные работы при повышенной влажности воздуха.

Исходя из перечисленной информации, можно сделать вывод о том, что мокрый фасад достаточно эффективный и наиболее доступный вариант теплоизоляции.

В качестве альтернативного способа возможно применение утеплителей в качестве среднего слоя (слоистая кладка) (рис. 2).

Данная конструкция состоит из существующей несущей стены, утеплителя из минеральной ваты, на основе каменного волокна или штапельного стекловолокна, пенополистирола, воздушного зазора и облицовки кирпичом.

Этот метод утепления является весьма трудоемким и имеет ряд необходимых требований:

- использование гидрофобизированного утеплителя;
- с каждым слоем (изнутри наружу) должна повышаться паропроницаемость;
- наличие воздушного зазора 15-20 мм между наружной стеной и утеплителем;
- плотное прилегание утеплителя;
- устройство продухов для вентиляции в верхней и нижней частях стены;
- наличие системы отвода конденсата.

В качестве утеплителя возможно применение следующих материалов: плиты из стеклянного штапельного волокна марки Isover, производства «URSA»; гидрофобизированные плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем марок: «ТЕРМОСТЕНА»; «ТЕРМОВЕНТ»; «КАВИТИ БАТТС» (ЗАО «Минеральная вата» - Rockwool), ISOROC-L («Изолайт»).

Главными достоинствами данного метода являются:

- высокая долговечность,
- возможность вести работы круглый год.

К недостаткам можно отнести:

- сложность в применение данного метода при реконструкции;
- ограничение этажности;
- неиндустриальный метод;
- необходимость точного сочетания теплотехнических показателей каждого слоя между собой;
- возможность появления в конструкции «мостиков холода».

Одним из наиболее популярных вариантов утепления и облицовки реконструируемых зданий является композитные панели с вентилируемой прослойкой (вентфасад)(рис. 3).

Конструкция вентилируемого фасада состоит из следующих слоев:

- наружный экран (оцинкованный профлист, фиброцементная плита, керамический гранит, алюминиевые композитные панели, объёмная керамика);
- обрешетка (система, к которой крепится экран из стали, алюминия или нержавеющей стали);
- воздушная прослойка;
- теплоизоляционный слой (негорючий утеплитель);
- существующая несущая или самонесущая стена, к которой с помощью дюбелей крепится утеплитель и кронштейны.

Достоинствами вентфасада являются:

- эстетическая привлекательность;
- маленький температурный перепад (защита кладки);
- благоприятный температурный режим стены;
- не препятствует выходу водяного пара;
- возможность круглогодичного проведения ремонтных работ;
- длительный срок эксплуатации при правильном выборе конструкции;
- нет необходимости в предварительном выравнивании несущей стены;
- простота монтажа.

Главными недостатками являются необходимость тщательного проектирования конструкции применимо к конкретным условиям и стоимостные параметры.

Выводы

На основании вышеизложенного следует сформулировать цели и задачи дальнейших исследований по рассматриваемой теме:

- рассмотреть варианты внешнего утепления зданий гостиниц, применительно к климатическим условиям города Воронежа;
- оценить конструктивные особенности различных способов утепления наружного ограждения;
- произвести теплотехнические расчеты и выявить особенности тепло-влажностных процессов, протекающих в различных конструкциях;
- выполнить реконструкцию, связанную с утеплением наружного контура, применительно к конкретному зданию гостиницы.

Библиографический список

1. Зарубина Л. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии// БХВ-Петербург, 2013. – 416 с.
2. Теплоизоляция. Материалы, конструкции, технологии// НТС "Стройинформ", 2008.
3. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. Эффективные утеплители в ограждающих конструкциях зданий //Энергосбережение, № 3,2000.
4. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов: Учебник. — М.: Стройиздат, 1990.

References

1. Zarubina L. Insulation of buildings and structures. Materials and Technologies // BHV-Petersburg, 2013. - 416 p.
2. Thermal insulation. Materials, construction, technology // NTS "Stroyinform" 2008.
3. Shoikhet B.M., Stavritskaya L.V. Effective insulation in the building envelope// Energy saving, № 3,2000.
4. Gorlov Y.P., Merkin A.P., Ustenko A.A. The technology of thermal insulation materials: Textbook. - M.: Stroyizdat, 1990.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Н.Г. Назаренко, доцент кафедры строитель-
ных конструкций, оснований и фундаментов
имени профессора Ю.М.Борисова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-53-84
e-mail: ua3qkc@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineerin
N.G. Nazarenko, assistant professor of build-
ing structures and foundation named after
Professor Y.M. Borisov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-53-84
e-mail: ua3qkc@mail.ru*

Н.Г. Назаренко

РАСЧЕТ ВИСЯЧЕГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОКРЫТИЯ ПУТЕМ ПРИВЕДЕНИЯ ЕГО К ПЛОСКОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЕ С ПОПЕРЕЧНЫМИ БАЛКАМИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ЖЕСТКОСТИ

Получены формулы, учитывающие влияние продольных элемен-
тов на пространственность висячего покрытия при расчете как пло-
ской системы с балками эквивалентной изгибной жесткости.

Ключевые слова: пространственность, висячее покрытие, поперечные балки, эквивалентная изгибная жесткость.

N.G. Nazarenko

CALCULATION OF TRAILING SPATIAL COVERING BY BRING IT TO A FLAT DESIGN MODEL WITH TRANSVERSE BEAMS OF EQUIVALENT STIFFNESS

The resulting formula, taking into account the influence of longitudinal members to space the hanging liability coverage when calculating how flat system with beams and an equivalent flexural stiffness.

Keywords: spatiality, hanging floor, cross beams, an equivalent flexural stiffness.

Как известно, в состав висячих покрытий промышленных зданий могут входить продольные элементы: подвесные крановые пути, вертикальные связи. Расчет балок жесткости в подобных покрытиях должен производиться с учетом их совместной работы с продольными элементами [1, 2]. Ниже приводится упрощенный способ учета пространственности висячего покрытия при расчете отдельного поперечника.

В соответствии с [3] потенциальную энергию изгиба заменяющей поперечной балки приравняем к суммарной энергии изгиба балки жесткости и продольных элементов как упругих опор

$$\frac{1}{2} (E_B J_B)_{\text{экв}} \int_0^l \eta_{(x)}''^2 dx = \frac{1}{2} E_B J_B \int_0^l \eta_{(x)}''^2 dx + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^j c_i \eta_{i(x)}, \quad (1)$$

где $(E_B J_B)_{\text{экв}}$, $E_B J_B$ – эквивалентная и действительная изгибные жесткости поперечных балок; c_i – коэффициент жесткости i -ой упругой опоры; x – абсцисса сечения; η – прогиб балки в сечении x , l – пролет балки, j – количество продольных элементов.

Для случая шарнирного опирания балки на пилонах в качестве функции, описывающей деформированное состояние балки в момент потери ее устойчивости в вертикальной плоскости, можно принять синусоиду с амплитудой a .

$$\eta_{(x)} = a \sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{l}, \quad (2)$$

где m - число полуволн.

Если число продольных элементов в пределах одной полуволны не менее 3-х [3], то дискретные реакции от продольных элементов можно заменить реакцией сплошного упругого основания, коэффициент жесткости которого

$$\bar{c} = \frac{c}{l_i}, \quad (3)$$

где l_i - поперечный шаг продольных элементов.

С учетом (3) выражение (1) примет вид

$$\frac{1}{2} (E_B J_B)_{\text{экв}} \int_0^l \eta_{(x)}''^2 dx = \frac{1}{2} E_B J_B \int_0^l \eta_{(x)}''^2 dx + \frac{1}{2} \bar{c} \int_0^l \eta_{(x)}^2 dx. \quad (4)$$

После подстановки (2) в (4) получим

$$(E_B J_B) = E_B J_B \left(1 + \frac{\bar{c} l^4}{E_B J_B m^4 \pi^4} \right), \quad (5)$$

Найдем эквивалентную изгибную жесткость балок средних поперечников. Коэффициенты жесткости отдельных промежуточных опор c_i в первом приближении примем, считая продольные элементы как балки, шарнирно опертые на соседние поперечники

$$\bar{c} = \frac{6 EJ}{b^3 l}, \quad (6)$$

где EJ - изгибная жесткость продольных элементов,
 b - шаг поперечников.

С учетом (6) выражение (5) примет вид

$$(E_B J_B)_{\text{экв}} = E_B J_B \left(1 + \frac{EJ}{E_B J_B} \frac{6}{m^4 \pi^4} \frac{l^3}{b^3 l_i} \right), \quad (7)$$

При расчете устойчивости балок, входящих в крайние поперечники, коэффициент жесткости упругого основания может быть определен исходя из представления продольных элементов в виде консолей

$$\bar{c} = \frac{4,5 EJ}{b^3 l}. \quad (8)$$

Для этого случая эквивалентная жесткость поперечной балки

$$(E_B J_B)_{\text{экв}} = E_B J_B \left(1 + \frac{EJ}{E_B J_B} \frac{6}{m^4 \pi^4} \frac{l^3}{b^3} \frac{l}{l_i} \right). \quad (9)$$

В случае деформирования балки по двум полуволнам эквивалентная жесткость для средних балок составит

$$(E_B J_B)_{\text{экв}} = E_B J_B \left(1 + \frac{EJ}{E_B J_B} \frac{3}{8\pi^4} \frac{l^3}{b^3} \frac{l}{l_i} \right). \quad (10)$$

То же, для крайних балок

$$(E_B J_B)_{\text{экв}} = E_B J_B \left(1 + \frac{EJ}{E_B J_B} \frac{4,5}{16\pi^4} \frac{l^3}{b^3} \frac{l}{l_i} \right). \quad (11)$$

После определения $(E_B J_B)_{\text{экв}}$ уточняется безразмерная характеристика n

$$n = \frac{(E_B J_B)_{\text{экв}}}{l^3} \frac{l^2}{64 f^2} \left(\frac{L_K}{E_K A_K} + \frac{v^2 l}{E_B A_B} + 2\delta_{11}^a \right) \quad (12)$$

и затем определяются критические параметры и расчетная длина для балки жесткости [4]. Подобная методика учета пространственности висячего покрытия также может быть использована в расчетах поперечных балок на прочность и жесткость.

Библиографический список

1. Кирсанов Н.М. Висячие системы повышенной жесткости. - М., «Стройиздат», 1973, 116 с.
2. Сигаев И.П. Исследование перекрестных висячих комбинированных покрытий при действии на них сосредоточенных нагрузок // Исследование висячих покрытий и мостов. Воронеж. Изд-во ВГУ, 1982, с. 94-121.
3. Динник А.Н. Продольный изгиб. М.- Л., ГОНТИ, 1939, 238 с.
4. Назаренко Н.Г. Влияние упругости опор на устойчивость сжатых балок в висячих комбинированных системах //18-я межрегиональная научно-практическая конференция. Высокие технологии. Экология. Воронеж, 2015, с. 49-54.

References

1. Kirsanov N.M. Suspension system high rigidity.- М., «Stroyizdat», 1973, 116 p.
2. Sigaev, I.P. Study of cross-suspension combined coating by the action of concentrated loads them // the Study of cable-stayed coatings and bridges. Voronezh. Publishing house of VSU, 1982, pp. 94-121.
3. Dinnik. Longitudinal bending. Moscow - Leningrad, GONTI, 1939, 238 p.
4. Nazarenko N. G. The influence of elastic bearings on the stability of compressed beams in combined suspension systems //18-th interregional scientific-practical conference. High technology. Ecology. Voronezh, 2015, pp. 49-54.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой строительства и эксплуатации автомобильных дорог В.П. Подольский;
Канд. техн. наук, доцент кафедры строительной техники и инженерной механики В.Л. Тюнин;
Канд. техн. наук, доцент кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог Е.Б. Тюков;
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Doctor of Technical sciences, prof., head of the chair of construction and operation of highways Padolski V.P
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of building engineering and engineering mechanics V.L. Tyunin;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction and operation of highways E.B. Tyukov;
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29*

Вл.П. Подольский, В.Л. Тюнин, Е.Б. Тюков

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ НЕЖЁСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

В статье представлена методика обследования состояния дорожной одежды, которое необходимо для принятия решения по проведению капитального ремонта.

Ключевые слова: обследование, автомобильная дорога, дорожная одежда.

V.P. Padolsky, E.B. Tyukov, V.L. Tyunin

COMPLEX SURVEY METHODOLOGY DESIGN NON-RIGID PAVEMENT

The article presents the methodology of the survey the pavement, which is necessary for decision-making on carrying out capital repairs.

Key words: survey, road, road pavement.

При разработке инженерного проекта капитального ремонта или реконструкции автомобильной дороги на стадии изыскательных работ часто возникает необходимость комплексного изучения и оценки фактического состояния конструкций нежестких дорожных одежд [1] на проектируемом участке автомобильной дороги.

Основной целью такого обследования является получение необходимой информации, характеризующей физико-механические свойства конструктивных слоёв обследуемой дорожной одежды, а так же геометрические и прочностные параметры, достаточной для принятия обоснованных и целесообразных проектных решений по капитальному ремонту или реконструкции автомобильной дороги. Состав и объём работ по обследованию нежестких дорожных одежд в каждом конкретном случае может варьироваться в зависимости от конкретных условий и задач при проектировании, из технико-экономической целесообразности и эффективности достигаемых проектных решений на основе полученных данных.

В наиболее общем случае состав изыскательных работ по обследованию дорожных одежд основан на наборе методик, рекомендованных рядом отраслевых нормативно-

технических документов Российской Федерации, такие как: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; ГОСТ 1.5-2001 «Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению»; ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»; ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»; ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»; ГОСТ Р 1.6-2005 «Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов»; ГОСТ Р 1.12-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения»; СТО АВТОДОР 10.1-2013 «Определение модулей упругости слоев эксплуатируемых дорожных конструкций»; СТО АВТОДОР 2.4-2013 «Оценка остаточного ресурса нежестких дорожных конструкций» автомобильных дорог Государственной компании «Российские автомобильные дороги»; СТО АВТОДОР 2.6-2013 «Требования к нежестким дорожным одеждам автомобильных дорог Государственной компании «Автодор»; ОДМ 218.1.001-2005. М., Росавтодор, 2005. «Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства»; ОДМ 218.1.002-2010 Рекомендации по организации и проведению работ по стандартизации в дорожном хозяйстве; ОДН 218.0.006-2002 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог»; ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности нежестких дорожных одежд»; ОДМ 218.3.023-2012 «Методические рекомендации по определению модуля упругости дорожной одежды с использованием статического жесткого штампа»; ОДМ 218.2.024-2012 Методические рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд; СТ СЭВ 5497-86 Дороги автомобильные международные. Определение несущей способности дорожных конструкций и их конструктивных слоев установкой динамического нагружения (УДН); ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа; ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд; Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд; Зарубежные нормативные документы в области оценки прочности дорожных конструкций. Таким образом, получение исходных данных о состоянии дорожной одежды сводится к следующим видам работ:

- визуальная (в т.ч. с использованием средств фото-видеофиксации с привязкой к линейному адресу, км+м) оценка состояния дорожного покрытия;
- инструментальная оценка состояния дорожного покрытия (оценка прочности дорожной одежды, неразрушающая радиометрическая (георадарная) съёмка конструкции);
- контрольное шурфование дорожной конструкции на всю толщину с отбором образцов для определения физико-механических свойств слагающих конструктивных слоёв;
- комплекс лабораторных испытаний материалов конструктивных слоёв, извлечённых из конструкции;
- конструктивный анализ полученных данных, построение расчётных схем дорожных одежд;
- определение характерных участков дороги с однотипным состоянием конструкции дорожной одежды.

В соответствии с положением п. 5.2.3 СТО АВТОДОР 10.1-2013 «Определение модулей упругости слоев эксплуатируемых дорожных конструкций с использованием установки ударного нагружения» при отсутствии или уточнении проектных данных о толщинах слоев дорожной одежды обследование производят методом радиометрического зондирования.

Радиометрическое (георадарное) обследование дорожной конструкции автомобильной дороги выполняется в соответствии с методическими рекомендациями по обследованию автомобильных дорог георадарами, утвержденными Федеральным дорожным агентством «Росавтодор» в январе 2004 г. Согласно этому документу сканирование конструкции дорожной одежды выполняется непрерывно по полосам движения.

Георадары допускается эксплуатировать при температуре окружающего воздуха от +40 до – 40 °С. В наибольшей степени температурный фактор оказывает влияние на работу компьютера. При использовании обычного компьютера (ноутбук), в период работы при отрицательных температурах, он должен находиться в кабине автомобиля, где температура воздуха должна быть выше той, при которой не разрешается эксплуатация компьютера (обычно в пределах 0...50 °С). При использовании георадаров с контактными антеннами, нежелательно проводить измерения в дождливую погоду, так как в случае нарушения герметизации антенных блоков, возможен выход из строя электронного оборудования. По той же причине не рекомендуется протаскивать антенные блоки по лужам. Не допускается контакта прибора с засоленными грунтами и соленой водой.

Контрольные бурения выполняются для определения физико-механических свойств конструктивных слоев дорожной одежды, а так же с целью определения диэлектрической проницаемости материалов и грунта каждого слоя дорожной конструкции, что позволяет выполнить тарировку шкалы глубин на записанных радарограммах, тем самым повысить точность измерений при интерпретации полученных радарограмм.

По результатам бурения могут быть внесены коррективы в установку параметров обработки радарограммы.

Процедура отбора проб материалов из конструктивных слоев дорожной одежды сопровождается формированием актов отбора проб по установленной форме в соответствии с требованиями «Сборника форм исполнительной производственно-технической документации при строительстве (реконструкции) автомобильных дорог и искусственных сооружений на них», утвержденная распоряжением Федерального дорожного агентства «Росавтодор» от 23.05.2002 г. №ИС-478-р. Для отбора проб используют керноотборник, нарезчик швов или иные технические средства.

В соответствии с разделом 8 «Планирование работ по капитальному ремонту, ремонту дорожных одежд с учетом прогнозирования их остаточного срока службы» Стандарта Государственной компании «Автодор» СТО АВТОДОР 2.4-2013 при оценке состояния покрытия используется система дефектности покрытия в баллах. Методика проведения оценки дефектности покрытия изложена в ОДН 218.0.006-2002.

При предварительном обследовании производится оценка состояния дорожного покрытия по фактической степени повреждения покрытия, вследствие проявления необратимых процессов, связанных с прочностью и несущей способностью дорожной конструкции.

Предварительно перед началом визуального обследования производится видеосъемка состояния поверхности проезжей части с занесением информации в базу данных на электронном носителе.

Вид и количество дефектов на дорожном покрытии устанавливается в процессе визуальной оценки. Все дефекты, обнаруженные на покрытии, подразделяются на виды: без дефектов; дефекты прочностного характера (трещины одиночные, отдельные, редкие, частые, сетка трещин, колеи, просадки, волны); дефекты, обусловленные влиянием нарушений в технологии производства работ (проломы, выкрашивание и шелушение, выбоины, сдвиги, открытые пучины), в соответствии с их характерным проявлением.

Далее производят аналитический расчет степени деформированности дорожного покрытия по критерию «оценка в баллах» в соответствии со справочником дефектов.

Значения показателя B_{cp} , учитывающего состояние покрытия и прочность, дорожной одежды принимаем в соответствии с ОДН 218.0.006-2002.

Расчет средневзвешенного значения степени деформированности дорожного покрытия в баллах B_{cp} :

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} = \frac{B_1 \cdot l_1 + B_2 \cdot l_2 + \dots + B_n \cdot l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (1)$$

где B_i и l_i - соответствующие балл и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах;

n - количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

По величине среднего балла устанавливают целесообразность проведения оценки прочности дорожной одежды и детальных обследований состояния дорожной конструкции на соответствующих однотипных участках.

При детальном обследовании выполнены полевые испытания дорожных конструкций нагрузкой, которые включают линейные испытания характерных участков дороги и испытания на контрольных точках для приведения разновременных результатов линейных испытаний к сопоставимому виду.

Линейные испытания дорожной одежды проводятся методом динамического кратковременного нагружения базовым прибором динамического нагружения «МИКРОДИН-2» обеспечивающим время действия нагрузки на дорожную одежду $t \approx 0,005$ с и погрешность измерения прогибов не более 5%.

Установка «МИКРОДИН-2» представляет собой портативный прибор ударного нагружения дорожной конструкции. Основные параметры прибора для динамического нагружения «МИКРОДИН-2»: масса груза 15 кг, диаметр штампа 10 см, высота падения груза 70 см, время контактного взаимодействия 0,005 с

В приборе «МИКРОДИН-2» за счет специальной конструкции уменьшено время контактного взаимодействия с сохранением его квазистатического и упругого характера, что позволило увеличить величину нагрузки.

Линейные испытания проводят равномерно по полосе наката на расстоянии 1,0-1,5 м от кромки покрытия на каждом выявленном характерном участке длиной не более 1 км.

Допускается так же при проведении испытаний характерных участков длиной $1 < L < 3$ км проводить испытания 30 равномерно расположенных точек на 600-метровом отрезке, находящемся в любом месте характерного участка.

Точки испытаний, попадающие в зоны пучинообразования, выносят за пределы этих зон. Места развития пучин обследуют отдельно.

При выполнении полевых работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

Проводятся одноразовые испытания дорожной конструкции с одновременным измерением температуры покрытия и определением влажности грунта земляного полотна (в соответствии с ГОСТ 5180-84) непосредственно под дорожной одеждой в шурфе, отрытом на ближайшей обочине напротив контрольной точки [2].

Время между линейными испытаниями и испытаниями на контрольной точке не превышало двух часов. Кроме того, для каждого характерного типа конструкции дорожной одежды одну из назначенных контрольных точек испытывают в течение одного дня через каждые два часа (с 8.00 до 17.00) с одновременным измерением температуры покрытия.

Месторасположение контрольной точки отмечается на покрытии яркой водостойкой краской в виде прямоугольника размером 10-20 см, вытянутого в продольном направлении.

Далее проводят статистическую обработку промежуточных результатов.

Для определения фактического прогиба дорожной конструкции (l_{ϕ}), соответствующего допускаемому проценту деформированной поверхности покрытия, результаты линейных испытаний обрабатывают в следующей последовательности. Прежде всего, для оценки особен-

ностей распределения прогибов на каждом характерном участке назначают величину интервала (разряда) распределения, исходя из точности испытаний $\pm 5\%$, Значение середины интервала δ (в мм) вычисляют по формуле:

$$\delta = \bar{l} \left(\frac{\Delta l}{100} + 1 \right), \quad (2)$$

где \bar{l} - среднее арифметическое значение прогибов на характерном участке;
 Δl - отклонение величины прогиба от среднеарифметического значения, %.

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}, \quad (3)$$

где: n - количество испытаний на характерном участке;

l_i - прогиб дорожной конструкции, измеренный в процессе линейных испытаний и приведенный к сопоставимому виду.

Исходя из точности полевых испытаний, величину Δl назначают равной $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$ и т.д. в зависимости от реальных значений прогибов на участках. Положительные значения принимают для прогибов, превышающих по величине среднеарифметическое значение прогибов на участке, отрицательные - для прогибов, меньших среднеарифметического значения.

Определяют интервалы прогибов. Границы интервалов устанавливают делением суммы смежных значений пополам. Прогибы, попадающие на границу смежных интервалов, рекомендовано относить к интервалам меньших прогибов.

После распределения результатов испытаний по разрядам строят кумулятивную кривую, по которой вычисляют фактический прогиб конструкции, соответствующий допустимому проценту деформированной поверхности покрытия l_ϕ . Кумулятивную кривую строят в координатах «накопленная частота - середина интервала». При ее построении следует усреднять значения накопленных частот смежных интервалов (разрядов).

Для определения возможности использования материалов существующих элементов конструкции дорожной одежды [3] при восстановлении несущей способности дорожной конструкции под перспективные условия интенсивности и состава транспортного потока с последующим выбором технико-экономически целесообразного варианта, следует произвести лабораторный анализ физико-механических свойств существующих конструктивных слоев дорожной одежды.

В качестве регулятора требований к физико-механическим свойствам материалов дорожных одежд может выступать документ государственной компании «Автодор» СТО АВТОДОР 2.16-2013.

Дополнительно к требованиям руководящих нормативных документов стандарт СТО АВТОДОР 2.16-2013 «Требования к нежестким дорожным одеждам автомобильных дорог Государственной компании «Автодор» устанавливает дополнительные требования к конструкциям дорожных одежд, минеральным материалам и асфальтобетонным смесям, технологиям и технологическим приемам устройства элементов дорожных конструкций при капитальном ремонте автомобильных дорог Государственной компании «Автодор».

Материалы конструктивных слоев существующей дорожной одежды, извлеченные в результате контрольного бурения, доставляются в испытательную лабораторию, где в соответствии с нормативно-техническими документами определяются их физико-механические свойства. Затем составляются протоколы с результатами лабораторных испытаний.

Заключение

На основании детального обследования состояния нежестких дорожных одежд производится комплексный анализ результатов, который в дальнейшем становится основой для разработки и обоснования проектных и конструкторских решений, а с последующим их технико-экономическим сравнением и выбором оптимального варианта.

Библиографический список

1. Корочкин А.В. Проектирование усиления дорожных одежд: учебное пособие. – М.: МАДИ, 2007. – 86 с.
2. Подольский В.П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Земляное полотно: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.П. Подольский, А.В. Глагольев, П.И. Пospelov; под ред. В.П. Подольского. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 432 с.
3. Калгин Ю.И. Прогнозирование работоспособности модифицированного асфальтобетона в дорожном покрытии / Ю.И. Калгин, А.С. Строкин, Е.Б. Тюков // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Строительство и архитектура». 2014. №2(34) – С. 83-92.

References

1. Korochkin A. V. the Design of strengthening road pavements: a tutorial. – M.: MADI, 2007. – 86 p.
2. Podolsky V. P. Technology and organization of construction of roads. Subgrade: the textbook for stud. institutions the high. professional education / V. P. Podolsky, A. V. Glagolev, P. I. Pospelov; under the editorship of V. P. Podolsky. – M.: Publishing center "Academy", 2011. – 432 p.
3. Calvin Y. I. Forecasting performance of modified asphalt concrete in the pavement / Y. I. Kalgin, A. S. Strokin, E. B. Tyukov // Scientific Herald of the Voronezh GASU. Series "Construction and architecture". 2014. №2(34) – Pp. 83-92.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доктор техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова
Ю.Б. Потапов*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-53-84

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова*

А.Э. Поликутин

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-53-84

e-mail: a.pl@mail.ru

Аспирант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова

А.В. Левченко

Россия, г. Воронеж,

e-mail: lef16@yandex.ru

магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова

П.А. Зябухин

Россия, г. Воронеж

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Dr. Sci. Tech., prof. of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova

Yu. B. Potapov

Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-53-84

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Ph. D., assoc. of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova

A.E. Polikutin

Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-53-84

e-mail: a.pl@mail.ru

Postgraduate student of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova

A.V. Levchenko

Russia, Voronezh

e-mail: lef16@yandex.ru

master student of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova

P.A. Zyabuhin

Russia, Voronezh

Ю.Б. Потапов, А.Э. Поликутин, А.В. Левченко, П.А. Зябухин

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ АРМОФИБРОКАУТОНА ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

В связи со строительством промышленных объектов, на многих из которых присутствует агрессивная среда актуальной задачей является разработка и внедрение новых эффективных строительных конструкций, использование которых обеспечивает повышение прочности, трещиностойкости, снижение расхода строительных материалов, уменьшение трудоемкости, энергоемкости и стоимости при применении в агрессивной среде. Кроме того применение данных конструкции способно значительно увеличить надежность и сроки службы зданий и сооружений.

Ключевые слова: композит, каучуковый бетон (каутон), фибра, изгибаемый элемент, прочность, трещиностойкость, прямоугольное сечение.

TO RESEARCH STRENGTH AND CRACK RESISTANCE OF THE OBLIQUE SECTION FIBERRUBBER BENT ELEMENTS OF RECTANGULAR SECTIONS

In connection with the construction of industrial facilities in many of which there is a hostile environment urgent task is the development and introduction of new efficient building structures, the use of which provides increased strength, crack resistance, reduce the consumption of construction materials, reducing the labor intensity, energy consumption and cost when used in aggressive environment. In addition the use of these structures can significantly increase the reliability and service life of buildings and constructions.

Keywords: composite, rubber concrete (kauton), fiber, bent element, strength, crack resistance, rectangular section.

Обеспечение эффективной работы изгибаемых конструкций при эксплуатации их в агрессивных средах и при малых пролетах или при загрузении вблизи опор связано не только с задачей разработки и получения материалов более высокой прочности и коррозионной стойкости, но и композитов повышенной прочности и трещиностойкости, поскольку сопротивление конструкционных материалов разрушению по наклонным сечениям в большей степени определяется способностью их структуры препятствовать образованию и росту трещин. Для конструкций, эксплуатирующихся в условиях химического воздействия, вопрос трещиностойкости является первостепенным, так как при раскрытии трещин агрессивная среда, проникая вглубь сечения, вызывая коррозию арматуры и будет значительно ухудшать несущую способность элемента в целом. Значительное место в решении этих вопросов принадлежит конструкциям, созданным на основе коррозионностойких материалов, в частности полимербетонов, дисперсно-армированных композитов. Создание на основе полибутадиенового олигомера, принадлежащих к классу жидких каучуков, композиционных материалов нового поколения, усиленных дисперсным армированием – фиброкаутонов, обладающих высокой химической стойкостью, трещиностойкостью, прочностью и другими благоприятными эксплуатационными свойствами, является перспективным направлением при решении указанного вопроса. В практике строительства широкое применение получили полимербетоны на основе фурановых, эпоксидных, полиэфирных, карбамидных и других смол. Однако промышленное производство этих смол в России за последние годы резко сократилось, или оказалось полностью за пределами государства (фурановые смолы), в результате чего стоимость их резко возросла и приблизилась к мировым ценам. В этой ситуации решение вопросов, связанных с защитой строительных конструкций от агрессивного воздействия среды, возможно при применении альтернативных видов промышленно выпускаемых полимеров, например, диеновых олигомеров, принадлежащих к классу жидких каучуков. Полученный на основе жидких каучуков материал – каучуковый бетон (или сокращенно каутон), обладает благоприятным сочетанием физико-механических характеристик и высокой химической стойкостью и может наряду с эффективными видами полимербетонов занять свое место при решении проблемы защиты от коррозии различных изделий и конструкций, работающих в условиях воздействия агрессивных сред. Кроме того, введение в смесь каутон крупнотоннажных техногенных отходов позволяет решить и экологическую проблему, связанную с их утилизацией. Создание надежных и эффективно работающих изгибаемых элементов невозможно без изучения напряженно-деформированного состояния, возникающего при воздействии усилий различного рода.

В процессе исследований свойств каутон и строительных конструкций на его основе, которыми занимались: Потапов Ю.Б.[10,11], Борисов Ю.М.[2,3,4,5], Нгуен Фан Зуй [6], Пинаев С.А.[8], Поликутин А.Э.[9], Чмыхов В.А.[12], Панфилов Д.В.[7], Барабаш Д.Е.[1] и др., была доказана эффективность применения данного материала и конструкций на его основе. Состав каутон и его свойства представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1

Компонентный состав фиброкаутона

Наименование компонентов	Содержание компонентов, мас. %
Низкомолекулярный каучук ПБН	8,54
Сера техническая	4,27
Тиурам-Д	0,43
Оксид цинка	1,54
Оксид кальция	0,43
Зола-унос ТЭЦ	7,59
Кварцевый песок	22,77
Щебень	49,81
Волокна из отхода метталокорда (фибра)	4,62

Таблица 2

Коэффициенты химической стойкости каутона

Вид агрессивной среды	Коэффициент химической стойкости	
	через 1 год экспонирования	прогнозируемый через 10 лет
20 %-ный раствор серной кислоты	0,95	0,95
3 %-ный раствор азотной кислоты	0,8	0,7
10 %-ный раствор лимонной кислоты	0,9	0,8
20 %-ный раствор едкого натрия	0,95	0,95
10 %-ный раствор едкого калия	0,8	0,65
Насыщенный раствор хлористого натрия	0,9	0,8
Дизельное топливо	0,95	0,95
Вода	1	0,99

Таблица 3

Физико-механические свойства каутона

Свойства	Показатели для каутона
Прочность при сжатии, МПа	80...120
Прочность при растяжении, МПа	15...20
Модуль упругости, МПа	$(1,5...1,8) \times 10^4$
Коэффициент длительности при сжатии	0,72...0,76
Коэффициент Пуассона	0,2...0,3
Теплостойкость, °С	100...110
Морозостойкость, число циклов замораживания – оттаивания, не менее	500
Истираемость, г/см ²	0,25...0,79
Водопоглощение, мас. %	0,05
Усадка, мм/м	–

Известно что, расчет наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов по прочности производится на действие поперечных сил по формуле:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw},$$

где Q_b - поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении (зависит от прочности бетона на растяжение);

Q_{sw} - поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой.

Так как предел прочности на растяжение бетона ниже аналогичного предела прочности фиброкаутон, следовательно, можно предположить, что конструкция из фиброкаутон будет иметь прочность наклонных сечений выше (зависимость между воспринимаемой поперечной силой и пределом прочности при растяжении - линейна). Также следует предположить, что и образования трещин будет происходить при большей нагрузке, при тех же размерах сечения, а это немало важное свойство конструкции, где необходима защита арматуры от воздействия агрессивной среды. Также увеличивается целесообразность применения изгибаемых конструкции из армофиброкаутон по сравнению с традиционными - железобетонными при малых пролетах или при приложении нагрузки вблизи опор. Стоит отметить, что необходимость в армировании растянутой зоны остается

Исследованием такого материала, как фиброкаутон занимался автор работы [7], который экспериментально показал, что фиброкаутон имеет более высокую прочность и трещиностойкость чем каутон, что делает целесообразным использование данного материала в изгибаемой конструкции.

Настоящая работа посвящена изучению прочности, трещиностойкости наклонных сечений армофиброкаутонных изгибаемых элементов строительных конструкций прямоугольного поперечного сечения, подверженных воздействию поперечной силы при различном поперечном армировании.

Для достижения поставленной цели нами предполагается изготовление и испытание армофиброкаутонных балок с такими варьируемыми параметрами, как количество стержней поперечного армирования, пролет среза, насыщение балок фиброй (по зонам расположения).

Также получение данных о напряженно-деформированном состоянии, несущей способности, и разработка рекомендации по проектированию данных конструкций. С целью сравнения работы исследуемых конструкций с традиционными (железобетонными) будут изготовлены железобетонные балки аналогичные по геометрическим параметрам и поперечному армированию армофиброкаутонным.

При исследовании наклонных сечений изгибаемых армофиброкаутонных элементов прямоугольного поперечного сечения необходимо решить следующие задачи:

- оценить влияние шага стержней поперечного армирования на прочность, трещиностойкость, деформативность;
- провести анализ напряженно-деформированного состояния наклонных сечений армофиброкаутонных балок при действии поперечных сил;
- разработать рекомендации по расчету наклонных сечений армофиброкаутонных изгибаемых элементов.

Для решения поставленных задач предполагается изготовить 4 серий образцов-балок прямоугольного поперечного сечения из фиброкаутон с различным шагом поперечного армирования (30мм, 50мм.), диаметр поперечной арматуры класса В500 принимается 5мм., и с различным пролетом загрузки. Все балки подлежат испытанию на поперечный изгиб двумя симметрично приложенными силами вблизи опор. Схемы загрузки представлена на рис. 1. В качестве продольного армирования используем стержневую арматуру класса А500С диаметром 18 мм. (с процентом продольного армирования 3,53% соответственно). Диаметр и количество стержней продольной стержневой арматуры назначался исходя из условия разрушения балки по наклонному сечению.

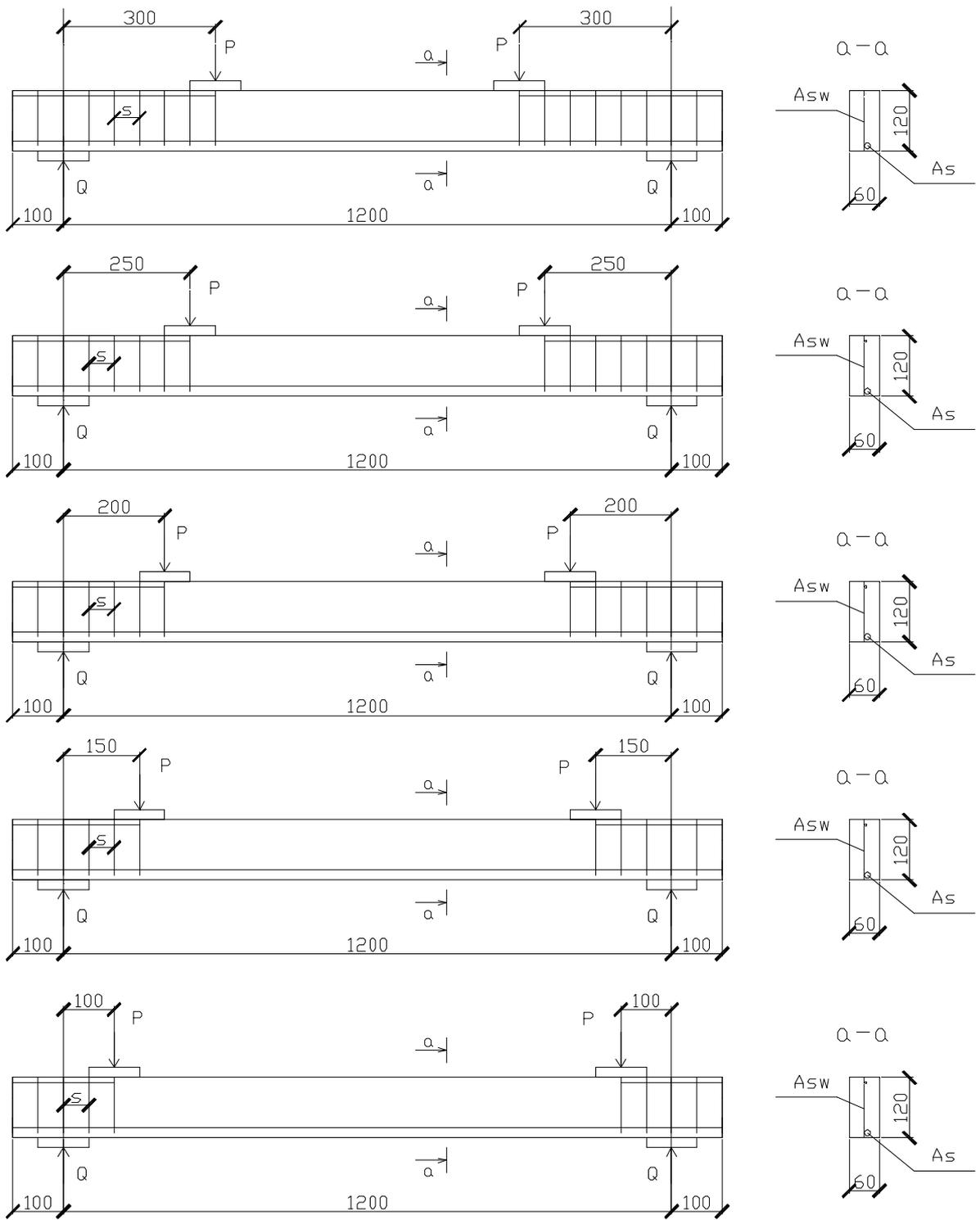


Рис. 1. Схема загрузки балки

Для контроля прочности на сжатие и растяжение одновременно необходимо изготовленные образцов-призм размером 4x4x16 см и образцов-восьмерок, представлены соответственно на рис. 2а и рис. 2б.

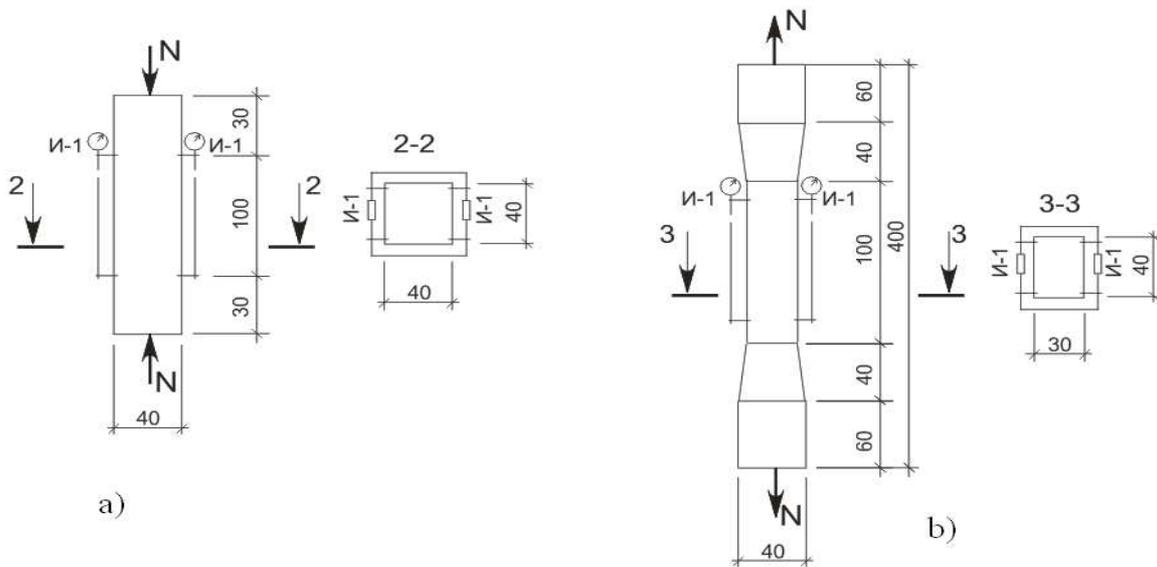


Рис. 2. Схемы испытания образцов для испытания
 а) На сжатие
 б) На растяжение

С целью выявления особенности НДС балки вблизи наклонной трещины необходимо проведение измерений деформаций элемента, в частности при помощи тензодатчиков, а для определения прогибов устанавливаем электронный индикатор (схема установки индикатора показана на рис. 3а, схема наклейки тензодатчиков показана на рис. 3б).

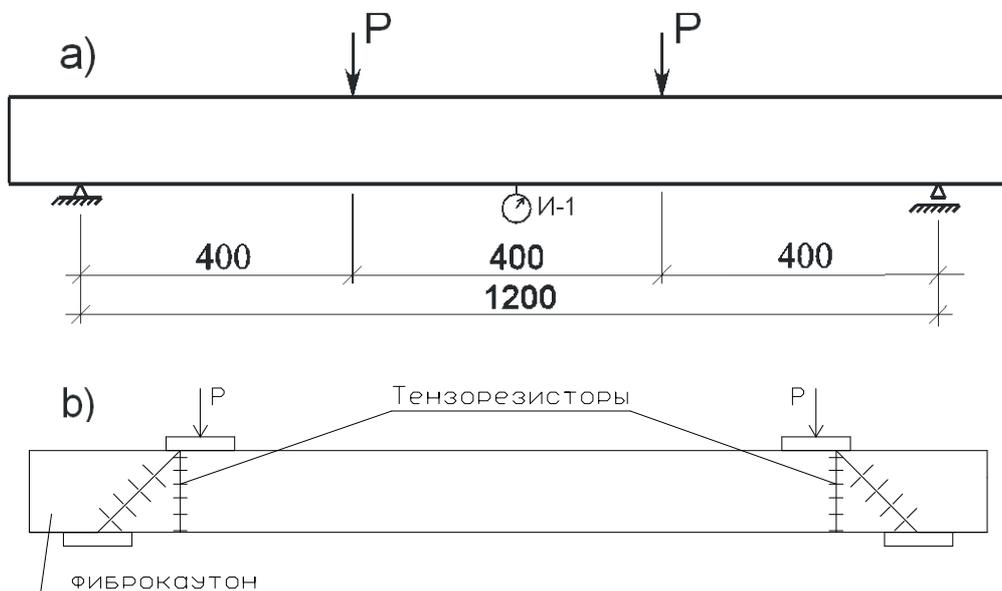


Рис. 3. а) Схема установки электронного индикатора-прогибомера;
 б) Схема наклейки тензодатчиков.

В таблице 4 представлены параметры экспериментальных изгибаемых армофиброкаутонных элементов прямоугольного поперечного сечения.

Параметры экспериментальных балок

Длина балки, мм	1400
Ширина балки, мм	60
Высота балки, мм	120
Класс и диаметр стержней поперечной арматуры, мм	B500, Ø5
Шаг стержней, мм	30; 50
Пролет среза	1h ₀ ; 1,5h ₀ ; 2h ₀ ; 2,5h ₀ ; 3h ₀
Фибровое армирование	Балка целиком, растянутая зона балки, зона действия поперечной силы

Разработка и исследование новых строительных конструкций на основе полибутиленового олигомера, дисперсно-армированного волокнами и продольной стержневой арматурой, позволяет создавать строительные конструкции высокой прочности, трещиностойкости и коррозионной стойкости, а также увеличить межремонтные сроки конструкций зданий или сооружений.

Библиографический список

1. Барабаш Д.Е. Композиционные строительные материалы на основе модифицированных жидких олигодиенов [Текст] / Д.Е. Барабаш // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура – Воронеж: ВГАСУ, 2008. – Выпуск 4. – С. 81 – 90.
2. Борисов Ю.М. Исследование несущей способности нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов [Текст] / Ю. М. Борисов, А. Э. Поликутин, Нгуен Фан Зуй // Вестник Центрального регионального отделения РААСН: сборник научных статей. – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – Выпуск 9. – С. 133 – 137.
3. Борисов Ю.М. Напряженно-деформированное состояние нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов строительных конструкций [Текст] / Ю. М. Борисов, А. Э. Поликутин, Нгуен Фан Зуй // Научный вестник ВГАС «Архитектура и строительство». – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – № 2. – С. 18-24.
4. Борисов Ю.М. Дисперсно армированные строительные композиты [Текст] / Ю.М. Борисов, Д.В. Панфилов, С.В. Каштанов, Е.М. Юдин // Строительная механика и конструкции, 2010. – № 2 (5). – С. 32-37.
5. Борисов Ю.М. Задачи и методика экспериментальных исследований нормальных сечений изгибаемых элементов таврового профиля из армокаутона [Текст] / Ю.М. Борисов, А.Э. Поликутин, А.С. Чудинов, А.Ю. Атанов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология, 2011. – № 1. – С. 52-57.
6. Нгуен Фан Зуй. Двухслойные каутоно-бетонные изгибаемые элементы строительных конструкций [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Нгуен Фан Зуй. – Воронеж, 2010. - 185 с.
7. Панфилов Д.В. Дисперсно армированные строительные композиты на основе полибутиленового олигомера [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Панфилов Дмитрий Вячеславович. - Воронеж, 2004. – 188 с.
8. Пинаев С.А. Влияние полимерцементной защиты на трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов. [Текст] / Пинаев С.А., Франсиско Савити Матиас да Фонеска // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – Воронеж: ВГАСУ, 2011. – Выпуск 1. – С85–88.

9. Поликутин А.Э. Прочность и трещиностойкость наклонных сечений изгибаемых элементов строительных конструкций из армокаутона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Поликутин Алексей Эдуардович.- Воронеж, 2002. –235с.

10. Потапов Ю.Б. Высокоэффективные композиты на основе жидких каучуков [Текст] // Материалы международной научно-технической конференции (IV Академические чтения РААСН) "Актуальные проблемы строительного материаловедения": сб. науч. статей. – Пенза, 1998.– С. 16-17.

11. Потапов Ю.Б. Каутоны – новый класс коррозионностойких строительных материалов [Текст] // Строительные материалы XXI века. – 2000.– № 9. – С. 9-10.

12. Чмыхов В. А. Сопротивление каучукового бетона действию агрессивных сред [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Чмыхов Виталий Александрович. – Воронеж, 2002. – 224 с.

References

1. Barabash DE Composite building materials on the basis of the modified liquid oligodon [Text] / DE Barabash // Scientific Herald of the Voronezh-venous your country of Architecture and Construction University. Construction architecture- Voronezh: VSUACE, 2008. - Issue 4 - pp 81 - 90.

2. Yuri Borisov Investigation of bearing capacity of normal cross-sections of two-layer rubicon-concrete bent elements [Text] / J. M. Borisov, AE Polikutin, Nguyen Phan Duy // Bulletin of the Central regional branch RAASN: collection of scientific articles. - Voronezh: VSUACE, 2010. - Edition 9. - S. 133 - 137.

3. Yuri Borisov Stress-strain state of normal sections double- layer-governmental rubicon-concrete bent elements of building structures [Text] / YM. Borisov, AE Polikutin, Nguyen Phan Duy // Scientific Bulletin VSACE "Architecture and building." - Voronezh: VSUACE, 2010. - № 2. - S. 18-24.

4. Borisov YM Dispersion reinforced composites construction [Text] / YM Borisov, DV Panfilov SV Chestnut, EM Yudin // Building mechanics and design, 2010. - № 2 (5). - S. 32-37.

5. Borisov YM Objectives and methods of experimental studies of normal cross section bent elements tee profile from reinforced rubicon [Text] / YM Borisov, AE Polikutin, AS Chudinov, AY Atanov // Scientific Herald of the Voronezh of the state Architecture and Construction University. Series: High Technology. Ecology, 2011. - № 1. - S. 52-57.

6. Nguyen Phan Duy. Double-rubicon bendable concrete building structures elements [Text]: diss. ... Phd. Sciences: 05.23.01 / Nguyen Phan Duy. - Voronezh, 2010. - 185 p.

7. Panfilov DV Dispersion reinforced composites construction polybutadiene oligomer [Text]: diss. ... Phd. Sciences: 05.23.05 / Dmitry Panfilov Vyacheslavovich. - Voronezh, 2004. - 188 с.

8. Pinaev SA Effect of polymer-protection at the crack of reinforced concrete bent elements. [Text] / Pinaev SA, Francisco Matias da Fonesca Savita // Scientific Bulletin Voronezh State Architecture and Construction University. Series: High Technology. Ecology. - Voronezh: VSUACE, 2011. - Issue 1 - S85-88.

9. Polikutin AE The strength and fracture toughness of the inclined sections of the bent structural elements of reinforced rubicon [Text]: dis. Phd. Sciences: 05.23.01 / Polikutin Aleksey Eduardovich.- Voronezh, 2002. -235s.

10. Potapov YB High performance composites based on liquid rubbers [Text] // Materials of the international scientific-technical conference (IV Academic Reading RAACS) "Actual problems of building materials": Sat. scientific. Article. - Penza, 1998.- pp 16-17.

11. Potapov YB Rubicon - a new class of corrosion-resistant construction materials [Text] // Building Materials of the XXI century. - 2000.- № 9. - S. 9-10.

12. Chmykhov VA rubber resistance of concrete to aggressive environment [Text]: diss. ... Phd. Sciences: 05.23.05 / Chmykhov Vitaly. - Voronezh, 2002. - 224 p.

УДК 692.52

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф., Л. П. Салогуб;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений, Д. И. Кузина.
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Kand. Sci. Tech., prof. L. P. Salogub;
Master's designing of buildings and
constructions faculty, D. I. Kuzina.
Russia, Voronezh*

Л.П. Салогуб, Д.И. Кузина

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРЫТЫХ МАЛЫХ ЛЕДОВЫХ АРЕН

Рассмотрены особенности проектирования малых ледовых арен.

Ключевые слова: Малые ледовые арены, проектирование, конструкция основания ледовой арены.

L.P. Salogub, D.I. Kuzina

THE ISSUE OF DESIGNING FOR SMALL INDOOR ICE ARENAS

Peculiarities of design of small ice arenas.

Keywords: Small ice arena, the design, the base design of the ice arena.

Многие небольшие населённые пункты, дворовые любительские клубы, в нашей стране хотели бы иметь в непосредственной близости крытый, круглогодичный спортивный комплекс, но в настоящее время строительство ледовых спортивных дворцов и арен требуют существенных финансовых вливаний, сложных технологических решений, капитального строительства, дорогостоящего оборудования, квалифицированного персонала для его обслуживания.

В связи с этим актуальным является строительство крытых малых ледовых арен. Это является экономически выгодным решением, позволяющим возводить ледовые круглогодичные площадки при небольших, финансовых затратах.

В экономическом сегменте таких сооружений есть отличия от крупных капитальных сооружений, технических характеристик оборудования, эксплуатационных качеств льда, но для тренировок команд, массового катания, работ детских спортивных секций, данный проект выглядит, как достойное решение для массового привлечения населения небольших городов и населенных пунктов, практически круглогодичным занятием зимними видами спорта, где строительство крупномасштабных ледовых арен является не рентабельным и затратным по строительству и эксплуатации [1].

Закрытые ледовые арены используются уже около 100 лет для развлечений и всех ледовых видов спорта, включая хоккей, фигурное катание и конькобежный спорт

Первая крытая ледовая арена появилась на родине хоккея в Канаде. Слава и первый успех в создании прототипов современных катков, принадлежит канадцам, братьям Лестеру и Джо Патрикам, которые в канун Рождества 1912 года открыли в городе Виктория, первую в Канаде закрытую ледовую арену.

Стоимость арены была фантастической по тем временам - \$110.000, арена вмещала 4.000 человек. Тремя днями позже, братья Патрик открыли вторую ледовую арену в

Ванкувере, Канада. Стоимость этой арены была еще выше - \$ 210.000, но данная арены уже могла вмещать более 10.000 человек. Специально для этого была создана самая большая холодильная установка в мире.

В течение последующих десятилетий братья Патрик, создали сотни ледовых арен на северо-западе США и западной части Канады. Сегодня, в США эксплуатируется более 1.700 ледовых арен. Стоимость современных ледовых дворцов может составлять десятки и сотни миллионов долларов [2].

Основа любого катка – ледовая арена.

Система охлаждения ледовой арены состоит из 4 главных элементов:

- Одна или несколько холодильных установок (чиллер).
- Система труб для подключения матов ледовой арены к холодильной установке.
- Система матов (трубок) основания ледовой арены.
- Хладагент (рефрижерант) – рабочая жидкость холодильной установки.

Холодильная установка (чиллер) для катка 30x60 м весит около 9 -10 тонн (длина ~ 10-12 м, ширина ~ 2.5 м). Устанавливается на бетонную основу или ровную, прочную конструкцию.

В стационарных ледовых аренах конструкция основы катка может быть на бетонной основе или на песчаной основе. Отсутствие бетонной основы существенно снижает общую стоимость проекта по созданию ледовой арены, при этом, не снижая качество льда, эксплуатационные возможности арены и срок эксплуатации.

Разрез конструкция основания ледовой арены на бетонной основе представлен на рисунке.

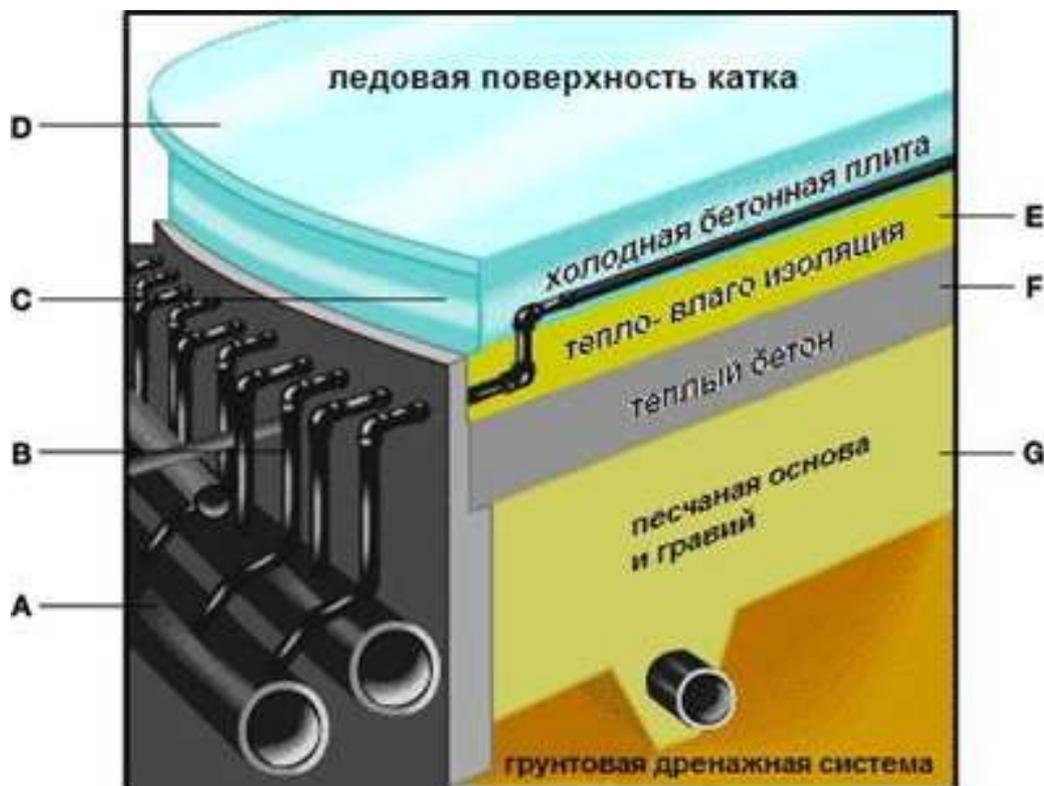


Рис. Разрез конструкция основания ледовой арены на бетонной основе:
А - система труб в бетонном основании, для проведения разморозки катка;
В - система трубок для подачи раствора хладагента; С - бетонная плита;
D - ледовая поверхность; E - слой тепло- и влаго- изоляции;
F - теплый (подогреваемый) слой бетона; G - слой песка и гравия

Раствор хладагента перекачивается в систему трубок (В) внутри бетонной плиты (С), на которой находится ледовая поверхность.

Бетонная плита расположена между ледовой поверхностью (D) и слоем тепло- и влагоизоляции (Е), который позволяет льду расширяться и сужаться в процессе заморозки и эксплуатации арены.

Прокачиваемый через систему трубок раствор хладагента позволяет охлаждать бетонную основу катка до температуры ниже 0 °С, что позволяет воде на арене замерзнуть.

Ниже слоя тепло-влаги изоляции, находится теплый (подогреваемый) слой бетона (F) который предотвращает грунт от замерзания, расширения и раскалывания, что защищает весь каток от разрушения. При отсутствии системы подогрева, возможно промерзание грунта на 1-3 метра, что может грозить разрушением всей арены.

Система подогрева (разморозки) катка, располагается на слое песка и гравия (G), в самом низу которого, установлена система дренажа грунтовой воды.

Для проведения разморозки катка, раствор хладагента нагревается и прокачивается через систему труб (А) в бетонном основании подо льдом. Нижний слой льда тает, что в свою очередь облегчает механическое раскалывание льда, его уборку и вывоз погрузчиками [3].

Ледовая арена, с уложенным на нее специальным покрытием, (изоляционными плитами) может быть использована для проведения различных массовых мероприятий - выставок, концертов, спортивных состязаний "не ледовых" видов спорта и т.д.

Даже в период использования катка для "не ледовых" мероприятий, каток должен содержаться надлежащим образом - ведь лед остается на своем месте.

Перед проведением "не ледовых" мероприятий ледовая арена подготавливается соответствующим образом и это подразумевает целый комплекс действий и мероприятий.

Например, для проведения баскетбольных игр, на лед укладываются листы фанеры 50x100 см, и на эту основу устанавливается пол для баскетбола. Для проведения концертов, выставок и т.д. поверх фанерных листов укладывается ковровое покрытие [4].

Для использования помещения ледовой арены для цирка, уже требуется полная разморозка и уборка льда, т.к. специфика цирковых конструкций (например, трапеций) требует специальных креплений и фиксации оборудования в грунте, доступ машин и т.д.

Размеры и форма ледовой арены, могут быть какими угодно, если речь идет о катке для развлечений и любительского фигурного катания, это может быть круглый каток или прямоугольный - 18x32 м, 12x24 м и т.д. Минимальная длина хоккейной арены: 51 м, максимальная 61м, ширина: минимум 24 м, максимум 30 м [5].

Универсализация использования зала с ледовой ареной может быть обеспечена трансформацией основных элементов спортивного сооружения.

Библиографический список

1. Крытая малая ледовая арена http://medrikon.ru/stioboe21moeleo95/Ледовая_арена - medrikon.ru – народный сайт © 2015.
2. Как устроен и работает крытый каток (малая ледовая арена) <http://global-katalog.ru/item5629.html> - global-katalog.ru - SEO analysis © 2007-2015, Global-katalog.
3. Система крытой малой ледовой арены <http://www.rusarticles.com/vidy-sporta-statya/kak-ustroen-i-rabotaet-katok-515759.html> - rusarticles.com – Copyright © 2005-2015 Free Articles by RusArticles.com, All rights reserved.
4. Справочное пособие (СП 2.08.02—89) «Проектирование спортивных залов, помещений для физкультурно-оздоровительных занятий и крытых катков с искусственным льдом», Госстрой СССР.
5. СП 31-112-2007 «Свод правил по проектированию и строительству. Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены», ОАО «Институт общественных зданий».

References

1. Small indoor ice arena http://medrikon.ru/stioboe21moeleo95/Small_ice_arena - medrikon.ru – national website © 2015.
2. How is constructed and operates an indoor ice rink (small arena) <http://global-katalog.ru/item5629.html> - global-katalog.ru - SEO analysis © 2007-2015, Global-katalog.
3. System covered small ice arena <http://www.rusarticles.com/vidy-sporta-statya/kak-ustroeni-rabotaet-katok-515759.html> - rusarticles.com – Copyright © 2005-2015 Free Ar-ticles by RusArticles.com, All rights reserved.
4. Handbook (CP 2.08.02—89) – «Design of sports halls, the room needed for fitness classes and indoor ice rinks with artificial ice», Gosstroy of the USSR.
5. CP 31-112-2007 «a Set of rules for design and construction. Sports halls. Part 3. Indoor ice arena», JSC «Institute of public buildings».

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
кандидат технических наук профессор
Л.П. Салогуб;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений, И.Ю. Черкасова;
Россия, г. Воронеж,
e-mail: HUMMEL2471199@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer
L.P. Salogub
Master's designing of buildings and construc-
tions faculty, I.Y. Cherkasova;
Russia, Voronezh,
e-mail: HUMMEL2471199@yandex.ru*

Л.П. Салогуб, И.Ю. Черкасова

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ ВОЗВЕДЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ

В данной статье рассмотрен отечественный исторический опыт возведения мобильных зданий в труднодоступных районах. Технологии производства и возведения мобильных зданий из сборных элементов

Ключевые слова: мобильное, труднодоступный, район, возведение, конструкции, сборные.

L.P. Salogub, I.Y. Cherkasova

USE PREFABRICATED MODULAR BUILDINGS FOR THE CONSTRUCTION IN REMOTE AREAS (DOMESTIC EXPERIENCE)

This article discusses the historical experience of the domestic construction of modular buildings in remote areas. Technology of production and construction of mobile buildings prefabricated.

Keywords: mobile, arduous, area, erection, design, prefabricated.

Первый опыт индустриального изготовления сборно-разборных зданий в нашей стране был начат на деревообделочных предприятиях Дальневосточного военного округа в 1935 г. Дома цилиндрической формы составлялись из панелей вертикальной разрезки. Цилиндрические трехслойные панели с фанерными обшивками стягивались обручами на болтах. Центральной опорной конструкцией крыши служила печь.

Аналогичная конструкция была изготовлена во Франции в 1961 г. Но панели были уже стеклопластиковые и объединяли в Г-образном элементе стену и крышу, а центральной опорой служила труба коммуникаций. Одним из первых многократно оборачиваемым (инвентарным) стал в 1948 г. дом контейнерного типа конструкции Севэнергопроекта.

В 1951 г. появились его модификации, выполненные Гидропроектом ПДУ (передвижной дом унифицированный). Конструктивной основой дома служили стальные раскосные фермы, воспринимающие нагрузки, приходящиеся на каждую грань дома.

Дальнейшее развитие эта конструкция получила в разработках Гидропроекта УГПД-2э (унифицированный передвижной двухэтажный дом) и УСД (унифицированный сборный дом). Технология по каркасно-обшивной схеме как малопроизводительная заменена более прогрессивной панельной. Это позволило собирать отдельно панели стен, пола и потолка в удобном для работы положении и отказаться от сборочных стремянок.

Все эти дома в той или иной модификации выпускались до конца прошлого века.

В дальнейшем были разработаны унифицированные типовые секции (УТС), предназначенные для размещения различных служб, жилых и бытовых помещений.

Первые опыты применения полносборных зданий с использованием алюминия и пластмасс, осуществленные еще в 1958-1959 гг. институтом Гипроарктика, и последующее за этим развитие экспериментального строительства из легких материалов положили начало обновлению и трансформации традиционных принципов проектирования и изготовления мобильных зданий.

Из Г-образных панелей ЛенЗНИИЭП спроектировал комплекс сборно-разборных домов для работников промышленности и строительства Крайнего Севера. Номенклатура комплекса включала жилые дома (общежитие на восемь человек, дом гостиничного типа на шесть человек), столовую на 20 мест, клуб-кинозал на 50 мест, магазин на одно рабочее место, медпункт, прачечную, радиоузел, склад, административные помещения.

Жилые дома-общежития разработанные этой проектной организацией рассчитанные на восемь человек, проектировались из трех блоков – хозяйственного (площадью 12 м²) и двух жилых (площадью по 18 м² каждый) (рис.). Высота внутренних помещений 2,5 м.

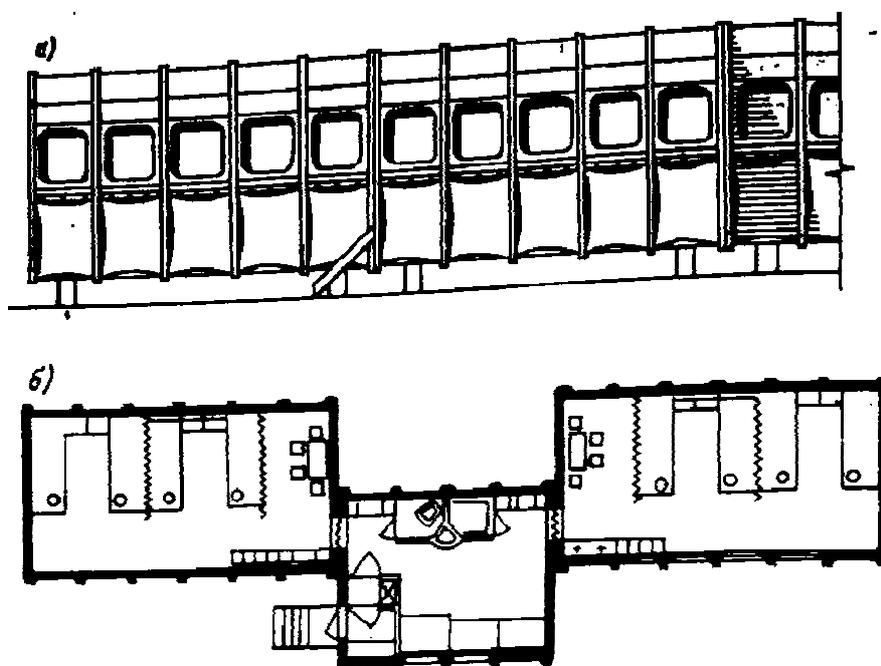


Рис. Цельнопластмассовый сборно-разборный жилой дом на 8-10 человек для северных районов:
а – вид сбоку; б – план

Планировка общежитий была достаточно удобна и включала спальные, столовую, кухню, санузел, тамбур, душ и сушильные шкафы. В кухне была предусмотрена электрическая плита.

Выпускались данные дома в виде панелей, смонтированных блоков и тубингов квадратного сечения 3х3 м, склеенных из четырех Г-образных панелей; перегородки и щиты пола вклеиваются в тубинг при его укрупнительной сборке. Такая конструкция, хотя и создавала трудности при транспортировке, но уменьшала количество стыковых швов и обеспечивает возможность получать дома различной протяженности.

Объемные элементы и плоские торцевые панели соединялись при помощи двух рядов болтов по фланцам. Панели имели наружную силовую обшивку из полиэфирной стеклопластиковой оболочки контактного формования со средним слоем из пенополистирола, вклеенного в оболочки и экранированного с внутренней стороны алюминиевой фольгой толщиной 0,15 мм.

Внутренняя обшивка была из 8-миллиметровой клееной фанеры с облицовкой бумажным слоистым пластиком с цветным покрытием. Каждая панель была подкреплена контурными ребрами трехслойной конструкции. Ширина панели в зависимости от транспортных и монтажных возможностей была от 1 до 6 м.

Библиографический список

1. Полуй Б.М. Архитектура и градостроительство в суровом климате / Б.М. Полуй.- Ленинград: Север, 2013.-308 с.
2. Мобильные жилища для Севера. Под ред. С.М. Верижникова., Изд-во ДЕАН, 2014. 160 с.

References

1. Polui B.M. Architecture and urban planning in the harsh climate / B.M. Poluy.-Leningrad: North, 2013.-308 sec.
2. Mobile home for the North. Ed. C.M. Verizhnikova., Publ DEAN, 2014. 160 sec.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 622.24

*Воронежский государственный
Архитектурно-строительный университет
К.т.н., доцент В.В.Власов;
Старший преподаватель М.В. Агеенко;
Магистр В.А. Провоторов.*

*Voronezh State Architecture and Civil
Engineering Ph.D., Associate Professor
V.V.Vlasov;
Senior Lecturer M.V. Ageenko;
Master V.A. Provotorov*

М.В. Агеенко, В.А. Провоторов, В.В. Власов

ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНЫХ ПОРОШКОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПАНЕЛЕЙ В КИРПИЧНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕНАХ

Дан краткий обзор, в котором проанализированы перспективы применения вакуумных теплоизоляционных панелей в многослойных кирпичных стенах. Приведено сравнение теплотехнических характеристик вакуумных панелей с традиционными видами теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: вакуумные панели, теплоизоляция, теплопроводность, наполнитель, непроницаемая оболочка, кирпичные стены, теплопотери.

M.V. Ageenko, V.A. Provotorov, V.V. Vlasov

PROSPECTS OF APPLICATION VACUUM PANELS TO DECREASE HEAT LOSS FENCING STRUCTURES

A brief review, which analyzed the prospects for the application of vacuum thermal insulation paneleny to improve the thermal resistance of walling. The comparison of thermal characteristics of various fillers for vacuum panels.

Keywords: walling, vacuum panel insulation, thermal conductivity, a filler, an impenetrable shell.

Проблемы энергосбережения с каждым годом приобретают все большую актуальность. Ученые всего мира находятся в постоянном поиске новых решений, в том числе в области совершенствования теплозащиты зданий и снижения потерь теплоты через ограждающие конструкции. К настоящему времени в ряде западных странах, пройден этап первоначальных поисковых разработок, экспериментального строительства и опытной эксплуатации энергоэффективных зданий и практически решается вопрос о переходе к массовому строительству таких зданий в качестве стандартных[1, 2].

Перспективным направлением для обеспечения высокого термического сопротивления ограждающих конструкций является использование вакуумных теплоизоляционных панелей с наполнителем из пористых материалов — дисперсных порошков[3]. Новизна технического решения разработанного вакуумно-порошкового теплоизоляционного изделия заключается в отказе от жесткой конструкции оболочки, ограничивающей вакуумированное пространство[4]. Наполнитель поддерживает стенки и обеспечивает заданную форму панели. Ее теплофизические характеристики и срок службы определяются свойствами наполнителя, началь-

ным уровнем вакуума, проницаемостью оболочки, эффективностью адсорбентов, размерами и условиями эксплуатации[5].

В рассматриваемом изделии для корпуса используют многослойные оболочки. Каждый слой выполняет определенные функции: барьерные по отношению к различным газам; прочностные; функции отражения инфракрасного излучения (слой из фольги) и сварные.

В качестве таких слоев могут использоваться многослойные ламинированные пленки (ламинирование алюминием), а также возможны следующие слои:

- а) слой полиамида либо слой полиэстера (пароизоляция);
- б) слой поливинила (воздушный барьер);
- в) слой полиэстера, покрытый алюминием;
- г) слой термостойкого полиэтилена.

Механическая прочность полимерных слоев оболочки зависит от вида используемого полимера. Рекомендуемый для этих целей полиэтилентерефталат (ПЭТФ) широко применяется в современной упаковке и характеризуется высокой прочностью, которая превышает прочность полиэтилена в три раза, устойчивостью к истиранию и многократным деформациям при растяжении и изгибе, низкой гигроскопичностью. Диапазон рабочих температур от -60°C до 170°C, размягчение же ПЭТФ начинается лишь при температуре 245 °C. ПЭТФ не растворяется в воде и органических растворителях; устойчив к действию разбавленных растворов кислот (например, 70 %-ной H₂SO₄, 5 %-ной HCl, 30 %-ной CH₃COOH, холодных растворов щелочей). Кроме того, можно не предъявлять особых требований к устойчивости полимерного слоя к атмосферному и солнечному воздействиям, так как теплоизоляционные изделия предназначены для использования внутри ограждающих конструкций. Но упомянутые полимерные пленки обладают достаточной устойчивостью к воздушной атмосфере и солнечному облучению. Таким образом, комплекс свойств, которыми обладает дублированная лавсаном алюминиевая фольга, а также физико-химическая и биологическая инертность наполнителя, позволяют определить срок службы вакуумно-порошковых изделий не менее чем в 50 лет при условии отсутствия механических повреждений оболочки в процессе монтажа и эксплуатации изделия в ограждающих конструкциях.

Таблица

Показатели материалов

Материал	Коэф. теплопроводности λ , Вт/м ² °C	Пожаробезопасность	Срок службы, лет
Вакуумная изоляция	0,0045	Г1	60-70
Пенополистирол	0,052	Г2	20-30
Эковата	0,041	Г1-Г2	30-50
Минвата	0,045	НГ	35-45
Пенополиуретан	0,041	Г3-Г4	25-30

Если такую оболочку равномерно заполнить высокодисперсным веществом в виде слоя толщиной 10-20 мм, например перлитовой пудрой, и создать средний вакуум (1-10 Па), то получим эффективную теплоизолирующую панель, пригодную для использования в строительстве в качестве теплоизолирующего слоя различных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Рассмотрим перспективы применения таких теплоизоляционных панелей в многослойных кирпичных стенах[6].

Такая кирпичная стена представляет собой конструкцию, в которой теплоизоляционный слой может находиться как в нутрии конструкции, так и с наружной стороны. При раз-

мещении теплоизоляционного слоя между слоями кирпичной кладки возникают проблемы связанные с размещением связей, соединяющие кладочные слои. Решение этой проблемы возможно за счет применения соединительных элементов, проходящих через вакуумную панель. Это создает дополнительные проблемы, связанные с обеспечением герметичности в процессе производства, а так же при монтаже и эксплуатации таких панелей. И кроме того в этом случае возникают дополнительные мостики холода понижающие теплозащитную эффективность вакуумных панелей (рис.1).

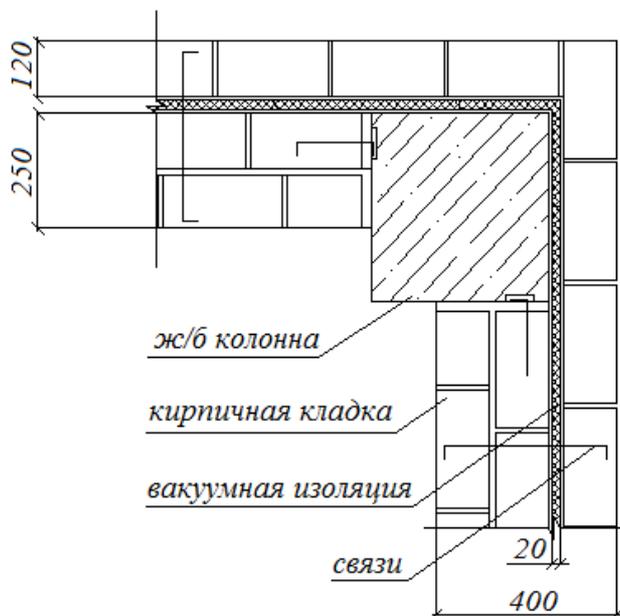


Рис. 1. Внешний угол в каркасном здании

Более эффективно использование вакуумной теплоизоляционной панели с внешней стороны кирпичной ограждающей конструкции [6]. В этом случаи панель может крепиться за счет элементов внешнего крепления по поверхности и периметру панели. Такая схема крепления панелей может применяться как в строящихся зданиях (рис.2), так и для повышения теплозащитной эффективности существующих эксплуатируемых зданиях (рис.3).

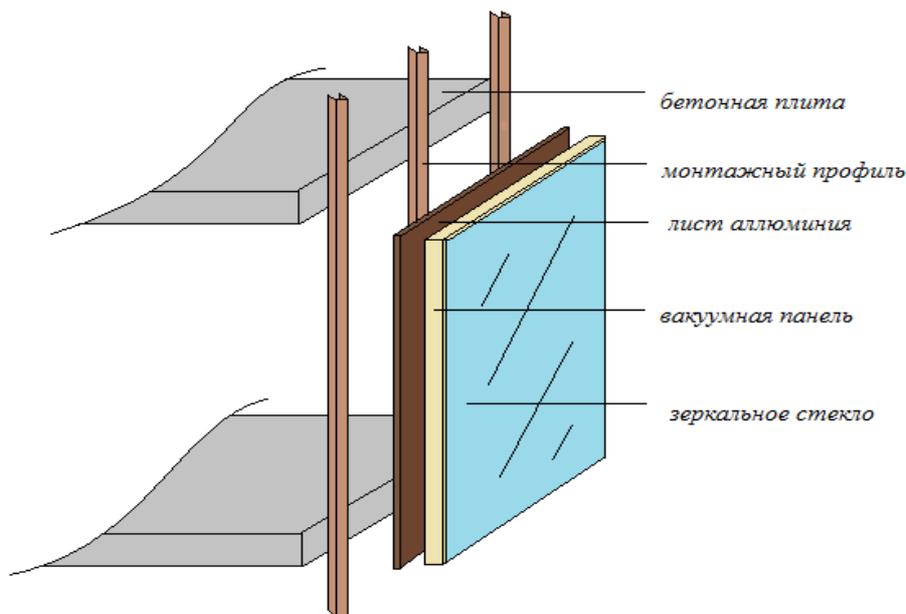


Рис. 2. Утепление фасада строящегося здания

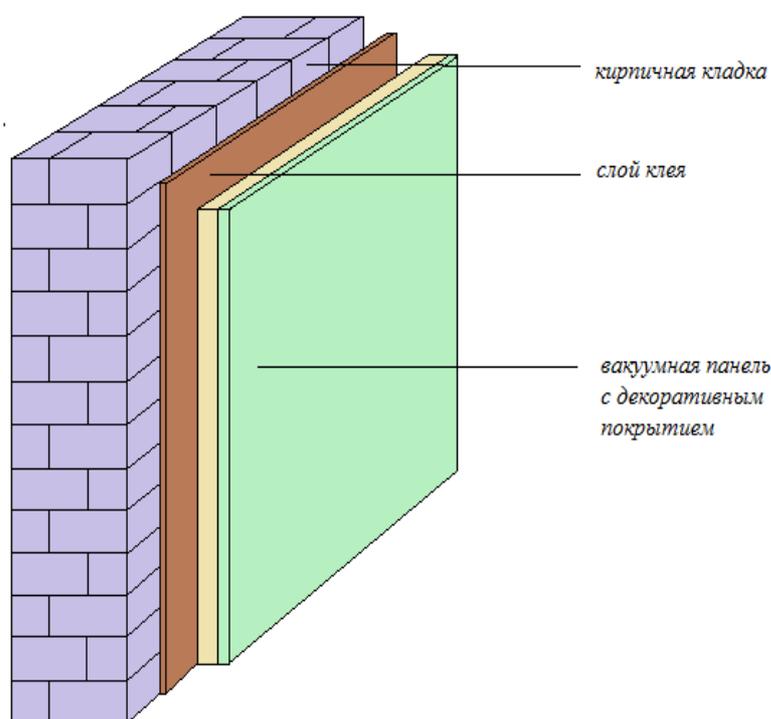


Рис. 3. Утепление фасада существующего здания

Но независимо от расположения вакуумной теплоизоляционной панели в конструкции кирпичной стены, ее высокие теплоизоляционные свойства, в отличие от традиционной теплоизоляции, обеспечивают при ширине вакуумного промежутка всего в 20-30 мм малую габаритную толщину ограждающей конструкции. Расчетная величина теплоизолирующей способности ВТПП толщиной 30 мм равноценна слою теплоизолирующей способности из пенополистирола толщиной 560 мм. Использование вакуумно-порошковых теплоизоляционных панелей при строительстве зданий позволит увеличить полезную площадь жилья за счет уменьшения толщины утеплителя, снизив при этом уровень теплопотерь в 5–6 раз.

Библиографический список

1. Гранёв В.В., Кологривова Л.Б. Концепция формирования новых типов энергоэффективных зданий // ПГС-2003 №12 -С.51-53 с.
2. Гликин СМ. Разработка и совершенствование эффективных ограждающих конструкций // ПГС - 2004г. № 6. -С.20-21 с.
3. Кокоев М.Н., Федоров В.Т. Новые энергосберегающие строительные материалы и технологии - Нальчик: Эльбрус, 2000. -192 с.
4. Кокоев М.Н., Перспективы применения вакуумно-порошковой теплоизоляции в строительстве//Строит. материалы. 1998, N 3. - С. 14-17.
5. Овчаренко Е.Г., Пахомов Н.А. Вклад АО «Теплопроект» в создание новых теплоизоляционных материалов//Монтажные и специальные работы в строительстве, № 7,2000.
6. Изоляция. Материалы и технологии / Б.М. Шойхет, С.Д. Сокова и др.. -М., 2006. 655с. - (Серия «Застройщик»).30. «ИСМ-фасад»: простые и эффективные решения // Строй-ПРОФИЛЬ. -2005. -№ 1(39). -С.62.

References

1. Gran VV Kologrivov LB The concept of the formation of new types of energy efficient buildings // ASG-2003 №12 -S.51-53 sec.
2. Glikin M. Development and improvement of effective walling // PLG - 2004. Number 6. - S.20-21 sec.
3. Kokoev MN, Fedorov VT New energy-saving building materials and technologies - Nalchik Elbrus, 2000. -192 sec.
4. Kokoev MN Prospects of vacuum-powder insulation in construction // Build. materials. 1998, N 3. - S. 14-17.
5. Ovcharenko EG, Pakhomov NA The contribution of "Teploproekt" in the creation of new thermal insulat-relational // materials and special works in construction, № 7,2000.
6. Izolyatsiya. Materials and technology / BM Shoikhet, SD Sokov, etc. .. -M., 2006. 655s. - ("Developer" series) 30.. "ISM-facade": simple and effective solutions // Build-profile. -2005. -№ 1 (39). -S.62.

*Головной аттестационный центр Центрального региона НАКС
Инженер А.В. Акопян
Воронежский государственный профессионально-педагогический колледж
преподаватель Е.Ю. Семенова
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры жилищно-коммунального хозяйства Т.В. Щукина
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (903) 8-59-15-73
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

*Head certification center of the Central region of NAKS
Engineer A.V. Akopyan
The Voronezh state professional teacher training college
teacher E.Yu. Semenova
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of housing and communal services Dept. T.V. Shchukina
Russia, Voronezh, tel. +7 (903) 8-59-15-73
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

А.В. Акопян, Е.Ю. Семенова, Т.В. Щукина

ГЕЛИОТЕРМООБРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИССЛЕДОВАНИЕМ КАЧЕСТВА ПОЛУЧАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Приводятся результаты экспериментальных исследований процессов гелиотермообработки бетонных изделий в климатических условиях ЦЧР. Создаваемый солнечным излучением тепловой режим позволяет в летние месяцы за сутки получить достаточную прочность для выпускаемых конструкций. При этом прочностные характеристики образцов не уступают бетонным элементам с традиционным процессом пропаривания.

Ключевые слова: термообработка солнечной энергией, производство строительных изделий.

A.V. Akopyan, E.Yu. Semenova, T.V. Shchukina

HELIOHEAT TREATMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTS WITH RESEARCH OF QUALITY OF THE RECEIVED PRODUCTION

Results of pilot studies of processes of thermal treatment by solar radiation of concrete products are given in climatic conditions of the Central Black Earth region. The thermal mode created by sunlight allows to receive per day in summer months sufficient durability for the let-out designs. At the same time strength characteristics of samples aren't inferior to concrete elements with traditional process of steaming.

Keywords: heating process by solar energy, production of building constructions.

Результаты испытаний, проводимых в различных климатических условиях [1, 2], доказывают целесообразность замены энергоемкого процесса термообработки изделий строительной индустрии воздействием солнечной радиацией в теплый период года. Но существующее мнение о снижении качества продукции, вызываемом неравномерным прогревом и интенсивной просушкой при поглощении солнечного излучения, создает ограничения в использовании такого повсеместно доступного возобновляемого источника энергии. Для устранения необоснованных убеждений, активно мешающих распространению гелиотермообработке, тре-

буется наряду с изучением генерируемых тепловых режимов оценивать и достигаемые прочностные характеристики строительных изделий при альтернативном способе их прогрева.

Для выявления возможных негативных отклонений в качестве получаемых образцов была проведена серия испытаний в условиях Центрального Черноземного Региона. На полигоне Воронежского ГАСУ в предварительно изготовленных мало затратных светопрозрачных укрытиях (рис. 1), относящихся к классу плоских солнечных коллекторов, осуществлялась гелиотермообработка бетонных элементов. Опытные образцы размером 400х300х100 мм, получаемые в опалубочных формах шириной 324 мм, длиной 424 мм и высотой 120 мм, помещались в малогабаритные камеры размером 464х388х140 мм (рис. 2). Швы опалубочных форм были обработаны силиконом, а стенки пропитаны машинным маслом для исключения процессов влагопоглощения материалом форм.

Для приготовления бетона марки 300 использовался портландцемент марки М500, песок без примеси глины или ила с крупностью частиц от 1,2 мм до 3,5 мм и чистый щебень с размерами зерен от 10 до 80 мм в последовательном соотношении 1:3:5 и при водоцементном соотношении 0,6. Для выявления возможного влияния свойств светопрозрачных ограждений на тепловой режим бетонных массивов использовались три вида верхних прозрачных покрытий: а – силикатное стекло толщиной 4 мм; б – полиэтиленовая пленка; в – поликарбонат толщиной 4 мм (рис. 1, 2).

Экспериментальные исследования в теплый период 2015 года были проведены при различных погодных условиях: при солнечном сиянии и относительно высокой температуре наружного воздуха; при умеренной температуре; при повышенной облачности, сопровождающейся частыми кратковременными осадками. Исследование тепловых режимов бетонных массивов производилось в течение первых и последующих суток посредством термопар. При этом укрытие малогабаритных гелиокамер каким-либо теплоизоляционным материалом в ночное время суток не предусматривалось.

Как показали проведенные измерения и их обработка [3], для тепловых режимов, генерируемых солнечной радиацией, характерны гармонические колебания температуры каждого элемента твердеющей структуры в течение суток. Максимальных значений в бетоне температура достигает со смещением в по времени на 3-4 часа от достигнутой в полдень интенсивности солнечного излучения, что также согласуется с достаточно высокой схожимостью с результатами математического моделирования [4], учитывающими влияние тепловой инертности массива.

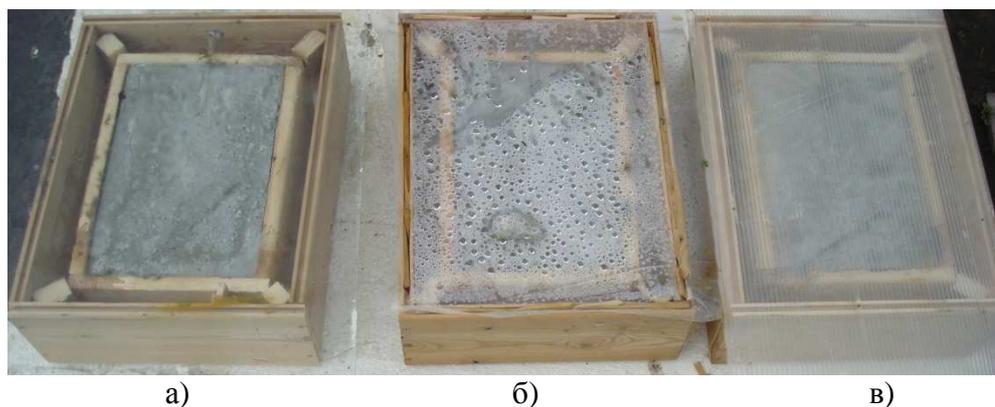


Рис. 1. Внешний вид гелиоформ при твердении бетонных образцов в условиях повышенной облачности утренних часов: а, б, в – светопрозрачные ограждения, соответственно, из силикатного стекла, полиэтиленовой пленки и поликарбоната

Результаты измерений температуры в исследуемых бетонных элементах, помещенных в гелиоукрытия со стеклом, полиэтиленовой пленкой и поликарбонатом (рис. 3, 4, 5), при

благоприятных погодных условиях с интенсивным солнечным излучением, позволяют заключить о перспективности создания полигонов на территории ЦЧР для проведения гелиотермообработки в производственных масштабах. При более высоких температурах наружного воздуха, которые были зафиксированы за последние десять лет метеонаблюдений на территории РФ, эффективность тепловой обработки может быть повышена на 20-30 %, что позволит сократить процесс набора прочности по времени до 12-20 часов. В случае повышенной облачности, сопровождающейся осадками, и при температуре наружного воздуха, не превышающей 15 °С, возникаемый под воздействием солнечного излучения тепловой режим, также способствует набору необходимой прочности для отгрузки и транспортировки после второго дня обработки.

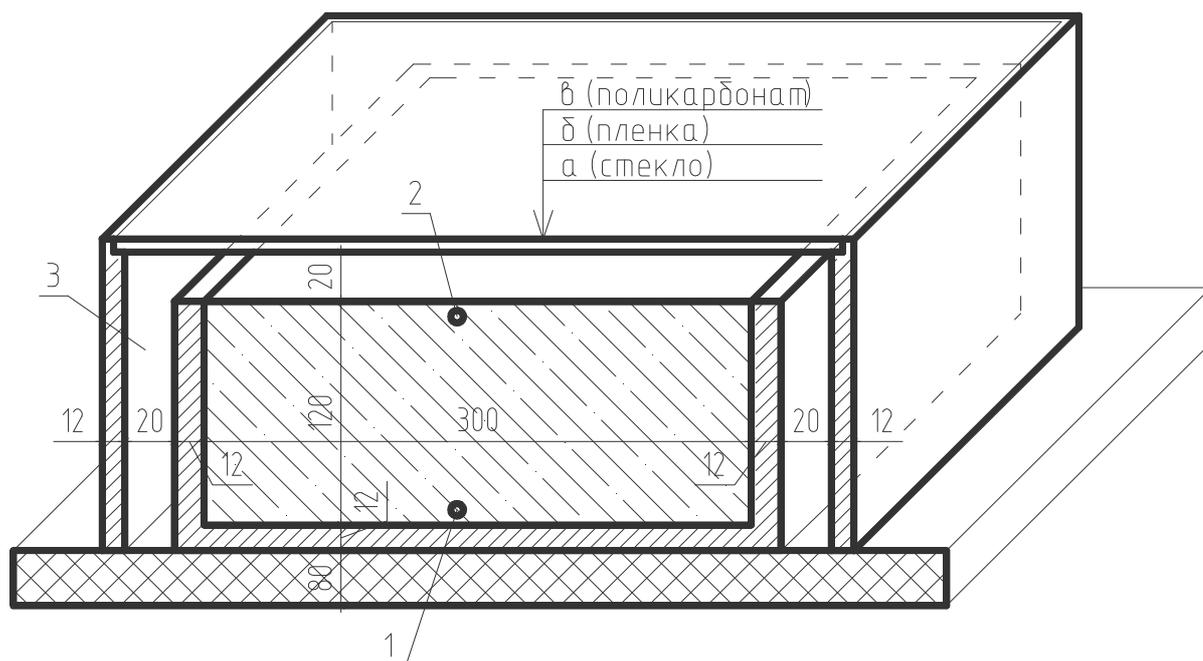


Рис. 2. Схема малогабаритных гелиокамер с учетом использования различных светопрозрачных материалов: а – стекло; б – полиэтиленовая пленка; в – поликарбонат; 1, 2, 3 – места замеров температуры, соответственно, на нижней и верхней поверхности образца, а также внутри камеры

Одновременно генерируемые солнечной радиацией тепловые режимы бетонных образцов, одновременно подвергаемых, позволяют провести оценку светотехнических параметров применяемых укрывных материалов. По приведенным в табл. основным теплофизическим показателям гелиотермообработки, следует, что наиболее интенсивным теплообменным процессам в первые часы твердения бетона подвергается поверхностный слой. На глубине 0,05 см максимальная скорость подъема температуры составляет 10 град/ч, минимальная - 3 град/ч. Для условий ЦЧР в соответствии с данными табл. целесообразно использовать в качестве светопрозрачного ограждения поликарбонат.

Сравнивая температурные режимы в твердеющем бетоне при выдерживании его под полиэтиленовой пленкой, стеклом и сотовым поликарбонатом имеющими относительно равнозначную пропускную способность, можно отметить, что при высокой облачности и выпадении осадков наибольший прогрев изделий был достигнут в устройстве с силикатным стеклом. Это объясняется лучшими оптическими свойствами по прозрачности и толщиной стекла, снижающей потери теплоты в окружающую среду. При высокой интенсивности солнечной радиации в отсутствии облачности максимальные показатели температуры зафиксированы под поликарбонатом ограждением.

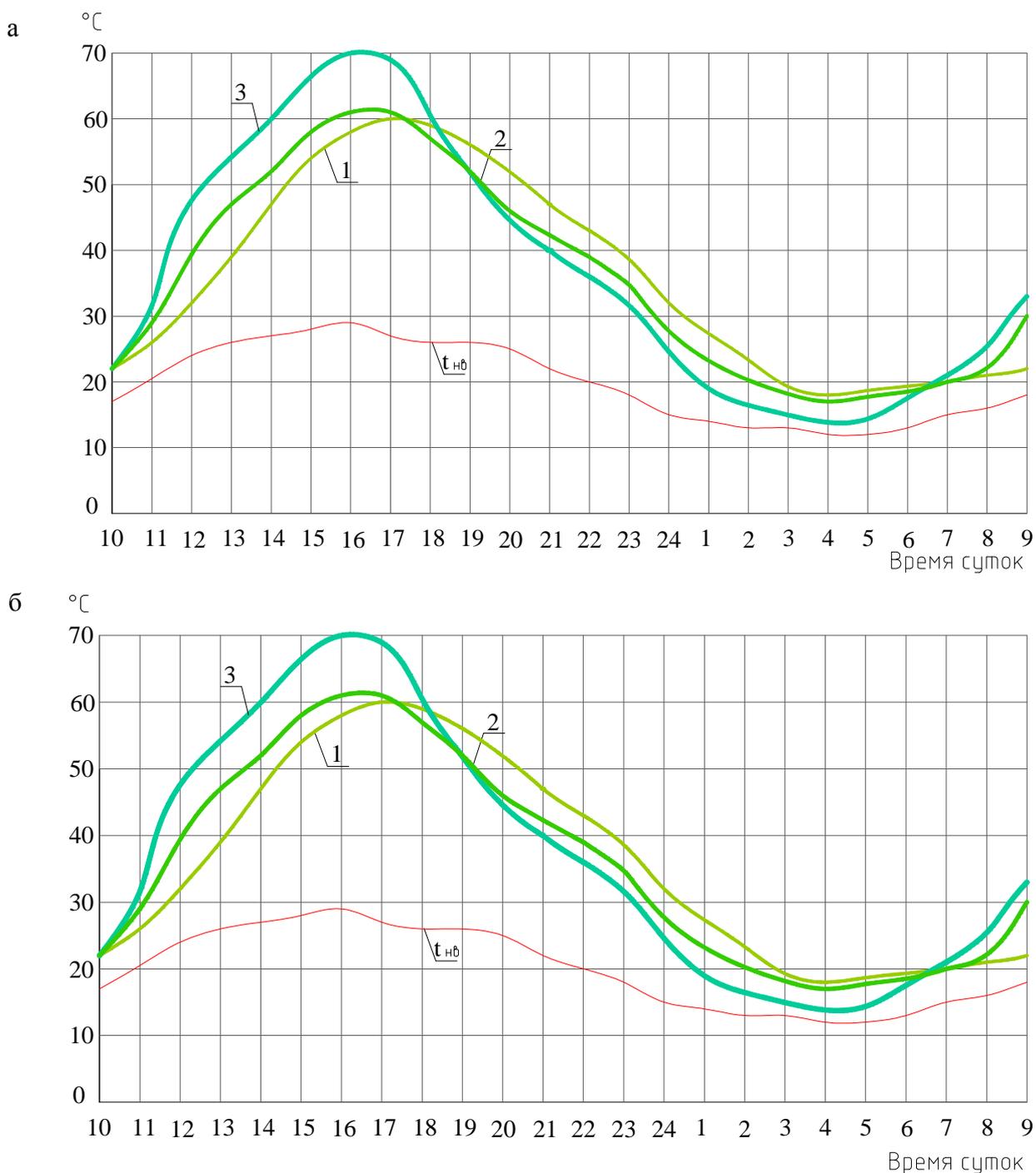


Рис. 3. Температурный режим твердеющего бетона при выдерживании его под стеклом:
 а – первые сутки; б – вторые сутки; 1, 2 – нижняя и верхняя точки измерений в теле образца;
 3 – температура в малогабаритной гелиокамере; $t_{нв}$ – температура наружного воздуха

На основании полученных данных можно заключить, что в районах с небольшой продолжительностью солнечного сияния в гелиотехнических устройствах целесообразно использовать силикатное остекление, а в районах, где климатические условия характеризуются значительным количеством ясных дней в году, поликарбонат в качестве светопрозрачного ограждения позволяет достичь более высокий температурный режим.

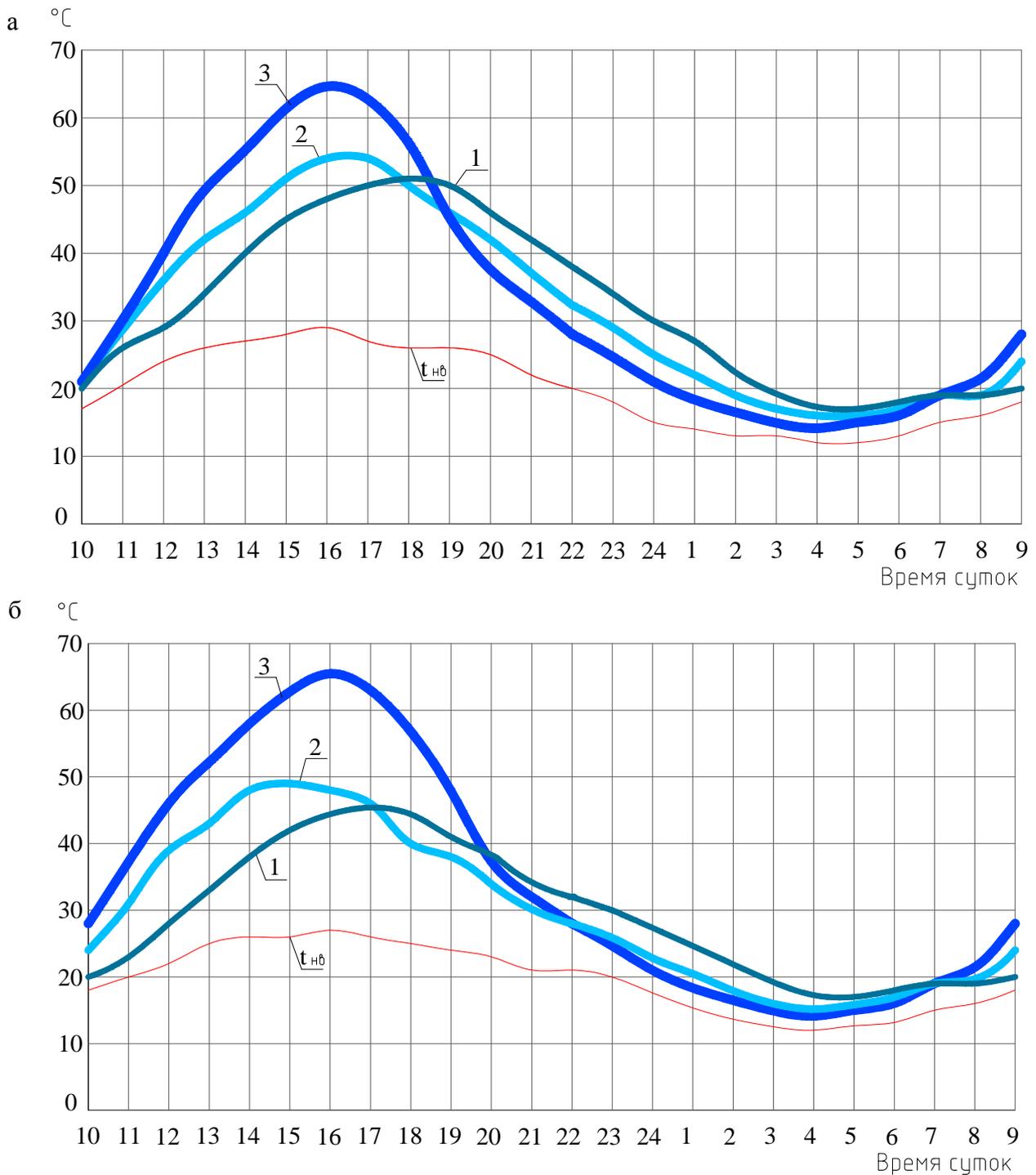


Рис. 4. Температурный режим твердеющего бетона при выдерживании его под полиэтиленовой пленкой:
 а – первые сутки; б – вторые сутки; 1, 2 – нижняя и верхняя точки измерений в теле образца;
 3 – температура под пленкой; $t_{нв}$ – температура наружного воздуха.

Исследования структуры бетона, полученного при альтернативном способе термообработки, а также прочностных характеристик были проведены в лаборатории Воронежского ГАСУ, специализирующейся на изучении состояния строительных конструкций. Испытаниям подвергались опытные образцы в возрасте 9 месяцев. Продолжительность данного периода позволила поставить все исследуемые элементы примерно в одинаковые условия с позиций отрицательного влияния погодных условий при твердении.

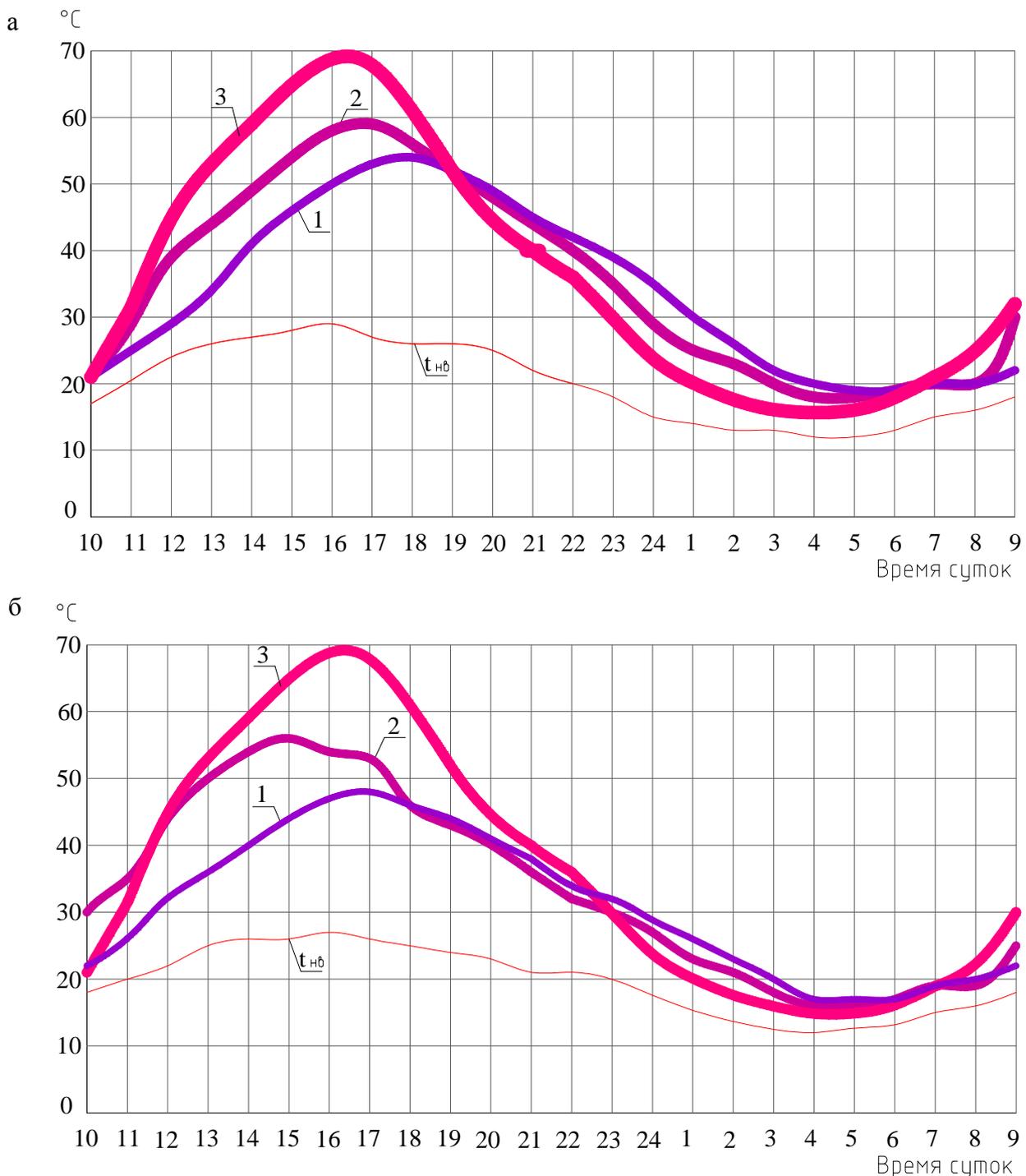


Рис. 5. Температурный режим твердеющего бетона при выдерживании его под сотовым поликарбонатом: а – первые сутки; б – вторые сутки; 1, 2 – нижняя и верхняя точки измерений в теле образца; 3 – температура в гелиокамере; $t_{нв}$ – температура наружного воздуха.

В отличие от пропаренных традиционным способом бетонов, имеющих более рыхлую и крупнопористую структуру, опытные образцы, подверженные гелиотермообработке, характеризуются меньшей суммарной макропористостью и повышенным содержанием более мелких по размеру пор, что, безусловно, оказывает положительное влияние на прочностные показатели.

Испытания на растяжение, сжатие и изгиб выполнялись посредством оборудования системы INSTRON 600KN, со скоростью воздействия от 0,1 до 200 мм/мин. Программное обеспечение Bluehill3 системы INSTRON 600KN, позволило проследить возникаемые изменения по табличным данным, а также графикам нагружения.

Основные теплофизические показатели процессов твердения бетонных элементов при выдерживании под светопропускающими материалами с различными оптическими свойствами

Схемы		Теплофизические показатели					
		Максимальная температура нагрева бетона в поверхностном слое, °С		Скорость подъема температуры в поверхностном слое, °С/час		Суточная амплитуда колебания температуры в поверхностном слое, °С/сут.	
№	Укрывной материал	Время твердения, сут.					
		1	2	1	2	1	2
1	Стекло	62	56	10	8	44	39
2	Полиэтиленовая пленка прозрачная	54	49	8	8	38	34
3	Поликарбонат	69	56	10	9	41	40

Зафиксированное увеличение прочности бетона, свидетельствуют о том, что изделия, выполненные посредством гелиотермообработки, способны конкурировать с продукцией стройиндустрии, произведенной по традиционной технологии, не уступая по требуемым показателям, а даже превосходя их. Следует отметить, что расчетное сопротивление бетона достигает максимальных значений в образцах, полученных в гелиоформах под поликарбонатным светопрозрачным покрытием при среднем значении марки бетона В30.

Учитывая достигнутые высокие прочностные показатели, гелиотермообработку бетонных и железобетонных изделий следует рекомендовать к применению для сборных конструкций не только для южных регионах и ЦЧР, но и для средней полосы, включая и более северные широты РФ.

Библиографический список

1. Подгорнов Н.И. Термообработка с использованием солнечной энергии. М., Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2011, 328 с.
2. Шукина Т.В., Акопян А.В., Семенова Е.Ю., Ресурсы солнечной энергии ЧЦР для использования при производстве строительных изделий// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2015, № 1(192), с. 22-24.
3. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. – СПб: Издательство «Лань», 2013. – 400 с.
4. Шукина Т.В. Повышение энергоактивности гелиотермообработки строительных изделий// Строительные материалы, 2008, №10, с. 20-23.

References

1. Subhorns N. I. Heat treatment with use of solar energy. M, Association of construction higher education institutions, 2011, 328 p.
2. Schukina T.V., Akopyan A.V., Semenova E.Yu., Resources of solar energy of CBYR for use by production of construction products//Construction materials, the equipment, technologies of the 21st century, 2015, N 1(192), p. 22-24.
3. Semenov B. A. Engineering experiment in the industrial heating engineer, power system and heattechnologies. – SPb: Lan publishing house, 2013. – 400 p.
4. Schukina T.V. Increase of power activity of helioheat treatment of construction products//Construction materials, 2008, N 10, p. 20-23.

УДК 699.86

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент Т.В. Богатова;
Магистр кафедры « Проектирование зданий
и сооружений» А.И. Двойцына
Россия, г. Воронеж, тел. +7(903) 856-06-81
e-mail: dvoycyna@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior Teacher T.V. Bogatova;
Undergraduate of Designing of buildings and
constructions faculty A.I. Dvoycyna
Russia, Voronezh, tel. +7(903) 856-06-81
e-mail: dvoycyna@yandex.ru*

Т.В. Богатова, А.И. Двойцына

УТЕПЛИТЕЛЬ 21 ВЕКА

Выбор утеплителя для дома или здания, является одним из важных этапов в строительстве, он учитывается на стадии проектирования дома. От выбора утеплителя зависит микроклимат помещения, долговечность здания. Строительный рынок предлагает достаточный выбор и ассортимент. На сегодняшний день лидерами среди утеплителей являются – минеральная вата, пенополиуретан, пенопласт.

Ключевые слова: утеплитель, микроклимат, долговечность, пенополиуретан, теплоизоляция, теплообмен.

T.V. Bogatova, A.I. Dvoycyna

THE INSULATION OF THE 21ST CENTURY

The choice of insulation for the house or building is one of the important stages in construction; it is taken into account at the design stage house. From the choice of insulation affects the indoor climate, durability of the building. Building market offers a sufficient choice and range. Today leaders among the insulation materials are mineral wool, polyurethane foam and Styrofoam.

Keywords: insulation, microclimate, durability, polyurethane foam, thermal insulation, heat exchange.

Причиной относительно высокого энергопотребления в зданиях и сооружениях нашей страны, по сравнению с зарубежными странами является то, что все существующие здания были построены в соответствии с имевшимися на момент строительства строительными нормами и стандартами.

В строительстве и теплоэнергетике теплоизоляция необходима для уменьшения тепловых потерь в окружающую среду. Теплоизоляция обеспечивается устройством специальных ограждений, выполняемых из теплоизоляционных материалов (в виде оболочек, покрытий и т. п.) и затрудняющих теплопередачу; сами эти теплозащитные средства также называются теплоизоляцией. При преимущественном конвективном теплообмене для теплоизоляции используют ограждения, содержащие слои материала, непроницаемого для воздуха; при лучистом теплообмене - конструкции из материалов, отражающих тепловое излучение (например, из фольги, металлизированной лавсановой плёнки); при теплопроводности (основной механизм переноса тепла) - материалы с развитой пористой структурой.

Задача теплоизоляции зданий - снизить потери тепла в холодный период года и обеспечить относительное постоянство температуры в помещениях в течение суток при колебаниях температуры наружного воздуха. Применяя для тепловой изоляции эффективные теплоизоляционные материалы, можно существенно уменьшить толщину и снизить массу ограждающих конструкций и таким образом сократить расход основных стройматериалов (кирпича, цемента, стали и др.) и увеличить допустимые размеры сборных элементов.

На рынке строительных материалов сейчас представлен широкий спектр различных теплоизоляционных материалов, но среди своих «собратьев», таких как пенополистирол (пенопласт), минвата и другие, пенополиуретан выгодно отличается очень привлекательным соотношением «цена - качество», что делает его крайне популярным среди потребителей.

На сегодняшний день справедливо считается, что пенополиуретан, обладает ни с чем несравнимыми физико-химическими и физико-механическими свойствами. Совокупность этих свойств далеко превосходит все прочие теплоизоляционные материалы, поэтому он является превосходным теплоизоляционным материалом.

Пенополиуретан можно использовать как на этапе возведения здания, так и после завершения строительных работ. Причем его отличные теплоизоляционные свойства придется к месту в разных строениях: дом, загородные коттедж, дача, гараж и так далее.

Одним из способов нанесения пенополиуретан на поверхность является напыление посредством пистолета – распылителя. Пенополиуретан наносится практически на любую поверхность: дерево, кирпич, бетон, стекло, металл – вне зависимости от ее конфигурации. Он пластичен, не требует дополнительного крепежа, поскольку обладает высокой адгезией, т.е. прилипанием. Напыляемая смесь, застывая, образует твердое, монолитное, теплоизоляционное покрытие с самым низким коэффициентом теплопроводности.

Практика показывает, что утепление жилого дома пенополиуретаном позволяет домовладельцам экономить значительные суммы. Единоразы потратившись на комплексное утепление дома, годами можно экономить в отопительный сезон. По данным статистики в тех домах, которые были утеплены пенополиуретаном, отопительные расходы снижаются более чем в два раза, поэтому за три – четыре года стоимость работ по утеплению полностью покрываются за счет значительного снижения текущих расходов на отопление.

Пенополиуретан является самым эффективным утеплителем в мире. Он обладает рядом характеристик, которые выдвигают его на первое место среди других теплоизоляционных материалов:

- низкая теплопроводность;
- одновременная шумо-, паро- и гидроизоляция (не накапливает влагу и дышит);
- малый вес и отсутствие нагрузки на строительные конструкции;
- быстрота монтажа;
- монолитная бесшовная поверхность теплоизоляционного слоя;
- устойчивость к внешним негативным воздействиям – агрессивным средам, грызунам, микроорганизмам, грибкам, плесени и гниению;
- экологическая безопасность: не выделяет токсичных и вредных веществ;
- пожаробезопасность: не поддерживает горения;
- долгий срок службы (более 30 лет).

Комплексное утепление дома – далеко не весь перечень возможностей использования пенополиуретана. Его применяют для звукоизоляции от шума близлежащих оживленных автотрасс, он может использоваться и в промышленных зданиях. Это действительно утеплитель 21 века.

Библиографический список

1. Домброу Б.А. «Полиуретаны».
2. Хворостухина С. «Утепление квартиры и дома современными материалами».
3. Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхонет, Е.Ю.Петухова «Теплоизоляционные материалы и конструкции».
4. Шойхет Б.М., Овчаренко Е.Г., Мелех А.С. «Новые нормы для регионов».

References

1. Dombrow B. A. "Polyurethanes".
2. Khvorostukhina S. "Thermal Insulation of apartments and houses with modern materials".
3. Yu. L. Bobrov, E. G. Ovcharenko, B. M. Soignet, E. Y. Petukhov, "Heat-Insulating materials and constructions".
4. Shoykhet, B. M., Ovcharenko E. G., king, A. S. "New rules for regions".

УДК 699.86: 721.01.26

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий
и сооружений Л.И. Гулак
Магистрант С.Н. Бубнович
Россия, г. Воронеж
e-mail: bubnovitch161@yandex.ru*

*Voronezh state architecture
and construction University
Associate Professor in the Department of de-
sign of buildings and structures L.I. Gulak
The undergraduate S.N. Bubnovich
Russia, Voronezh
e-mail: bubnovitch161@yandex.ru*

Л.И. Гулак, С.Н. Бубнович

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ МАНСАРДЫ

Основные особенности утепления мансардных покрытий; дополни-
тельное утепление существующих мансард.

Ключевые слова: мансарда, теплоизоляция, утепление.

L.I. Gulak, S.N. Bubnovich

THERMAL INSULATION OF THE ATTIC

The main features of roof insulation coatings; additional insulation of exist-
ing attics.

Key words: attic, insulation, insulation.

С тех пор, как в 1630 году французский архитектор Франсуа Мансар впервые использовал чердачное пространство под скатной крышей для жилых и хозяйственных целей, слово "мансарда" прочно вошло в обиход европейцев. Для сооружения мансардных этажей выбирают легкие материалы, поскольку собственный вес конструкций должен быть минимальным, чтобы уменьшить нагрузку на нижележащие конструкции здания. Поэтому наиболее популярным соответствующим образом обработанная древесина (массив дерева или клееный брус с антисептической пропиткой) или тонкостенный холодногнутый металлический профиль.

Кровельное покрытие также выполняется из легких материалов - например, мягкой черепицы или металлочерепицы и т.п. Довольно тяжелые глиняная и цементно-песчаная черепицы или листовые металлы (например, медь или оцинкованная сталь) используются только в тех случаях, когда необходимо сохранить стиль уже существующей застройки.

Учитывая наш климат, проблема поддержания комфортной температуры в отечественных мансардах стоит гораздо актуальнее, чем в странах Европы. Мало просто утеплить мансардную крышу – необходимо применить систему утепления, включающую в себя не только утеплитель, но и паро- и гидроизоляцию. Какие же теплоизоляционные решения позволяют превратить холодный чердак в уютные жилые комнаты?

Такие системы давно разработаны и успешно применяются ведущими производителями строительных материалов. С внешней стороны утеплителя – для защиты от проникновения атмосферных осадков – укладывается гидроизоляционный слой.

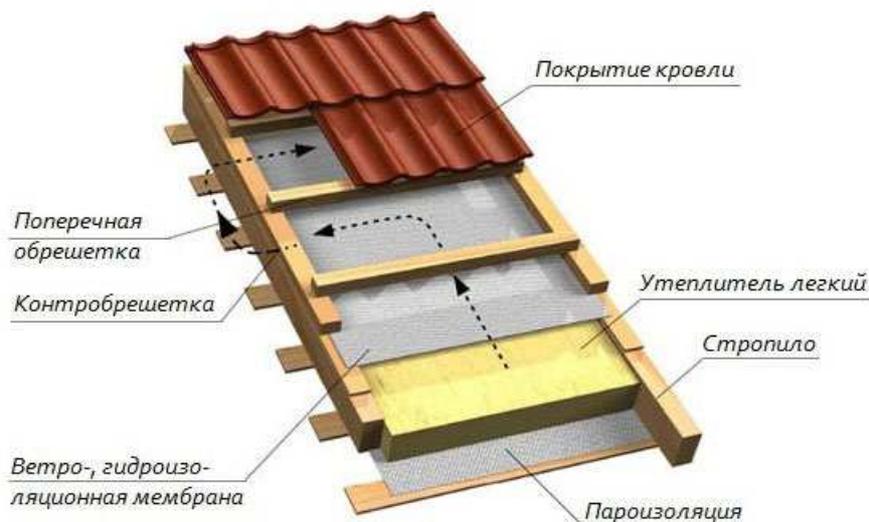


Рис. Схема утепления элемента мансард

При проектировании теплоизоляции стоит учитывать сразу несколько важных моментов. Во-первых, теплый воздух поднимается вверх, поэтому температура воздуха под потолком в среднем на 2°C выше, чем посредине высоты помещения. При одинаковой теплоизоляционной способности стен и кровли потери тепла через последнюю всегда будут больше, что обусловлено большим перепадом температур между наружной и внутренней поверхностями покрытия мансарды. Кроме того, влагосодержание теплого воздуха обычно выше, чем холодного, поэтому конденсат на потолке верхнего этажа может образовываться при более высоких температурах, чем на внутренней поверхности стены. Вот почему к теплозащите кровельных покрытий предъявляются более жесткие требования, чем к наружным стенам.

Какие теплоизолирующие материалы можно применять для утепления мансард? Поскольку речь идет об изоляции жилых помещений, то наряду с такими очевидными параметрами для теплоизоляционных материалов, как коэффициент теплопроводности и плотность, нужно учитывать пожаробезопасность и паропроницаемость.

По мнению многих специалистов, оптимальным выбором для утепления ненагруженных конструкций могут быть плиты из каменной ваты плотностью $30\text{-}40\text{ кг/м}^3$. Будучи негорючими и паропроницаемыми, они характеризуются также устойчивостью к деформациям и малым водопоглощением. Все это дает хорошую гарантию того, что утеплитель будет выполнять свою задачу многие десятилетия. Подсчитано, что для условий средней полосы России (нормативное значение сопротивления теплопередаче $4,7\text{ м}^2\text{C/Вт}$) необходима толщина каменноватного утеплителя в $200\text{-}250\text{ мм}$, а для южных регионов страны, например Краснодар (нормативное термосопротивление $3,54\text{ м}^2\text{C/Вт}$), достаточно $160\text{-}180\text{ мм}$. К примеру, пенополистирольные плиты для утепления мансард подходят плохо, так как этот материал пожароопасен и непроницаем для пара. Маты из стекловолокна лишены этих недостатков, но имеют свойство терять форму и оседать даже без внешней нагрузки, что приводит к постепенному ухудшению теплоизоляционных свойств.

Скатная кровля, под которой находится мансардное помещение, поддерживается конструкцией, состоящей из обрешетки, непосредственно поддерживающей кровельное покрытие, и стропил, передающих нагрузку на несущие стены здания.

Система стропил, как правило, устанавливается с шагом $600\text{ -}1000\text{ мм}$ (в зависимости от нагрузки кровельного покрытия). В таком случае плиты из каменной ваты можно устанавливать в распор между стропилами. Но если высота их сечения меньше, чем рассчитанная толщина утепляющего слоя, к стропильным ногам на шурупах или гвоздях прикрепляют де-

ревянные антисептированные бруски. В этом случае один слой теплоизоляционного материала располагается между стропилами, а другой - между брусками, причем желательно, чтобы плиты устанавливались с перекрытием горизонтальных швов нижележащих плит.

Для удаления влаги, попавшей по каким-то причинам в подкровельное пространство, между слоем утеплителя и кровельным покрытием необходим воздушный зазор. Его ширина зависит от профиля и материала покрытия. В случае использования профилированных листов из оцинкованной стали, черепицы, металлочерепицы и других волнистых листов толщина воздушной прослойки должна составлять не менее 25 мм. При устройстве кровли из плоских листов (асбестоцементные листы, оцинкованная сталь, мягкая битумная черепица, рулонные материалы) необходимая толщина - не менее 50 мм. Для создания тока воздуха в вентиляционном зазоре предусматриваются отверстия на разной высоте (в основании ската и под коньком), чтобы создавался перепад давлений.

Впрочем, поток воздуха в вентзазоре может выдувать тепло из слоя утеплителя и даже разрушать его. Поэтому рекомендуется предусмотреть слой ветрозащитного паропроницаемого материала. При возведении нового дома ветрозащитную пленку укладывают поверх стропильных ног и прикрепляют при помощи деревянных брусков. А при устройстве мансарды на существующем чердаке ветрозащитные полотна крепятся к существующим стропилам деревянными рейками, гвоздями, скобами или клеем с нахлестом 150-200 мм.

Важная проблема при утеплении скатов - это устройство пароизоляционного слоя для предотвращения проникновения водяного пара из жилых помещений в подкровельное пространство. Как известно, влажность теплого внутреннего воздуха обычно выше, чем холодного наружного, поэтому диффузия водяных паров направлена из помещения наружу. Кровельное покрытие представляет собой гидроизоляционный слой, плохо пропускающий водяные пары и способствующий образованию конденсационной влаги с внутренней (нижней) стороны кровли. Разница наружных и внутренних температур может привести к выпадению конденсата на нижней поверхности кровли и на элементах обрешетки. Следствием этого могут стать преждевременное разрушение несущей конструкции, ухудшение теплоизоляционных свойств утеплителя, подтеки на потолке и т.п.

Учитывая все вышесказанное, теплоизоляционный слой необходимо защищать пароизоляционным материалом (полиэтиленовой пленкой или специальной мембраной), расположив его с внутренней (теплой) стороны плит. Полотнища укладывают с перехлестом в 150-200 мм и крепят к стропилам или брускам тонкими деревянными рейками. При этом важно создать герметичный слой.

Некоторые теплоизоляционные материалы уже имеют основание из фольги (кашированные), специально предназначенное для обеспечения пароизоляции кровли. Такие материалы укладывают фольгой в сторону помещения.

Многие традиционные виды рулонной гидроизоляции (пергамин, рубероид) не отвечают современным требованиям по таким важным параметрам, как срок службы, прочностные характеристики, сочетание свойств паропроницаемости и гидроизоляции, экологичность. К счастью, современный рынок предлагает новые дышащие гидроизоляционные материалы мембранного типа.

Мембранные материалы дают возможность отказаться от вентиляционного пространства и увеличить толщину утеплителя на всю высоту стропил (дополнительно до 8-10 см), а следовательно, еще больше снизить теплотери мансардного этажа.

Дышащая мембрана защищает от гниения деревянную составляющую кровли, снимая необходимость дополнительной обработки дерева антисептиком.

Если плита утеплителя вместо обычной пароизоляционной пленки снабжена фольгированной теплоотражающей пароизоляцией, отделочный материал крепят на небольшом расстоянии (2-5 см) от фольги. Таким образом можно еще немного уменьшить теплотери.

Только по завершении всех перечисленных процедур по утеплению скатов можно начинать отделку помещения. Изнутри мансарда облицовывается гипсокартонными листами, фанерой, досками или вагонкой, которые крепятся к деревянным брускам или металлическим профилям, установленным с внутренней стороны стропильных ног.

При утеплении мансарды нужно помнить, что потери тепла происходят не только через скаты, но и через торцовые стены (фронтоны). Их можно утеплять двумя способами. Наиболее эффективным будет внешнее расположение теплоизоляционного слоя - разумеется, если конструктивно это возможно (для домов из бруса, бревна, кирпича, пенобетона). Например, если на фасаде планируется монтаж штукатурной системы, то ее целесообразно продолжить и на фронтоны. Таким образом, дом окажется окружен непрерывным контуром утепления.

Однако зачастую внешнее утепление фронтонов невозможно - например, если это каркасные конструкции, обшитые снаружи. Тогда их теплоизоляцию проводят так же, как любой другой каркасной стены. Плиты утеплителя устанавливают между брусками каркаса, предварительно уложив снаружи слой ветрозащиты. Если толщина каркаса меньше толщины утепляющего слоя, их наращивают дополнительными брусками. После монтажа утеплителя стену сплошь закрывают пароизоляцией. Очень важно, чтобы пароизоляционный слой на фронтоне и скатах не прерывался. Для этого стоит обратить пристальное внимание на линии сопряжения поверхностей - здесь полотнища пароизоляционной пленки должны закрепляться внахлест.

К минусам внутреннего утепления стен относится уменьшение площади помещения за счет толщины утеплителя. Поэтому специалисты рекомендуют напыляемый пенополиуретан. Данный теплоизоляционный материал обеспечивает надежную защиту от холода при малой толщине слоя.

Сначала крепятся металлические направляющие листов финишной отделки с установленными под ними терморазрывами (пластинами из экструдированного пенопласта). Далее напыляется ППУ, обеспечивающий бесшовную теплоизоляцию и отсутствие мостиков холода. Последний этап – финишная обшивка по закрепленным направляющим.

Теплоизоляция мансарды с помощью напыления ППУ требует специального оборудования и подготовки, работы производятся только лицензированными организациями.

Нередки случаи, когда имеющееся утепление мансарды не обеспечивает необходимого уровня теплоизоляции. Улучшить теплозащиту можно, расположив утеплитель поверх существующей изоляции с соблюдением всех правил установки теплоизоляции на мансардах. Этот вариант требует разборки кровли и обрешетки, а также устройства несущего каркаса для нового кровельного покрытия, но при этом исключает необходимость уменьшения высоты потолка и полезной площади помещения.

Дополнительный слой утеплителя можно расположить и под существующей теплоизоляцией. Для этого на внутренней обшивке мансарды устанавливают каркас из деревянных брусков, между которыми "враспор" помещают плиты из каменной ваты. Понятно, что высота брусков должна соответствовать толщине слоя утеплителя. Со стороны помещения теплоизоляционный слой необходимо защитить пароизоляционным материалом, который крепят к деревянным брускам каркаса. Изнутри помещение отделывают вагонкой, гипсокартонными листами, фанерой и т.п.

Такой способ утепления не связан с разборкой кровли, работы можно производить не только летом, но и зимой, однако полезная площадь и высота помещения уменьшаются.

В некоторых случаях оптимальным вариантом может быть комбинированный подход, когда потолок мансарды утепляется поверх существующей теплоизоляции, а ее наклонные поверхности - изнутри. В любом случае нельзя забывать о дополнительной теплоизоляции фронтонов, иначе эффект прочих мероприятий окажется разочаровывающим.

Итак, тщательное утепление мансард в условиях нашего климата - единственный способ обеспечить комфортный микроклимат и в лютую зиму, и жарким летом. Не лишним бу-

дет добавить, что правильно подобранная и установленная теплоизоляция также позволяет значительно снизить расходы на отопление за счет снижения теплопотерь.

Расчеты показывают, что качественное утепление мансарды позволяет снизить на треть утечки тепла. А это положительно сказывается на микроклимате жилой зоны и размерах оплаты за отопление.

Библиографический список

1. Мансарды. Лестницы. Строительство мансарды. Изготовление лестниц: Справочник / Сост. В.И. Рыженко. — М.: Издательство Оникс, 2007. — С. 32.
2. Крыши, мансарды, лестницы, полы. Баранчикова. – М.: Издательство Феникс, 2004. — С. 224.
3. Мансарды и чердачные помещения. Й. Косо. – М.: Контэнт, 2008. — 144 с. ил.
4. Мансарды. Эркеры. Балконы. В.С. Самойлов, В.С. Левадный. – М.: Издательство Аделант, 2006. —319 с.
5. Мансарды - жизнь под крышей URL: <http://mansarda-life.net/>

References

1. Attic . Stairs . Construction of the attic . Making stairs : Directory / Comp . IN AND. Rizhenko . - М .: Publishing Onyx , 2007. - S. 32 .
2. Roofs , attics , stairs , floors . Baranchikova . - М .: Publisher Phoenix , 2004. - S. 224 .
3. The attic and garrets . J. Coso . - М .: Kontent , 2008. - 144 p. y1 .
4. Attic . Bay windows . Balconies . VS Samoilov VS Levadny . - М .: Publisher Adelant , 2006. -319 p.
5. Attic - living under the roof of URL: <http://mansarda-life.net/>

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет; кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова Золотухин С.Н.

Россия, г. Воронеж, тел. +7(920)2299680; e-mail: Spkb-ist@yandex.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет; кандидат технических наук, доцент кафедры химии Кукина О.Б.

Россия, г. Воронеж, тел. +7(910)3452888; e-mail: lgkkn@rambler.ru

Магистрант гр.М 182, Абраменко А.А.

Россия, г. Воронеж, тел. +7(980)5598015; e-mail: abramenko_aa@mail.ru

Студентка гр.3851, Савенкова Е.А;

Россия, г. Воронеж, тел. +7(919)2334405; e-mail: katy.savenkova@gmail.com

Студентка гр.3851, Соловьева Е.А;

Россия, г. Воронеж, тел. +7 (952)5547358; e-mail: sos71@list.ru

Студентка гр.3811, Новикова К.К;

Россия, г. Воронеж, тел. +7 (980)3489886; e-mail: karinanov97@gmail.com

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering;

Ph.D., assistant professor of constructions, bases and foundations named after Professor JM Borisova Zolotukhin S.N.

Russia, Voronezh, tel. +7(920)2299680; e-mail: Spkb-ist@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering;

Ph.D., assistant professor of Chemistry Department Kukina O.B.

Russia, Voronezh, tel. +7(910)3452888; e-mail: lgkkn@rambler.ru

Graduate student, group M 182, Abramenko A.A.

Russia, Voronezh, tel. +7(980)5598015; e-mail: abramenko_aa@mail.ru

Student, group 3851, Savenkova E.A

Russia, Voronezh, phone +7(919)2334405; e-mail: katy.savenkova@gmail.com

Student, group 3851, Soloveva E.A;

Russia, Voronezh, phone +7 (952)5547358; e-mail: sos71@list.ru

Student, group 3811, Novikova K.K;

Russia, Voronezh, phone +7 (980)3489886; e-mail: karinanov97@gmail.com

С.Н. Золотухин, О.Б. Кукина, А.А. Абраменко,
Е.А. Савенкова, Е.А. Соловьева, К.К. Новикова

БЕСЦЕМЕНТНЫЕ БЕЗОБЖИГОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОСФОГИПСА

В данной статье рассматривается возможность использования отвалного фосфогипса в производстве строительных материалов с целью улучшения экологической обстановки в Уваровском районе Тамбовской области, предлагается вариант рациональной переработки лежалого фосфогипса в строительные материалы по безобжиговой бесцементной технологии. Установлен химический состав компонентов сырьевой смеси и проведен анализ влияния процентного и качественного содержания компонентов смеси на механические свойства конечного продукта.

Ключевые слова: экология, отходы минеральной промышленности, фосфогипс, прессование, композиционный строительный материал.

S.N. Zolotukhin, O.B. Kukina, A.A. Abramenko,
E.A. Savenkova, E.A. Soloveva, K.K. Novikova

CEMENTLESS NON-FIRED BUILDING MATERIALS WITH PHOSPHOGYPSUM

This article discusses the possibility of using the dump phosphogypsum in production of construction materials for environmental improvement in Uvarov district of Tambov region, also propose a variant of rational processing of stock-piled phosphogypsum in construction materials by non-fired cementless technology. Set the chemical composition of the raw material mixture components and analyzed the impact of interest rate and quality content of the mixture components on the mechanical properties of the final product.

Keywords: ecology, waste of the mineral industry, phosphogypsum, pressing, composite building material.

По данным научно-исследовательского института по удобрениям и инсектофунгицидам в Российской Федерации не менее 12 заводов, производящих минеральные удобрения по технологиям, побочным продуктом которых является фосфогипс. Достаточно длительное время проблеме утилизации фосфогипса не уделялось должного внимания, что привело к увеличению объемов залежей до 170 млн.т. Требуются большие вложения по транспортировке и хранению фосфогипса в отвалах. Но даже соблюдение всех мер безопасности и капитальные вложения не решат проблемы отведения большой площади земель под данные сооружения и загрязнения окружающей среды. В состав фосфогипса входят различные вредные для окружающей среды фтор- и фосфорсодержащие примеси, которые затрудняют процесс переработки и дальнейшего применения фосфогипса в различных сферах деятельности человека.

На сегодняшний день существует несколько основных способов переработки фосфогипса: автоклавирование и обжиг. Но при данных способах нельзя избежать образования вредных отходов. В первом случае, происходит загрязнение водорастворимыми примесями и последующий их сброс в отстойники. Во втором, в виде газа выделяется фтор, что также наносит вред окружающей среде. Фосфогипс перерабатывается и в автоклавах, при этом вода испаряется с примесями, концентрация которых значительно меньше, чем при обжиге. Однако, нельзя говорить о полной безотходной переработке. Также стоит отметить, что Балаковский ОАО «ФосАгро», один из крупнейших производителей минеральных удобрений, начал использовать данный отход в качестве основания под дорожное полотно. По их расчетам, объема залежей хватит на обновление 150 – 200 км дороги. Какой при этом будет нанесен вред окружающей среде, трудно предположить, поскольку пролежав длительное время в отвале, из фосфогипса вымываются вредные примеси. Для лежалого фосфогипса применяют кондиционирование – промывание известковым молоком. Данный способ помогает нейтрализовать оставшиеся примеси в фосфогипсе.

Вопросом комплексной системной переработки техногенных продуктов и минеральных отходов производства ЦЧР без использования дорогостоящих цементных систем занимались ученые Воронежского государственного архитектурно-строительного университета [1 – 6]. Вопрос переработки фосфогипса не остался без внимания [7]. В ходе разработки безобжиговой бесцементной технологии переработки мелкодисперсных крупнотоннажных отходов минеральной промышленности был получен патент [8]. В лабораторных условиях разрабатывается технология безобжиговых бесцементных строительных материалов на основе фосфогипса, требующая корректировки для запуска производства стеновых перегородок в промышленных объемах. Преимущество разрабатываемой технологии над существующими в

более низких трудо-, энерго-, времязатратах, а также снижение стоимости конечного материала, за счет применения дешевых компонентов смеси. В качестве объекта исследования был взят фосфогипс из отвалов Уваровского химического завода, ликвидированного в 2000 г из-за банкротства. Площадь отвалов 6,4 км², объем достигает порядка 35 млн.т.

На предварительных этапах исследования сырьевая смесь для получения безобжигового бесцементного строительного материала готовилась из лежалого двуводного отвального фосфогипса – отхода производства экстракционной фосфорной кислоты, горячей воды ($t = 90 - 100$ °С), диспергированного песка с удельной поверхностью 4000 – 4500 см²/г и негашеной извести при В/Т = 0,3 – 0,4 и следующем соотношении твердых компонентов: двуводный фосфогипс – 60 %, молотый кварцевый песок – 30 %, известь – 10 %. Перемешивание смеси велось в смесителе принудительного действия 45 – 50 мин. при температуре 60 – 65 °С [8]. Прессование образцов проводили под давлением принятым в зависимости от той прочности, которую необходимо получить [9].

В дальнейших исследованиях для снижения стоимости переработки фосфогипса рассматривался вариант применения других компонентов вместо песка. Чтобы уменьшить затраты на транспортировку компонентов смеси, было принято использовать грубодисперсную супесь из карьера Тамбовской области Уваровского района, находящегося в непосредственной близости от залежей фосфогипса (ФГ). Использование лежалого фосфогипса обусловлено низким содержанием вредных примесей. Опытным путем было определено, что водородный показатель водной вытяжки рН (ФГ) 7,64, что говорит о его нейтральности. Химический состав твердых компонентов сырьевой смеси представлен в таблице. 1.

Таблица 1

Химический состав твердых компонентов сырьевой смеси

Химический состав, %	Наименование твердого компонента сырьевой смеси		
	Фосфогипс	Супесь	Известь
Al ₂ O ₃	0,46	14,04	0,32
SiO ₂	1,66	69,35	1,08
CaO	33,58	3,52	62,30
Na ₂ O	0,60	0,73	0,04
MgO	0,12	1,66	1,27
P ₂ O ₅	1,28	0,29	0,02
K ₂ O	0,16	3,10	0,09
TiO ₂	0,06	0,96	-
Fe ₂ O ₃	0,81	5,55	0,26
MnO	-	0,09	0,01
S	31,26	0,16	0,07
C	26,57	-	23,12
H ₂ O+	-	-	11,11

Введение негашеной извести в состав позволяет произвести химическую активацию супеси и фосфогипса. Использование воды определенной температуры основано на зависимостях, установленных в предыдущих работах [9 – 11].

На базе дорожной лаборатории Воронежского ГАСУ были изготовлены образцы с разным процентным содержанием компонентов для выявления оптимального состава сырьевой строительной смеси. Матрица составов сырьевой смеси для испытаний представлена в таблице 2.

После 28 суток выдерживания образцов в нормальных условиях твердения определялась прочность образцов разрушающими методами в Центре коллективного пользования имени профессора Ю.М. Борисова Воронежского ГАСУ. По результатам испытаний установлены пределы прочности при сжатии, деформации при сжатии и модуль Юнга для всех составов, а также коэффициент вариации предела прочности при сжатии по всем образцам [12, 13].

Таблица 2

Матрица составов сырьевой смеси

№ состава	Массовая доля твердого компонента сырьевой смеси, %		
	Фосфогипс	Известь	Супесь
1	50	50	0
2	50	40	10
3	50	30	20
4	50	20	30
5	50	10	40
6	50	0	50
7	60	40	0
8	60	30	10
9	60	20	20
10	60	10	30
11	60	0	40
12	70	30	0
13	70	20	10
14	70	10	20
15	70	0	30

Для наглядности полученных результатов прочности образцов были построены гистограммы предела прочности при сжатии полученных образцов. На рисунке 1 представлена гистограмма изменения предела прочности образцов составов 1 – 6 при содержании фосфогипса 50 % , уменьшением содержания извести с 50 % до 0 %, увеличением содержания супеси от 0 % до 50%. Водотвердое отношение варьировалось в пределах от 0,3 до 0,4. Это обусловлено затратой воды на гашение извести, при увеличении процентного содержания извести, требуется большее количество воды на тоже количество сухой смеси.

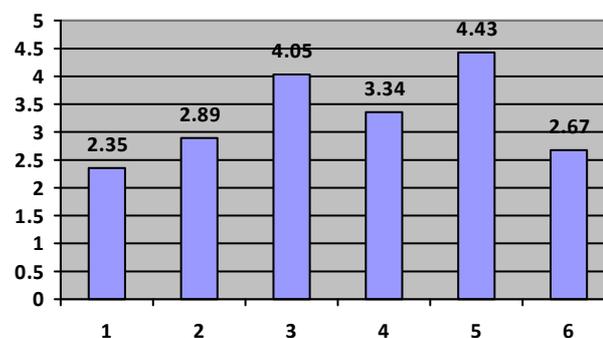


Рис. 1. Предел прочности при сжатии образцов составов 1-6

На рисунках 2 и 3 представлены гистограммы изменения предела прочности при сжатии образцов составов 7 – 11 и 12 – 15 соответственно.

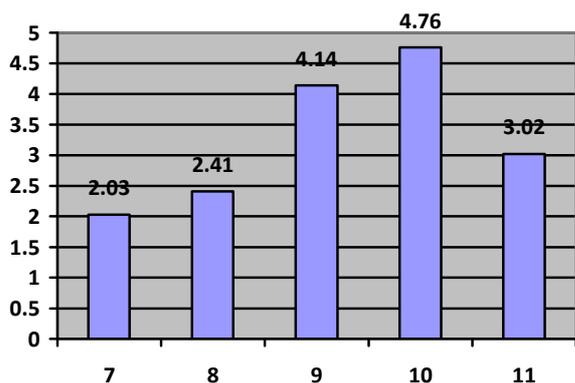


Рис. 2. Предел прочности при сжатии образцов составов 7-11

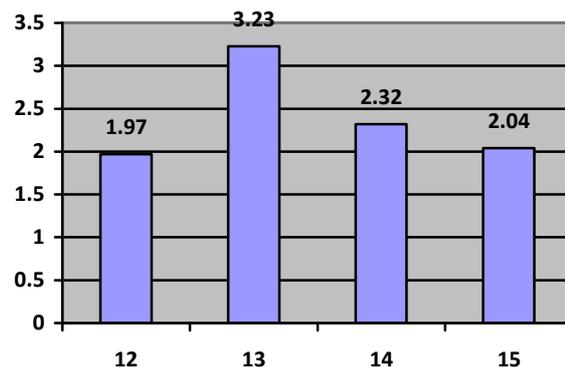


Рис. 3. Предел прочности при сжатии образцов составов 12-15

В ходе опытов было замечено, что при отсутствии извести в составах (6, 11, 15), на поверхности образцов образуется плесень. Такой факт не допускает применение данных составов для изготовления строительных материалов по данной технологии переработки. В процессе набора прочности некоторые образцы покрылись трещинами из-за наличия недогасившихся зерен извести. В исследованиях применялась строительная негашеная гранулированная известь. Из-за разного размера диаметра гранул требуется различное время гашения, остатки извести гасились в образце после формования, что приводило к увеличению объема участков образца и последующему его растрескиванию. Данную проблему можно решить двумя способами: увеличить время перемешивания смеси или использовать измельченную известь.

Из представленных данных в табл. 2 и рис. 1 – 3 следует, что интерес для дальнейших исследований представляют составы 3, 5, 10 и 13. 3-й и 5-й составы содержат по 50 % фосфогипса, что будет снижать темпы переработки объемов фосфогипса. В 13-ом составе 20 % извести увеличивает стоимость переработки, что нежелательно, поскольку одним из преимуществ разрабатываемой технологии является снижение стоимости. Процентное соотношение компонентов состава 10 соответствует запатентованному составу. Образцы данного состава имеют наибольшую среднюю прочность (4,14 МПа) по сравнению со всеми остальными, давление прессования 5МПа на образец. Материалы с такими показателями предела прочности при сжатии можно использовать при устройстве внутренних перегородок в сухих помещениях [14]. Применение материала данного состава, изготовленного по безобжиговой бесцементной технологии переработки фосфогипса, в качестве ограждающих и несущих конструкций невозможно, поскольку коэффициент вариации предела прочности при сжатии 0,228, что значительно больше, чем, например, у бетона 0,135. Также, необходимо дальнейшее исследование полученных образцов на водопоглощение, водостойкость, коэффициент размягчения и морозостойкость. Подтверждение и улучшение всех физико-механических и физико-химических характеристик материала позволит расширить область применения изделий из переработанного фосфогипса.

Выводы

1. Разработка технологии переработки фосфогипса имеет большое значение для решения проблем экологии и рационального природопользования на территории отдельно взятого региона.
2. Применение лежалого фосфогипса в качестве компонента строительного материала увеличивает безопасность его использования на производстве.

3. Применение в составе сырьевой смеси в качестве наполнителя супеси Уваровского района незначительно влияет на механические свойства конечного композиционного продукта на основе фосфогипса по сравнению с композитом на основе молотого песка.

4. Состав: фосфогипс 60 %, супесь 30 % и известь 10 % - является наиболее оптимальным для разрабатываемой безобжиговой бесцементной технологии переработки.

5. Требуются дальнейшие исследования для уменьшения коэффициента вариации материала и расширения области применения изделий.

Библиографический список

1. Чернышов Е.М., Потамошнева Н.Д., Кукина О.Б., Грекова И.И. Системная диагностика неорганических техногенных продуктов ЦЧР и направления их утилизации в технологиях строительных материалов // Высокие технологии в экологии: труды 3-й международной научно-технической конференции; Воронежский ГАСУ, 2000. – С. 316 – 323.

2. Кукина О.Б. Организация комплексных диагностических исследований техногенных продуктов в задачах утилизации их в технологии строительных материалов // Высокие технологии в экологии: труды 4-й международной научно-практической конференции; Воронежский ГАСУ, 2001. – С. 142 –149.

3. Кукина О.Б. Техногенные карбонаткальциевые отходы и технология их использования в строительных материалах с учетом структурообразующей роли [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05: защищена 27.12.02: утв. 11.04.03; Воронежский ГАСУ, 2002. – 186 с.

4. Чернышов Е.М., Сергуткина О.Р., Потамошнева Н.Д., Кукина О.Б. Современная методология решения задач утилизации техногенных продуктов в технологии строительных материалов // Труды 5-ой международной науч.-техн. конф. «Высокие технологии в экологии» / Воронежское отделение Российской экологической академии – Воронеж, 2002.

5. Чернышов Е.М., Потамошнева Н.Д., Кукина О.Б. Портландитовые и портландито-карбонатные бесцементные системы твердения (ч. 1) // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – М., 2002. – № 4. – С. 12.

6. Чернышов Е.М., Потамошнева Н.Д., Кукина О.Б. Портландитовые и портландито-карбонатные бесцементные системы твердения (ч. 2) // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – М., 2002. – № 5. – С. 8–9.

7. Шмелев Г.Д. Эффективные фосфогипсовые композиции для строительных изделий из многотоннажных техногенных отходов химического производства: Дис... канд. техн. наук. - Воронеж, 1998г – 256с.

8. Золотухин С.Н., Савенкова Е.А., Соловьева Е.А., Ибрагим Ф., Лобосок А.С., Абраменко А.А., Драпалюк А.А., Потапов Ю.Б. Сырьевая смесь для изготовления строительных изделий по безобжиговой технологии: пат. С04В11/26 Рос. Федерация; заявитель и патенто-обладатель ГОУ ВПО Воронежский ГАСУ. – № 2015106177/03; заявл. 15.02.16 г.

9. Савенкова Е.А., Соловьева Е.А. Разработка безобжиговой технологии получения строительных материалов из крупнотоннажных отходов минеральной промышленности. //Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Студент и наука». – Воронеж, 2014. – С. 28 – 31.

10. Золотухин С.Н., Савенкова Е.А., Соловьева Е.А. Исследование влияния давления прессования на прочность материала на основе фосфогипса. // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Студент и наука». – Воронеж, 2015. – С. 247 – 249.

11. Золотухин С.Н., Савенкова Е.А., Соловьева Е.А. Исследование влияния водных пленок на процесс структурообразования полимерных композитов. // Композитные строительные материалы и конструкции: сб. статей. – Воронеж, 2014. – С. 150-155.

12. Строительные материалы. Справочник. Под. ред. Болдырева А.А., Золотова П.П. – М.: Стройиздат. – 1989. – 567 с.
13. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие и изделия. Зарубежный опыт. – М.: Стройиздат. – 1983. – 201 с.
14. Ляшкевич И.М. Высокопрочные строительные материалы и изделия на основе гипса и фосфогипса.// Строительные материалы. 1985 - №11 – С. 10-11.

Referenses

1. Chernyshov E.M., Potamoshneva N.D., Kukina O.B., Grekova I.I. System diagnostics inorganic man-made products CCA and directions of their utilization in the technologies of building materials//High technologies in ecology: Proceedings of the 3rd International Scientific Conference; Voronezh GASU,2000 – p.316-323
2. Kukina O.B. Organization of complex diagnostic study of man-made products in the problems of their disposing in building materials technology// High technologies in ecology: Proceedings of the 4rd International Scientific Conference; Voronezh GASU,2001 – p.142-149
3. Kukina O.B. Manmade karbonatkaltsievye waste and the technology they use in building materials taking into account the need for structure [Text]: Dis...Cand.Tech.Sci. - Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, 2002. – 186p.
4. Chernyshov E.M., Sergutkina O.R., Potamoshneva N.D., Kukina O.B. Modern methodology of solving problems of disposing of man-made products in construction materials technology // Proceedings of the 5th International scientific conference "High technologies in ecology" / Voronezh branch of the Russian Ecological Academy - Voronezh 2002.
5. Chernyshov E.M., Potamoshneva N.D., Kukina O.B. Portlanditovye and portlandite carbonate cement-free curing system (part 1) // Building materials, equipment, technologies of XXI century. - M., 2002. - № 4. - p. 12.
6. Chernyshov E.M., Potamoshneva N.D., Kukina O.B. Portlanditovye and portlandite carbonate cement-free curing system (part 2) // Building materials, equipment, technologies of XXI century. - M., 2002. - № 5. - p. 8-9.
7. Shmelyov G. D. Effective fosfogipsovy compositions for construction products from large-tonnage technogenic waste of chemical production: Dis ... Cand.Tech.Sci. - Voronezh, 1998 – 256p.
8. Zolotukhin S.N. Savenkova E.A., Solovyova E.A., Ibrahim F., Lobosok A.S., Abramenko A.A., Drapalyuk A.A., Potapov Y.B. The raw material mixture for the manufacture of building products for the non-fired technology: the patent C04B11 / 26, the Russian Federation; the applicant and the patentee GOU VPO Voronezh GASU. - № 2015106177/03; application 15.02.16 year.
9. Savenkova E.A., Solovyova E.A. Development of bezobzhigovy technology of receiving construction materials from large-capacity waste of the mineral industry.//Scientific bulletin Voronezh state architectural and construction university, series: student and science. – Voronezh, 2014. – Page 28 – 31.
10. Zolotukhin S.N., Savenkova E.A., Solovyova E.A. Reserch of influence of extrusion pressure on material durability on the basis of the phosphogypsum.//Scientific bulletin Voronezh state architectural and construction university, series: student and science. – Voronezh, 2015. – Page 247 – 249.
11. Zolotukhin S.N., Savenkova E.A., Solovyova E.A. Research of influence of water films on process of structurization of polymeric composites.//Composite construction materials and designs: сб. articles. – Voronezh, 2014. – Page 150-155.
12. Construction materials. Sparvochnik. Under. Boldyrev A.A. edition., Zolotova P.P. – М.: Stroyizdat. – 1989. – 567 pages.
13. Vorobev H.S. Gypsum knitting and products. Foreign experience. – М.: Stroyizdat. – 1983. – 201 pages.
14. Lyashkevich I.M. High-strength construction materials and products on the basis of plaster and phosphogypsum.//Construction materials. 1985 - No. 11 – Page 10-11.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры проектирования зданий и сооружений
Ф.М. Савченко;
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений К.П. Нагаева
Россия, г. Воронеж, тел. 8 910 341 68 85*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the designing of buildings and constructions
faculty F.M. Savchenko;
Master of the designing of buildings and constructions faculty K.P. Nagaeva
Russia, Voronezh, tel. 8 910 341 68 85*

Ф.М. Савченко, К.П. Нагаева

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СКАТНЫХ КРЫШ

Статья посвящена анализу кровельных материалов для жилых зданий. Рассматриваются кровельные покрытия и теплоизоляционные материалы для скатных крыш. Проведена сравнительная характеристика.

Ключевые слова: скатная кровля, кровельные материалы, кровельные утеплители.

F.M. Savchenko, K.P. Nagaeva

ANALYSIS OF MODERN ROOFING MATERIALS FOR PITCHED ROOFS

The article is devoted the roofing materials for residential buildings. Discusses the roofing and insulation materials for pitched roofs. The comparative characteristics.

Keywords: pitched roof, roofing materials, roof insulation.

Крыша современного коттеджа должна не только защищать здание от атмосферных воздействий, иметь архитектурную выразительность, но и быть энергоэффективной. Правильно подобранная и запроектированная крыша позволит снизить затраты на отопление и вентиляцию, обеспечит комфортность проживания и долговечность эксплуатации. Выбор кровельного покрытия напрямую зависит от конструкции крыши. На сегодняшний день их ассортимент достаточно велик. На рис.1. представлена структура российского рынка кровельных материалов 2009 г. и 2015 г.

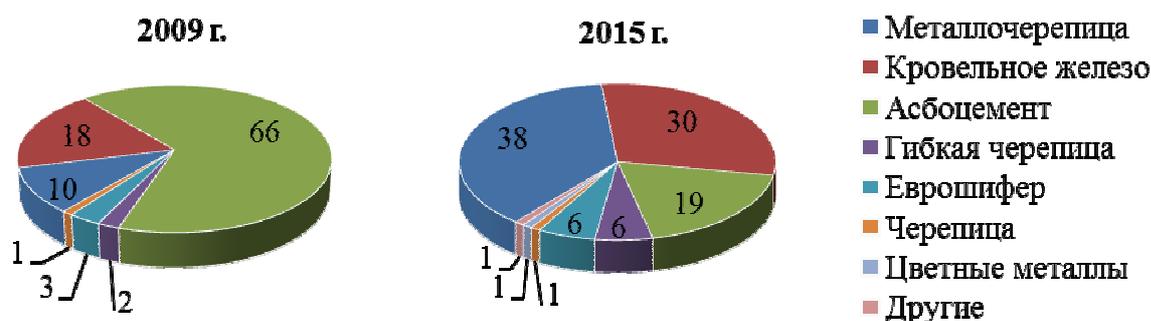


Рис. 1. Структура российского рынка кровельных материалов

Из диаграмм видно, что за последние пять лет доля асбоцемента значительно снизилась, его вытесняют металлические кровли. Спрос также растет на черепицу и мягкую кровлю, однако их доля по-прежнему невелика.

Для коттеджного строительства материал кровли должен быть, прежде всего, долговечным, пожаробезопасным, иметь хороший внешний вид и ценовую доступность.

Краткая характеристика материалов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение кровельных материалов

Наименование	Состав	Масса кг/м ²	Ударпрочность	Термостойкость	Парусность	Стойкость к коррозии	Долговечность, лет	Квалификация кровельщиков
Оцинкованная сталь	Металл	4-7	Прочная	НГ	Высокая	Слабая	<30	Высокая
Ондулин (Еврошифер)	Целлюлоза, битум	3-4	Прочная	Г4, В1	Высокая	Устойчива	<20	Низкая
Полимер-песчаная черепица	Полимер, песок	18-22	Прочная	Г4, В2	Слабая	Устойчива	<100	Низкая
Цементно-песчаная черепица	Цемент, песок	40-70	Низкая	НГ	Слабая	Устойчива	>80	Высокая
Композитная черепица	Металл, гранулят	6-7	Прочная	НГ	Высокая	Устойчива	>50	Средняя
Металлочерепица	Металл	4-6	Низкая	НГ	Высокая	Низкая	<30	Средняя
Гибкая (мягкая) битумная черепица	Стеклохолст, битум	4-12	Прочная	Г4, В1	Нет	Среднеустойчива	>50	Средняя
Керамическая черепица	Глина	40-70	Низкая	НГ	Слабая	Устойчива	>100	Высокая
Медная кровля (фальцевая, черепица)	Медь	6-8	Прочная	НГ	Высокая	Устойчива	>100	Высокая
Сланцевая кровля	Природный камень	50-80	Низкая	НГ	Слабая	Устойчива	>100	Высокая

На основе данной таблицы можно сделать вывод, что наиболее долговечными являются кровли из меди и натуральной черепицы. Они негорючи, устойчивы к атмосферным воздействиям и коррозии. К недостатком относится их хрупкость и высокая стоимость. Менее дорогостоящими являются кровельные материалы, в составе которых содержатся синтетические связующие. Они имеют повышенный срок службы, невысокую стоимость, но являются горючими. Металлочерепица пользуется популярностью благодаря

сходству ее с керамической черепицей, простотой монтажа, экологичностью и безопасностью, однако долговечность ее зависит от качества защитного покрытия. Одним из инновационных материалов является композитная черепица. Она представляет собой стальной лист, защищенный алюмоцинковым сплавом с минеральным гранулятом. Данный вид материала имеет высокие характеристики, похож на керамическую черепицу и в сравнении с ней имеет небольшой вес.

Как правило, решающим фактором при выборе кровельного материала является его стоимость. На рис. 2 представлены диапазоны цен на материалы некоторых производителей.

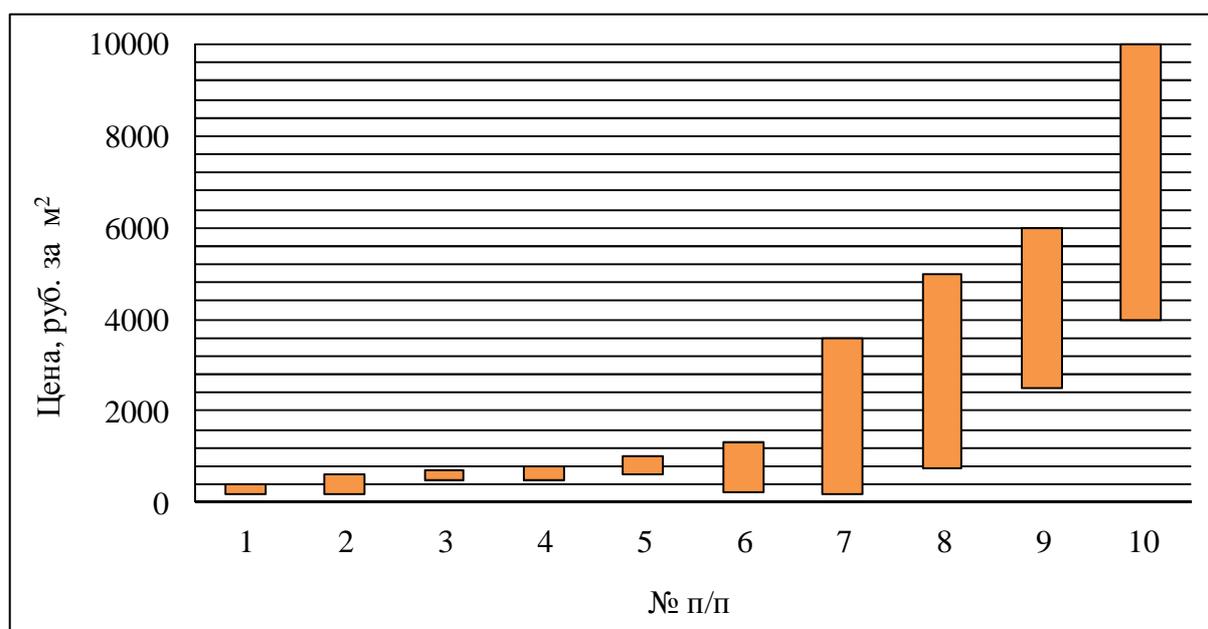


Рис. 2. Сравнение стоимости кровельных материалов за 1 м²:

1 – оцинкованная сталь – Ruukki (Финляндия), ИНСИ (Россия); 2 – ондулин – Ондалюкс (Россия, концерн Onduline), Nuline (США); 3 – полимер-песчаная черепица – НПК ПОЛИЗАНД (Россия); 4 – цементно-песчаная черепица – Braas (Россия-Германия); 5 – композитная черепица – Технониколь (Россия), Lindab ROCA (пр-во Ю. Корея); 6 – металлочерепица – Металлопрофиль (Россия), Ruukii (Финляндия); 7 – битумная черепица – Технониколь (Россия), CertainTeed (США); 8 – керамическая черепица – Koramic (Германия), Braas (Германия), Tondah (Австрия, Венгрия); 9 – медная кровля – ГЗОЦМ (Россия), КМЕ (Германия), Aurubis (Финляндия), Samsung Metal (Ю.Корея); 10 – сланцевая кровля – Rathscheck Schiefer (Германия)

Наряду с современным кровельным покрытием появляются и новые теплоизоляционные материалы непосредственно для жилых домов со скатной кровлей. При выборе утеплителя необходимо обращать внимание на его экологичность, долговечность, пожарную безопасность, энергоэффективность.

Популярным утеплителем являются плиты из минеральной ваты. Одним из недостатков является наличие в их составе фенолформальдегидных смол, являющихся ядовитыми и огнеопасными, но на сегодняшний день существует производство без данных веществ. В качестве утеплителя скатной кровли предлагается пеностекло, являющееся энергоэффективным экологичным материалом, к недостаткам относится вес, хрупкость. ЭПП и Эквата также могут быть использованы в качестве утеплителя, к недостаткам следует отнести их горючесть. В таблице 2 представлена характеристика современных утеплителей для скатных кровель.

Сравнение утеплителей

Материал	ЭПП	Каменная вата	Пеностекло	Эковата	Стекловата
Наим. продукта для скатной крыши	URSA XPS	ROCKWOOL ЛАЙТ БАТТС СКАНДИК	FOAMGLAS	Эковата Экстра	URSA GEO, ISOVER, ТеплоКнауф
Плотность кг/м ³	28-38	37	100-165	30-65	15-25
Теплопроводность Вт/м·С	0,032-0,034	0,036-0,041	0,040-0,052	0,035-0,041	0,040-0,043
Предел прочности при сжатии т/м ²	25	60	40-160	20	25-50
Водопоглощение	0,3 кг/м ²	1кг/м ²	0,5 кг/м ²	Сорбц.увл. за 72 часа 16%	1 кг/м ²
Паропроницаемость мг/м·ч·Па	0,004	0,3	0	0,3	0,55
Горючесть	Г3	НГ	НГ	Г1,Г2	НГ
Гарантийный срок службы	40-50 лет	100 лет	40 лет	50 лет	50 лет

Для поддержания правильного режима теплоизоляции и защиты конструкций от конденсата и водяного пара необходимо предусматривать гидро- и пароизоляцию, устраивать вентиляцию подкровельного пространства.

Таким образом, при проектировании необходимо решать целый ряд задач, связанных с выбором материалов и конструированием. Соблюдение всех рекомендаций позволит избежать негативных последствий и обеспечит комфорт и долговечность эксплуатации.

Библиографический список

1. Савельев А. А. Современные кровли. Устройство и монтаж / А. А.Савельев. – М.: Аделант, 2010. – 160 с.
2. Панасюк М.В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Характеристики и технологии монтажа новейших гидроизоляционных, теплоизоляционных, пароизоляционных материалов / М.В. Панасюк – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.– 448 с.
3. СП 17.13330.2011 Кровли: актуализированная редакция СНиП II-26-76. – М., 2011. – 74 с.

References

1. Savelyev A. A. Modern roof. Design and installation / A. A. Savelyev. - M. : Adellant, 2010. - 160 p.
2. Panasiuk M.V. Roofing materials. A Practical Guide. Features and technology of installation of new waterproofing, thermal insulation, vapor barrier materials / M.V. Panasiuk – Rostov-on-Don: Phoenix, 2005. - 448 p.
3. SP 17.13330.2011 Roofs: actualized edition of SNIIP II-26-76. - M., 2011. - 74 p.

*Воронежский государственный архитектурно-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
Магистрант гр. М142 Маркетинг строительных материалов изделий и конструкций С.С. Лисунов*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
A.V.Ukolova cand. of techn. science, professor of the chair of materials and technology 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
e-mail: allaevgen@mail.ru
S.S. Lisunov master of c. M142 marketing of building materials and construction products*

А.В. Уколова, С.С. Лисунов, А.Е. Турченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО ВЯЖУЩЕГО

В статье представлены результаты исследований, посвященных определению рациональных составов мелкозернистого бетона на основе шлакощелочного вяжущего с минеральными добавками. Установлено, что комплексная добавка из кремнезема и цеолитовой породы, обеспечивает увеличение и стабилизацию прочностных свойств мелкозернистого бетона на его основе во времени.

Ключевые слова: модификатор, шлакощелочное вяжущее, микрокремнезём, структура, прочностные свойства, мелкозернистый бетон.

A.V. Ukolova, S.S. Lisunov. A.E. Turchenko

RESEARCH OF INFLUENCE OF MINERAL ADDITIONS ON STABILITY OF PROPERTIES OF SHLAKOSHCHELOCHNYH ASTRINGENT

The article presents the results of studies dealing with the definition of rational structures, based on fine-grained concrete shlakoshchelochnyh knitting with mineral additives. It is found that a complex of the silica and additive tseolitovaoy breed, and provides increased stabilization of the fine-grained concrete strength properties based on its time

Key words: the modifier, shlakoshchelochny knitting, microsilicon dioxide, structure, strength properties, concrete.

Шлакощелочные вяжущие зарекомендовали себя экономически выгодными, по многим свойствам превосходящими традиционные. Однако бетоны на их основе имеют существенные недостатки. Например, повышенное трещинообразование, незначительную прочность при изгибе, потерю прочности во времени.

Анализ многочисленных научно-исследовательских работ в области химической технологии получения шлакощелочного материала показывает, что его стабильность, под влиянием внешней среды, в основном зависит от прочностных и деформативных свойств искусственного конгломерата. Известно, что они обусловлены фазовым составом гидратных новообразований, скоростью формирования и прочностью связей в кристаллогидратных комплексах, провой структурой [1]. Причём основные параметры, предопределяющие синтез прочности искусственного камня, в значительной степени зависят от составов сырьевой смеси. Особое внимание при этом следует уделить корректирующим добавкам таким, как обожжённая цеолитовая порода и микрокремнезём.

Известно, что эти добавки интенсифицируют процессы структурообразования материала. Дегидротированная цеолитовая порода даёт положительный эффект за счёт её кристаллохимической особенности. Прокаливание её при температуре 800-900 °С приводит к активизации глинозёма и кремнезёма, а аморфный SiO₂ сохраняется без изменений. При гидратации исследуемой вяжущей композиции происходит почти полное восстановление структуры трёхмерных каркасных силикатов Na₂O · Al₂O₃ · (6-10) · SiO₂ · H₂O. Ускоряются катионообменные процессы, кристаллизация из гелевидной фазы указанных новообразований. Микрокремнезем, является составной частью комплексной добавки. Это побочный продукт Липецкого металлургического комбината, ультракислый, ультрадисперсный материал, состоящий из частиц сферической формы, полученный в процессе газоочистки печей при производстве кремнийсодержащих сплавов. Основным компонентом материала является диоксид кремния аморфной модификации. Средний размер частиц составляет 0,1 – 0,2 микрон, что в 50 – 100 раз меньше частиц цемента и золы. Их удельная площадь поверхности составляет от 13000 до 25000 м²/кг. Как и все пуццолановые материалы микрокремнезем вступает в реакцию с Са(ОН)₂, образуя при гидратации активных шлаковых минералов, с образованием вяжущих соединений. Реакционноспособные сферические частицы микрокремнезема окружают активные центры гидратирующего материала, уплотняя раствор вяжущего, заполняя поры прочными продуктами гидратации и улучшая сцепление с заполнителями при изготовлении бетонов. Микрокремнезём так же участвует в формировании трехмерных каркасов и новообразований, оказывает влияние на каркасную микроструктуру материала.

В задачи наших исследований входило изучение совместного влияния корректирующих добавок на изменение прочностных и деформативных характеристик ШЩВ во времени в естественных условиях.

С целью изучения возможности стабилизации прочностных характеристик ШЩВ во времени путём отдельного и комплексного введения корректирующих добавок, были изготовлены образцы-балочки размером 4x4x16 см на основе ранее оптимизированных составов [2]. В качестве затворителя использовали натриевое растворимое стекло плотностью 1239 г/см³, а в качестве корректирующих добавок – термоактивированную (при температуре 850 °С) цеолитовую породу Волгоградской области, химический состав которой включает: SiO₂ – 69...81 %, СаО – 4...18 %, Al₂O₃ – 4...8 %, Fe₂O₃ – 2,9 %, TiO₂ – 9...10 %, K₂O – 1,5...2,5 %, Na₂O – 0,6...1,5; и активный кремнезём, техногенный продукт Липецкого металлургического комбината.

Параллельно были изготовлены образцы шлакощелочного бетона на основе доменного гранулированного шлака (M₀ = 1,1), химический состав которого приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав доменного металлургического шлака Липецкого ЭМК

Содержание оксидов, %						
CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	FeO	SO ₃
42	38,6	8,6	7,2	1,1	0,7	0,1-1,5

Полученные образцы после формования были подвергнуты тепловлажностной обработке по режиму 3+6+3 часа, при температуре изотермического выдерживания 95 °С. После ТВО образцы хранились в естественных условиях, и испытывались на сжатие, изгиб и усадочные деформации. Визуально были обнаружены поверхностные трещины у образцах на ШЩВ без добавок в течение суточного срока хранения. Образцы с добавками дефектов не имели.

Сопоставление приведённых данных (таблица 2) позволяет отметить, что образцы эталонного состава (на ШЩВ без добавок) имели значительное снижение предела прочности при изгибе в течении 28 суток. Наименьшее снижение наблюдается у образцов с содержанием только комплексной добавки из термоактивированной цеолитовой породы и микрокремнезёма. Снижения прочностных показателей, при длительном хранении, у образцов всех составов не обнаружено. Однако, при совместном введении глинистых составляющих и микрокремнезёма в ШЩВ, образцы имели более высокие прочностные показатели, что способствует большей стабилизации во времени.

Таблица 2

Изменение прочностных показателей образцов во время твердения бетона

№ состава	Состав, %				Время твердения, сутки					
	Шлакощелочное вяжущее	Затворитель	Вид добавки		3, после ТВО	28	60	90	180	350
			Жидкое стекло	Микрокремнезем						
1	100	7	-	-	$\frac{12}{65}$	$\frac{9}{70}$	$\frac{10}{70}$	$\frac{13}{85}$	$\frac{14}{87}$	$\frac{14}{88}$
2	100	7	3	-	$\frac{14}{70}$	$\frac{14}{75}$	$\frac{14}{78}$	$\frac{15,5}{90}$	$\frac{16}{91}$	$\frac{16}{92}$
3	100	7	-	15	$\frac{17}{92}$	$\frac{17}{100}$	$\frac{18}{102}$	$\frac{18}{103}$	$\frac{19}{105}$	$\frac{19}{106}$
4	100	7	3	15	$\frac{19}{102}$	$\frac{19}{111}$	$\frac{19,5}{115}$	$\frac{21}{118}$	$\frac{21}{120}$	$\frac{21}{120}$

Примечание: в числителе предел прочности при изгибе в МПа, в знаменателе предел прочности при сжатии в МПа.

Для всех составов образцов наблюдается увеличение усадочных деформаций во времени. Наибольшее изменение наблюдается в образцах с дегидратированной цеолитовой породой. Наименьшее, в образцах с комплексной добавкой (микрокремнезём + дегидратированная цеолитовая порода). Она практически приравнивается к усадке цементных образцов см. рисунок.

Выводы

Наибольший эффект стабилизации прочностных и деформативных свойств образцов шлакощелочного бетона достигается при одновременном введении в состав вяжущего 15 % термоактивированной цеолитовой породы и 3 % и микрокремнезёма. При этом можно утверждать что при введении в состав вяжущего термоактивированной цеолитовой породы и микрокремнезёма ускоряется завершение гидратационных и кристаллизационных процессов, повышается жёсткость твердеющего цементного камня, что приводит к существенному повышению прочностных и снижению деформативных свойств и обуславливает относительную стабильность их во времени по сравнению с аналогичными показателями для образцов на основе бездобавочного ШЩВ.

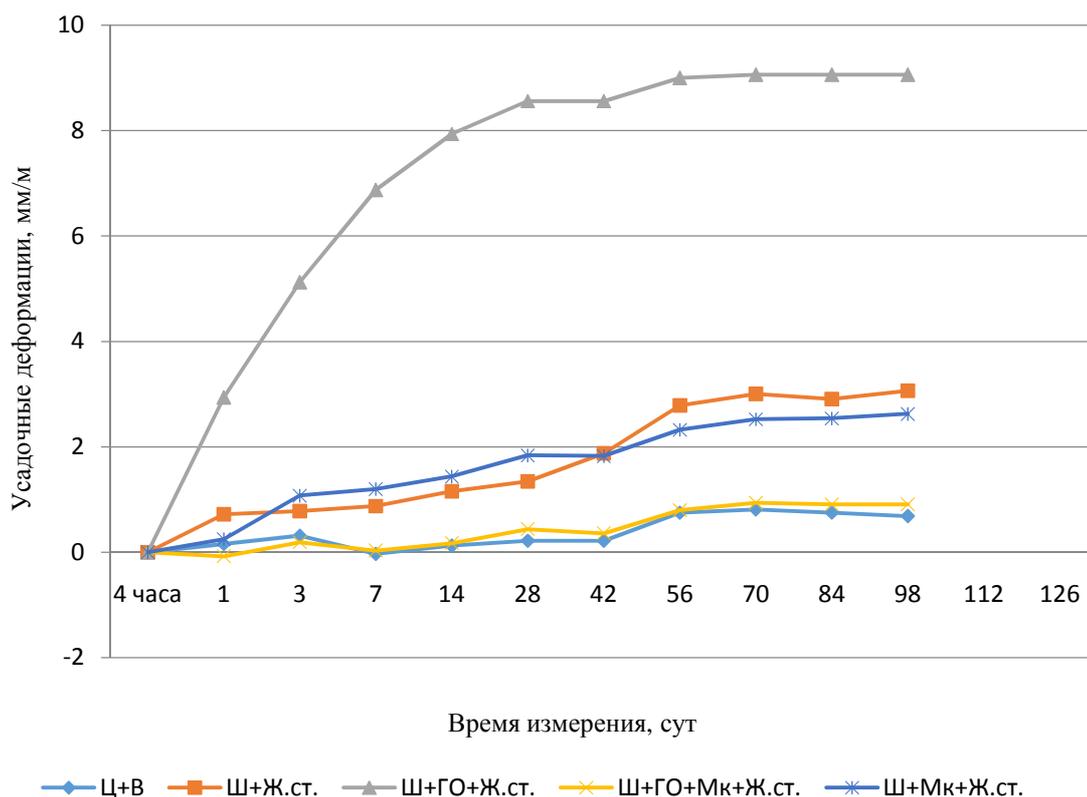


Рис. Изменение во времени деформации усадки образцов бетона в зависимости от состава

Библиографический список

1. Гончарова М.А. Системы твердения и строительные композиты на основе конверторных шлаков: монография / М.А. Гончарова Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.– Воронеж, 2012, - 135 с.
2. Уколова А.В. Эффективный модифицирующий компонент шлакощелочного вяжущего. / А.В. Уколова, А.Е. Турченко, С.С Лисунов. // Научн. вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. Серия «Высокие технологии. Экология», Воронежский ГАСУ, 2015, =С. 115-118.

References

1. Goncharova M.A. System hardening and building composites based on the converter slag: monograph. Voronezh. state. arh. – building. Univ. - Voronezh, 2012 - 135 p.
2. Ukolova A.V. The effective modifying component of shlakoshchelochny knitting / A.V. Ukolova, A.E. Turchenko, S.S Lisunov // Scientific. Vestnik Voronezh. state. arh.-building. Univ. A series of "High Technologies. Ecology ", Voronezh GASU, 2015 - P. 115-118.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
к.х.н., доц. кафедры химии
Н.А. Ходосова
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 2-71-76-17
e-mail: nhodosova@mail.ru
Студентка 4531 ПБ группы К.А. Пряженцева;
Студентка 4531 ПБ группы С.А. Зотова*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph. D, Assoc. Prof. of the chemistry department
N.A. Khodosova
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-76-17
e-mail: nhodosova@mail.ru
The student of group 4531 PB K.A. Pryazhentseva;
The student of group 4531 PB S.A. Zotova*

Н.А. Ходосова, К.А. Пряженцева, С.А. Зотова

ОЦЕНКА СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИРОДНЫХ И КИСЛОТНОАКТИВИРОВАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

Проведена оценка влияния серной кислоты на сорбционную способность алюмосиликатов различной структуры. Рассмотрена возможность использования кислотно-активированных минералов для очистки вод, содержащих формальдегид. Определены наиболее эффективные концентрации модификатора минералов для сорбции формальдегида.

Ключевые слова: модификация, формальдегид, алюмосиликаты, пористость, сорбция.

N.A. Khodosova, K.A. Pryazhentseva, S.A. Zotova

EVALUATION OF SORPTION CAPACITY OF NATURAL AND ACID-ACTIVATED ALUMOSILICATES OF VARIOUS STRUCTURES

The effect of sulfuric acid on the sorption capacity of aluminosilicates with different structure was estimated. The possibility of using acid-activated minerals to water treatment containing formaldehyde was considered. The most effective concentration of minerals modifier for the sorption of formaldehyde was determined.

Keywords: modification, formaldehyde, aluminosilicates, porosity, sorption.

Дефицит чистой пресной воды стал мировой проблемой, возрастающие потребности промышленности, сельского хозяйства ставят необходимостью разработку новых разнообразных средств и методов для решения этой проблемы. Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и сбросами производства, качественный и количественный состав которых разнообразен и зависит от отрасли производства, технологических процессов. Одним из токсичных веществ, содержащихся в сточных водах, является формальдегид. Формальдегид поступает в водную среду с промышленными и коммунальными сточными водами. Он содержится в сточных водах производств основного органического синтеза, пластмасс, лаков, красок, лекарственных препаратов, предприятий кожевенной, строительной, текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности. Формальдегид поражает центральную нервную систему, легкие, печень, почки, органы зрения, является канцерогеном (ПДК_в - 0,05 мг/л). Для очистки вод активно применяются неуглеродные сорбенты естественного происхождения – алюмосиликаты, к которым относятся глинистые породы, цеолиты и неко-

торые другие материалы. Широкое применение природных минеральных сорбентов в адсорбционных процессах обусловлено низкой стоимостью и относительно высокой сорбционной емкостью [1,2]. Области успешного применения природных сорбентов могут быть существенно расширены путем модифицирования, позволяющего придать им дополнительные свойства [3-5]. При модификации природного минерала улучшаются такие его показатели, как сорбционная емкость, пористость, удельная поверхность и т.д. [6]. Хорошо известным методом регулирования сорбционных свойств природных минералов является химическая модификация кислотами [7,8]. Обработка минералов химическими реагентами зависит от минералогического и химического составов, количества обменных ионов, продолжительности и температуры обработки, природы и концентрации реагента, соотношения минерала и химического модификатора и др. [9-11].

Целью работы является определение наиболее эффективной концентрации модификатора - серной кислоты для повышения сорбции формальдегида природными алюмосиликатами из водных растворов.

Объекты исследования - природные минералы клиноптилолит и монтмориллонит, имеющие различную структуру.

Клиноптилолит относится к классу каркасных алюмосиликатов, цеолитов. В структуре клиноптилолита имеются каналы эллиптического сечения. Размеры цеолитных каналов, образованных 10-членными окнами 0,79x0,35 нм, 8-членными кольцами - 0,44x0,30 нм [12]. Кроме каналов цеолитовые каркасы содержат пустоты, образующие совместно с каналами полиэдры, внутри которых имеются свободные объемы размерами 0,6 - 1,1 нм [13]. Внутрикристаллическое пространство клиноптилолита занято обменными катионами щелочных и щелочноземельных металлов и молекулами воды. Наиболее вероятная кристаллохимическая формула клиноптилолита $(\text{Na}, \text{K})_4 \text{Ca Al}_6 \text{Si}_{30} \text{O}_{72} \times 24 \text{H}_2\text{O}$ [14].

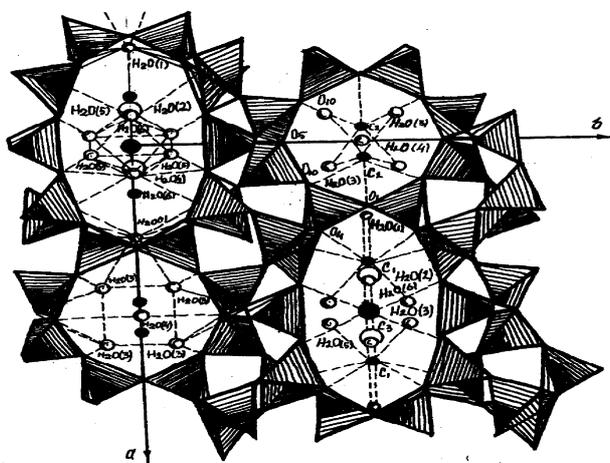


Рис. 1. Структура клиноптилолита

Монтмориллонит – это глинистый минерал, относящийся к классу слоистых силикатов. В основе структуры лежит трехслойный пакет (2:1) – два слоя кремнекислородных тетраэдров, обращенные вершинами друг к другу, с двух сторон покрывают слой алюмогидроксильных октаэдров. В связи с этим связь между пакетами слаба, межпакетное расстояние велико и в него могут попадать ионы и молекулы воды. Из-за этого минерал при смачивании сильно набухает и имеет ярко выраженные сорбционные свойства. Наличие изоморфных замещений, огромная удельная поверхность (до 600 - 800 м²/г) и лёгкость проникновения ионов в межпакетное пространство обуславливают значительную емкость катионного обмена. Кристаллохимическая формула монтмориллонита, согласно [15] $\text{Na}_{0.33}[\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33}]\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$.

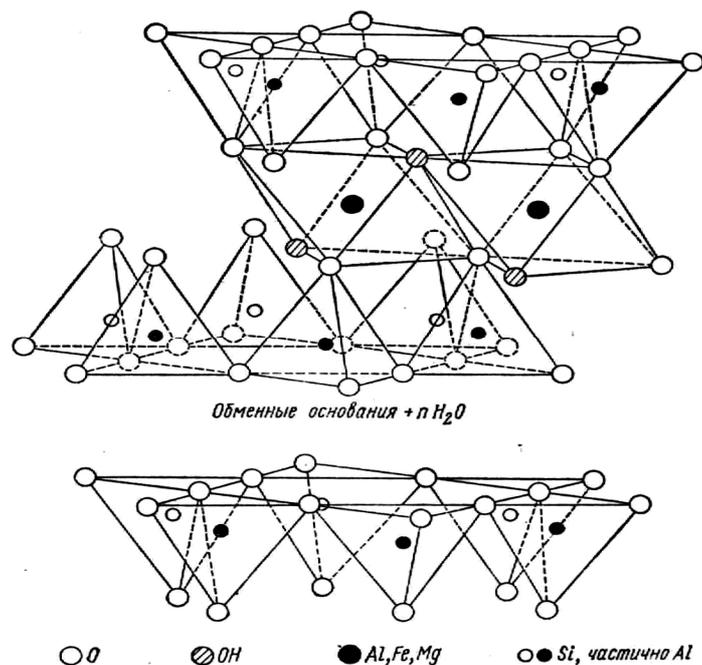


Рис. 2. Структура монтмориллонита

Обработку минеральных сорбентов проводили раствором серной кислоты с концентрацией 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 М, взятыми в соотношении минерал: модификатор – 1 : 4. Адсорбент с фракцией зерен менее 0,25 мм заливали раствором модификатора и нагревали при температуре 100°С в течение 6 часов [3], затем промывали дистиллированной водой до нейтральной среды, осадок высушивали при температуре 105°С до постоянной массы [16].

Для исследования сорбции формальдегида 0,5 г модифицированного сорбента заливали 25 мл раствора формальдегида, в диапазоне концентраций 0,03 – 0,33 моль/л, время сорбции 2 часа [17], затем раствор отфильтровывали. Для анализа отбирали пробу раствора в количестве 10 мл. Далее сульфитным методом [18] определяли содержание формальдегида в растворе после адсорбции. Относительная ошибка определения 1-3 %, чувствительность метода 10⁻³ моль/л.

Определены адсорбционно-структурные характеристики минералов, изучена сорбция формальдегида из водных растворов модифицированными минеральными сорбентами.

Таблица 1

Адсорбционно-структурные характеристики исследуемых минералов

Параметры	Сорбент	
	Клиноптилолит	Монтмориллонит
Плотность, кг/м ³		
-насыпная	0,60	1,10
-кажущаяся	1,24	1,62
-истинная	2,75	2,63
pH	6,8	7,8
Пористость, %	52,92	23,10
Суммарный объем пор, см ³ /г	0,44	0,13

Исследуемые минералы имеют слабощелочную среду, клиноптилолит характеризуется наибольшей пористостью и суммарным объемом пор.

Рентгеноструктурный состав минералов

Содержание породо-образующих компонентов, %	Минерал	
	Клиноптилолит	Монтмориллонит
Клиноптилолит	95	-
Монтмориллонит	-	60
Палыгорскит	-	40
Гидрослюда	5	-

Для исследуемых минералов методом сканирующей электронной микроскопии получены фотографии поверхности, представленные на рис. 3.

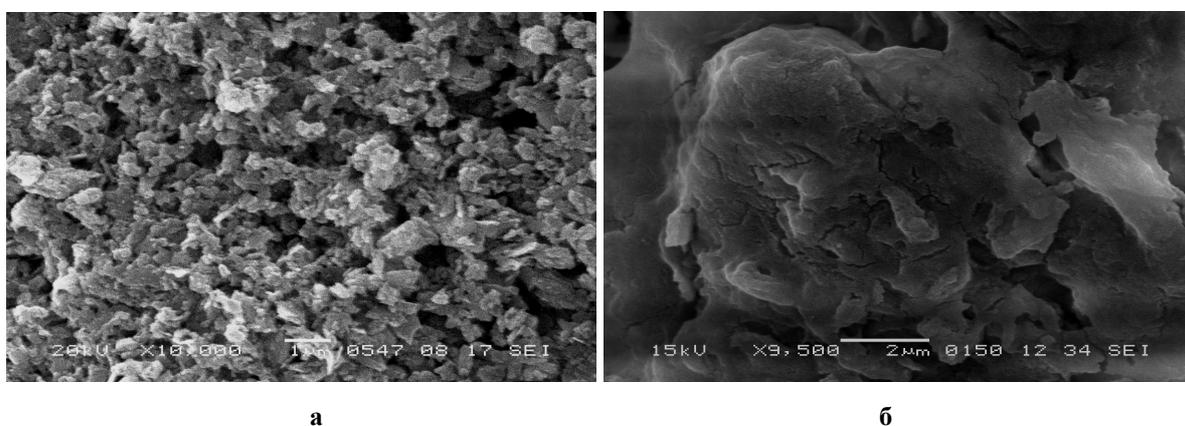


Рис. 3. Микрофотографии поверхности клиноптилолита (а) и монтмориллонита (б)

На представленных фотографиях хорошо видна разница в структуре исследуемых минералов. Структура клиноптилолита (рис.3а) создается характерной пространственной конструкцией, отличающийся значительным количеством пор, которые соединяясь между собой, создают малые мостики, в которых находятся катионы металлов или молекулы воды. На фото монтмориллонита (рис. 3б) видна присущая ему пластинчатость структуры.

Для природных и модифицированных минералов проведен эксперимент по определению адсорбционной способности в отношении формальдегида из водных растворов.

Таблица 3

Максимальные значения сорбции на модифицированных образцах

Сорбент	Концентрация модификатора H_2SO_4 , моль/л					
	Без обработки	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Клиноптилолит	42	47	57	63	57	49
Монтмориллонит	35	73	65	60	52	32

Согласно данным таблицы 3 оптимальная концентрация модификатора H_2SO_4 для клиноптилолита 1,5 М, монтмориллонита - 0,5 М.

По полученным данным построены изотермы сорбции (рис. 4)

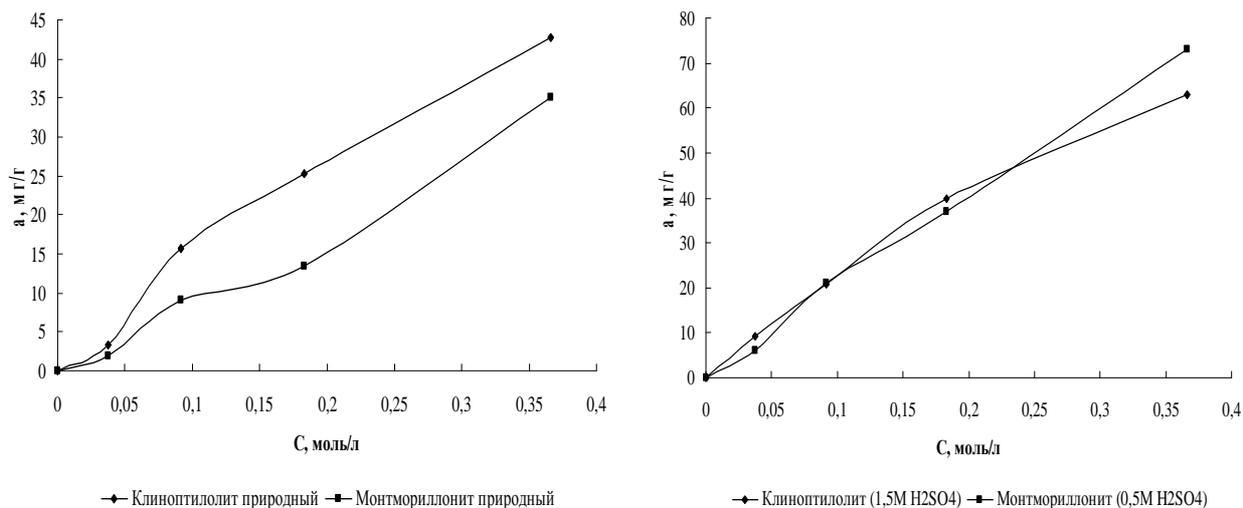


Рис. 4. Изотермы сорбции формальдегида на природных и кислотно-активированных минералах

Полученные данные свидетельствуют, что адсорбционная способность клиноптилолита в области высоких концентраций формальдегида выше в 1,2 раза, чем у монтмориллонита. Поглощение формальдегида модифицированными образцами выше, чем необработанными минералами, однако, в количественном отношении приблизительно одинаково. Известно [10], что в процессе кислотной активации клиноптилолита происходят структурные изменения, влияющие на катионную плотность каркаса и размеры входных окон каналов. Кислотная активация обычно включает три этапа: удаление обменных катионов (декаатионирование), dealюминирование каркаса и образование аморфной кремнекислородной фазы. Последовательность и интенсивность этапов определяются условиями обработки и конкретными особенностями минералов [5, 19]. В цеолитах при кислотной обработке увеличиваются размеры входных окон клиноптилолита от 0.40 до 0.49 нм. В этих условиях процессы адсорбции усиливаются вследствие дисперсионных и специфических сил взаимодействия активных центров сорбента с молекулами сорбата [4].

Результатом процесса кислотной активации монтмориллонита является dealюминирование, обмен катионов на ионы водорода, разрыв связей -Si-O-Al- и -Al-O-Al-, увеличение порового пространства и площади поверхности [7, 20], что в итоге приводит к росту сорбции.

Выводы

1. Установлены концентрации раствора серной кислоты, используемой для модифицирования сорбентов и достижения максимальной сорбции формальдегида: для клиноптилолита – 1,5 моль/л, для монтмориллонита – 0,5 моль/л. Адсорбционная емкость модифицированных алюмосиликатов возрастает в 1,5 – 2 раза соответственно.
2. Наибольшее влияние кислотная модификация оказывает на минерал слоистой структуры – монтмориллонит.
3. Проведение предварительной кислотной модификации способствует существенному повышению поглотительной способности природных минералов по формальдегиду, что может использоваться при сорбционной очистке формальдегидосодержащих сточных вод.

Библиографический список

1. Бузаева М.В., Письменко В.Т., Климов Е.С. Очистка поверхностных вод с помощью природных сорбентов // *Естественные и технические науки*. – 2010. – № 1. – С. 115–116.
2. Природные сорбенты СССР / У.Г. Дистанов, А.С. Михайлов и др.. – М.: Недра, 1990.

3. Тарасевич Ю.И. Адсорбция на глинистых минералах. Киев: Наукова думка, 1975. 350 с.
4. Цицишвили Г.В. Природные цеолиты. / Г.В Цицишвили, Т.Г. Андроникашвили, Г.Н. Киров, Л.Д. Филозова. М.: Химия, 1985. 224 с.
5. Мдивнишвили О.М. Кристаллические основы регулирования свойств природных сорбентов / О.М. Мдивнишвили. – Тбилиси : Мецниереба, 1983. – 266 с.
6. Насырова Н. Ю. Кислотно-щелочная обработка каолина. Исследование адсорбционных производств и адсорбентов. – Ташкент: ФАН, 1979. – 275 с.
7. Бельчинская Л.И., Ходосова Н.А., Стрельникова О.Ю., Петухова Г.А., Ciganda L Регулирование сорбционных процессов на природных нанопористых алюмосиликатах. 1.Кислотная и основная модификация // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2015. Т.51. № 5. С. 1-8.
8. Samira Bendou, Moussa Amrani Effect of Hydrochloric acid on the structural of sodic-bentonite clay - Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, 2014, 2, 404-413.
9. Комаров, В.С. Структура и пористость адсорбентов и катализаторов/ В.С. Комаров. – Минск: Наука и техника, 1988. – 287 с.
10. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев: Наукова думка, 1981. 207 с.
11. Khodosova, N. A. Adsorption of Formaldehyde from Gaseous Phase by Thermally Activated Nanoporous Celite / N. A. Khodosova, L. I. Belchinskaya, G. A. Petukhova, and O. V. Voishcheva // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2009. – Vol. 45. – No. 6. – pp. 722-727.
12. Челищев, Н.Ф. Цеолиты – новый тип минерального сырья. / Н.Ф. Челищев, Б.Г. Беренштейн, В.Ф. Володин. – М.: Недра, 1987. – 176 с.
13. Грим, Р.Е. Минералогия глин. – М.: Изд-во ин. лит-ры., 1959. – 452 с.
14. Сендеров, Э.Э. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе / Э.Э. Сендеров, Н.И. Хитаров. – М.: Наука, 1970.
15. Minerals of the montmorillonite group – Their origin and relation to soils and clays / Clarence S.Ross, Sterling B. Hendricks. Washington, 1945.
16. Бондаренко, А. В. Адсорбционные свойства активированного монтмориллонита : дисс. канд. хим. наук : 02.00.04 / А. В. Бондаренко. – Липецк, 2002. – 174 с.
17. Бельчинская, Л. И. Комплексная природозащитная технология использования лаковых композиций и смол в деревообрабатывающей промышленности : дис. д-ра техн. наук: 11.00.11 / Л. И. Бельчинская. – Екатеринбург, 1996. – 530 с.
18. Арипов Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активирование и модифицирование, Ташкент: Фан, 1970.- С. 56-62.
19. Челищев Н.Ф. Ионобменные свойства минералов. М.: Наука, 1973. 204 с.
20. Jin L. and Dai B: 2012, TiO₂ activation using acid-treated vermiculite as a support: characteristics and photoreactivity. // Appl. Surf. Sci., 258, 3386–3392. DOI: 10.1016/j.apsusc.2011.11.017.

References

1. Buzaeva M.V., Pismenko V.T., Klimov E.S. The cleaning of surface waters using natural sorbents // Natural and technical science. – 2010. - №1. – С. 115-116.
2. Natural sorbents of USSR / Distanov U.G., Mikhailov A.S. et al. – М. Nedra, 1990.
3. Tarasevich Yu.I. Adsorption on Clay Minerals, Kyiv: Naukova Dumka, 1975. 350 p.
4. Tsitsishvili G.V., Andronikashvili T.G., Kirov G.N., Filozova L.D. Natural Zeolites – М, 1985. 224 p.
5. Mdivnishvili O.M. Crystalline principles of the regulation of properties of natural sorbents / Tbilisi: Metsniereba, 1983. – 266 p.

6. Nasyrova N.Yu. Acid-basic treatment of kaolin. Study of adsorption plants and adsorbents. – Tashkent, 1979. – 275 p.
7. Belchinskaya I.I., Khodosova N.A., Strelnikov O.Yu., Petukhova G.A., Ciganda L. Regulation of sorption processes on Natural Nanoporous Aluminosilicates. 1. Acidic and basic modifications // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2015. Vol. 51, №5, p.1-8.
8. Samira Bendou, Moussa Amrani Effect of Hydrochloric acid on the structural of sodic-bentonite clay - *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 2014, 2, 404-413.
9. Komarov V.S. Structure and porosity of adsorbents and catalysts / Minsk: Science and Technology, 1988. – 287 p.
10. Tarasevich Yu.I. Use of natural sorbents for water purification / Kyiv: Naukova Dumka, 1981. 207 p.
11. Khodosova, N. A. Adsorption of Formaldehyde from Gaseous Phase by Thermally Activated Nanoporous Celite / N. A. Khodosova, L. I. Belchinskaya, G. A. Petukhova, and O. V. Voishcheva // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. – 2009. – Vol. 45. – No. 6. – pp. 722-727.
12. Chelishchev N.F., Berenshtein v.F., Volodin V.F. Zeolites is new type of minerals – M. Nedra, 1987. – 176 p.
13. Grim R.E. Clay mineralogy – M.: 1959. – 452 p.
14. Senderov E.E., Khitarov N.I. Zeolites, their synthesis and formation conditions in nature – M. Nauka, 1970.
15. Minerals of the montmorillonite group – Their origin and relation to soils and clays / Clarence S. Ross, Sterling B. Hendricks. Washington, 1945.
16. Bondarenko A.V. Cand. Sci. (Chem.) Dissertation, Lipetsk, 2002.
17. Belchinskaya L.I. Doctoral (Tech.) Dissertation, Yekaterinburg, 1996.
18. Aripov E.A. Natural mineral sorbents, their activation and modification. Tashkent: Fan, 1970.
19. Chelishchev N.F. Ion Exchange in minerals. Moscow: Nauka, 1973, 204 p.
20. Jin L. and Dai B: 2012, TiO₂ activation using acid-treated vermiculite as a support: characteristics and photoreactivity. // *Appl. Surf. Sci.*, 258, 3386–3392. DOI: 10.1016/j.apsusc.2011.11.017.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 692.46:735.74

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук доц. Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого
Е.С. Вавакина
Россия, г. Воронеж, тел. +79204534653
e-mail: ekaterina.vavakina@mail.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineering), Assoc. Prof. T.V. Bogatova;
Master's of the Department of Designing
Buildings and Structures of N.V. Troitskogo
E.S. Vavakina
Russia, Voronezh, tel. +79204534653
e-mail: ekaterina.vavakina@mail.ru*

Т.В. Богатова, Е.С. Вавакина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НАД ПЛАВАТЕЛЬНЫМИ БАССЕЙНАМИ

При строительстве зданий и сооружений используются конструкции светопрозрачных покрытий с частичным или полным остеклением. Современные светопрозрачные покрытия, несмотря на свою легкость, являются прочной огнестойкой системой и обеспечивают теплоизоляцию помещений с высоким уровнем влажности.

Ключевые слова: светопрозрачные покрытия, теплоизоляция, огнестойкость.

T.V. Bogatova, E.S. Vavakina

RESEARCH OF APPLICATION OF TRANSLUCENT COATINGS ON SWIMMING POOLS

During the construction of buildings and facilities used by the construction of translucent coatings with partial or full glazing. Modern translucent cover, despite its lightness, are durable flame retardant system and provide thermal insulation of premises with high humidity.

Keywords: translucent coatings, thermal insulation, fire resistance.

Светопрозрачные конструкции могут иметь различную форму: купол, волнистые листы или трехслойная панель. В качестве светопропускаемого материала используются пластмассы, совмещающие немалую прочность и хорошее светопропускание. К таким материалам относятся: органическое стекло, полиэфирные стеклопластики и винипласт.

Трехслойные панели впервые стали применяться в США в 50-е гг. 20-го века. Сначала их использовали в одноэтажном домостроении, а потом для покрытий общественных и промышленных зданий.

Исходя из назначения и функции помещения, светопрозрачные покрытия делятся на «холодные» и «теплые». Каждый вид отвечает требованиям по их использованию.

«Теплые» светопрозрачные покрытия обеспечивают теплоизоляцию, статическую прочность и дренаж конденсата.

«Холодные» покрытия экономичны. Для этого вида используют в основном волнистые листы стеклопластика в сочетании с асбестоцементными листами, алюминием и сталью. Светопрозрачные покрытия могут быть сплошными или устанавливаться отдельными участками. Количество глухих участков определяется светотехническим расчетом и требованием огнестойкости.

Конструктивно светопрозрачные покрытия могут выполняться:

- а) на основе системных профилей: алюминия, стали, ПВХ с заполнением из одинарного стекла, стеклопакетов акрилового и поликарбонатного стекла;
- б) конструкции из самонесущих элементов: полимерные материалы-плоские и волнистые листы из экструдированного ПВХ.

При рассмотрении современных светопрозрачных материалов и конструкций, способных работать при повышенной влажности и создавать тепловую защиту, следует выделить два типа: мембрану и сотовый поликарбонат.

1. ETFE (Ethylene tetrafluoroethylene)– мембрана.

В начале 1970-х гг. корпорация DuPont изобрела ETFE - сополимер этилена и тетрафторэтилена (рис.1). Это полимерный материал нового поколения, который обладает улучшенными характеристиками, по сравнению с обычными светопрозрачными материалами (табл. 1).

Этот материал привлекает архитекторов и его все чаще используют при проектировании и строительстве зданий. С помощью разработанной технологии появилась возможность создавать объекты различных форм, при этом обеспечивается долговечность конструкции, огнестойкость, стойкость к химическим веществам, а также хорошая светопропускаемость (рис. 2).

Технологии строительства с применением ETFE очень развиты в Европе, известны в России и Украине. Самые популярные торговые марки пленок ETFE это: Tefzel компании DuPont, Fluon от Asahi Glass Company, Neoflon ETFE от Daikin и Texlon компании Vector Foiltec.



Рис. 1. Материал ETFE

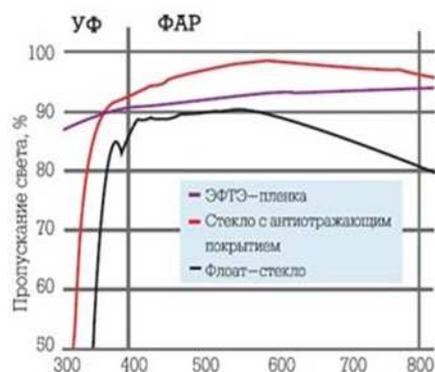


Рис. 2. Светопропускание ETFE-мембраны

Таблица 1

Характеристики ETFE плёнки

Характеристика	Значение
Вес	0,15-0,35 кг/м ²
Светопропускание	95 %
G-factor (солнцепроницаемость)	77 %
Термопластичность	от -80 до +100° С
Температура плавления	275 °С
Теплопроводность	1,96 Вт/ (м· °С)
Толщина	от 150 до 250 нм
Срок эксплуатации	25 – 50 лет

Преимущества этилен-тетрафторэтиленовой пленки в строительстве:

- Инновационный материал позволяет создать оболочку, провоцирующую в воображении разнообразные образы: облако, кристалл и т.д.;
- Есть возможность внутри панелей сохранять или изменять давление, исходя из погодных условий; из этого следует, что можно регулировать и изменять теплопроводность оболочки за счет закачивания различного объема воздуха;
- Панели ETFE довольно лёгкие; их крепят зажимами из алюминия, толщиной 2-4 мм;
- К панелям подводятся отводы от воздушных каналов, опоясывающих здание;
- Размеры, степень прозрачности и цвет панелей разнообразны;

2. Сотовый поликарбонат.

Сотовый поликарбонат- это конструкция с продольными ребрами жесткости, которые располагаются между двумя или тремя слоями панели. Структура ячеистая, прямоугольной или треугольной формы; при малом весе обеспечивает довольно высокую прочность. Данный материал обладает очень высокой стойкостью к различным условиям окружающей среды, в том числе и к повышенной влажности.

Температурный режим использования материала зависит от марки, качества сырья и соблюдения технологии производства. Для многих типов панелей показатель температуры составляет от – 40°С до + 120°С. Основные размеры и параметры должны соответствовать нормативным требованиям (табл. 2-3).

Таблица 2

Линейные размеры листов сотового поликарбоната

Характеристики	Единицы измерения	Параметры							
		4	6	8	10	16	16	20	25
Толщина листа	мм	4	6	8	10	16	16	20	25
Количество слоёв		2Н	2Н	2Н	2Н	3Х	3Н	6Н	5Х
Структура сот									
Расстояние между ребрами жесткости	мм	6	6	10,5	10,5	25	16	20	20
Ширина листа	м	2,1							1,2
Минимальный допустимый радиус изгиба	м	0,7	0,9	1,2	1,5	2,4	2,4	3,0	Не рекомендуется
Удельный вес листа	кг/м ²	0,8	1,3	1,5	1,7	2,5	2,8	3,1	3,4
Длина панелей	мм	6000 или 12000 мм (допускается отклонение от номинального размера в 1,5 мм для прозрачных листов и 3 мм для цветных)							

Характеристики сотового поликарбоната

Характеристика	Значение
Вес	0,8-2,7 кг/м ²
Светопропускание	18-82 %
G-factor (солнцепроницаемость)	65 %
Термопластичность	от -40 до +120 °С
Температура плавления	230 °С
Теплопроводность	1,7-3,9 Вт/ (м· °С)
Толщина	от 4 до 250 мм
Срок эксплуатации	20 – 25 лет

Сотовый поликарбонат применяется для остекления большепролетных сооружений, которые нуждаются в хорошем светопротекании и сохранении температуры. Воздушная прослойка данного материала отвечает за теплоизоляцию, но не утяжеляет ее. Кровля из сотового поликарбоната прекрасно пропускает естественное освещение. Конструкция покрытия приобретает такие свойства как: высокая теплоизоляция, легкость, прочность, гибкость, огнестойкость и отсутствие осколков при нарушении его целостности.

Выводы

Из всего этого следует, что использование светопрозрачных покрытий:

1. Сокращает степень потребления энергетических и материальных ресурсов зданиями;
2. Снижает отрицательное действие на природные экосистемы;
3. Формирует социальную необходимость в разработке последних технологий и в сфере возобновляемой энергетики.

Библиографический список

1. СанПиН 2.2.1 / 2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. Санитарные правила и нормы»;
2. Зверев А.Н. «Большепролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий», СПб ГАСУ - 1998 г ;
3. Журнал «ScienceTime», выпуск № 12 (12) / 2014 Статья «Перспектива применения большепролетных светопрозрачных конструкций» ;
4. Современный строительный материал - пленка ETFE. Электронный ресурс <https://ais.by/story/15124>; Дата доступа 1.04.2016.

References

1. SanPiN 2.2.1 / 2.1.1.1076-01 "Hygienic requirements for insolation and sun protection premises of residential and public buildings and areas. Sanitary rules and norms";
2. Zverev A.N. "span structure covering public and industrial buildings", St. Petersburg GASU-1998;
3. «Science Time» magazine, issue number 12 (12) / 2014 The article «Perspective the use of large-translucent constructions»;
4. The modern building material - ETFE film. Electronic resource <https://ais.by/story/15124>; Access Date 01/04/2016.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 621.643.002

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доктор техн. наук, проф., зав. кафедрой
гидравлики, водоснабжения и водоотведения
В.Ф. Бабкин*

*Канд. техн. наук, проф. кафедры гидравлики,
водоснабжения и водоотведения*

Е.В. Дроздов

*Аспирант кафедры гидравлики, водоснаб-
жения и водоотведения*

Е.А. Завалина

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-50-48
e-mail: gidro_kaf@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Dr.Sci., prof., head of chair of hydraulics, water
supply and water disposal*

V.F. Babkin

*Ph. Sci., prof. of chair of hydraulics, water
supply and water disposal*

E.V. Drozdov

*Postgraduate student of chair of hydraulics, wa-
ter supply and water disposal*

E.A. Zavalina

*Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-50-48
e-mail: gidro_kaf@vgasu.vrn.ru*

В.Ф. Бабкин, Е.В. Дроздов, Е.А. Завалина

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИММЕТРИЧНЫХ И АСИММЕТРИЧНЫХ ГИБКИХ БЕТОННЫХ МАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ

Приводятся результаты сравнительного расчетно-теоретического исследования эффективности применения симметричных и асимметричных гибких бетонных матов для защиты подводных переходов трубопроводов через водные преграды. Показано, что устойчивость защитных бетонных матов при воздействии потока воды зависит не только от модели мата, но и от свойств защищаемого грунта.

Ключевые слова: подводные трубопроводы, гибкие бетонные маты, размыв грунта, устойчивость покрытия.

V.F. Babkin, E.V. Drozdov, E.A. Zavalina

COMPARATIVE RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF SYMMETRIC AND ASYMMETRIC FLEXIBLE CONCRETE MATTRESSES FOR THE PROTECTION OF UNDERWATER TRANSITIONS OF PIPELINES THROUGH WATER BARRIERS

The results of the comparative computational and theoretical research of the efficiency of the application of symmetrical and asymmetrical flexible concrete mattresses to protect underwater transitions of pipelines through water barriers are presented in the paper. It is shown that the stability of the protective concrete mattresses under the influence of water flow depends not only on a mattress but also on the properties of the protected soil.

Keywords: underwater pipelines, flexible concrete mattresses, soil erosion, resistance of the coating.

Пересечение водных преград магистральными трубопроводами наиболее часто осуществляют путем строительства подводного перехода. Такие переходы, несмотря на сравнительно небольшой удельный объем в общем объеме строительства магистральных трубопроводов, являются наиболее ответственными сооружениями. Это обусловлено сложностью строительства и ремонта подводных трубопроводов, что предъявляет повышенные требования к качеству выполняемых работ при сооружении подводных переходов.

При проектировании и строительстве подводных переходов должны быть предусмотрены и выполнены специальные мероприятия, которые обеспечили бы надежную, безаварийную эксплуатацию перехода в течение длительного времени. Так, например, необходимо исключить возможность воздействия на трубопроводы льда, плавающего леса, топляка и других предметов, предохранить изоляцию трубопровода от повреждений, обеспечить балластировку или утяжеление трубопроводов, обладающих положительной плавучестью, а также исключить деформацию русла под трубопроводом. Вместе с тем, выполнение заглубления подводных трубопроводов ниже предельного профиля размыва русла часто весьма затруднительно, а при пересечении рек с быстрым течением, сложенных легко размываемыми мелкопесчаными грунтами, практически невозможно. Подводная траншея в этих условиях до укладки трубопровода быстро заносится грунтом. При этом возникает сложная задача обеспечения надежности эксплуатации подводных трубопроводов, прокладываемых выше предельного профиля размыва [1].

Для защиты оголенных или недостаточно заглубленных подводных трубопроводов было предложено [1] использовать гибкое бетонное покрытие. Это покрытие, изготовляемое и серийно поставляемое рядом отечественных и зарубежных компаний, используют также для защиты и укрепления откосов различных гидротехнических сооружений, берегов водоемов и водотоков, опор мостов, акваторий портов, а также при строительстве дорог и в других отраслях народного хозяйства.

Покрытие поставляют в виде универсального гибкого защитного бетонного мата (УГЗБМ), состоящего из набора бетонных блоков 1, соединенных между собой искусственным канатом 2. Периферийные бетонные блоки имеют монтажные петли 3. Бетонные блоки представляют собой двухсторонние усеченные пирамиды, то есть две усеченные прямоугольные пирамиды, соединенные между собой по плоскости общего большого основания в единый монолитный бетонный блок, (смотри рисунок).

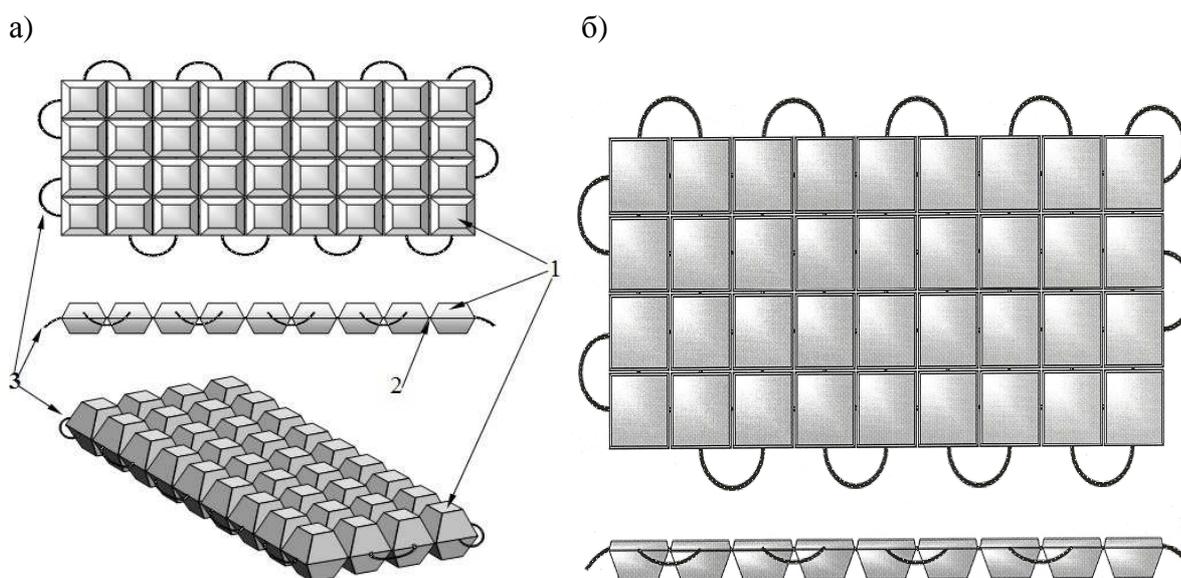


Рис. Универсальный гибкий защитный бетонный мат (УГЗБМ)
а) симметричный; б) асимметричный

В настоящее время серийно выпускают УГЗБМ различных моделей, описание которых представлено в [2,3]. Различные модели УГЗБМ отличаются между собой количеством, размерами и формой входящих в них бетонных блоков. Если угол наклона боковых граней бетонных блоков и высота смежных усеченных пирамид одинакова, то УГЗБМ считается симметричным. Если смежные усеченные пирамиды бетонных блоков имеют различные углы наклона боковых граней или высоту, то УГЗБМ считается асимметричным. Таким образом, серийно выпускаемые в настоящее время симметричные и асимметричные УГЗБМ имеют различные высоты бетонных блоков, различные углы наклона боковых граней и габаритные размеры вершин усеченных пирамид. Вместе с тем, от этих параметров существенно зависит прочность бетонных блоков, гибкость УГЗБМ и устойчивость их под действием потока воды.

Преимуществом использования УГЗБМ для защиты является простота, высокая интенсивность и поточность строительных работ при применении комплексной механизации. Достоинством УГЗБМ является также гибкость конструкции, возможность легкой разборки и сборки всего крепления или замены отдельных полотен. Однако, защищая подводный трубопровод от различных воздействий, УГЗБМ воспринимает все эти действия на себя. Поэтому надежностью работы защиты, выполненной из УГЗБМ, будет определяться надежностью работы и всего подводного перехода трубопровода через водную преграду. В связи с этим, нами были проведены сравнительные расчетно-теоретические исследования эффективности применения симметричных и асимметричных УГЗБМ для защиты русла водотока и их устойчивости к воздействию потока воды.

Для проведения сравнительного анализа из всего спектра производимых серийно моделей УГЗБМ были выбраны две модели: асимметричная модель УГЗБМ-405[3] и симметричная модель УГЗБМ-305[2]. Все основные размеры выбранных для сравнительного анализа УГЗБМ, кроме высот смежных усеченных пирамид и углов наклона боковых граней, полностью совпадают и представлены в табл.1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики УГЗБМ

Наименование характеристики	УГЗБМ-405	УГЗБМ-305
Полностью совпадающие (внешние) характеристики		
Длина УГЗБМ, мм	2746	2746
Ширина УГЗБМ, мм	1226	1226
Высота УГЗБМ, мм	150	150
Габаритные размеры большего общего основания, мм	300×300	300×300
Количество бетонных блоков в УГЗБМ, шт.	36	36
Не совпадающие (производные) характеристики		
Высота одной усеченной пирамиды, мм	30	75
Высота другой усеченной пирамиды, мм	120	75
Масса одного блока УГЗБМ, кг	22,03	25,17
Габаритные размеры одной вершины усеченной пирамиды, мм	260×260	230×230
Габаритные размеры другой вершины усеченной пирамиды, мм	200×200	230×230
Площадь сечения одного бетонного блока УГЗБМ, м ²	0,0384	0,03975
Угол наклона боковых граней одной пирамиды	33,69°	25,02°
Угол наклона боковых граней другой пирамиды	22,62°	25,02°

Для оценки устойчивости УГЗБМ к воздействию потока воды определялись все силы, действующие на отдельный бетонный блок, находящийся в потоке воды на защищаемой поверхности в различных положениях, а именно:

- сила тяжести блока G , приложенная в его центре тяжести и направленная вертикально вниз;
- архимедова подъемная сила F_a , направленная вертикально вверх;
- горизонтальная сила сопротивления F_c , обусловленная гидродинамическим давлением потока воды на бетонный блок;
- сила трения бетонного блока о подстилающий грунт F_m , равная произведению коэффициента трения на силу нормального давления и направленная горизонтально на встречу скорости движения воды.

При этом рассмотрены два предельных условия: защищаемая поверхность легко размываемый грунт, например, илистый или песчаный и трудно размываемый грунт, например, глинистый. На легко размываемом грунте под действием сил тяжести происходит погружение бетонных блоков в грунт, так что над поверхностью грунта возвышается только верхняя усеченная пирамида бетонного блока.

В этом случае к указанной силе трения F_m бетонного блока о подстилающий грунт необходимо прибавить силу пассивного отпора грунта F_0 , определяемую по формуле

$$F_0 = \frac{1}{2} \gamma L t^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) + 2CLt \cdot \operatorname{tg} \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1)$$

где γ – объемный вес грунта,

L – средняя длина погруженной в грунт части бетонного блока;

t – глубина погружения в грунт бетонного блока;

φ – угол внутреннего трения грунта;

C – коэффициент сцепления грунта.

Если маты уложены на глинистый грунт, то погружения бетонных блоков в грунт не происходит, но наблюдается эффект присасывания УГЗБМ к защищаемой поверхности. Этот эффект основан на том, что микродеформация защищаемой поверхности перекрывает все неровности поверхности бетонного блока, плотно прилегающего к защищаемой поверхности. При этом на бетонный блок будет дополнительно действовать сила гидростатического давления воды, направленная вертикально вниз и равная

$$F_r = \gamma_e H S_c, \quad (2)$$

где γ_e – объемный вес воды;

H – глубина воды в потоке;

S_c – площадь соприкосновения бетонного блока с подстилающим грунтом.

Очевидно, что отрыв бетонного блока от дна водотока, скручивание и дрейф полотна УГЗБМ в потоке воды может произойти, если горизонтальная сила сопротивления F_c будет превосходить суммарную силу трения F_m и силу пассивного отпора грунта F_0 . Из этого условия можно определить предельную скорость течения U_{np} , при которой возможен отрыв УГЗБМ от дна водотока, по формуле

$$U_{np} \geq \sqrt{\frac{2}{\rho C_\delta S} [f(G + F_r - F_a) + F_0]}, \quad (3)$$

где ρ – плотность воды;

C_δ – коэффициент сопротивления, зависящий от формы обтекаемого тела и состояния его поверхности;

S – площадь миделевого сечения, то есть площадь сечения тела плоскостью, нормальной к направлению потока;

f – коэффициент трения бетонного блока о подстилающий грунт.

Результаты вычислений основных параметров по указанным выше формулам приведены в табл. 2 и 3.

В табл. 2 расчетные параметры соответствуют матам, уложенным на легко размываемый рыхлый песчано-иловый грунт при заглублении бетонных блоков на всю высоту нижней пирамиды. При расчете предельной скорости потока в этом случае сила гидростатического давления в формуле (3) не учитывалась, а при определении силы пассивного отпора грунта F_0 принимались следующие значения [4]: $\gamma = 22 \text{ кН/м}^3$; $\varphi = 28^\circ$; $C = 4 \text{ кПа}$; $f = 0,35$.

Таблица 2

Результаты вычислений устойчивости УГЗБМ на песчано-иловом грунте

Расчетный параметр	УГЗБМ-305	УГЗБМ-405-120н	УГЗБМ-405-30н
Площадь миделевого сечения, $S, \text{ м}^2$	0,0199	0,0084	0,03
Средняя длина погруженной в грунт части бетонного блока, $L, \text{ м}$	0,265	0,25	0,28
Глубина погружения в грунт бетонного блока, $t, \text{ м}$	0,075	0,12	0,03
Сила тяжести бетонного блока, $G, \text{ Н}$	250	219	219
Архимедова сила, $F_a, \text{ Н}$	103	89	89
Сила пассивного отпора грунта, $F_0, \text{ Н}$	380	505	117
Предельная скорость потока, $U_{np}, \text{ м/с}$	6,97	13,3	3,83

В табл. 3 расчетные параметры соответствуют матам, уложенным на плотный глинистый грунт без заглубления бетонных блоков. В этом случае при расчете предельной скорости потока по формуле (3) не учитывалась сила пассивного отпора грунта, а при вычислении силы гидростатического давления F_r глубина водотока принималась равной: $H=2 \text{ м}$. Коэффициент трения бетонного блока о подстилающий слой в этом случае принят равным [4]: $f = 0,2$.

Таблица 3

Результаты вычислений устойчивости УГЗБМ на плотном глинистом грунте

Расчетный параметр	УГЗБМ-305	УГЗБМ-405-120н	УГЗБМ-405-30н
Площадь миделевого сечения, $S, \text{ м}^2$	0,0398	0,0384	0,0384
Площадь соприкосновения бетонного блока с грунтом, $S_c, \text{ м}^2$	0,0529	0,04	0,0686
Сила тяжести блока, $G, \text{ Н}$	250	219	219
Архимедова сила, $F_a, \text{ Н}$	103	89	89
Сила гидростатического давления воды на блок, $F_r, \text{ Н}$	1038	781	1336
Предельная скорость потока $U_{np}, \text{ м/с}$	4,03	3,6	4,54

В табл. 2 и 3 для асимметричной модели УГЗБМ-405 расчеты приведены при расположении усеченных пирамид бетонных блоков на защищаемом грунте высотой 120 мм и 30 мм, что обозначено соответственно УГЗБМ-405-120н и УГЗБМ-405-30н.

Из результатов проведенных вычислений видно, что асимметричные УГЗБМ-405 более устойчивы к воздействию потока воды, чем симметричные УГЗБМ-305. Однако эта устойчивость существенно зависит от того, какой именно стороной асимметричные маты уложены на защищаемую поверхность.

Выводы

На основании проведенных расчетно-теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Защита подводных переходов трубопроводов через водные преграды гибкими бетонными матами достаточно надежно выдерживает значительные силы давления потока воды, противодействуя эффекту скручивания практически при всех реально существующих скоростях течения равнинных рек.

2. Устойчивость УГЗБМ сдвигу при воздействии на них потока воды существенно зависит от свойств защищаемого грунта и конструктивных особенностей бетонных блоков, поэтому целесообразность использования той или иной модели УГЗБМ для защиты подводного перехода трубопровода через водную преграду должна устанавливаться на основе сравнительного технико-экономического расчета.

3. Использование УГЗБМ для защиты подводного перехода трубопровода через водную преграду повышает надежность работы и значительно увеличивает срок эксплуатации подводного трубопровода.

Библиографический список

1. Бабкин В.Ф. Применение гибких бетонных матов для защиты подводных переходов трубопроводов через водные преграды /В.Ф. Бабкин, Е.В. Дроздов, Е.А. Завалина/ Сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции «Теоретические и прикладные исследования в области естественных, гуманитарных и технических наук»: - Прокопьевск, 2015. – с.192-199.

2. Маты бетонные защитные гибкие универсальные (УГЗБМ). ТУ 5859-001-35842586-2009-Воронеж: ЗАО ППТР «Петр», 2009.-13с.

3.Покрытие бетонное защитное универсальное (ПБЗГУ) ТУ 5859-002-5956714-2012-Воронеж: ООО «Спецпром1», 2012.-15с.

4. СП 38.13330.2012. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения.- М.: Стройиздат, 2012.-116с.

References

1.Babkin V.F. Application of flexible concrete mattresses for the protection of underwater transitions of pipelines through water barriers / V.F. Babkin, E.V. Drozdov, E.A. Zavalina / Collection of works of the All-Russian scientific and practical conference "Theoretical and Applied Researches in the field of Natural, Humanitarian and Technical Science": - Prokopyevsk, 2015. – pages.192-199.

2. Protective flexible universal concrete mattresses. TU 5859-001-35842586-2009-Voronezh: ZAO PPTR «Petr», 2009.-13 pages.

3.Universal protective concrete covering. TU 5859-002-5956714-2012- Voronezh: ООО «Spetsprom1», 2012.-15 pages.

4. SP 38.13330.2012. Loads and stresses on hydraulic engineering structures-M: Stroyizdat, 2012.-116 pages.

Хошиминский технологический университет

Аспирант технического строительного

факультета Х.М.Ч. Нгуен

e-mail: canxius@gmail.com

Вьетнам, г. Хошимин

Хошиминский технологический университет

Кан. тех. наук, Д.Х. Лэ

e-mail: ldhong56@gmail.com

Вьетнам, г. Хошимин

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Аспирант кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения Х.К. Нгуен

Россия, г. Воронеж, тел. +7(952) 950-58-53

e-mail: hcuongsgvn2003@gmail.com

HCM city university of technology

Ph.D.-student, Faculty of Civil Engineering

Thi Minh Trang Nguyen

e-mail: canxius@gmail.com

Viet Nam, Ho Chi Minh City

HCM city university of technology

Ph.D, Le Dinh Hong

e-mail: ldhong56@gmail.com

Viet Nam, Ho Chi Minh City

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal H.C. Nguyen

Russia, Voronezh, tel. +7(952) 950-58-53

e-mail: hcuongsgvn2003@gmail.com

Х.М.Ч. Нгуен, Д.Х. Лэ, Х.К. Нгуен

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОТОКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД МОДЕЛИРОВАНИЕМ

Для моделирования потока подземных водобычно используется метод математических моделей. Модель подземных вод дает возможность прогнозировать изменения или воздействия на подземные водоносные горизонты. Для моделирования потока подземных вод на вьетнамском острове Кон Сон (островной район Кон Дао) вданной работе используется программ GMS 10. На основании данных мониторинга залегания подземных вод, данных добычи подземных вод,с течением времени в сочетании с теорией моделирования потока подземных вод MODFLOW, устанавливается режим, позволяющий оценивать изменения потока подземных вод.

Ключевые слова: Моделитечения подземных вод, программа GMS, MODFLOW.

T.M.T. Nguyen, L.D. Hong, H.C. Nguyen

ASSESSMENT OF CHANGES IN GROUNDWATER FLOW MODELING

To simulate groundwater system, the method using mathematical models is commonly used. Groundwater models have the ability to predict the changes or impacts to groundwater quifers in the future. In this paper, GMS 10. is used to simulate groundwater flow in Con Son Island - Con Dao district. Based on the groundwater level monitoring data, groundwater extraction dataover time combined with theory of groundwater flow modelling MODFLOW, groundwater flow is established, and this is a basis to assess the groundwater flow changes.

Keywords: groundwater model, GMS, Modflow.

Модель потока подземных вод используется для моделирования изменения залегания подземных вод и дебита воды в соответствии с гидрогеологическими условиями. Это дает возможность прогнозировать изменение потока подземных вод на основе изменения давления в водоносных пластах.

Для построения модели потока подземных вод использовалось программное обеспечение GMS (Ground water Modeling System) версии 10, которое представляет собой графическое изображение потока подземных вод [1—3].

Существует два способа построения модели потока подземных вод: с помощью сетки и с помощью концептуальной модели. В данной работе используется второй способ [4—6]. Концептуальная модель, способная изображать систему потока подземных вод в виде карт, блок-схемы, сечений, служит основой для построения цифровых моделей. Суть модели заключается в том, чтобы изобразить реальные данные для наиболее точного моделирования системы подземных вод. Данные в концептуальной модели организованы в виде следующих слоев:

- слой источников - представляет собой границы водоносных горизонтов, формы взаимодействия рек, озер, скважин, колодцев и расход воды из этих источников;
- ареал-слой - показывает гидравлическую проводимость (в горизонтальном и вертикальном направлениях);
- слой отверстий наблюдения (Observation coverages) за уровнем грунтовых вод.

Теоретические основы модели потока подземных вод (MODFLOW). Модель потока подземных вод основана на концептуальном понимании физических проблем. Более поздние модели приобрели математическую форму. Изменение уровня подземных вод может быть представлено следующим уравнением [6]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (1)$$

где K_{xx} , K_{yy} , K_{zz} - гидравлическая проводимость в направлении осей x , y , z (м/сут);

h - высота подземных вод на осях x , y , z (м) в момент времени t ;

$\frac{\partial}{\partial x}$, $\frac{\partial}{\partial y}$, $\frac{\partial}{\partial z}$ - гидравлический градиент в плоскости x , y , z ;

$W = W(x, y, z, t)$ - модули подземного потока (количество перезарядки или эвапотранспирации) в положении (x, y, z) и момент времени t ;

S_s - специфическое хранение или коэффициент хранения;

$S_s = S_s(x, y, z)$, $K_{xx} = K_{xx}(x, y, z)$, $K_{yy} = K_{yy}(x, y, z)$, $K_{zz} = K_{zz}(x, y, z)$ имеют функции, зависящие от пространственного расположения x , y , z .

Движение подземных вод в водоносных горизонтах весьма разнообразно по силу разных причин: различного состава водоносных горизонтов, которые могут быть гомогенными или гетерогенными, изотропными или анизотропными, слоистыми или не слоистыми; непроницаемость юнижних слоев, которые могут быть горизонтальными или наклонными; различной мощности водоносного горизонта, которая может быть стабильной или нестабильной, и др. Таким образом, уравнение потока подземных вод (1) отражает лишь несколько аспектов, упомянутых выше. Тем не менее, можно описать динамику подземных вод в гетерогенной и анизотропной среде и решить проблему движения подземных вод логически. Это уравнение в сочетании с граничными и начальными условиями водоносных горизонтов образует математическую модель потока грунтовых вод. Для решения данного уравнения (1) необходимо найти функцию $h(x, y, z, t)$, удовлетворяющую этому уравнению и граничным условиям. Колебание величины h с течением времени будет определять характер потока, благодаря чему можно вычислить объем водоносных слоев, а также направление потока.

Нахождение аналитической функции $h(x,y,z,t)$ для уравнения (1) часто бывает весьма затруднительно. На самом деле, за исключением лишь немногих случаев, уравнение (1) не может быть решено аналитическими методами.

Модель потока подземных вод острова Кон Сон.

Структура подземных систем исследуемого острова (рис. 1) включает в себя:

- первый слой (неконсолидированные кайнозойские отложения); в силу того, что не существует водоупорный слой между голоценовым и плейстоценовым водоносными горизонтами и литологические составы этих водоносных горизонтов не отличаются друг от друга, голоценовый и плейстоценовый водоносные горизонты могут рассматриваться как первый слой с точки зрения проницаемости. Основные гидрогеологические параметры первого слоя включают в себя: гидравлическую проводимость $K = 7,5$ м/сут и коэффициент залегания $S_s = 0,2$.

- второй слой (мезозойские отложения); включает в себя верхнюю часть раздробленной мезозойской породы, проектной глубины – 50 м ниже уровня моря. Основные гидрогеологических параметры второго слоя включают в себя: гидравлическую проводимость $K = 0,05 \div 0,5$ м/сут и коэффициент залегания $S_s = 0,10 \div 0,12$.

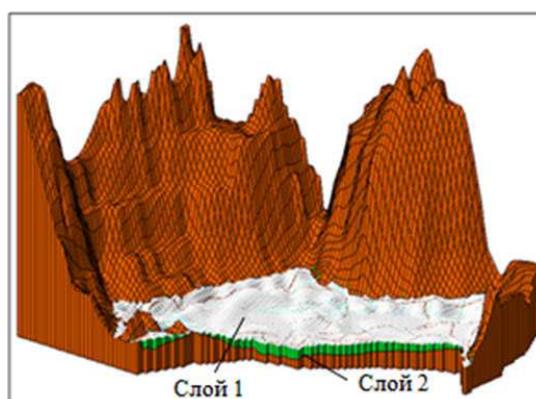


Рис. 1. Картирование исследуемого района

Представим гидравлические характеристики и граничные условия.

Первый слой занимает площадь около 6 км^2 в центре острова Кон Сон, он рассматривается как неограниченный или слабо ограниченный слой с неоднородной проницаемостью. Северные, восточные и западные края первого слоя окружены скалами мезозойской эры, поэтому эти края считаются границей с отсутствием потока (граничный тип II - $Q = 0$). Южный край первого слоя касается моря, основная часть подземных вод острова впадает в море, так что это можно рассматривать как синтетическую границу (граничный тип III - поток подземных вод зависит от высот подземных вод).

Второй слой занимает всю расчетную площадь, рассматривается как напорный слой с неоднородной проницаемостью. Края модели подземных вод расположены вдоль топографического разрыва, так что можно рассматривать их как границу с отсутствующим потоком (граничный тип II - $Q = 0$). Южный край второго слоя так же, как и южный край первого слоя, касается моря, поэтому его можно рассматривать как синтетическую границу (граничный тип III).

Существуют двумерные и трехмерные сетки-модели.

В двумерной сетке (2DGrid) размером 50×50 м площадь модели составляет $12,5 \text{ км}^2$, она разделяется на 80 строк и 102 столбца (рис. 2).

Трехмерная сетка (3DGrid) делится на 80 строк и 102 столбца, в ней 2 слоя, она используется для моделирования пространственной структуры водоносных слоев (рис. 3).

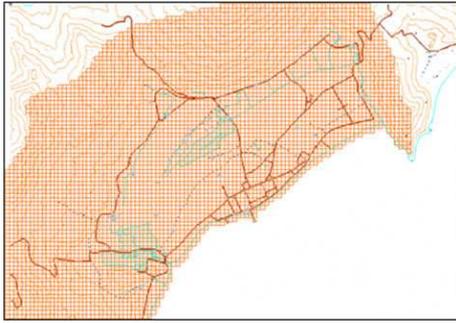


Рис. 2. Двумерная сетка - 2DGrid

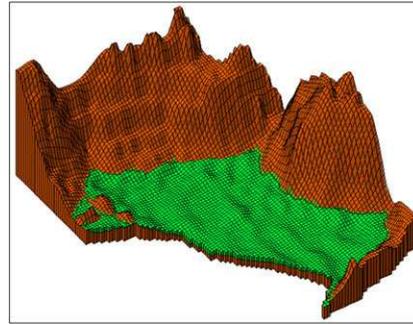


Рис. 3. Трехмерная сетка - 3Dgrid

В данной модели учитывается:

количество эвапотранспирации: начальное значение выбирается в соответствии со среднемесячным количеством осадков по данным метеорологических станций Кон Дао с учетом состояния почвы в каждом регионе, наклоном местности и растительности;

Результаты моделирования потока подземных вод острова Кон Сон

Модель потока подземных вод была откалибрована по расчету 79 шагов (1 месяц/1 шаг) с 10/2005 по 05/2015 с допустимыми погрешностями, представленными ниже, показан уровень доверия модели потока подземных вод острова Кон Сон. Определены результаты поля потока для каждого шага расчета и показаны изменения высот подземных вод между двумя типичными сезонами: сезоном дождей (сентябрь) и сухим сезоном (апрель) за годы, соответствующие 4-м этапам мониторинга.

Оценка результатов

Расчетные результаты моделирования потока подземных вод 12 станций мониторинга показывают динамику изменения плейстоценовых водоносных горизонтов в зависимости от сезона: в сезон дождей за счет пополнения, уровень подземных вод начинает повышаться, достигая максимальных значений в октябре. После достижения максимальных высот в начале сухого сезона, из-за уменьшения количества осадков, глубина заложения подземных вод неуклонно снижалась и достигала минимума с конца апреля по начала июня.

Система эксплуатации подземных вод острова Кон Сон состоит из 20 скважин, расположенных на берегу озера Куанг Чунг со средними потоками экстракции $2162 \text{ м}^3/\text{сут} - 2947 \text{ м}^3/\text{сут}$. Таким образом, в результате эксплуатации высоты подземных вод понижаются, образуя воронку вокруг озера Куанг Чунг, и опускают его уровень. Помимо этого, снижение высот подземных вод происходит в конце сухого сезона из-за отсутствия дождя, сильной эвапотранспирации и естественного дренажа в море.

Результаты калибровки модели потока подземных вод

Уровень доверия модели после корректировки проверен двумя способами:

1. Сравнивается разность значений между абсолютными высотами мониторинга и абсолютными высотами, рассчитанными с помощью моделирования потока подземных вод 12 станций мониторинга. Если значение разницы составляет приблизительно $\pm 1,0 \text{ м}$, то модель считается приемлемой.

2. Уменьшаются типы погрешностей до минимума:

Средняя погрешность (Mean Error - ME):

$$ME = \sum_{i=1}^n (h_{ob.} - h_{sim.})_i / n$$

Средняя абсолютная погрешность (Mean Absolute Error - MAE):

$$MAE = \left(\sum_{i=1}^n |h_{ob.} - h_{sim.}|_i \right) / n$$

Средняя квадратическая погрешность (Root Mean Square Error - RMSE):

$$RMSE = \left[\sum_{i=1}^n (h_{ob} - h_{sim})_i^2 / n \right]^{0.5},$$

где h_{ob} и h_{sim} соответственно высоты мониторинга и расчетные высоты подземных вод.

Выводы

Результаты модели могут использовать при планировании эксплуатации, оценке влияния эксплуатации на мощность подземных вод или при исследовании распространения загрязнений в водоносных горизонтах.

Для повышения уровня доверия модели, рекомендуются выполнять следующие работы:

- регулярно обновлять данные по изменению высот подземных вод с течением времени.
- проводить обзоры статистических данных и обновления статуса эксплуатации подземных вод.
- использовать модели разработанные для оценки и прогнозирования влияния плановой эксплуатации подземных вод и попадания загрязняющих веществ в подземный водоносный горизонт.

Библиографический список

1. Fetter C.W. Contaminant Hydrogeology. New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
2. M. Mackay et al.. A Natural Gradient Experiment on Solute Transport in a Sand Aquifer. 1. Approach and Overview of Plume Movement, Water Resources research, 1986, 22(13):2017-2029.
3. N. Lovanh et al. Guidelines to Determine Site-Specific Parameters for Modeling the Fate and Transport of Monoaromatic Hydrocarbons in Groundwater. University of Iowa, October 2000.
4. Gelhar L. W. Stochastic Subsurface Hydrology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, 1993.
5. Чан Н.Д. Оценка запасов подземных вод в Кон Дао. Наука и техника, Вьетнамский национальный университет, г. Хошимин, Вьетнам, 2009 - С. 80-122.
6. Оценка текущей ситуации и предложение решений для разработки, эксплуатации, использования и комплексного управления водными ресурсами в Кон Дао. Федерация планирования и исследования южных водных ресурсов, 2014.

References

1. Fetter C.W. Contaminant Hydrogeology. New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
2. M.Mackay et al.. A Natural Gradient Experiment on Solute Transport in a Sand Aquifer. 1. Approach and Overview of Plume Movement, Water Resources research, 1986, 22(13):2017-2029.
3. N.Lovanh et al. Guidelines to Determine Site-Specific Parameters for Modeling the Fate and Transport of Monoaromatic Hydrocarbons in Groundwater. University of Iowa, October 2000.
4. L.W. Gelhar. Stochastic Subsurface Hydrology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, 1993.
5. N.D Tran. Assessment of groundwater resources in Con Dao. Science and Technology, Vietnam national university, Ho Chi Minh city, Vietnam, 2009. - p. 80-122.
6. Assessment of the current situation and proposal solutions for the development, operation, use and complex management of water resources in Con Dao. Federation planning and research of the southern water, 2014.

УДК 626.811

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Док. тех. наук, проф. кафедры гидравлики,
водоснабжения и водоотведения*

В.И. Щербаков

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-40-10
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru*

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Аспирант, кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения

З.С.А Аль-Амри.

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(951)541-01-58
e-mail: zaidalamry@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*D.Sc.(Engineerin), Prof. of the Dept. of the
hydraulics water supply and wastewater disposal
V.I. Shcherbakov*

*Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-76-40-10
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water
supply and wastewater disposal*

Z.S.A. Al-Amry.

*Russia, Voronezh, tel. +7(951)541-01-58
e-mail: zaidalamry@mail.ru*

В.И. Щербаков, З. Аль-Амри

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ИРАКЕ

Примерно 5% населения используют для питья высокоминерализованные артезианские воды с высоким уровнем жесткости, сопровождающимися значительными концентрациями хлоридов и сульфатов, без необходимой водоподготовки, что характерно для степных зон Ирака.

Ключевые слова: подземные воды, химический состав.

V.I. Shcherbakov, Z. Al-Amry

ASSESSMENT OF RESERVES AND RESOURCES OF UNDERGROUND WATER IN IRAQ

5% of the population uses drinking highly mineralized artesian water with high levels of stiffness, accompanied by significant concentrations of chlorides and sulfates, without the necessary water treatment, which is typical for steppe zones of Iraq.

Keywords: groundwater, chemical composition.

Страны Ближнего Востока считаются наиболее бедными районами по обеспечению водными ресурсами, в том числе к ним относятся и Ирак. Все имеющиеся запасы пресной воды требуют достаточно сложной очистки. Водные ресурсы всех арабских стран и Египта составляют около 171 км³. В то же время только в Турции водные ресурсы составляют 232 км³. В засушливых и полузасушливых районах, характеризующихся малым количеством осадков и небольшим количеством рек, значительные потери воды приходится на испарение. Учитывая дефицит водных ресурсов в некоторых арабских странах, возрастает добыча и потребление подземных вод. Однако, такой забор воды из подземных источников ведет к их истощению и может привести к полному их исчезновению.

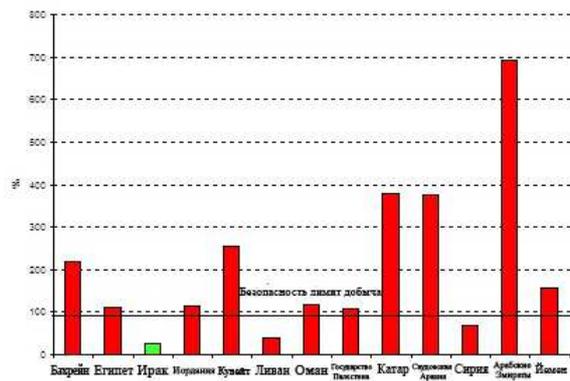


Рис. 1. Использование подземных вод, в % [1]

На рис. 1 показана добыча подземных вод, откуда видно, что все страны, за исключением Сирии, Ирака и Ливана забирают воды меньше возобновляемых ресурсов. Забор воды выше порога возобновления подземных вод характеризуется угрозой их загрязнения и истощения подземных источников.

Подземные воды в Ираке, распределены по территории страны крайне неравномерно. Можно выделить три характерных района по условиям залегания подземных вод их мощности и физико-химическим показателям. На севере Ирака водоносные горизонты, залегающие на глубине 60 - 130 м и сложены из ила, песка, трещиноватого известняка и камня. В Западной Сахаре подземные водоносные горизонты подпитываются в основном за счет воды Евфрата и залегают на глубине от 60 до 300 м, а в некоторых приграничных районах встречаются артезианские воды на глубине около 450 м. В центральных и южных регионах (Багдад, Басра) подземные воды характеризуются высоким содержанием солей и не пригодны без очистки для хозяйственно-питьевых целей и нужд сельского хозяйства [2].

В таблице представлено сравнение концентрации химических элементов в подземных водах Ирака с существующими мировыми стандартами. Из анализа показателей видно, что в Центральном и южном Ираке концентрации калия, натрия, хлоридов и сульфатов значительно превышают нормативы. В западном Ираке концентрация в воде всех рассматриваемых элементов также превышает ПДК [3].

Таблица

Сравнение нормативов ПДК с реальными концентрациями элементов в подземных водах Ирака

Показатели	Максимальная концентрация (мг/дм ³)					
	ВОЗ	РФ	Стандарт Ирака	северный	западный	Центральный и южный
Калий K ⁺	12	50	-	1.5	27.2	156.8
Натрий Na ⁺	200	200	200	58	633	1569
Магний Mg ²⁺	125	85	50	12	176	211
Кальций Ca ²⁺	75	140	50	29	560	360
Хлориды Cl ⁻	250	350	250	60	583	1845
Сульфаты SO ₄ ²⁻	250	500	250	60	1450	1452
Стронций Sr	-	7,0	-	-	46	65
Бор B	0,3	0,5	0,3	-	20	78

Анализ подземных вод Ирака показал, что практически во всех регионах страны вода не отвечает требованиям, предъявляемым к хозяйственно-питьевым водам. Простые методы фильтрования и дезинфекции, также не дают требуемых результатов. Для выполнения санитарных требований по качеству питьевой воды необходимы комплексные решения использования современных технологий и методов очистки подземных вод.

Предлагаемая технологическая схема очистки некондиционных подземных вод для районов их распространения и добычи представлена на рис 2.

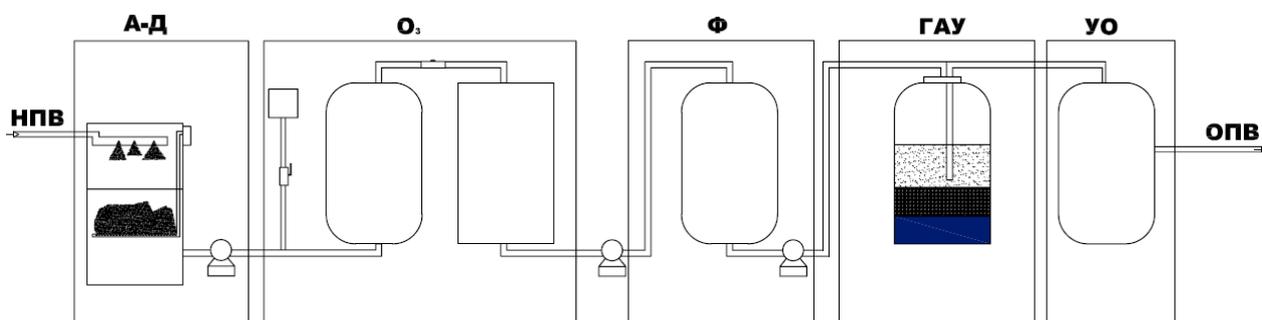


Рис. 2. Технологическая схема очистки некондиционных подземных вод от природных и антропогенных загрязнений:

А-Д – аэрация с дегазацией; O_3 – преозонирование; Ф – фильтрование;
 ГАУ – сорбция на гранулированном активном угле; УО – узел обеззараживания;
 НПВ, ОПВ – некондиционная и очищенная подземная вода соответственно

В предложенной схеме (рис. 2) в аэраторах противоточного типа осуществляется удаление газов (CH_4 , CO_2 , H_2S) в атмосферу, благодаря их чрезвычайно низкому парциальному давлению в воздухе, а также обогащение воды кислородом. При этом изменяется Ок-Red потенциал системы, повышается рН, происходит процесс частичного окисления железа, марганца и ряда металлов, загрязняющих воду. Далее вода подвергается преозонированию с углублением процесса окисления железа, марганца, тяжелых металлов, частично органических соединений, разрушения комплексов железа, причем озон снижает рН, что способствует окислению марганца и части тяжелых металлов, окисляющихся в обычных условиях при более высоких значениях водородного показателя [4].

Таким образом, в результате очистки по базовой схеме происходит удаление растворенных газов (CH_4 , CO_2 , H_2S), обезжелезивание, деманганация, снижение цветности, концентрации тяжелых металлов, аммонийного азота и антропогенных органических загрязнений. Интегральный санитарный показатель по классам токсичных загрязнений меньше 1. Вода по физико-химическому составу отвечает СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Выводы

1. В результате проведенного сравнительного анализа состава подземных вод страны с международными стандартами видно, что подземные запасы воды, в северном регионе пригодны для хозяйственно-питьевых нужд и для сельскохозяйственного использования. Вода в Западной Сахаре по результатам лабораторных исследований имеет повышенную жесткость и рН. Тем не менее, по сравнению с международными стандартами, грунтовые воды не пригодны для хозяйственно-питьевых нужд, но могут быть использованы для орошения сельскохозяйственных угодий. Результаты анализов воды в южном регионе показывают высокое содержание солей К, Na, Ca, Mg, Sr, B, а также хлоридов и сульфатов.

2. Наиболее эффективными методами удаления антропогенных загрязнений из подземных источников воды в Ираке являются: аэрация, дегазация и биосорбция в биореакторах, озонирование с последующей адсорбцией и биосорбцией, ультрафиолетовое облучение для обеззараживания воды.

Библиографический список

1. <http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=166>
2. Akanda, A., Freeman, S. and Placht, The Tigris-Euphrates River Basin:Mediating a Path Towards Regional Water Stability. М. 2007.
3. Yavuz, Ercan. 2008. Turkey, Iraq, Syria to initiate water talks. Today's Zaman 12/03/2008
4. Щербakov В.И., Аль-Амри З.С.А. Методы фторирования воды городских водопроводов. Материалы 8-ого межд. Науч. Практ. Конф.; красная Поляна, г. Сочи, 2014/Юж.-Ро. гос. Политехн ун-т. (НПИ).- новочеркасск: Ли, 2014.- С. 56-59.

References

1. <http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=166>
2. Akanda, A., Freeman, S. and Placht, The Tigris-Euphrates River Basin:Mediating a Path Towards Regional Water Stability. М. 2007.
3. Yavuz, Ercan. 2008. Turkey, Iraq, Syria to initiate water talks. Today's Zaman 12/03/2008
4. Shcherbakov V. I., al-Amri, Z.S.A. Methods of water fluoridation of city water supply systems. Proceedings of the 8th int. Scientific. Practical. Conf.; Krasnaya Polyana, Sochi, 2014/South.-Ro. state Polytechnical University (NPI).- Novocherkassk: Lee, 2014.- P. 56-59.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Док. тех. наук, проф. кафедры гидравлики,
водоснабжения и водоотведения*

В.И. Щербаков

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-40-10

e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет*

*Аспирант, кафедры гидравлики,
водоснабжения и водоотведения*

Б.М. Кулмедов.

Россия, г. Воронеж,

e-mail: bttm.bega@mail.ru

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*D.Sc.(Engineering), Prof. of the Dept. of the
hydraulics water supply and wastewater
disposal V.I. Shcherbakov*

Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-76-40-10

e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water
supply and wastewater disposal*

B.M. Kulmedov

Russia, Voronezh,

e-mail: bttm.bega@mail.ru

В.И. Щербаков, Б.М. Кулмедов

СПОРНЫЙ ГИДРОУЗЕЛ НА РЕКЕ ВАХШ: РОГУНСКАЯ ГЭС

В статье освещается история и современное состояние строительства Рогунской ГЭС на реке Вахш, анализируются экологические и экономические проблемы между Таджикистаном и странами нижнего течения реки Амударья, связанные с возведением данного гидроузла. Предлагается ряд решений и выводов по указанным проблемам.

Ключевые слова: Рогунская ГЭС, Рогунское водохранилище, река Амударья, Центральная Азия, гидроузел, выработка электроэнергии, водоснабжение, социально-экономические интересы.

V.I. Shcherbakov, B.M. Kulmedov

CONTROVERSIAL HYDROSYSTEM ON THE VAKHSH RIVER: ROGUN HPP

This article considers history and current situation of construction of Rogun hydropower plant on the Vakhsh River and analyzes environmental and economic problems between Tajikistan and downstream countries of the Amu Darya river, which are related to the construction of the given hydrosystem. Several solutions and conclusions about that problem are suggested.

Keywords: Rogun HPP, Rogun reservoir, Amu Darya river, Central Asia, hydrosystem, generation of electricity, water supply, social and economic interests.

Водная проблема в трансграничных реках Центральной Азии, то есть недостатки водных ресурсов и ухудшение их качества в основном заключаются в том, что имеющиеся водные запасы приемлемого качества не используются рационально, что в результате вызывает серьезные политические, экономические и социальные трудности. В связи с этим на сегодняшний день в разных районах мира возникают конфликты при строительстве новых гидроузлов, реконструкции и техническом перевооружении работающих ГЭС.

Рогунский гидроузел располагается на реке Вахш, слияние которой с рекой Пяндж образует реку Амударья. Средний многолетний сток реки Вахш составляет $20,1 \text{ км}^3/\text{год}$, а запланированный объем Рогунского водохранилища $13,3 \text{ км}^3$ [1, 2].

В 1974 году Госстроем СССР был принят технический проект Рогунской ГЭС, разработанный в Среднеазиатском отделении института «Гидропроект» г. Ташкент. Подготовительные работы по строительству Рогунского гидроузла начались в 1976 году. Окончательное решение о строительстве было принято в 1980 году, а основные строительные работы начались в 1982 году, но были временно прекращены в начале 1990-х годов после распада СССР из-за приостановки финансирования и в связи с гражданской войной в Таджикистане. В 1993 году в регионе произошло наводнение, во время которого деривационные туннели гидроузла были заблокированы, а перемычка подверглась разрушению. В 2008 году строительство гидроузла возобновилось за счет внутренних финансовых средств республики Таджикистан (продажа облигаций населению), но затем вновь было прервано по причине бюджетного дефицита [3-5].

Проектная мощность Рогунской ГЭС, являющейся первой ступенью Вахшского каскада, составляет 3600 МВт. Проектом Рогунской ГЭС предусмотрена установка 6 гидроагрегатов мощностью 600 МВт каждый; планируемый годовой объем выработки электроэнергии – 13,1 ТВт.ч. Рогунская ГЭС расположена на реке Вахш, впадающей в Амударью. Объем плотины рассчитывается примерно на $13,5 \text{ км}^3$, а высота – на 335 м, благодаря чему данная плотина станет одной из самых высоких в мире [6-7].

Сооружение Рогунской ГЭС планируется проводить в два этапа. На первом будет построена плотина с водохранилищем до нормального подпорного уровня (НПУ) 1100 м, которая обеспечит дополнительную выработку 0,45 млрд кВт.ч на действующих гидроэлектростанциях Вахшского каскада. В дальнейшем предусматривается постепенное наращивание плотины до НПУ 1180 м с установкой двух агрегатов общей мощностью 800 МВт. В этом случае, осуществляя многолетнее регулирование стока реки Вахш, Рогунская ГЭС способна производить до 5,6 млрд кВт.ч в год. На расположенном ниже каскаде гидроэлектростанций возможна выработка дополнительной электроэнергии в объеме 0,7 млрд кВт.ч в год. Общая стоимость строительства Рогунской ГЭС оценивается приблизительно в 2,5-3 миллиарда долларов [8, 9].

По разным причинам строительство этого гидроузла до сих пор не закончено. При этом отношение нижерасположенных стран реки Амударья к этому проекту по большей части является негативным. В начале строительства Рогунского гидроузла основной целью было обеспечение населения водой для сельскохозяйственных нужд. Однако сегодняшнее правительство Таджикистана намеревается использовать гидроузел в основном для выработки гидроэлектроэнергии. В результате столкновения интересов между Таджикистаном и странами нижнего течения реки Амударья возникает конфликтная ситуация. Особенно возражает против строительства Рогунской плотины правительство Узбекистана, утверждая, что сокращение воды в реке Амударья может привести к потере 2 % ВВП и сокращения до 300 тыс. рабочих мест [10, 11].

У стран нижнего течения реки Амударья возникает озабоченность заполнением водохранилища, хотя таджикская сторона утверждает, что наполнение будет происходить в рамках водохозяйственных соглашений между прибрежными странами реки Амударья. В соответствии с требованиями строительства высокой плотины, нельзя заполнить водохранилище в ускоренном темпе. Более того, опыт строительства Нурекского гидроузла показывает, что продолжительность возведения плотины таких размеров достигает 15 лет.

Другая серьезная проблема — это расположение Рогунского водохранилища в сейсмически активной зоне. Водохранилище находится в горных хребтах Вахшского тектонического разлома, который соприкасается с Южным Тянь-Шаньским разломом. Сейсмическая опасность региона считается самой высокой среди стран Центральной Азии [12].

По сведениям геологической службы США и экспертов из Таджикистана, сильные землетрясения в Таджикистане имеют место в среднем раз в 4 года, а разрушительные - каждые 10-15 лет. Следовательно, высота плотины и объем водохранилища неизбежно увеличат сейсмическую уязвимость данного региона [12].

Обозначив ряд важных проблем, связанных со строительством Рогунского гидроузла, сделаем некоторые выводы.

1) Строительство и эксплуатация Рогунского гидроузла должны учитывать социально-экономические интересы населения и обеспечивать благоприятные условия (в том числе экологические) для жизнедеятельности человека, производства электроэнергии, надежного водообеспечения населенных пунктов и промышленных предприятий, защиты территорий от затопления и подтопления, для высокой продуктивности рыбного хозяйства и экологических систем водоемов, водоохраных зон и прибрежных территорий; для создания рекреационных зон и укрепления берегов рек и водохранилищ с целью предотвращения их разрушения.

2) Все водохозяйственные конструкции, влияющие на режим реки Амударья, до начала проектирования и строительства должны быть рассмотрены независимой комиссией ООН с целью минимизации конфликта интересов приречных стран.

3) Рогунский гидроузел и его инфраструктура (ГЭС, водохранилища, плотина, системы инженерной защиты территорий и т. п.) должны находиться под управлением независимой комиссии, состоящей из представителей стран бассейна реки Амударья.

4) Возрождение системы взаимозависимости энергетических и ирригационных сооружений в бассейне реки Амударья, как и в советский период, будет способствовать защите интересов всех стран региона.

Библиографический список

1. Rakhimov S., Kamolidinov A. From the Aral to Rogun: the water situation in the Amudarya basin today. *Central Asia & the Caucasus*. 2014. Vol. 15. Issue 1. P. 159-177.

2. Кулмедов Б., Щербачев В.И. Водные ресурсы Афганистана: современное состояние и перспектива // Яковлевские чтения: научно-техническая конференция, сборник докладов. М., 2015. С. 66-69.

3. Второй обзор результативности экологической деятельности Таджикистана. Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединённых Наций. ECE/CEP/163. Серия обзоров результативности экологической деятельности Выпуск № 33. Нью-Йорк и Женева, 2013. 310 с.

4. Лихачева А.Б. Российско-европейские отношения в урегулировании водно-энергетической проблемы Центральной Азии в среднесрочной перспективе. Вестник Международных Организаций. Т. 9. № 3 (2014). С. 47-63.

5. Мустаева Н., Виес Г., Мор Б., Каюмов А. Таджикистан: Ситуационный анализ социально-экономического развития в условиях изменения климата. Региональный экологический центр Центральной Азии. Август, 2015. 68с.

6. Jeuland, M. Social discounting of large dams with climate change uncertainty. *Water Altern*. 2010. Vol.3. P. 185-206.

7. Eshchanov Bahtiyor R., Mona Grinwis Plaat Stultjes, Salaev Sanaatbek K., Eshchanov Ruzumboy A. Rogun Dam – Path to Energy Independence or Security Threat? // *Sustainability*. 2011. Vol.3. P. 1574-1592.

8. Таджикистан: углубленный обзор энергоэффективности. Секретариат энергетической хартии. Брюссель, 2013. 116 с.

9. Валаматзаде Т. Энергетика Таджикистана: настоящее и ближайшее будущее. *Центральная Азия и Кавказ* № 1(55). 2008. с 104-113.

10. Corbacho F. "We Suffered When We Came Here" Rights Violations Linked to Resettlements for Tajikistan's Rogun Dam. Human Rights Watch report. United States of America. June, 2014. 132 p.
11. Jalilov Shokhrukh-Mirzo, Amer Saud A. & Ward Frank A. Reducing conflict in development and allocation of transboundary rivers // *Eurasian Geography and Economics*. 2013. Vol. 54. Issue 1. P. 78-109.
12. Askarov M. "The Significance of Being Downstream: Uzbek Concerns Over the Rogun Dam" In *Disaster by Design: The Aral Sea and its Lessons for Sustainability*. Published online: 10 Mar 2015. P. 65-74. URL: [http://dx.doi.org/10.1108/S0196-1152\(2012\)0000020014](http://dx.doi.org/10.1108/S0196-1152(2012)0000020014) (дата доступа: 16.02.2016)

References

1. Rakhimov S., Kamolidinov A. From the Aral to Rogun: the water situation in the Amu darya basin today. *Central Asia & the Caucasus*. 2014. Vol. 15. Issue 1. P. 159-177.
2. Kulmedov B. Shcherbakov V.I. Water resources of Afghanistan: the current state and prospects // *Yakovlevsky reading: scientific and technical conference, collection of reports*. Moscow, 2015. P. 66-69.
3. Second Environmental Performance Review of Tajikistan. European Economic Commission of the United Nations. ECE / CEP / 163. A series of Environmental Performance Review Issue number 33. New York and Geneva, 2013. 310 p.
4. Likhacheva A.B. Russian-European relations in the settlement of water-energy problems of Central Asia in the medium term. *Bulletin of international organizations*. T. 9. Vol. 3 (2014). P. 47-63.
5. Mustaeva N., Weiss G., Mohr B., Kayumov A. Tajikistan: Situational analysis of the socio-economic development under conditions of climate change. Regional Environmental Centre of Central Asia. August, 2015. 68 p.
6. Jeuland, M. Social discounting of large dams with climate change uncertainty. *Water Altern*. 2010. Vol. 3. P. 185-206.
7. Eshchanov Bahtiyor R., Mona Grinwis Plaat Stultjes, Salaev Sanaatbek K., Eshchanov Ruzumboy A. Rogun Dam – Path to Energy Independence or Security Threat? // *Sustainability*. 2011. Vol. 3. P. 1574-1592.
8. Tajikistan: depth review of energy efficiency. Secretariat of Energy Charter. Brussels, 2013. 116 p.
9. Valamat Zade T. Energetics of Tajikistan: present and the near future. *Central Asia & Caucasus*, Vol. 1 (55). 2008. P. 104-113.
10. Corbacho F. "We Suffered When We Came Here" Rights Violations Linked to Resettlements for Tajikistan's Rogun Dam. Human Rights Watch report. United States of America. June, 2014. 132 p.
11. Jalilov Shokhrukh-Mirzo, Amer Saud A. & Ward Frank A. Reducing conflict in development and allocation of transboundary rivers // *Eurasian Geography and Economics*. 2013. Vol. 54. Issue 1. P. 78-109.
12. Askarov M. "The Significance of Being Downstream: Uzbek Concerns Over the Rogun Dam" In *Disaster by Design: The Aral Sea and its Lessons for Sustainability*. Published online: 10 Mar 2015. P. 65-74. URL: [http://dx.doi.org/10.1108/S0196-1152\(2012\)0000020014](http://dx.doi.org/10.1108/S0196-1152(2012)0000020014) (дата доступа: 16.02.2016)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет Док. тех. наук, проф. кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения

В.И. Щербаков

Россия, г. Воронеж, тел. +7(980) 345-99-00

e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Аспирант кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения Х.К. Нгуен

Россия, г. Воронеж, тел. +7(952) 950-58-53

e-mail: hcuongsgvn2003@gmail.com

Хошиминский университет природных ресурсов и окружающей среды,

Преподаватели факультета окружающей среды В.Ш. Нгуен

e-mail: nguyensungme@gmail.com

Н.Т. Нгуен

e-mail: nghiepdzu@gmail.com

Хошиминский технологический университет

Аспирант технического строительного факультета Х.М.Ч. Нгуен

e-mail: canxius@gmail.com

Вьетнам, г. Хошимин

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

D.Sc.(Engineerin), Prof. of the Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal V.I. Shcherbakov

Russia, Voronezh, tel. +7 7(980) 345-99-00

e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal H.C. Nguyen

Russia, Voronezh, tel. +7(952) 950-58-53

e-mail: hcuongsgvn2003@gmail.com

Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment,

Lecturer of Faculty of Environment Van Sung Nguyen

e-mail: nguyensungme@gmail.com

Ngoc Thiép Nguyen

e-mail: nghiepdzu@gmail.com

HCM city university of technology

Ph.D.-student, Faculty of Civil Engineering Thi Minh Trang Nguyen

e-mail: canxius@gmail.com

Viet Nam, Ho Chi Minh City

В.И. Щербаков, Х.К. Нгуен, В.Ш. Нгуен, Н.Т. Нгуен, Х.М.Ч. Нгуен

ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ХОШИМИН И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Статья посвящена проблеме восстановления и реконструкции городской водопроводной сети на примере сети водоснабжения района Тху Дык г. Хошимин. Утверждается, что необходимо плановое техническое обслуживание или замена участков сети со старыми трубами. Изменение шероховатости внутренней поверхности трубопроводов в зависимости от срока эксплуатации, не гарантирует достоверность результатов гидравлического расчета и отличается от реальных данных измерений расхода и давления на участках сети.

Ключевые слова: водоснабжение, водопроводная сеть, гидравлический расчет, коэффициент шероховатости, потери напора.

V.I. Shcherbakov, H.C. Nguyen, V.S. Nguyen, N.T. Nguyen, T.M.T. Nguyen

PROBLEMS OF WATER SUPPLY OF HO CHI MINH CITY AND SOLUTIONS

The article is devoted to the rehabilitation and reconstruction of urban water supply network on the example of the water supply network of Thu Duc district,

Ho Chi Minh City. It is argued that the necessary of routine maintenance and replacement of parts of the network with the old pipes. Changing of the roughness coefficient of pipelines internal surface depending on the age, does not guarantee the accuracy of the results of hydraulic calculation and differs from the real of measurement data in flow and pressure on network.

Keywords: water supply, water supply network, hydraulic calculation, roughness coefficient, pressure loss.

В 1975 году после окончания войны произошло объединение Северного и Южного Вьетнама и страна приобрела территориальную целостность. В нынешнем Хошимине (бывшем Сайгоне) до сих пор сохранилась и по-прежнему используется коммунальная инфраструктура (в том числе система водоснабжения), построенная американцами ещё до 1975 года. На схеме генерального плана водоснабжения, созданного в 60-х годах XX века (рис. 1) [1], можно увидеть, что система водоснабжения функционировала только в центре города, на территории площадью около 170 км², в то время как население всего города составляло 2 млн. человек. Сегодня в Хошимине проживает более 10 млн. человек, большая часть населения в основном проживает на площади около 600 км² [2].

Таким образом, для полного удовлетворения нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения требуется большой объём транспортирования и распределения воды по сетям трубопроводов. Текущее потребление воды составляет 1,6 млн.м³ в сутки [6]. Такой объём воды удовлетворяет приблизительно 60% необходимого количества воды для бытовых нужд без учета потребностей воды для промышленных предприятий.

Некоторые городские насосные станции работают не на полную мощность из-за недостаточной пропускной способности трубопроводной сети. Многие жители города не получают достаточного объёма воды из системы водоснабжения, поэтому они часто вынуждены параллельно использовать водопроводную и подземную воду из собственных скважин. Между тем потери воды в городской системе водоснабжения остаются высокими – более 30%.

Есть много причин, из-за которых падает давление воды в сети. Например, наличие сети труб с множеством тупиковых участков; низкий коэффициент шероховатости (С), зависящий от материала и возраста труб; коррозионные и биологические отложения; большое количество утечек, места которых не обнаружены до сих пор; несанкционированные подключения; нерегулярная промывка старых труб; недостаточный диаметр распределительных труб и др. [4, 5].

Цель данной статьи – рассмотреть влияние старых участков водопроводной сети на давление воды в системе водоснабжения одного из районов Хошимина – Тху Дык.

Как мы уже отмечали ранее, на ветхих участках, где трубы с трещинами, свищами и другими повреждениями, в часы максимального водоразбора и при повышении давления в сети, потери воды существенно увеличиваются [3]. Стальные и чугунные трубопроводы имеют коррозионные и органические отложения на внутренних стенках труб, что приводит к существенному уменьшению их пропускной способности и увеличению сопротивления трубопровода.

В этом районе транзитные и распределительные трубопроводы в основном изготовлены из бетона, футерованного изнутри сталью, чугуна и стали. Они проложены в период с 1960 по 2015 г., их диаметр составляет 100 – 2000 мм (рис.1).

Потери напора в водопроводной сети зависят от диаметров и материала труб, длин участков, шероховатости стенок на расчетных участках и определяются по известной формуле Hazen-Williams

$$h = \frac{KL}{D^{4,87}} \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85}$$

где h – потери напора, м; С – коэффициент шероховатости Hazen-Williams; D – диаметр трубы, м; L – длина трубы, м; К – константа (10,67); Q – расход (м³/с).



Рис. 1. Прокладка трубопроводов (двухслойные бетонные трубы, футерованные стальной трубой) диаметром 2000 мм от насосной станции Тху Дык (1966 г.) [1]

Зависимость потерь напора от коэффициента шероховатости для труб различных диаметров (рис. 2, 3).

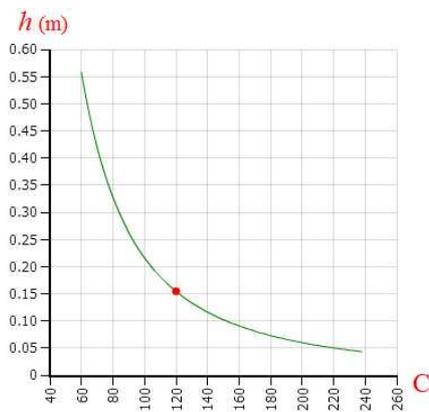


Рис. 2. $D=0.4$ м; $Q=0.05$ м³/с; $L=300$ м; $C=120$.

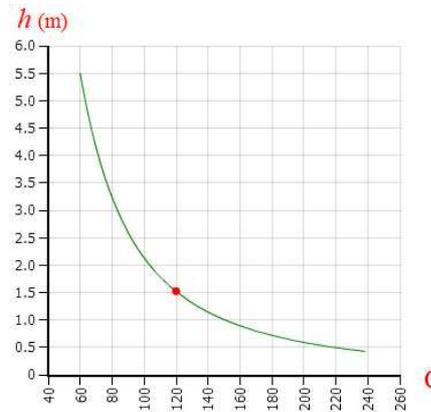


Рис. 3. $D=0.25$ м; $Q=0.05$ м³/с; $L=300$ м; $C=120$.

Из графиков (рис 2, 3) видно, что разница между потерями напора для труб диаметром 0.4 м и 0.25 м отличается в 10 раз, при одинаковых условиях. Поэтому трубы больших диаметров будут обладать значительным преимуществом по потерям напора по сравнению с трубами меньшего диаметра.

В качестве примера рассмотрим участок магистральной сети с подключенными тупиковыми трубопроводами диаметром от 50 до 150 мм и длиной до 1000 м. На таких участках значительно возрастают потери напора по длине и удалённые потребители не получают достаточного количества воды и под необходимым напором [7, 10].

Понятно, что внутренняя поверхность трубы бывает не совсем гладкая. Значительная шероховатость стенок приводит к большему ограничению потока; показатель шероховатости внутренней поверхности трубы выражается параметром e (рис. 4) [11]. На характеристику потока воды в трубопроводе влияет не только значение шероховатости, но и диаметр труб.

Гидравлический расчёт кольцевой водопроводной сети района Тху Дык проводился по программе Bentley WaterGEMS V8i. Расчет позвол получить гидравлические параметры на участках сети во время максимального водопотребления.

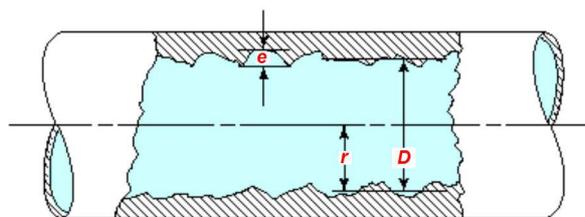


Рис. 4. Средняя высота (e)

На пьезокarte напора в узлах сети перед изменением коэффициента шероховатости (C) (рис. 5,а) как видно, что в фиолетовой зоне напор воды меньше 10 м, значить распределительной сети водопотребление может быть обеспечено только до 2-го этажа (в 8 ч), а в апельсиновой зоне даже вода не течет с напором меньше 1м.

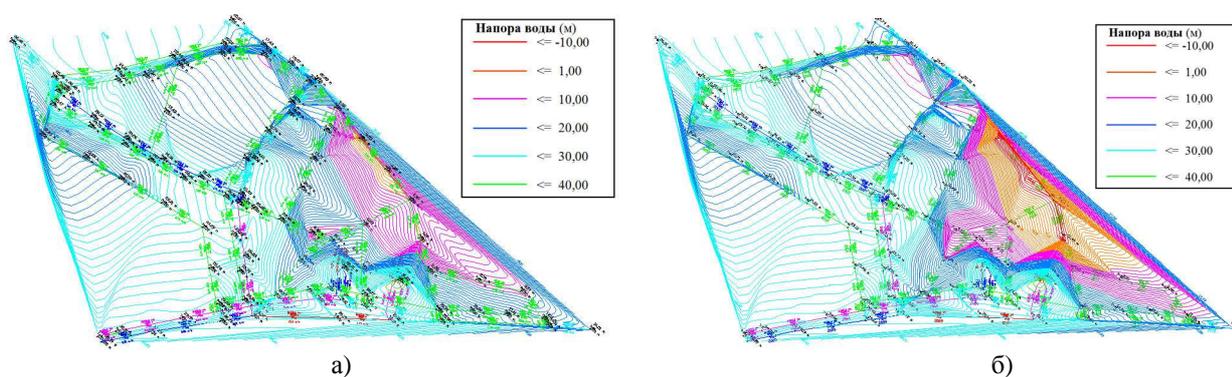


Рис. 5. Пьезокarta напора в узлах сети перед и после изменения коэффициента шероховатости (C) (в час максимального водопотребления)

После изменения коэффициента шероховатости (C) в период максимального водопользования, пьезокarta напора сети показывает, что площадь фиолетовой и апельсиновой зон увеличивались(рис. 5,б). В этом случае можно сказать, что система водоснабжения города не обеспечивает необходимое давление и требуемое количество воды. Если же в этом время происходит параллельно пожар тушения.

Выводы

1. Применение реального коэффициента шероховатости при гидравлическом расчете труб бывших в эксплуатации, дает результат более соответствующий действительности, что, в свою очередь, доказывает необходимость и важность регулярного технического обслуживания и замены трубопроводов при реконструкции и проектировании будущей системы водоснабжения.

2. Рекомендуется изменять планировку прокладки трубопроводов в соответствии с развитием города и водопроводных сетей, с правильным подбором диаметров труб, учитывая, что малый диаметр труб позволяет уменьшить первоначальные инвестиционные затраты, но приводит к увеличению эксплуатационных затрат в будущем.

3. Следует ограничить длину участков водопроводной сети с диаметром труб < 150 мм, что позволяет снизить потери напора и способствует повышению надежности системы водоснабжения.

Библиографический список

1. “Сайгон” Прокладка бытового трубопровода. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/13476480@N07/sets/72157654626211363>.
2. Главное статистическое управление Вьетнам – 2015. http://vi.wikipedia.org/wiki/Thành_phố_Hồ_Chí_Minh.
3. SAWACO-water supply company SAIGON (2012). <http://www.thanhvien.com.vn/chinh-tri-xa-hoi/that-thoat-nuoc-tai-tphcm-moi-ngay-mat-3-ti-dong-489041.html>
4. Щербаков В.И. Городской водопровод .Воронеж: Воронежский гос. арх. – строит. университет, 2000, - 240 с.
5. Елецких В.Л, Щербаков В.И. Вода и люди.Воронеж, ООО «Творческое объединение Альбом», 2004. 248 с.
- 6.TCVN 33–2006.WaterSupply – Distribution System and Facilities–Design Standard. 2006. 190 с.
- 7.Щербаков В.И, Нгуен Х.К. К расчету системы водоснабжения района Тху Дык г. Хошимин. Научный вестник ВГАСУ. Высокие технологии.Экология. 2015. №1. С. 155–159.
8. Щербаков В.И, Нгуен Х.К. Проблемы водоснабжения крупных городов Вьетнама. Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2015. №2. С. 49–56.
9. Нгуен Х.К. Расчет и проектирование водопроводных сетей на WaterCAD. Научный вестник ВГАСУ. Студент и наука. 2008. №4. С. 131–134.
10. Щербаков В.И, Панов М.Я., Квасов И.С. Анализ, оптимальный синтез и реновация городских систем водоснабжения и газоснабжения. Воронеж: ВГАСУ, 2001. 291 с.
11. David Connell. HazenWilliams C factor assessment in an operational irrigation pipeline. Montreal: Agricultural and Biosystems Engineering McGill University, 2001. 129 с.

References

1. "Saigon" Laying of domestic pipeline // Flickr. <https://www.flickr.com/photos/13476480@N07/sets/72157654626211363>.
2. General Statistical Office Viet nam – 2015. http://vi.wikipedia.org/wiki/Thành_phố_Hồ_Chí_Minh.
3. SAWACO-water supply company SAIGON (2012). <http://www.thanhvien.com.vn/chinh-tri-xa-hoi/that-thoat-nuoc-tai-tphcm-moi-ngay-mat-3-ti-dong-489041.html>
4. V.I. Shcherbakov. City water. Voronezh: Voronezh st.arch.civ.un. 2000 - 240 sec.
5. V.L. Eletsikh, V.I. Shcherbakov. Water and People. Voronezh, LTD « Creative Association Album», 2004, – 248 sec.
- 6.TCVN 33–2006.WaterSupply – Distribution System and Facilities–Design Standard.2006. 190 с.
7. V.I. Shcherbakov, H.C. Nguyen. K raschetu sistemy vodosnabzheniya rayona Tkhu Dyk g. Khoshimin [The calculation of water supply district Thu Duc ho chi minh city]. Nauchnyy vestnik VGASU. Vysokie tekhnologii. Ekologiya [Scientific Herald of VGASU, Hightech. Ecology], 2015,no. 1, pp. 155–159.
8. V.I. Shcherbakov, H.C. Nguyen. Problemy vodosnabzheniya krupnykh gorodov V'etnama [Problems of water supply large cities of Vietnam]. Nauchnyy vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arkhitektura [Scientific Herald of VGASU. Construction and architecture], 2015, no. 2,pp. 49–56.
9. H.C. Nguyen. Calculation and design of water distribution networks in the WaterCAD. Voronezh: Voronezh st.arch.civ.un. – 2008 - №4 –P. 131-134.
10. V.I. Shcherbakov, M.Y. Panov, I.S. Kvasov. Analiz, optimal'nyy sintez i renovatsiya gorodskikh sistem vodosnabzheniya i gazosnabzheniya [The analysis, optimal synthesis and renovation of city water supply and gas supply].Voronezh,VGASU Publ., 2001, 291 p. (in Russian)
11. David Connell. HazenWilliams C factor assessment in an operational irrigation pipeline. Montreal: Agricultural and Biosystems Engineering McGill University, 2001. 129 с.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры жилищно-коммунального хозяйства Т.В. Щукина
Студент института инженерных систем в строительстве С.А. Антипов
Аспирант кафедры жилищно-коммунального хозяйства Н.В. Кузнецова
Студент института инженерных систем в строительстве А.А. Прокопенко
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (903) 8-59-15-73
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of housing and communal services Dept. T.V. Shchukina
Student of institute of engineering systems in construction S.A. Antipov
Graduate student of housing and communal services Dept. N.V. Kuznetsova
Student of institute of engineering systems in construction A.A. Prokopenko
Russia, Voronezh, tel. +7 (903) 8-59-15-73
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.*

Т.В. Щукина, С.А. Антипов, Н.В. Кузнецова, А.А. Прокопенко

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫБОРА

Анализируются индивидуальные теплогенерирующие установки малой мощности, предназначенные для малоэтажных зданий и потребляющие различные виды топлива. Для их сравнительной оценки предложено использовать полезную теплоту, получаемую с одного кг условного топлива. При отсутствии доступа к природному газу целесообразно использовать котлы, работающие на мелкозернистом топливе и пеллетах, так как можно организовать автоматическую загрузку. Наиболее перспективным является использование биогаза, если существует предрасположенность к его получению.

Ключевые слова: индивидуальные теплогенерирующие установки малой мощности, пеллеты, биогаз.

T.V. Shchukina, S.A. Antipov, N.V. Kuznetsova, A.A. Prokopenko

THE INDIVIDUAL HEATGENERATING INSTALLATIONS: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS OF THE CHOICE

The individual heatgenerating installations of low power intended for low buildings and consuming different types of fuel are analyzed. For their comparative assessment it is offered to use the useful warmth received from one kg of conditional fuel. In the absence of access to natural gas it is expedient to use coppers, working at fine-grained fuel and pellets as it is possible to organize automatic loading. The most perspective is biogas use if there is a predisposition to his receiving.

Keywords: the individual heatgenerating installations of low power, pellets, biogas.

Значительная часть населения РФ проживает в малоэтажных зданиях частного сектора городских округов, районных центров, рабочих поселков и сельской местности. Свыше 60 % жилого фонда такой категории имеет срок эксплуатации 40 и более лет, что без проведенного капитального ремонта, как правило, свидетельствует о не соответствии современному

уровню бытовых условий, создаваемых существующими инженерными системами. Добиться комфортного проживания в старых малоэтажных зданиях с качественными строительными конструкциями, имеющими незначительный износ, а также в строящихся домах, не зависимо от местности их расположения, можно посредством монтажа систем отопления и горячего водоснабжения нового поколения с эффективными котлами малой производительности, широко представленными на Российском рынке.

При наличии газовых сетей вопрос выбора индивидуальных теплогенерирующих установок значительно упрощается и, в основном сводится к финансовым возможностям собственника, а также соответствию небольшому перечню его требований к оборудованию [1]. Несмотря на успешно проводимую газификацию в регионах РФ, многие населенные районы остаются без доступа к центральным газовым сетям, и в этих случаях вопрос выбора котла малой производительности является достаточно сложной задачей. Даже небольшое количество теплогенерирующих установок, предназначенных для малоэтажных зданий с представленными в табл. 1 техническими характеристиками, не дает в полной мере выделить однозначно приоритетное для конкретной задачи оборудование.

В условиях отсутствия природного газа осложняется регулярная подача топлива, что создает определенный дискомфорт, который можно полностью устранить при технической возможности воспроизводства биогаза. Котлы также лишенные данного недостатка, но потребляющие электроэнергию или дизельные углеводороды, следует рассматривать как вариант установки в последнюю очередь по причине высокой стоимости используемых ресурсов. Эта проблема в какой-то мере также решена и для котлов, работающих на мелкозернистом твердом топливе, включая пеллеты, за счет дополнительной установки загрузочных бункеров объемом под суточный запас. Несмотря на предпринимаемые попытки конструирования оборудования под трехдневный запас топлива, цикличность загрузки и требуемый постоянный контроль создают предрасположенность, особенно в сельской местности, к получению и использованию такого перспективного возобновляемого ресурса, как биогаз. Однако его бесперебойное воспроизводство возможно лишь в случае наличия фермерских хозяйств, животноводческих комплексов или метантенков на очистных сооружениях для городских сточных вод. Обустройство реакторами для переработки постоянно поступающих продуктов жизнедеятельности является эффективным, а главное экологически чистым способом их конверсии, при котором попутно образуется метан (табл. 2) [2, 3]. Но данная технология еще не получила широкого распространения в РФ по причине необходимости строительства достаточно объемных биогазовых станций и возникающих проблем при согласовании с надзорными органами.

Несмотря на различные модификации теплогенерирующих установок в отсутствие доступа к природному газу, как правило, при существующем консерватизме отдается предпочтение котлам, потребляющим твердое топливо. Но ситуация медленно изменяется под стремлением комфортного проживания без предварительных затратных расходов на сезонный запас топлива, а это неизбежно приводит к востребованности альтернативных решений. К ним можно отнести и пеллеты, как продукт утилизации отходов лесного хозяйства, которые в последнее время также набирают популярность в случае отсутствия централизованного доступа к природному газу.

Прогрессивными конструкторскими решениями для котельных установок различной производительности достигнуты высокие КПД (табл. 1) и существенно снижена температура удаляемых газов. Поэтому при выборе требуемой теплогенерирующей установки необходимо руководствоваться и другими показателями. Так, например, следует учитывать полезную теплоту, получаемую с одного кг условного топлива, тогда можно будет сравнивать котлы, работающие на различных видах топлива.

Таблица 1

Параметры котлов, устанавливаемых в малоэтажных зданиях

Марка, наименование	Страна производитель	Мощность, кВт	КПД, %	Отапливаемая площадь, м ²	Вид топлива	Потребление топлива	Стоимость топлива	Полезная теплота с 1 кг у.т., кВт/кг у.т.	Габаритные размеры, мм	Вес, кг	Средняя цена, руб
РусНИТ 245 М	Россия	45	93	450	Электрический	45 кВт	4,8 руб/кВт.ч.		430x620x280	33	34 611
Dakon Daline PTE 45	Чехия	45	99,1	450	Электрический	45 кВт	4,8 руб/кВт.ч.		615x870x335	53	85 641
КОВ-СГ-50	Россия	50	85	430	Природный газ	5,5 , м3/ч	4760 руб/1000 м ³	7,83	455x995x600	75	44 680
Dakon P 50 lux	Чехия	48	92	480	Природный газ	5,5 , м3/ч	4760 руб/1000 м ³	6,38	654x840x670	210	53 370
Kostrzewa Pellets 100 40 кВт	Польша	40	91	400	Пеллеты	7,3 кг/час	6000 руб/т	13,38	1370x1550x1600	500	292 500
FACI 51	Италия	51	92	510	Пеллеты	5,3 кг/час	6000 руб/т	23,50	640x1555x2450	500	259 000
KSO-50R	Корея	58.1	91.2	580	Дизель	6,8 кг/час	30 500 руб/т		612x1180x925	195	106 452
Navien LST 50KRN	Корея	50	90	500	Дизель	5,8 кг/час	30 500 руб/т		491x906x764	94	70 178
Buderus Logano G221 40	Германия	40/38/31	72-78	400	Кокс/кам. уголь/дрова	5,8/6,5/9,8	14000 руб/т 2000 руб/т 1500 руб/м ³	-/6,85/-	1100x505x1120	397	125 136
Viadrus Hercules U22 C-7	Чехия	40,7/40,7/38,5	75-80	400	Кокс/кам. уголь/дрова	6,59/6,9/1,19	14000 руб/т 2000 руб/т 1500 руб/м ³	-/6,91/-	550x1010x1070	347	98 738
Viadrus G350	Чехия	92,5	92,5-94	740	Прир. газ/биогаз	10,6 м3/ч	4760 руб/1000 м ³	7,52/8,48	800x1300x990	402	144306

Получаемый объем биогаза с 1 т исходного сырья

Наименование сырья	Объем получаемого биогаза, м ³ /т	Содержание метана, в %, в биогазе до
Навоз крупного рогатого скота	50-60	60
Свиной навоз	55-65	60
Помет несушек, цыплят и бройлеров при клеточном содержании	130-140	60
Помет несушек, цыплят и бройлеров с подстилкой	80	60
Продукты бойни в животноводстве	300	65
Животный жир	1300	87
Силосная кукуруза	220	
Ботва свеклы	200	54
Различные виды трав	250	
Различные виды энергетических растений	150-500	70

Для определения предлагаемого параметра можно воспользоваться формулой следующего вида

$$q_{в.т.}^п = 29300 \frac{q_{п}}{B_{н} Q_{н}^p},$$

где $q_{п}$ - полезное тепло, направляемое потребителю, кВт; $Q_{н}^p$ - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; $B_{н}$ - расход натурального топлива, кг/ч.

По данной удельной величине полезной теплоты, приведенной в табл. 1, можно заключить, что котлы КОВ-СГ-50, имеющие по техническим параметрам от производителя относительно низкий КПД, из представленных газовых теплогенераторов, но в пересчете на снимаемую с 1 кг условного топлива теплоту обладает достаточно высокой конкурентной способностью на уровне зарубежных аналогов (табл. 1) и самой низкой стоимостью, что является явным преимуществом для жителей сельской местности. Так же следует отметить высокие показатели оборудования, предназначенного для утилизации древесных отходов в виде пеллетов. Однако ограничение в объемах его продаж может быть вызвано не уверенностью покупателя в бесперебойных поставках относительно нового вида топлива в регионах. Также следует учитывать высокую стоимость пеллетов, превышающую обычные дрова в 4 раза, и значительный расход по сравнению с каменным углем.

Библиографический список

1. Беликов С.Е. Бытовые отопительные котлы. М., Аква-Терм, 2012, 192 с.
2. Щербаков В.И., Гогина Е.С., Щукина Т.В., Кузнецова Н.В. Утилизация органических отходов на основе производства биогаза// Известия МГТУ «МАМИ», Серия 4, Химическое машиностроение и инженерная экология, Том 2, ноябрь 2013, С. 192-196.
3. Масаев И.В., Пермяков Б.А. Топливо из бытовых и растительных отходов. М., Нефтяник, 146 с.

References

1. Belikov S.E. Household heating coppers. M., Akwa-Term, 2012, 192 p.
2. Scherbakov V. I., Gogina E.S., Schukina T.V., Kuznetsova N. V. Utilization of organic waste on the basis of production of biogas//News of MGTU of "MAMI", Series 4, Chemical mechanical engineering and engineering ecology, Volume 2, November, 2013, P. 192-196.
3. Masayev I.V., B. A. Toplivo's Residents of Perm from household and vegetable waste. M, Neftyannik, 146 p.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 728.1

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Старший преподаватель, М. В. Агеенко;
Магистр, Е. М. Глазкова.*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Senior Lecturer, M. V. Ageenko;
Master, E. M. Glazkova*

М.В. Агеенко, Е.М. Глазкова

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОСТИНИЦ

Проведен анализ ресурсосберегающих технологий и мероприятий, внедрение которых позволяет наиболее эффективно использовать энергетические ресурсы и существенно снизить затраты гостиничного предприятия.

Ключевые слова: энергосбережение, гостиничный бизнес, энергоэффективные решения, возобновляемые источники энергии, здания с низким энергопотреблением.

M.V. Ageenko, E.M. Glazkova

TREND ANALYSIS OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN THE HOTEL BUILDINGS

The analysis of resource-saving technologies and events that allows the most efficient use of environmental resources and energy to significantly reduce costs of hotel enterprises.

Keywords: energy efficiency, hotel business, energy-efficient solutions, renewables, buildings with low energy consumption.

Актуальность применения более энергоэффективных методов строительства гостиниц, использующих экологически чистые, возобновляемые источники энергии не вызывает никаких сомнений. За последнее десятилетие потребление энергии в отелях увеличилось с 25% до 30% не только из-за быстро растущего туристического спроса (от 25 миллионов туристов по всему миру в 1950 году до 1 миллиарда в 2012 году, достижение 1,8 миллиардов прогнозируется в 2030 году по данным Всемирной туристской организации объединенных наций (ВТООН) [1]), но также и в связи с повышением уровня жизни людей. Наиболее наглядно это проявляется в более жестких стандартах оценки гостиниц, более широком использовании электроники, а также внедрении современного рабочего оборудования.

Одна из главных проблем в России, препятствующая стремительному распространению энергосберегающих технологий в сфере туризма – завышенная стоимость строительства энергоэффективных зданий отеля. Соответствие общемировым стандартам низкого энергопотребления требует как освоения новых энергоэффективных методик, так и применения современных высокотехнологичных и высококачественных строительных материалов, изделий и оборудования. Поэтому основной задачей отечественных специалистов является адаптация зарубежных наработок и практик к местным условиям, попытка перенести и внедрить прове-

ренные энергоэффективные стандарты и технологии проектирования и строительства, а также разработка собственных технических решений.

Потребление энергии в гостиницах зависит от целого ряда различных технических, архитектурных, местных и прочих факторов, представленных в таблице ниже.

Таблица

Факторы, оказывающие влияние на потребления энергии в гостиницах

Факторы	Воздействие	Влияние
Здание		
Размеры	Чем больше здание, тем больше энергии ему необходимо.	Среднее
Объемно-планировочное решение	Расположение жилой и общественной части гостиницы в одном здании или взаимосвязанных корпусах более энергоэффективно, чем в разных, не связанных между собой зданиях.	Высокое
Возраст	Новое здание должно быть лучше утеплено, чем старое.	Среднее
Материалы	Используемые материалы являются важными с точки зрения изоляции и освещенности здания.	Высокое
Техническое оснащение	Выбор технических приборов имеет большое значение, поскольку они должны быть энергосберегающими для уменьшения энергопотребления.	Высокое
Местоположение		
Климат	Климат оказывает влияние на необходимость использования кондиционера и отопления в холодный/теплый период года.	Высокое
Местная энергетическая политика	Местная энергетическая политика влияет на цены и выбросы, что является решающим фактором в определении типа используемого источника энергии: газ, электричество, ветровая, солнечная энергия и т. д.	Высокое
Эксплуатация		
Управление энергопотреблением / энергетический менеджмент	Политика управления энергопотреблением отеля имеет решающее значение в контроле затрат энергоресурсов, так как она будет включать в себя все стороны (штат, инвесторы, гости) и использовать наиболее успешные методы на практике.	Высокое
Вместимость	Вместимость влияет на потребление энергии, поскольку большее число людей в здании потребляет больше энергии. Тем не менее, отдельным группам помещений гостиницы требуется энергия независимо от вместимости.	Среднее
Часы работы	Отели работают круглосуточно и без выходных. Однако, в некоторых регионах часы работы могут влиять на цены за энергоресурсы.	Низкое
Особенности отеля		
Классификация и категории	Чем выше категория, тем выше потребность в энергоресурсах.	Высокое
Удобства/услуги и сервис	Отель только с несколькими услугами и удобствами будет расходовать меньше энергии, чем отель с большим количеством услуг и удобств.	Высокое

Энергоресурсы – вторая по величине категория расходов для отелей после расходов по оплате труда, которые составляют 30% и 60% эксплуатационных расходов гостиницы соответственно. Энергия в гостиницах в основном расходуется на регулирование температуры, которая составляет в среднем 64% от общего потребления энергии (49% на отопление и нагрев воды и 15% на кондиционирование воздуха), по данным исследования Commercial Energy Advisor. Эти цифры могут быть еще выше в экстремальных климатических условиях, где поддержание комфортной температуры требует еще больших затрат энергии.

Удивительно, но освещение и кухонное оборудование составляют лишь 11% и 8 % соответственно. В меньшей степени, к другим важным потребителям энергии можно отнести оборудование для стирки и другие источники (по 7% каждый), а замыкает данную классификацию оргтехника (3%) [1].

Чтобы уменьшить потребление энергии, владельцы гостиниц имеют в своем распоряжении целый ряд инструментов и методов энергосбережения. Комплекс архитектурно-пространственных и объемно-планировочных решений и мероприятий предполагают разработку энергетически эффективных проектов, применение передовых энергосберегающих инженерных систем, использование высокоэффективных теплоизоляционных материалов, а также, высококвалифицированной рабочей силы, ведь зачастую качество строительства сводит на нет меры по снижению удельных затрат энергии. Как показывает практика, они наиболее эффективны, если были предусмотрены на стадии проектирования и строительства здания. На стадии эксплуатации отеля добиться реального улучшения показателей энергоэффективности зачастую гораздо сложнее и такой путь является более дорогостоящим.

Ниже приведен ряд возможных мер, выполнение которых поможет значительно повысить энергоэффективность строительства гостиниц и отелей.

Ориентация здания:

- Максимально возможное снижение ориентирования наружной оболочки здания отеля в северном направлении и остекления южных фасадов.
- Энергетически целесообразно расположение здания гостиницы по сторонам света с учётом преобладающих направлений холодного ветра и потоков солнечной радиации.
- Ветрозащита северных фасадов гостиницы: использованием зеленых насаждений, открытость наружных ограждающих конструкций здания с юга, отсутствие затенения южных фасадов [2].

Объемно-планировочные решения:

- Увеличение компактности здания, характеризуемой коэффициентом компактности – отношение площади наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания к отапливаемому объему здания. Компактность – это в первую очередь вопрос цены строительства. Чем менее компактна оболочка здания, тем больше необходимо инвестировать для сокращения теплопотерь, что приводит к удорожанию строительства.
- Сокращением площади поверхности наружных стен за счет уменьшения изрезанности объема здания. Выступающие части здания увеличивают отношение площади поверхности наружных ограждающих конструкций к строительному объему здания и таким образом увеличивают расход тепловой энергии на отопление. Это не означает, что необходимо отказаться от архитектурных деталей оформления фасадов. Проблема в том, что за теплоизоляционной оболочкой и в ней самой появляются новые зазоры.
- Проектирование дополнительных тамбуров при входе в здание, а также разделение пространства дома на зоны, например, устройство вспомогательных помещений в северной части, жилых – в южной. Создание подобных буферных отсеков снижает возможные потери тепла [2, 3].

Теплоизоляция и герметичность наружной оболочки здания:

- Использование современных экологически чистых изоляционных материалов и расчет достаточной толщины слоя теплоизоляции, снижающей до минимума теплопотери.

Более высокий уровень теплоизоляции наружных конструкций значительно способствует поддержанию повышенной температуры внутренних поверхностей помещений в холодный период года, и пониженной температуры – в теплый.

- При строительстве гостиницы целесообразно по возможности не делать отверстия в теплоизоляционной оболочке. При невозможности избежать нарушения целостности теплоизоляции, необходимо в тех местах максимально увеличить сопротивление теплопередаче в слое теплоизоляции.

- Выбирать по возможности грани с тупыми углами (более 90°). Расположение утеплителя в стыках строительных элементов должно быть без пустых пространств, т.е. стык должен быть полностью изолирован [3].

Другими важнейшими аспектами энергоэффективности здания отеля, а также определяющими характеристиками комфорта внутри помещений является обеспечение помещений отеля качественным воздухом вне зависимости от погодных условий. Для снижения затрат энергии рекомендуется использовать оборудование с рекуперативной функцией. При этом оптимальное энергосбережение достигается при помощи двух эффектов. С одной стороны при помощи регулируемой системы, так называемой комфортной вентиляции, обеспечивается постоянный приток и отток оптимального количества свежего воздуха. Это исключает возникновение неприятных холодных потоков воздуха в помещении, появляющихся обычно во время традиционного проветривания. С другой стороны, поступающий свежий воздух нагревается в теплообменнике за счет тепловой энергии уходящего отработанного воздуха. Таким образом, накопленное тепло не выветривается, а возвращается в помещение.

Для получения горячей воды в гостинице в течение всего года могут использоваться солнечные коллекторы. Также они могут применяться для частичного обеспечения энергией на обогрев помещений. Большинству систем нагрева воды требуются солнечные распределители, занимающие на крыше площадь 4–6 м². Наиболее рациональна установка коллекторов с южной стороны фасада гостиницы: это позволит им получать максимальное количество энергии в светлое время суток. Самый распространенный способ использования солнечной энергии для поддержки действующей системы водонагрева заключается в направлении горячей воды от коллекторов во второй теплообменник, установленный в баке для теплой воды. Это обычно означает замену бака моделью с двумя теплообменниками. Для подачи воды от коллекторов к теплообменнику и обратно требуется насос. Управляющий работой насоса программируемый термостат определяет, когда панели коллекторов теплее воды в баке [3].

Ни одна другая строительная конструкция не развивалась так стремительно в части качества теплозащиты как окно: сейчас пространство между стеклами заполняют специальными газами, оконные рамы изготавливают из теплоизолирующих материалов, специальное покрытие на стеклах обеспечивает оптимальное накопление солнечного тепла, благодаря чему в здании гостиницы они работают как солнечные аккумуляторы, «собирая» солнечную энергию, которая дальше обогревает внутренние пространства отеля. Современные окна с высоким уровнем теплозащиты и тройным остеклением являются источником значительной экономии солнечного тепла в гостинице. Для решения проблемы возможности чрезмерного нагревания помещений за счет солнечной радиации в теплый период года возможно использование специальных оконных стекол, размещение затеняющих конструкций, свесов, козырьков, находящихся снаружи от утепленной оболочки здания отеля. Также возможна установка маркизетов – внешних солнцезащитных штор рулонного типа, состоящих из стеклоткани и ПВХ, позволяя им пропускать 30% светового потока и отражая 80% тепла, что создает комфортное освещение и температуру в помещении. Маркизеты позволяют сэкономить до 35% затрат мощности на систему кондиционирования помещения в летнее время.

Усилия по сокращению потребления энергии в зданиях отелей в теплый сезон привели к новейшим разработкам материалов и систем для кровель, получивших название cool roof или «прохладная крыша». В основу принципа положена способность покрытий отражать, погло-

щать и перераспределять инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Опыт других стран показывает, что такой простой прием, как гидроизоляция кровли с применением светоотражающих полимерных покрытий в комплексе с естественной вентиляцией дают превосходный результат по снижению температуры в помещениях отеля в теплый период года. Температура на поверхности таких покрытий находится на уровне температуры наружного воздуха [4].

С помощью вышеперечисленных методов и оборудования, примененных при проектировании и строительстве гостиниц, возможна значительная экономия энергии и приближение проекта гостиницы к стандартам зданий с низким энергопотреблением, соблюдающее энергобаланс между потерей и поступлением тепла, обладающее высокими показателями комфорта и качества микроклимата, а также низкими эксплуатационными затратами при строительстве. Хороших показателей можно добиться в значительной мере лишь за счет качественного поглощения, аккумулирования и сохранения тепла в результате грамотного проектирования. Использование инженерного оборудования, работающего за счет альтернативных источников энергии, активно экономит дополнительную энергию, и, что немаловажно, значительно снижает эксплуатационные затраты здания и вредное воздействие на окружающую среду.

Владельцы гостиничных компаний постепенно осознают необходимость внедрения современных технологий, направленных на более рациональное потребление энергии и уменьшение негативного воздействия на природу, а также переход на возобновляемые источники энергии. Ведь даже если затраты на энергию составляют небольшой процент эксплуатационных расходов отеля, их сокращение может обеспечить значительный рост доходов, особенно в условиях экономической обстановки, где цены на энергоносители растут наряду с потреблением.

Библиографический список

1. Как уменьшить потребление энергии в гостиницах <http://www.hotelnewsnow.com/Articles/25821/How-to-reduce-energy-consumption-in-hotels> – Пер. с англ., Хотел Ньюз Нау, 2015, 1 с.
2. Бадьин Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома – СПб.: БХВ-Петербург, 2011, 432 с.
3. Бадьин Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий – СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 288 с.
4. Кровля, которая платит за себя <http://elastomeric.ru/> – Эластомерик, 2014, 5 с.

References

1. How to reduce energy consumption in hotels by Celine Vadam <http://www.hotelnewsnow.com/Articles/25821/How-to-reduce-energy-consumption-in-hotels> – Hotel News Now, 2015, 1 sec.
2. Badin G. M. Construction and reconstruction of energy-efficient low-rise houses – StP.: BHV-Petersburg, 2011, 432 sec.
3. Badin G. M. Modern technologies of construction and reconstruction of buildings – StP.: BHV-Petersburg, 2013, 288 sec.
4. A roof that pays for itself <http://elastomeric.ru/> – Elastomeric, 2014, 5 sec.

УДК 699.86:721(477.75)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Старший преподаватель кафедры проек-
тирования зданий и сооружений им. Н.В.
Троцкого, М.В. Агеенко;
Магистр П.А. Сальков*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Senior Lecturer of the Department of Designing
Buildings and Structures of N.V. Troitskogo,
M. V. Ageenko;
Master, P.A. Sal'kov*

М.В. Агеенко, П.А. Сальков

ВОПРОСЫ ПОИСКА И ФОРМИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ

Статья посвящена анализу существующей ситуации по энергоэффективности гражданских зданий, а так же поиску технологий и мероприятий для более эффективного энергосбережения.

Ключевые слова: энергосбережение, источники энергии, полуостров Крым, гражданские здания, энергопотребление.

M. V. Ageenko, P.A. Sal'kov

ISSUES OF SEARCH AND FORMATION OF ENERGY CONSERVATION ACTIVITIES OF CIVIL BUILDINGS OF THE CRIMEA PENINSULA

The article is devoted to the analysis of the current situation on energy efficiency of civil buildings, as well as selection of technologies and activities for more effective energy conservation.

Keywords: energy saving, energy sources, the Peninsula of the Crimea, civil buildings, energy consumption.

До недавних событий, присоединения Крымского федерального округа в состав Российской Федерации, потребность региона в электроэнергии покрывалась примерно по следующей схеме: собственная тепловая генерация давала порядка 145 МВт, энергия ветра 70 МВт, солнечная генерация 400 МВт [1]. Оставшийся объем электроэнергии требующийся для бесперебойной работы, поставлялся со стороны энергосистемы Украины и составлял от 500 до 900 МВт. После присоединения регион стал энергодефицитным, поскольку около 70% электроэнергии должны были поступать из Украины.

Учитывая сложившуюся ситуацию, её можно рассмотреть как возможность развития энергосистемы в целом, так и каждого отдельного дома в частности. Например: учитывая географическое положение полуострова, было бы разумно использовать солнечную и ветровую энергию для выработки электричества. Эти методы могут снизить количество необходимой энергии для всего региона. По подсчетам экспертов для стабильной работы полуострова необходимо 1500 МВт, но повсеместное использование энергосберегающих технологий позволит снизить этот показатель. Так же не стоит исключать использование других источников, который уже хорошо себя зарекомендовал в качестве отопительной системы (собственная система отопления или теплые полы).

Все множество решений связанных с повышением энергоэффективности можно разделить на 2 группы[2]. К первой группе относятся все решения связанные с повышением эффективности операционного управления. Это относится к контролю за энергопотреблением и за различными автоматическими режимами энергообеспечения. Ко второй же группе относятся реализация инженерно-технических решений. Сюда же можно отнести и ряд организационных мероприятий так же направленных на энергосбережение. Рассмотрим несколько основных направлений в энергоснабжении.

1. Энергосбережение в вопросах теплообмена. Основывается на теплопроводности изоляционных материалов и особенностях теплообмена (конвективного, лучистого, сложного). С помощью знаний теплотехники и современных технологий мы имеем возможность превратить энергию природных источников в тепловую, механическую или электрическую энергию. К вопросам теплообмена так же относится рациональное использование теплоносителя в системах отопления, вентиляции, водоснабжения и других технических нужд.

2. Энергосбережение в теплогенерирующих установках связано с вопросами расчета различных котельных агрегатов. Сюда можно отнести: паровые котлы, геотермальные установки, электродные котлы, гелиоустановки, теплонасосные установки. Для того что бы выбрать наиболее экономичный и энергосберегающий вариант необходимо произвести расчет теплогенерирующих установок (ТГУ).

3. Энергосбережение в производственных и отопительных котельных подразумевает проектирование более современных и рациональных тепловых схем. Учитывая особенности работы каждой системы выбираем наиболее экономичный и энергосберегающий вариант. Благодаря этой методике можем получить экономию энергоресурса.

4. Энергосбережение в тепловых сетях. В данный пункт следует отнести качество воды для систем теплоснабжения, применение современных приборов учета воды и тепла, вопросы использования теплообменников на тепловых пунктах, использование современной изоляции для труб.

5. Энергосбережение в системах электроснабжения. К этому пункту относятся различные системы освещения, электрические сети, электрические машины и аппараты.

6. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Основывается на сохранении теплоты в системах здания, таких как отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Добиться этого эффекта можно различными путями: устройство вентилируемых наружных стен позволит снизить теплопроводность ограждающих конструкций, установка трехслойного энергосберегающего остекления, теплоизоляционный слой за отопительным прибором позволит также сохранить тепло в помещении.

7. Энергосбережение за счет использования альтернативных источников энергии. Для этого достаточно установить фотоэлектрические или ветроэнергетические установки необходимой мощности. Кроме того стоит так же упомянуть про использование тепловых насосов, солнечных коллекторов и электростанций, гелиоустановок.

В наше время существует очень много технологий направленных на экономию энергоресурсов. Это может быть как сберегающая лампа уличного освещения, так и сложная управляемая компьютером система кондиционирования воздуха. Две абсолютно различные системы, но по сути имеющие одну и ту же цель – экономию используемой энергии [3]. Учитывая сложившуюся ситуацию рассмотрим дополнительные источники энергии которые можно использовать на полуострове как при проектировании новых зданий и сооружений, так и при модернизации или реконструкции уже существующих.

За минувший 2015 год количество туристов, посетивших полуостров Крым, возросло на 21% по сравнению с предыдущим годом. Число отдыхающих составило 4 млн. 598 тыс. человек [4], из которых 44% прибыло авиатранспортом, 39% на паромной переправе, 17% использовали другой вид транспорта. Не сложно догадаться, что число отдыхающих значительно возрастет после запуска в эксплуатацию моста через Керченский пролив. Солнечная и

ветровая энергетика идеально подходит для выработки электричества в небольших гостиницах или частных домах. Этому способствуют тот факт, что солнечных дней на полуострове около 250-270 в год, а количество часов солнечного сияния превышает 2000. Более точные данные приведены в таблице.

Таблица

Продолжительность дня (светлой части суток) в Крыму

Месяц	Число дней	Число часов	Возможное число часов солнечного сияния		Фактическое число часов солнечного сияния		Средняя продолжительность дня
			Часы	% часов	Часы	% часов	
Январь	31	744	286	38.5	56	22	9 час. 14 мин.
Февраль	28	672	291	43.3	74	29	10 час. 23 мин.
Март	31	744	369	49.6	132	41	11 час. 54 мин.
Апрель	30	720	405	56.2	194	52	13 час. 30 мин.
Май	31	744	460	61.8	275	64	14 час. 49 мин.
Июнь	30	720	467	64.8	308	69	15 час. 34 мин.
Июль	31	744	474	63.7	348	78	15 час. 17 мин.
Август	31	744	436	58.6	327	80	14 час. 04 мин.
Сентябрь	30	720	370	51.4	244	72	12 час. 20 мин.
Октябрь	31	744	340	47.2	173	58	10 час. 55 мин.
Ноябрь	30	720	288	40.0	88	36	9 час. 36 мин.
Декабрь	31	744	274	36.8	63	23	8 час. 50 мин.
Год	365	8760	4460	51.0	2272	51	12 час. 13 мин.
Наибольшая							15 час. 34 мин.
Наименьшая							8 час. 50 мин.

То же самое можно сказать и про ветровую энергетiku. Учитывая то, что полуостров граничит с черным морем, можно с уверенностью утверждать о достаточном количестве ветра для выработки электричества. Ветрогенераторы бывают различной мощности (от 3 кВт) и устанавливаются на высоту от 10 метров. Для примера рассмотрим малую гостиницу на 30 человек. В зависимости от наполнения номеров бытовыми приборами такими как холодильник или кондиционер, получаем необходимую мощность в 30-50 кВт. При использовании достаточно мощного ветрогенератора, гостиницу можно полностью обеспечивать электричеством. Так же стоит принять во внимание, что полностью гостиница может быть заселена только в летний период, что говорит о избыточном количестве электроэнергии в зимне-весенний период.

Стоит так же рассмотреть и системы инфракрасного излучения в качестве отопления. На сегодняшний день они достойно себя зарекомендовали, как в экономическом плане так и в плане удобства и комфорта. Удобства заключаются в том, что инфракрасное излучение можно использовать как основное отопление установив его в каждой комнате и регулируя интенсивность и как вспомогательное отопление локально подсвечивая определенные места в комнате. Принцип работы этого прибора достаточно прост, он преобразует электроэнергию в инфракрасное излучение которое и нагревает объекты попавшие в зону действия прибора. От этих предметов (ковер, диван, паркетный пол) тепло передается воздуху нагревая его. Вопреки общему заблуждению, такое отопление не оказывает влияние на самочувствие человека и достаточно экономичное. Человек же ощущает только тепловой поток при условии

что находиться непосредственно под нагревателем. Они делятся на 2 типа: потолочные длинноволновые, напольные пленочные.

Экономичность этой энергосберегающей системы заключается в том, что она вырабатывает тепла столько же сколько потребила энергии из сети. Таким образом, КПД нагревателей составляет – 99%. Среди преимуществ так же стоит отметить: быстрое нагревание помещения (в течение минуты нагревательный элемент достигает рабочего состояния), изделия не сжигают кислород, отсутствие шума при работе, равномерно распространяют тепло в комнате (на уровне потолка и пола практическая одинаковая температура), длительный срок эксплуатации, экологичность (отсутствуют вредные выбросы в атмосферу).

Таким образом, изучив ситуацию по энергоэффективности гражданских зданий, установили что солнечная и ветровая энергетика наиболее целесообразны для полуострова Крым и в частности для таких строений как гостиницы малой вместимости. А в качестве энергосберегающих отопительных систем подойдут инфракрасные излучатели.

Библиографический список

1. Сайт: http://ria.ru/trend/Krim_annexation_18032014 - Российское агентство международной информации «РИА Новости».
2. Основы энергосбережения и энергоаудита. В.М. Фокин, 2006.
3. Основы энергосбережения. Н.И. Данилов, Я.М. Щёлоков, 2006.
4. Сайт: http://mtur.rk.gov.ru/file/vochnaya_informatsiya_o_kolichestve_turistov_posetivshih_respbliku_krim_za_2015_god.pdf - Справочная информация о количестве туристов, посетивших республику крым за 2015 год.

References

1. Site: http://ria.ru/trend/Krim_annexation_18032014 - Russian agency of international information "RIA Novosti".
2. Basics of energy conservation and energy audits. VM Fokin, 2006.
3. Basics of energy conservation. NI Danilov, JM Schelokov 2006.
4. Site: http://mtur.rk.gov.ru/file/vochnaya_informatsiya_o_kolichestve_turistov_posetivshih_respbliku_krim_za_2015_god.pdf - Reference information about the number of tourists who have visited the Republic of Crimea during 2015.

УДК 699.86

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектиро-
вания зданий и сооружений им. Н. В. Троиц-
кого Т.В. Макарова
магистр Е. А. Малиенко
Россия, г. Воронеж,
e-mail: elenamalienko1992@gmail.com*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), associate professor, Struc-
tural engineering named after N.V. Troitskogo
T.V. Makarova
Master E.A. Malienko
Russia, Voronezh,
e-mail: elenamalienko1992@gmail.com*

Т.В. Макарова, Е.А. Малиенко

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ЗДАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ ТЕПЛОПОТЕРЬ

Исследование расхода теплотерь в вертикальных ограждающих кон-
струкциях актуальная тема в современном мире. Цель работы заключается в
выборе наиболее выгодной конфигурации здания в плане с точки зрения
энергосбережения. В работе рассматриваются 5 конфигураций, которые
сравниваются по площади стен, отношению теплоотдающей и тепловоспри-
нимающей площади. При определении теплотерь учитываются дополни-
тельные потери тепла в угловых частях здания.

Ключевые слова: теплопроводность, теплотери в углах зданий, температура, наружный
угол, внутренний угол, двумерное температурное поле.

T.V. Makarova, E.A. Malienko

COMPARISON OF OPTIONS THREE-DIMENSIONAL CONFIGURATION BUILDINGS FOR MINIMAL HEAT LOSS

Flow research in vertical heat walling hot topic in today's world. The pur-
pose of work is to choose the most advantageous in terms of the configuration of
the building in terms of energy saving. The paper discusses 5 configurations
which are compared by the area of 5 the walls, against heat-and teplovosprini-
mayuschey area. In determing the heat losses are taken into account the addi-
tional heat loss in the corner of the building.

Keywords: thermal conductivity, heat loss at the corners of buildings, temperature, outdoor temp-
tion angle, internal angle, two-dimensional temperature field.

В настоящее время происходит увеличение спроса на энергию и развитие энергосбере-
гающих технологий. Главной целью является решение глобальных проблем, которые связан-
ны с экономическим ростом, энергетической безопасностью, а также изменением климата.
Этот вопрос актуален во всем современном мире, в том числе и для России. Данная проблема
крайне важная. При этом не только потому, что энергетические ресурсы повышают устойчи-
вость экономики. Вопрос энергосбережения - вопрос выживания человечества. Человечест-
во, пришедшее, к нехватке ресурсов не сможет сохранить планету, вследствие чего другие
цели станут бессмысленными. Ресурсы России в плане энергии огромны.

Целью данной работы является выявление зависимости теплопотерь от конфигурации здания в плане с помощью расчета стационарных тепловых потоков. Рассматриваются 5 объемно-планировочные схемы, представляющие разные конфигурации здания. Это модели, в которых установлено взаимно-однозначное соответствие между переменными описывающими объект, именно площадью застройки.

Вычисление количества теплопотерь в многослойной конструкции для двухмерного поля значительно сложнее, чем для одномерного поля. Аналитические методы здесь могут быть использованы для ограниченного круга задач. Для большинства практических задач, когда наряду с двухмерностью поля приходится учитывать его неоднородность, аналитические методы не могут быть использованы. В этом случае применяют численные методы, которые достаточно точны.

От воздуха в помещении к внутренней поверхности ограждения тепло передается по средствам конвекции и излучения. Согласно закону Фурье, количество тепла Q , проходящее через материал ограждения за 1 ч, прямо пропорционально коэффициенту теплопроводности материала, площади ограждения и разности температур ограничивающих его плоскостей и обратно пропорционально толщине ограждения [4]. Наружная поверхность ограждения отдает тепло окружающему ее воздуху конвекцией и излучением. Таким образом, общее количество тепла с учетом теплообмена с поверхностями и теплопередачи через толщину ограждения. Кроме этого для полноты исследования необходимо учесть дополнительные потери тепла через наиболее уязвимые участки стен, а именно наружные углы. Общее количество тепла, проходящее за счет потоков тепла через ограждающую конструкцию описывается формулой (1) [1]

$$Q = \frac{A}{R} (t_s - t_n) (1 + \sum \beta), \quad (1)$$

где A - расчетная площадь ограждающей конструкции, m^2 ,
 R - сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции, $2,37 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$,
 t_s - расчетная температура воздуха помещения, $+20 ^\circ C$,
 t_n - расчетная температура наружного воздуха, $-24 ^\circ C$,
 β - дополнительные потери в углах здания в долях от основных потерь, рассчитывается по формуле (2):

$$\beta = 0,05 \frac{L_{ny}}{L_{by}} 1,5, \quad (2)$$

где L_{ny} - длина наружной отдающей поверхности стены, м,
 L_{by} - длина внутренней воспринимающей поверхности стены, м.

Результаты исследований и расчета, температурных полей в углах зданий размером $\beta = 90^\circ$, представленные в работах В.Н. Богословского [2] и К.Ф. Фокина [1] указывают, что потери тепла в угловых частях больше, чем на глади стены. Данное явление объясняется разностью площадей теплоотдающей и тепловоспринимающей поверхностей. Теплоотдающая поверхность угловой части стены F_{ny} больше площади тепловоспринимающей поверхности F_{by} .

В связи с этим можно утверждать, что дополнительные потери в углах при $\alpha > 90^\circ$ будут составлять $\beta < 5\%$, а при $\alpha < 90^\circ$ дополнительные теплопотери равны $\beta > 5\%$.

На рис. 1 изображена столбчатая диаграмма площадей стен в различных конфигурациях зданий в плане. На основании данных показателей круглое здание имеет меньший периметр, а следовательно теряет меньшее количество тепла. На втором месте по энергоэффективности находится здание шестнадцатигранной формы. Оно наиболее приближено к форме круга, а следовательно, и к понятию «гладь стены». Но в тоже время в здании находятся уязвимые места, а именно углы равные $157,5^\circ$. В этих углах появляются дополнительные теплопотери.

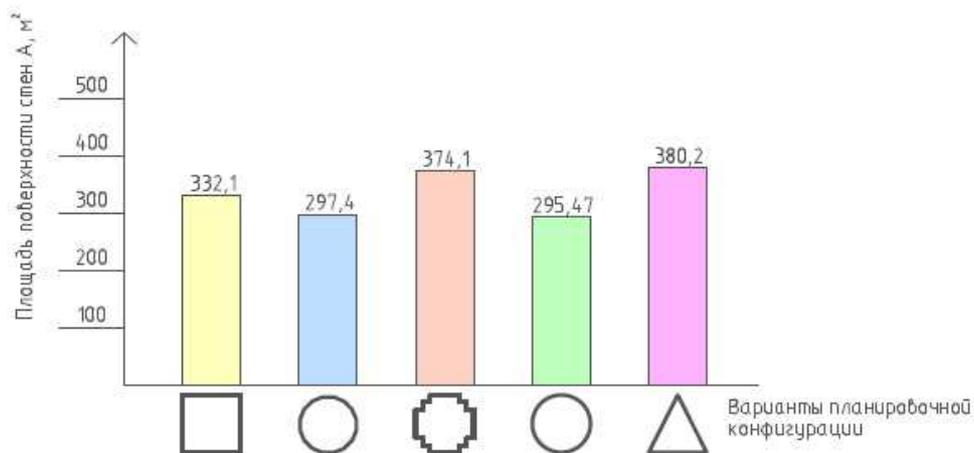


Рис. 1. Площади теплоотдающих поверхностей стен

На основании того, что «гладь стены» составляет развернутый угол 180° и дополнительные потери тепла отсутствуют, а в углу 90° дополнительные теплотери составляют 5%, то мы можем предположить, что потери тепла в различных углах будут изменяться в соответствии с графиком (см. рис. 2).

Графически возможно определить приближенное значение дополнительных теплотери для угла $157,5^{\circ}$. Это число равно 1,25%.

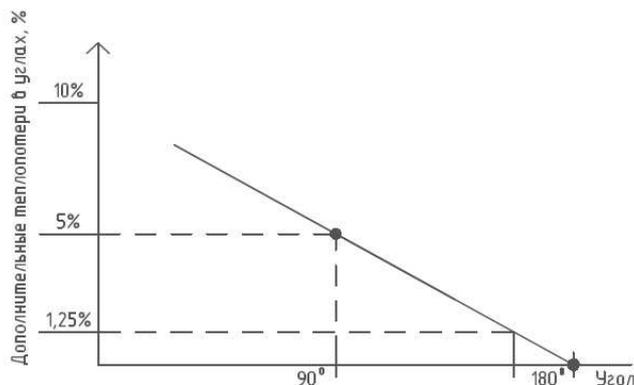


Рис. 2. Дополнительные теплотери в углах

Варианты для сравнения показателей теплотери подобраны по близкой площади застройки, ее разница не превышает 5 %.

Рассмотрим представленные варианты (см. рис.3, 4, 6-8):

1. Вариант. Здание прямоугольной конфигурации рис.3. Площадь застройки составляет $757,79 \text{ м}^2$. Площадь ограждающих конструкций равна $332,1 \text{ м}^2$

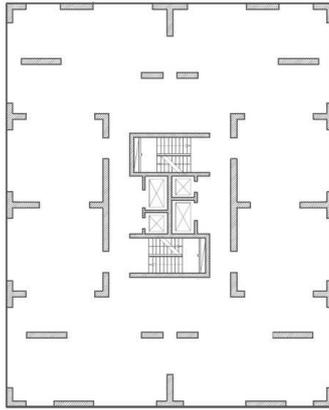


Рис. 3. Здание прямоугольной конфигурации

Вычислим тепловые потери здания:

$$Q = \frac{332,1}{2,37} (20 - (-24)) (1 + 4 * 0,05) = 7398,7 \text{ Вт}$$

2. Вариант. Здание сложной конфигурации с 16 наружными и 12 внутренними углами
рис. 4. Площадь застройки составляет 774,63 м². Площадь ограждающих конструкции равна 374,1м²

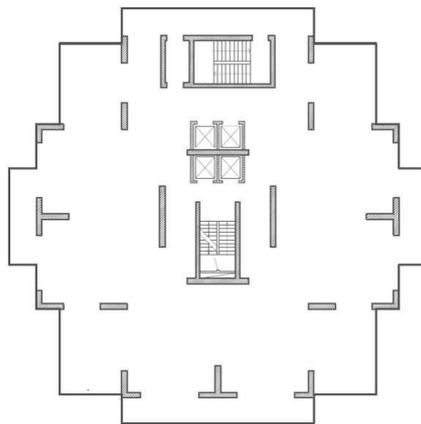


Рис. 4. Здание сложной конфигурации в плане

Добавочные потери для угла 250° не учитываются, так как изотермы будут огибать внутренний угол см. рис 5, а, следовательно, добавочных теплопотерь нет.

$$Q = \frac{374,1}{2,37} (20 - (-24)) (1 + 16 * 0,05 + 12 * 0) = 12501,57 \text{ Вт}$$

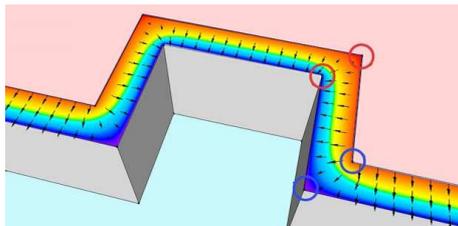


Рис. 5. Распределение изотерм в наружном и внутреннем углу

3. Вариант. Здание шестнадцатигранной конфигурации рис. 6. Площадь застройки составляет 771,91 м². Площадь ограждающих конструкции равна 297,39 м².

Все углы в здании равны 157,5⁰.

Добавочные теплототери для угла 157,5⁰ будут составлять:

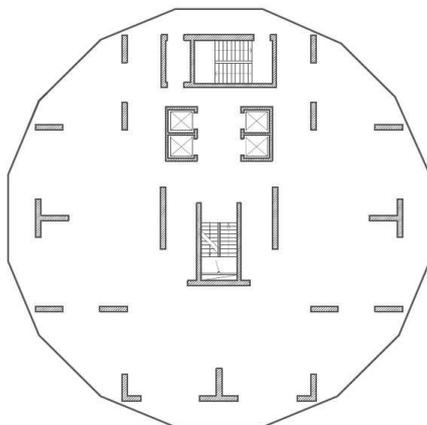


Рис. 6. 16^{ти}-гранное в плане.

$$n = 0,05 \frac{1,097}{1} 1,5 = 0,0366 = 3,66\%$$

$$Q = \frac{297,39}{2,37} (20 - (-24)) (1 + 16 * 0,0125) = 6625,4 \text{ Вт}$$

4. Вариант. Здание в плане имеющее форму круга рис.7. Обратив внимание на исторические постройки, можно заметить, что они зачастую имели круглую форму в плане. Данное проектное решение имеет место применяться и в наше время. Площадь застройки 760,72 м². Площадь ограждающих конструкции равна 295,47 м².

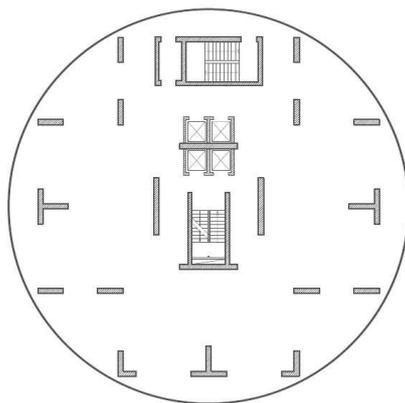


Рис. 7. Круглая конфигурация в плане

$$Q = \frac{295,47}{2,37} (20 - (-24)) = 5485,5 \text{ Вт}$$

5. Вариант. Здание в плане имеющее форму равностороннего треугольника рис. 8. Площадь застройки 746,99 м². Площадь ограждающих конструкции равна 380,22 м².

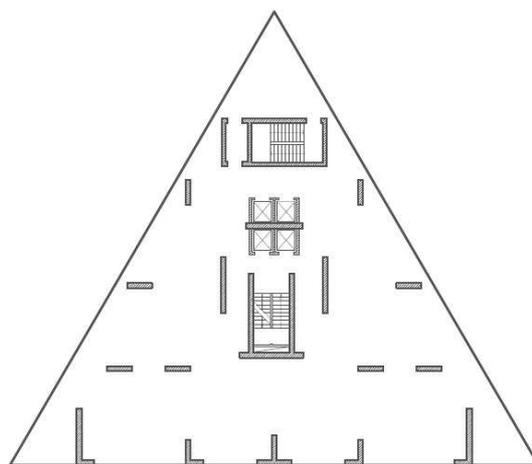


Рис.8. Равносторонний треугольник в плане

$$Q = \frac{380,22}{2,37} (20 - (-24)) (1 + 3 * 0,0667) = 8471,4 \text{ Вт}$$

Выводы

На основании подсчетов величин теплотерь получен график, изображенный на рис.9, а также можно сделать следующие выводы:

1. Форма здания имеет существенное влияние на потери тепла через ограждающие конструкции стен. И это говорит о необходимости создания новых проектов с архитектурно-планировочными решениями, позволяющими оптимизировать энергетическую эффективность здания.

2. По результатам исследования круг в плане оказался наиболее энергоэффективной формой. Это связано с отсутствием уязвимых мест - углов, а также отношением площадей отдающей и воспринимающей поверхности. Разница отдающей и воспринимающей поверхности составляет всего 3.2%. Значение данного отношения площадей наиболее близко к значению 1,0 «гладь стены» в сравнении с другими конфигурациями.

3. Круглая конфигурация выгодна с точки зрения сохранения энергии, но в тоже время сокращается полезная площадь в здании за счет радиусной кривизны стен. В таком случае целесообразно будет в данных частях здания разместить балконные помещения.

4. Шестнадцатигранная конфигурация имеет самый приближенный к круглой форме периметр, а, следовательно, и сравнительные потери тепла. Кроме этого данная форма обладает архитектурной выразительностью, которая дополнительно подчеркнет высотное здание гранями.

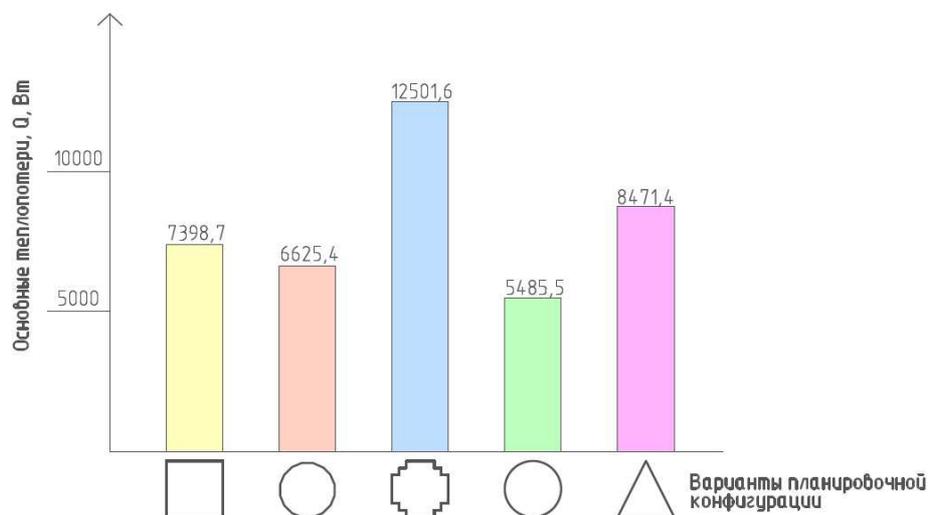


Рис. 9. Теплопотери в зданиях различной конфигурации в плане

Библиографический список

1. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих конструкции. / К. Ф. Фокин. – М.: Стройиздат. 1973. – 287с.
2. Богословский В. Н. Строительная теплофизика/ В. Н. Богословский. – М.:Высшая школа. - 1982. - 415с.
3. Ильинский В. М. Строительная теплофизика/ В. М. Ильинский. – М.:Высшая школа. - 1974. - 320с.
4. Елагин Б. Т. Основы теплофизики ограждающих конструкций зданий. / Киев.:Вища школа. – 1977. – 96с.
5. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23.02-2003 / М.: Минрегион России 2012. – 26 с.

References

1. Fokin K.F. Thermal Engineering walling. / K. F. Fokin. - M. : Stroyizdat. 1973. – 287 sec.
2. Bogoslovski V.N. Building Thermal Physics / VN Theology. - M.: Higher School. - 1982. – 415 sec.
3. Il'inskii V.M. Thermal Physics / VM Il'inskii. - M.: Higher School. - 1974. – 320 sec.
4. Elagin B.T. Basics of Thermal Physics building envelopes. / Kiev.:Vischa SQA-la. - 1977. – 96 sec.
5. SP 131.13330.2012. Building Climatology. The updated edition of SNIP 23.02-2003 / M. : Russian Ministry of Regional Development, 2012. - 26 sec.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования
зданий и сооружений М.Ф.Макеев
Магистр кафедры проектирования зданий
и сооружений К.О. Орехова
Россия, г. Воронеж, тел. +79515631683
e-mail: orekhova.kristina@yandex.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
As. Pr. of the department of building design
and structures M.F. Makeev
Master of the department of building design
and structures K.O. Orekhova
Russia, Voronezh, tel. +7 9515631683
e-mail: orekhova.kristina@yandex.ru*

М.Ф. Макеев, К.О. Орехова

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЯ. ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОПOTЕРЬ

Рассмотрены понятие энергоэффективности здания, требования в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, способы минимизации тепловых потерь. В результате сделаны выводы о стратегии энергосбережения и рассмотрены пути развития данной стратегии.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, энергосбережение, тепловые потери, здания, экономика.

M.F. Makeev, K.O. Orekhova

POWER EFFICIENCY OF THE BUILDING. WAYS OF DECREASE IN HEATLOSSES

The concept of energy efficiency of the building, the requirement of the sphere of energy saving and increase of power efficiency, ways of minimization of thermal losses are considered. Conclusions are as a result drawn on strategy of an energoberezhniye and ways of development of this strategy are considered.

Keywords: power efficiency, energy saving, thermal losses, buildings, economy.

Вопросы энергоэффективности зданий и сооружений мегаполиса находятся в центре внимания таких известных ученых как Н.В. Васильева, Т.А. Дацюк, А.Н. Егоров, А.А. Олтяну, В.С. Резниченко, Е.Б. Смирнов, В.М. Талалыкин. В настоящее время данная тема энергетической эффективности здания является весьма актуальной. Это, в первой очередь, связано с перспективой исчерпания невозобновляемых источников энергии и местом энергии в мире для человеческой деятельности в целом. Тема энергосбережения также является ключевой в развитии экономики страны, по статистике 1% энергосбережения дает прирост внутреннего валового продукта на 0,35%. Это связано с тем, что капитальные затраты всегда выше, чем затраты по экономии ресурсов, которые будут работать на перспективу и длительный срок.

Общее понятие энергоэффективности подразумевает под собой эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов. Использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве. Для населения это значит значительное сокращение

коммунальных расходов, для страны — экономия ресурсов, повышение производительности промышленности и конкурентоспособности, для экологии — ограничение выброса парниковых газов в атмосферу, для энергетических компаний — снижение затрат на топливо и необоснованных трат на строительство.

Можно выделить три основные группы требований в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, предъявляемых учреждениям:

- обеспечение учета используемых энергетических ресурсов и снижение объема потребляемых энергетических ресурсов;
- проведение обязательного энергетического обследования и требования к энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд;
- требования к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципального образования и организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности.

В законодательстве предусмотрена административная ответственность в виде штрафа, не только для юридических лиц, но и для должностных лиц, за несоблюдение указанных требований. В этой связи соблюдение установленных требований становится одной из первоочередных задач в деятельности учреждений.

Основные теплопотери строения представлены на рис. 1.



Рис. 1. Основные теплопотери помещения

Для того, чтобы минимизировать тепловые потери следует проводить мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

1. Применение экономически целесообразного сопротивления теплопередачи наружных ограждений при строительстве и дополнительного утепления наружных стен при реконструкции зданий. Такой способ предназначен для увеличения сопротивления теплопередачи наружных стен и снижения тепловых потерь здания за счет улучшения его теплозащитных свойств и применения эффективных теплоизоляционных материалов.

2. Устройство вентилируемых наружных стен. Мероприятие предназначено для повышения уровня тепловой защиты наружных стен.

3. Тепловая защита наружной стены в месте установки отопительного прибора. Мероприятие предназначено для снижения тепловых потерь от наружных ограждений (стены), к которым прилегают отопительные приборы.

4. Устройство вентилируемых окон. Мероприятие предназначено для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков.

5. Установка дополнительного (тройного) остекления. Мероприятие предназначено для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков.

6. Применение теплопоглощающего и теплоотражающего остекления. Мероприятие предназначено для сокращения теплоступлений в помещения от солнечной радиации, что приводит к комфорту в помещениях.

7. Устройство застекленных лоджий. Мероприятие предназначено для сокращения расхода проникающего в помещение наружного холодного воздуха в зимний период и повышения температуры в лоджии (за наружной стеной помещения).

Выводы

В основе текущей государственной политики России в сфере энергосбережения и энергоэффективности лежит Федеральный закон от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В рамках стратегии энергосбережения разработаны и выполняются государственные целевые программы повышения энергоэффективности зданий и сооружений, однако эффективность их реализации на региональном и муниципальном уровнях не столь высока в связи с недостатком методического обеспечения. Значимость реконструкции и капитального ремонта как форм воспроизводства общественных и жилых зданий заключается не только в обеспечении их долговечности путем продления технического и экономического сроков службы, но и в постоянном повышении эффективности их эксплуатации за счет внедрения новых, постоянно развивающихся технологий энергосбережения, прежде всего, в сфере энергообеспечения.

В заключение отметим, что энергосбережение и повышение энергетической эффективности является ключевым фактором устойчивого развития различных областей экономики и обеспечения энергетической безопасности Российской Федерации.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства №2446-р о государственной программе РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
3. ГОСТ 26254-84 Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.
4. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. 256 с.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>

References

1. The order of the Government No. 2446-r about a state program of the Russian Federation "Energy saving and increase of power efficiency for the period till 2020".
2. Construction Norms and Regulations 23-02-2003. Thermal protection of buildings.
3. GOST 26254-84 Methods of determination of resistance to a heat transfer of the protecting designs.
4. Fokin V. M. Bases of energy saving and energy audit. M.: "Publishing house Mashinostroyeniye-1", 2006. 256 sec.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>

УДК 725.142.2

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры
проектирования зданий и сооружений
Ф.М. Савченко;*

*Магистр кафедры проектирования зданий и
сооружений Е.Е. Прокшиц
Россия, г. Воронеж, тел. 8 919 238 78 74*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. in Engineering, Prof. of Dept. of Civil
Engineering*

*F.M. Savchenko;
Master of the designing of buildings and con-
structions faculty E.E. Prokshits
Russia, Voronezh, tel. 8 919 238 78 74*

Ф.М. Савченко, Е.Е. Прокшиц

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОСТИНИЦ

Статья посвящена вариантам решения проблем ресурсосбережения и обеспечения энергоэффективности, которые являются актуальными для российских гостиниц.

Ключевые слова: эко-кровли; энергоэффективность; инновации; гостиницы; теплопотери, «зеленые» технологии.

F.M. Savchenko, E.E. Prokshits

METHODS OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN THE DESIGN OF HOTELS

The article is devoted to options to address resource and energy efficiency issues that are relevant for Russian hotels.

Keywords: eco - roofs; energy efficiency; innovation; hotels; heat loss, "green" technology.

Основным назначением строительства всегда являлось создание необходимой для существования человека жизненной среды, характер и комфортабельность которой определялись уровнем развития общества, его культурой, достижениями науки и техники.

Целью строительного производства является возведение зданий и сооружений. В настоящее время применение новых конструкций и материалов сопровождается необходимостью разработки и применения широкого спектра строительных технологий.

У заказчика современной гостиницы имеется большое количество разных способов увеличить или уменьшить стоимость строительства. При этом снижение затрат сегодня отнюдь не означает и падения в качестве. Широкий арсенал технологий и материалов позволяет строить объекты при умеренных затратах и в полном соответствии с требуемыми характеристиками.

Энергоэффективностью при строительстве зданий называется комплекс мероприятий, направленных на снижение потребления тепловой энергии зданий, необходимых для поддержания требуемых климатических параметров в помещении. Термин энергоэффективный означает производить то же самое количество труда, используя меньше энергии. Таким образом, понятие энергоэффективности неразрывно связано с вопросами энергосбережения. Но только

при условии, если проводимые мероприятия, направлены на сокращение потребления энергии зданий и являются технически осуществимыми, экономически оправданным и безопасным.

При проектировании гостиниц главным образом необходимо подробно остановиться на этапе проектирования - на этом этапе при правильной ориентации здания по сторонам света (с учетом "Розы ветров"), таким образом, что преобладающий северный ветер не будет выдувать тепло из здания. Это достигается за счет эффектаэжекции - процесса смешивания любых двух сред, где одна находясьпод давлением, оказывает влияние на другую, и переносит ее в требуемом направлении. Также здание с большими окнами, выходящими на южную сторону на которой имеются лиственные деревья и следовательно тень - является примером использования пассивного отопления и охлаждения, что снижаетпотребление энергии.

Исследования показывают, что при нормальной эксплуатации здания в 5 этажей тепло потери через стены составляют 40 %, через окна - 18% , подвал - 10%, крышу - 18%, вентиляция - 14 %. Только при комплексном подходе к энергоэффективности возможно свести теплотери здания к минимуму. Наиболее простым и рациональным способом для сохранения энергиипри отоплении зданияявляется повышение теплозащитных свойств ограждающих конструкций, а также фасадов зданий. Использование новых материалов и технологий, для обеспечения повышенной прочности и эффективности теплоизоляции, гидроизоляции и снижения уровня шума в несущих и ограждающих конструкциях.

На данный момент в большинстве российских гостиницах просматривается тенденция экономии энергии при помощи установки энергосберегающих ламп, датчиков движения, использования ключей доступа для подачи электроэнергии в номер. В то же время, меры по энергосбережению довольно редко затрагивают системы отопления, холодо-снабжения, вентиляции и кондиционирования гостиницы, хотя именно на них приходится львиная доля расходов.

Кроме того, на стадии его изучения должны быть правильно рассчитаны основные тенденции потребления энергии - системы вентиляции и кондиционирования воздуха, кухонное оборудование, услуги и строительство освещения.

Уже на стадии проектирования здания должны быть заложены нижеперечисленные энергосберегающие мероприятия, которые реализовываются во время строительства:

- все окна должны быть энергосберегающего типа (со стеклопакетами и высокоплотными притворами);

- при выборе остекления учитывается ориентация здания по сторонам света: по возможности площадь остекления южного фасада должна превосходить площадь остекления северного фасада;

- архитектурный облик здания гостиницы следует выполнять так, чтобы верхние этажи полностью затенять в летний период года окна нижерасположенного этажа, но не мешать проникновению в них солнечных лучей в осенне-весенний период;

- входные двери должны быть оснащены доводчиками, обеспечивающими их нахождение в закрытом состоянии;

- основные (не пожарные) входы в здание выполнять с тамбурами.

Использование «зеленых» технологий в строительстве гостиниц позволит выделиться среди своих конкурентов за счет инноваций, дизайна и новых возможностей. Энергосбережение является важным, поскольку затраты на электроэнергию являются одной из крупнейших статей расходов для гостиниц и стоимость электроэнергии постоянно растет.

В странах Европы, некоторых штатах США, Китае и некоторых других странах, использование зеленой кровли является одним из основных решений по улучшению экологической ситуации в городских районах. Учитывая тот факт, что стоимость земельных участков и соответственно недвижимости постоянно растет, особенно в мегаполисах, то эксплуатируемые кровли - это отличный способ использования пространства крыши под эксплуатируемую территорию, например, для проведения различных мероприятий и отдыха. Кроме того, именно

экологические проблемы стали первым толчком для роста популярности таких систем в странах с умеренным климатом, как, например, в Норвегии, где они обустроены в почти 90% частных коттеджей и многоквартирных домах, а также общественных зданий.

Эко-кровли увеличивают экономическую выгоду от использования зданий за счет приобретения дополнительных эксплуатируемых областей, и улучшить эстетический вид, экологическую привлекательность и повысить рейтинг собственности с зелеными стандартами сертификации. В то же время, стоит учитывать, что из-за повышения уровня жизни городских жителей, при проектировании необходимо предусмотреть места для отдыха, прогулок, спорта, а также устройства детских площадок. При строительстве многоэтажных гостиниц в городах с плотной застройкой, использование пространства крыши наиболее актуально. Идея создания зеленой кровли, в первую очередь, направлена на оптимизацию влияния городской среды на человека и его здоровье, которое достигается за счет совокупности всех характеристик.

Современное строительство и обустройство зеленых кровель характеризуется рядом объективных выгод. К ним относятся: энергоэффективность и экономия при эксплуатации, что достигается за счет уменьшения потерь тепла через внешнее покрытие здания; улучшены условия жизни и труда людей; повышение эстетического уровня зданий. Кроме того, зеленая кровля защищает гидроизоляционный материал, который является основным в кровельном "пироге" от перегрева и ультрафиолетового излучения, тем самым увеличивая его прочность в несколько раз.

Использование новых энергоэффективных технических решений, технологий, материалов, конструкций и оборудования должно оставаться основным при проектировании современных зданий гостиниц.

Библиографический список

1. Ольхова А.П. Гостиницы. Книга представлена Часть 5: Стройиздат, 1983. - 171 с
2. <http://www.abok.ru/>
3. <http://green-buildings.ru/>
4. Тимофеева Е.С. Проектирование гостиничной деятельности: учебное пособие/ Тимофеева Е.С., Коломоец С.А.— СПб: Троицкий мост, 2015.

References

1. Olhova AP Hotels . Book Part 5 provides :Stroyizdat , 1983. - 171
2. <http://www.abok.ru/>
3. <http://green-buildings.ru/>
4. E.S. Timofeev Design hotel activities: Tutorial / E.S. Timofeev, Kolomoets S.A.- St. Petersburg: Trinity Bridge , 2015.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Профессор кафедры проектирования зданий
и сооружений Ф.М. Савченко;
Профессор кафедры проектирования зданий
и сооружений Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры проектирования зда-
ний и сооружений Е.А. Чумикова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952)-553-69-19*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Professor of the designing of buildings and con-
structions faculty F.M. Savchenko;
Professor of the designing of buildings and con-
structions faculty E.E.Semenova;
Master of the designing of buildings and con-
structions faculty E.A. Chumikova
Russia, Voronezh, tel. 8(952)553 6919*

Ф.М. Савченко, Э.Е. Семенова, Е.А. Чумикова

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СИСТЕМ В КОНСТРУКТИВНОМ РЕШЕНИИ СТЕН ЗДАНИЙ

В статье рассмотрены энергоэффективные материалы и системы, применяемые в наружных ограждающих конструкциях. Рассмотрены современные технологии утепления наружных стен.

Ключевые слова: энергоэффективность, ограждающие конструкции, энергоэффективные технологии и материалы.

F.M. Savchenko, E.E. Semenova, E.A. Chumikova

ANALYSIS OF ENERGY-EFFICIENT MATERIALS AND SYSTEMS IN THE CONSTRUCTIVE DECISIONS OF BUILDING'S WALLS

The article discusses some energy-efficient materials and systems used in the exterior walling. Considers the modern technologies insulation of exterior walls.

Keywords: energy efficiency, walling, constructions, energy-efficient technologies and materials.

Применение энергоэффективных технологий при реконструкции и строительстве зданий начало развиваться в 80-е годы. На сегодняшний день спрос на энергосберегающие материалы и системы очень высок, так как цены на энергоносители растут с каждым годом. Энергосберегающие технологии позволяют решить сразу несколько задач: сэкономить существенную часть энергоресурсов, решить проблемы ЖКХ, повысить эффективность производства и уменьшить нагрузку на окружающую среду. Поэтому изучению вопроса использования энергоэффективных систем в конструктивном решении стен зданий уделяется большое внимание.

Внедрение энергоэффективных материалов и строительных технологий определяет направление развития исследований, отвечающих нуждам современного удовлетворения потребностей людей в рациональном использовании энергии и ее сохранении.

Основное отличие теплосберегающих свойств строительных материалов заключается в процентном отношении объема воздушных пор к объему скелета каркаса, образующего эти поры [1]. Так же, воздух может быть самостоятельным слоем утепления в многослойных стенах.

Применение многослойных конструктивных решений позволяет повысить сопротивление теплопередачи за счет действия эффективных утеплителей без увеличения толщины ограждающих конструкций.

К наиболее известным и распространенным способам утепления наружных стен относятся: вентилируемые конструкции утепления наружных стен; невентилируемые конструкции утепления наружных стен с использованием минераловатных и полистирольных плит с креплением их непосредственно на стены или на каркас, а также всевозможные сочетания этих вариантов с использованием современных утеплителей.

Одним из примеров таких утеплителей является Пенофол. Это вспененный полиэтилен толщиной 2-10 мм с одной или двух сторон покрытый алюминиевой фольгой. Этот материал небольшой толщины и веса, который не содержит никаких вредных добавок и абсолютно безопасен. При передаче тепла доминирующую роль играет тепловое излучение.

Отражательная изоляция Пенофола, применяемая внутри помещения, защищает его от нагревания летом, а зимой сохраняет тепло внутри здания. Алюминиевая фольга в конструкции теплоизоляции повернутая по направлению к источнику тепла и ограниченная воздушной прослойкой (не менее 2 см) сохраняет свое свойство отражать 95% лучистой энергии [2].

Пенофол почти не поглощает влагу, является отличной преградой для испарений, так как его коэффициент паропроницаемости равен 0,001 мг/м ч Па. Пенофол экологичный и долговечный материал. Все эти показатели выгодно отличают данный утеплитель от большинства современных теплоизоляторов.

В таблице приведены сравнительные характеристики различных видов утеплителей для обеспечения сопротивления теплопередаче $R=1,2(\text{м}^2\text{С}/\text{Вт})$, при $t=40\text{ С}$ ($t = -20\text{ °С}$, $t = +20\text{ °С}$).

Таблица

Сравнительные характеристики различных материалов

Материал	Требуемая толщина, мм
“Пенофол” тип В (фольга с двух сторон)	4
Кирпич глиняный	640 (2,5 кирпича)
Кирпич силикатный	900 (3,5 кирпича)
Керамзитобетон	490
Газопенобетон	384
Минеральные маты	67
Плиты минераловатные	77
Пенополистирол	46

Одним из теплоэффективных строительных материалов является стеновой блок «Теплостен». В этом материале совмещены практически все необходимые для комфортного проживания составляющие стены современного каменного дома.

«Теплостен» состоит из 3-х слоев: несущий слой – поризованный керамзитобетон класса В10-В12 плотностью 900-1100 кг/м³; внутренний слой – эффективный пенополистирол плотностью 25 кг/м³; наружный защитно-декоративный слой из обычного бетона класса В15-В20 плотностью 1600-1700 кг/м³. Защитно-декоративный наружный слой выполнен из плотного бетона и может иметь любую фактуру и, в дальнейшем, окрашиваться в любой цвет фасадными красками [3].

Применение теплоэффективного блока избавляет строителей от таких трудоемких и дорогостоящих операций, как утепление стены и декоративное ее оформление. Блок легкий и сравнительно большой (400x300x200 мм), благодаря своим точным геометрическим размерам ($\pm 1\text{ мм}$) укладывается на слой клея толщиной не более 2-4 мм.

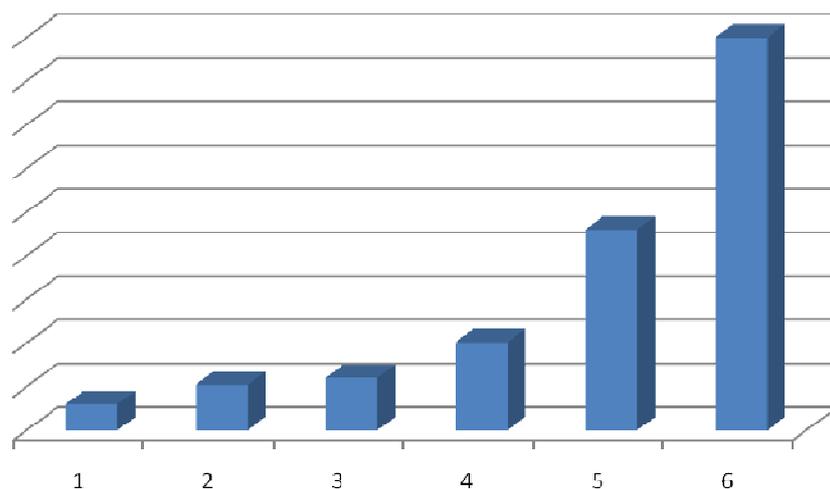


Рис. Толщина различных конструкций стен при приведенном сопротивлении теплопередачи $R_0 = 3,2 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$: 1 – блок «Теплостен» 0,3 м; 2 – брус 0,52 м; 3 – пенобетон 0,6 м; 4 – керамзитобетон 1,01 м; 5 – кирпич 2,3 м; 6 – бетон 4,5 м

Другим примером новых энергоэффективных материалов являются энергосберегающие краски — это современнейший композиционный материал, который был получен при разработке космических кораблей многоразового использования «Шаттл» в семидесятых годах прошлого века.

Энергосберегающая краска состоит из полимерной матрицы и специального наполнителя (полых микросфер). В настоящее время появились энергосберегающие краски различных производителей, содержащие микросферы из керамики и стекла, со схожими характеристиками, в том числе и в виде аэрогелей с мельчайшими частицами, разработанными с использованием современных нанотехнологий, а также утепляющие шпатлёвки.

На основе энергосберегающей керамической добавки выпускаются и энергосберегающие изоляционные обои, которые можно клеить под обычные обои. Они сглаживают небольшие неровности стеновых покрытий и служат теплоизоляцией помещения.

Энергосберегающие свойства покрытия достигаются за счёт полимеризации состава, который после высыхания превращается в плотную и упругую мембрану. Находящиеся в мембране микросферы отражают и рассеивают поступающий поток тепла, они способны отражать 90% инфракрасного излучения и более 80% видимого солнечного света.

Одним из материалов для более эффективной теплоизоляции в гражданском и промышленном строительстве с внутренней стороны жилого помещения является резольноноволачный пенопласт (РНП), который заливают в полость между наружным и внутренним слоями кирпичной кладки. Это фенолформальдегидный пенопласт нового поколения.

РНП сочетает в себе качественные и технологические свойства, которых нет в других теплоизоляционных материалах: - РНП в процессе образования при физическом вспенивании жидкой композиции обладает хорошей адгезией к ряду обычных строительных материалов, что позволяет использовать его без применения клеев; - он в готовом виде не имеет каких-либо следов летучих токсических веществ и безвреден в санитарно-токсикологическом отношении; - он не горюч; - благодаря относительно высокой механической прочности его можно приформовывать к нетеплопроводному слою строительных материалов при плотности в интервале $20-100 \text{ кг/м}^3$ в зависимости от заданной прочности и с учетом стоимости изоляции; - РНП модификации с химическим методом вспенивания композиции можно использовать для теплогидроизоляции (ТГИ) стыков панельного домостроения

В последние годы все энергоэффективные технологии объединяются в концепцию так называемого пассивного дома, то есть жилища, максимально дружелюбного окружающей среде [4].

Технология пассивный дом была изобретена д.н. Файстом в немецком городе Дармштадт. Он рассчитывал энергетические балансы зданий до тех пор, пока ему не удалось вы-

считать показатели такого здания, которое при правильном выполнении вообще больше не требовало специальной системы отопления – пассивный дом.

Энергетическая концепция пассивного дома позволяет снизить расход энергии в новостройках в 8-10 раз, так как пассивному дому достаточно всего 10-15 кВт ч/м² в год [4].

Основные критерии пассивного дома: компактность сооружения, герметичность, использование солнечной энергии, специальные высококачественные окна и оконные профили, рекуперация тепла из отработанного воздуха, процент сохранения тепла >75%, подогрев воды при помощи солнечных коллекторов или теплового насоса.

За строительством таких зданий - будущее, ведь они фактически отапливаются за счет тепла, выделяемого людьми и электроприборами.

Очевидно в ближайшие два-три десятилетия, на стыке периодов истощения традиционных и недостаточного развития новых энергоисточников, возникнет дефицит энергоресурсов и резкое их удорожание, и задача экономии энергоресурсов станет приоритетной. В связи с этим в сфере создания, модернизации и эксплуатации строительной продукции доминирующим фактором станет обеспечение минимальных теплопотерь в зданиях за счет разработки и использования энергоэкономичных объемно-планировочных и конструктивных решений, новых с высоким коэффициентом сопротивления теплопередаче строительных материалов и изделий, энергоэффективного оборудования и регулируемых, в том числе нетрадиционных, систем энергообеспечения. Приоритетное направление развития строительных материалов, изделий и оборудования будет принадлежать энергосберегающим видам.

Библиографический список

1. Голованова Л. А. Сбережение энергии в зданиях посредством гелиоустановок / Голованова Л. А., Неклюдова А.Ф. / Новые идеи нового века – 2012: материалы Двенадцатой международной научной конференции ФАД ТОГУ: в 2 т. / Тихоокеанский государственный университет. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – Т 2. – С.247-250.

2. Технические характеристики Пенофола и его уникальные свойства. URL:<http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/86-tekhnicheskie-kharakteristiki-penofola-i-ego-unikalnye-svoystva.html>

3. Теплоэффективный стеновой блок «Теплостен».
URL:<http://www.teplosten.ru/index.php?p=block>

4. Энергосберегающий дом. URL: <http://www.pro-passivhaus.com>

5. Семенова Э.Е., Семенов В.Н. и др. Практическое применение энергосберегающих технологий под ред. Семенова В.Н. Учебное пособие для магистрантов – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014 г. – 193 с.

References

1. Golovanova L.A. Energy conservation in buildings through solar installations / Golovanova L.A., Neklyudova A.F. / The new ideas of the new century - 2012: Proceedings of the Twelfth International Scientific Conference FAD TOGU: 2 t. / Pacific State University. - Khabarovsk: Publishing of Tikhookean. state. University Press, 2012. - T 2. - S.247-250.

2. Specifications penofol and its unique properties. URL:<http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/86-tekhnicheskie-kharakteristiki-penofola-i-ego-unikalnye-svoystva.html>

3. "Teplosten" thermal efficiency of the wall unit.
URL:<http://www.teplosten.ru/index.php?p=block>

4. Energy-efficient passive house. URL: <http://www.pro-passivhaus.com>

5. Semenova E.E., Semenov V.N. and others. The practical application of energy-saving technologies, ed. Semenov V.N. Textbook for undergraduates - Tambov: Publishing of Pershin R.V. 2014 - 193 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

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 science. Sci. fisic, prof.. V.S. Mushtenko;
Dr. Sci. Tech, lecturer, prof. E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, . 8 (4732) 369350*

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассматриваются проблема функционирования промышленного предприятия как источника загрязнения окружающей среды, а так же ряд характерных примеров практических подходов, методов и средств минимизации воздействия промышленного производства на окружающую среду и основные направления деятельности предприятия по минимизации отрицательного воздействия.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнения, выбросы.

DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN MODERN CONDITIONS ECOLOGIZATION OF PRODUCTION

Е.А. Zhidko, V.S. Mushtenko

Discusses the problem of functioning of industrial enterprises as a source of environmental pollution, as well as a number of typical examples of practical approaches, methods and means of minimizing the impact of industrial production on the environment and the basic directions of activity of the enterprise by minimizing the negative impacts.

Keywords: environment, pollution, emissions.

Развитие научно-технического прогресса, кроме запланированных благ приводит к постепенной деградации природной среды. Индустриализация - это ключевой элемент стратегии развития. Но в своей эксплуатации природных ресурсов, потреблении энергии и порождении загрязнения и отходов, промышленный сектор находится среди важнейших причин ухудшения качества окружающей среды (ОС). Как только экологические последствия промышленной активности превысят допустимый уровень, произойдет блокирование дальнейшего существования [1, 2].

Одна из важнейших целей промышленной политики - это создать основу и условия для сильного, новаторского и конкурентоспособного индустриального сектора, таким образом, гарантируя конкурентоспособность и стабильность.

Интерес общества состоит в том, чтобы долгосрочные экономические и социальные блага не приносились в жертву ради краткосрочных финансовых прибылей. Существовала тенденция рассматривать индустриализацию и интересы ОС как взаимно враждебные.

Сейчас стало ясно, что экологически чистая промышленность более не вопрос роскоши, но скорее вопрос необходимости. Многие сектора промышленности берут на себя ответственность по сохранению среды и природных ресурсов. Таким образом, промышленность становится не только частью проблемы, но и также частью ее решения. Экологическая политика может способствовать оптимизации управления ресурсами, созданию общественного доверия и развитию рыночных возможностей. Многие новые чистые низкоотходные технологии не только снижают загрязнения, но и экономят расход сырых материалов и энергии до такой степени, что снижение издержек сможет более чем возместить исходные, более высокие, инвестиционные затраты и таким образом снизить себестоимость единицы продукции [3].

Соединение передового технологического общества с сильной, творческой и приспособленной производственной базой, в конечном счете, гарантирует лучшее здоровье и улучшенное качество жизни населения.

Специальные усилия требуются, чтобы избежать обременительных административных, финансовых и законодательных принуждений, которые могут препятствовать созданию или развитию промышленных предприятий, для чего необходима практическая помощь в решении экологических задач, включая обеспечение экспертными службами, обучающими программами и т.д.

Конфликт между защитой ОС и экономической международной конкурентоспособностью происходит от узкого рассмотрения источников благосостояния. Строгие экологические требования могут стимулировать улучшение и нововведения в промышленном секторе экономики. Страны, которые имеют наиболее суровые требования, обычно лидируют в экспорте продуктов и технологий.

Взаимодействие промышленного предприятия с ОС происходит на всех стадиях производства от стадии добычи и использования сырья, преобразования и переработки отходов. Все современные промышленные предприятия являются источниками загрязнения атмосферы и водоемов. Кроме того, крупные промышленные предприятия занимают большие производственные площади под основное производство, что предполагает отчуждение земель. Концентрация вредных веществ в атмосфере и водной среде крупных промышленных центров значительно превышает нормы. Особо неблагоприятная экологическая обстановка наблюдается во всех крупных городах России, на территории которых расположены производственные промышленные комплексы [4,5].

Основным источником загрязнения атмосферы воздуха были и остаются тепловые электростанции. Они, потребляя около трети добываемого в стране топлива, причем его худшие сорта, являются существенным источником загрязнения атмосферы.

Глобальная проблема будущего будет состоять в том, что экономический рост, эффективные и безопасные энергетические поставки и чистая ОС это совместимые цели. Энергетическая политика, таким образом, будет ключевым фактором в достижении стабилизирующего развития.

Общие энергетические и экологические улучшения могут быть реализованы, только если улучшения будут достигнуты в развивающихся странах, в Центральной и Восточной Европе. Спорный вопрос в этом контексте - это необходимость в передаче финансов, технологий и ноу-хау, чтобы помочь им контролировать развитие в энергетических потребностях.

Серьезной проблемой является сбор, вывоз, переработка и утилизация бытовых и промышленных отходов (ежегодный объем почти 44 млн. т), при этом характерна кольцевая структура расположения зон наибольшего загрязнения грунтов тяжелыми металлами вокруг бывших заводских окраин города.

Таким образом, в качестве основных приоритетных целей производственного экологического менеджмента (ЭМ) наиболее часто рассматриваются цели, связанные с минимизацией отрицательного воздействия промышленного производства на ОС (ВОС), включая минимизацию отходов, и минимизацию использования сырьевых и энергетических ресурсов.

Под минимизацией отрицательного воздействия промышленного производства на

ОС будем понимать целенаправленные, мотивированные, последовательные из года в год изменения удельных показателей сбросов и выбросов загрязняющих веществ, отходов, используемых ресурсов, экологических показателей готовой продукции, достигаемые на основе использования совокупности разнообразных организационных, технологических и технических методов и средств.

Ниже в таблице 1 рассматривается ряд характерных примеров практических подходов, методов и средств минимизации воздействия промышленного производства на ОС, в таблице 2 - основные направления деятельности промышленного предприятия по минимизации ВОС.

Таблица 1

Классификация практических подходов, методов и средств минимизации ВОС

Признак	Содержание
По времени и возможностям реализации	• первоочередные (краткосрочные), в основном не требующие затрат или малозатратные (сроки реализации до 1 года) методы и средства
	• планируемые (среднесрочные) методы и средства на срок 1-5 лет
	• перспективные (долгосрочные) методы и средства на срок более 5 лет
По обязательности исполнения	• обязательные методы и средства в соответствии с определенными конкретными требованиями природоохранительного законодательства
	• инициативные методы и средства, связанные с развитием деятельности в области экологического менеджмента
По принципам осуществления	• организационные подходы, методы и средства
	• технологические и технические подходы, методы и средства, непосредственно касающиеся источников выделения загрязняющих веществ и источников образования отходов [6,7]
	• технологические и технические подходы, методы и средства, затрагивающие собственно источники сброса и выброса загрязняющих веществ, источники физических воздействий на ОС, отходы [8].

Таблица 2

Основные направления деятельности предприятия по минимизации ВОС

Признак	Содержание
Система производственного экологического менеджмента в целом	<ul style="list-style-type: none"> • постановка предприятием экоцелей, связанных с минимизацией, включая разработку критериев достижения подобных целей; • разработка плана конкретных действий и мероприятий по минимизации; • организация и контроль практической деятельности в области минимизации, включая разработку и использование процедур принятия экозначимых решений, распределение ответственности, разработку, использование внутренних экостандартов предприятия
Работа с персоналом	<ul style="list-style-type: none"> • информирование персонала о деятельности предприятия в области минимизации ВОС и минимизации использования ресурсов [9]; • мотивация и стимулирование активного вовлечения всего персонала в деятельность по минимизации; • разработка и практическая реализация программ экообразования, связанных с минимизацией ВОС; • подготовка персонала к действиям при чрезвычайных экоситуа-

	циях
Использование предприятием принципов экоэффективности в практической деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • выявление, анализ и оценка прямых и скрытых издержек, связанных с используемыми или неиспользуемыми предприятием подходами и методами минимизации; • проведение стоимостного анализа ВОС, ресурсов и готовой продукции с дальнейшим использованием его данных для мотивации, работы с персоналом, оценки результатов минимизации
Использование предприятием принципов экосправедливости в использовании ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> • принятие и публичное декларирование предприятием широкого спектра добровольных экологических обязательств по отношению к персоналу, населению, экологической общественности, акционерам и инвесторам, СМИ, органам местного самоуправления; • принятие доп.обязательств, связанных с добровольным эколидерством предприятия в области минимизации воздействия на ОС и минимизации использования ресурсов
Развитие внешней экологической деятельности предприятия	<ul style="list-style-type: none"> • взаимодействие и кооперация с др. участниками отрасли в области минимизации ВОС и минимизации использования ресурсов; • взаимодействие и кооперация с другими предприятиями территории (промышленного узла) в области минимизации; • использование деятельности в области минимизации для взаимодействия с акционерами и инвесторами; взаимодействия с населением, проживающим в зоне влияния предприятия по воздействию на атмосферный воздух, водные объекты, почвы; взаимодействия с экообщественностью и органами общественного экоконтроля; СМИ; органами местного самоуправления
Повышение эффективности деятельности экологической службы предприятия	<ul style="list-style-type: none"> • развитие системы производственного экомониторинга в целом, включая квалифицированное описание и оценку основных объектов экоменеджмента (систем регулирования ВОС и использования ресурсов); • использование нетрадиционных (не приборных) методов и средств производственного экологического мониторинга; • разработка и ведение внутренней экодокументации, необходимой для осуществления эффективной деятельности по минимизации ВОС и минимизации использования ресурсов (программа конкретных действий и мероприятий по минимизации, должностные инструкции; внутренние экостандарты предприятия; экорегламенты систем регулирования ВОС и использования ресурсов; проекты повышения эффективности экорегулирования, экологический ситуационный план предприятия и др.).

Библиографический список

1. Жидко Е.А., Муштенко В.С. Анализ состояния атмосферы в регионе и социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды/ В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й международной научно-практической конференции. 2008. С. 69-74.
2. Манохин М.В., Манохин В.Я., Сазонова С.А., Головина Е.И. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов. Известия КГАСУ. г. Казань, 2015 г., № 4 (34), 478 с.
3. Иванова И.А., Манохин В.Я., Головина Е.И. Оценка запыленности рабочей зоны дробеструйного участка и выбивных решеток литейного производства. Комплексные про-

блемы техносферной безопасности - материалы XI Международной научно-практической конференции. г. Воронеж, 2015.

4. Жидко Е.А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия// Безопасность труда в промышленности. 2011. № 3. С. 57-62.

5. Жидко Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.

6. Сазонова, С.А. Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. - С. 82 - 86.

7. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, М.Я. Панов, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2000, №4. - С. 100-105.

8. Сазонова, С.А. Методы обоснования резервов проектируемых гидравлических систем при подключении устройств пожаротушения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 4 (17). - С. 22-26.

9. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности// Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 33.

References

1. Zhidko E.A., Mushtenko V.S. Analysis of the state of the atmosphere in the region and socio-economic consequences of environmental pollution/ In book: High technologies in ecology proceedings of the 11th international scientific-practical conference. 2008. S. 69-74.

2. Manohin M. V., Manohin V. I., Sazonova S. A., Golovina E. I. Geocological factors and the rate of accumulation of solid waste. Izvestiya kgasu. Kazan, 2015, № 4 (34), p. 478

3. Ivanova I. A., Manokhin V. Y., Golovina E. I. evaluation of the dustiness of the working area of the blasting area, and stamped-out grids casting production. Complex problems of technosphere safety - proceedings of the XI International scientific-practical conference. Voronezh, 2015.

4. Zhidko E.A. Managing ecological-economic risks as the most important factor of effective activity of the enterprise// Safety in industry. 2011. No. 3. S. 57-62.

5. Zhidko E.A. Metodologija issledovaniy informacionnoy bezopasnosti ekologicheski opasnyh i ekonomicheski vazhnyh obektov.: monografiya. Voronezh: gos.arh-stroit. Yn-t.- Voronezh, 2015. 183 s.

6. Sazonov, S. A. development of a model for structural redundancy func-dominant heating systems / S. A. Sazonova // Bulletin of Voronezh Institute of high technologies. – 2008. – No. 3. - P. 82 - 86.

7. Kvasov, I. C. Static state estimation of pipeline systems on the basis of functional reduction / I. S. Kvasov, M. Y. Panov, A. Sazonov, S. // Izvestiya of higher educational institutions. Construction. - 2000, No. 4. - P. 100-105.

8. Sazonov, S. A. Methods of substantiation of reserves of the designed hydraulic systems for devices connected to the fire / S. A. Sazonova // Bulletin of Voronezh Institute of state fire service of EMERCOM of Russia. - 2015. - № 4 (17). - P. 22-26

9. Zhidko E.A., Popova G. L. the Concept of a systematic mathematical modelling information security// Internet journal of the sociology of Science. 2014. No. 2 (21). S. 33.

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 science. Sci. fisis, prof.. V.S. Mushtenko;
Dr. Sci. Tech, lecturer, prof. E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, . 8 (4732) 369350*

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО (АНТИКРИЗИСНОГО) РАЗВИТИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ

В статье рассматривается экологическая составляющая как главный аргумент безопасного и устойчивого (антикризисного) развития в новых условиях XXI века.

Ключевые слова: окружающая природная среда, экологические риски, экологические угрозы, управление информационными рисками.

E.A. Zhidko, V.S. Mushtenko

In article it is considered ecological making as the main argument of safe and steady (anti-recessionary) development in new conditions of the XXI-st century.

Keywords: surrounding environment, ecological risks, ecological threats, management of information risks.

Требования пакета документов международного менеджмента должны рассматриваться в контексте Концепции органического роста [1,2]. Это значит, что экологическая безопасность (ЭБ) является одним из главных аргументов глобальной безопасности и устойчивости развития планеты Земля, её регионов, их хозяйствующих субъектов (ХС).

Объективно существующие пределы возможностей планеты по удовлетворению потребностей ее растущего населения приводят к тому, что удержать траекторию глобального развития в определенных интервалах значений параметров устойчивости становится возможным на основе проектирования и реализации траектории антикризисного развития организаций по форме хозяйствования 5С в новых условиях XXI века [3].

Такая форма должна базироваться на адекватных ей известных законах экономического управления предприятиями, которые имеют четкое логико-аналитическое выражение и требуют комплексного применения норм на числовые значения самоокупаемости, самофинансирования и конкурентоспособности ХС (его продукции) по ситуации и результатам в статике и динамике XXI века. При этом надо учитывать, что показатели конкурентоспособности определяют эффективность самоуправления в статике и проявления самостоятельности в разрешении проблемных для ХС ситуаций в динамике.

Комплекс норм должен разрабатываться с учётом прогнозируемого поля проблемных для ХС ситуаций, допустимого для него уровня риска [4,5]. В процессе жизнедеятельности организации нормы должны адаптироваться к реально складывающейся обстановке во внешней и внутренней среде ХС, наметившимся тенденциям его развития.

Например, гармонизация отношений человека с природой и обществом способствуют их процветанию. Стабильное обеспечение требований по ЭБ способствует занятию лидирующих позиций организации на внешних и внутренних рынках в новых условиях XXI века. Другими словами, процветание и лидерство ассоциируются с выгодой, которую несут стратегии гармонизации и стабильности [6].

В то же время пренебрежение требованиями по ЭБ несет угрозы закономерного возникновения антропогенных катастроф, появления чрезвычайных ситуаций, необходимости предвидения которых и управления ими занимает особое место в Доктрине информационной безопасности России. Учитывая независимость законов развития природы и общества от воли и сознания человека, следует в особую группу выделить угрозы возникновения природных катаклизмов, т.е. стихийных бедствий. Они несут, как правило, неприемлемые для общества последствия в виде разрушений народного хозяйства и гибели населения. Отсюда ущерб как функция:

- стратегий пренебрежения действующими нормами, стандартами и правилами обеспечения ЭБ объектов. Такая стратегия создает состояние напряженности в обществе, грозит возникновением предкризисной ситуации;

- отсутствия учета объективных законов развития природы и общества. Нежелание их познания и использования на практике также можно рассматривать как стратегию, которая несёт угрозу банкротства и гибели рассматриваемых объектов.

Например. В работе [3] показано, что в современных условиях основной режим работы ХС – стратегический паритет с конкурентами. Состояние ЭБ ХС целесообразно представить в виде ограничений на необходимые значения вероятностей (т.е. область их определения, Ω_p) достижения генеральной и частных целей ХС, его системы информационной безопасности (СИБ), их элементов по ситуации и результатам (т.е. по цели, месту, времени, диапазону условий и полю проблемных ситуаций [7]) в статике и динамике новых условий XXI века [7, 8].

Например. Согласно шкале рис.1 [3], область определения возможностей достижения целей, Ω_p , по обеспечению ЭБ исследуемого ХС устанавливается с помощью следующих правил:

- если $\Omega_p = 0,7 - 1$, то достигнута гармонизация в отношениях человека с природой и обществом. Производитель и его продукция обладают конкурентными преимуществами на внешних и внутренних рынках, что способствует получению им вполне определенной выгоды (в экономике ассоциируется с возможностями получения сверхприбыли);

- если $\Omega_p = 0,5 - 0,7$, то применяемые методы и системы обеспечения ЭБ отвечают действующим нормам, которые несут угрозу антропогенного воздействия на человека, общество и природу, но с приемлемыми последствиями [10,11]. Производитель и его продукция сохраняют свою конкурентоспособность, но получение им необходимой выгоды существенно зависит от конъюнктуры рынков, как результата состязательности конкурирующих сторон. Отсюда угрозы упущенной выгоды;

- если $\Omega_p = 0,3 - 0,5$, то появляются угрозы антропогенного воздействия с неприемлемыми последствиями, следствием которых может стать утрата конкурентоспособности производителя и его продукции на внешних и внутренних рынках. Это несет угрозу банкротства, развития кризиса, выхода из бизнеса, применения санкций к производителю с неприемлемыми для него последствиями;

- если $\Omega_p = 0 - 0,3$, то есть угроза гибели производителя и его продукции, как закономерный результат: либо природных катаклизмов, над которыми человек не властен; либо отсутствия адекватной реакции на названные выше угрозы и природные катаклизмы. И то, и другое несёт неприемлемый ущерб для личности, общества, государства, окружающей среде.

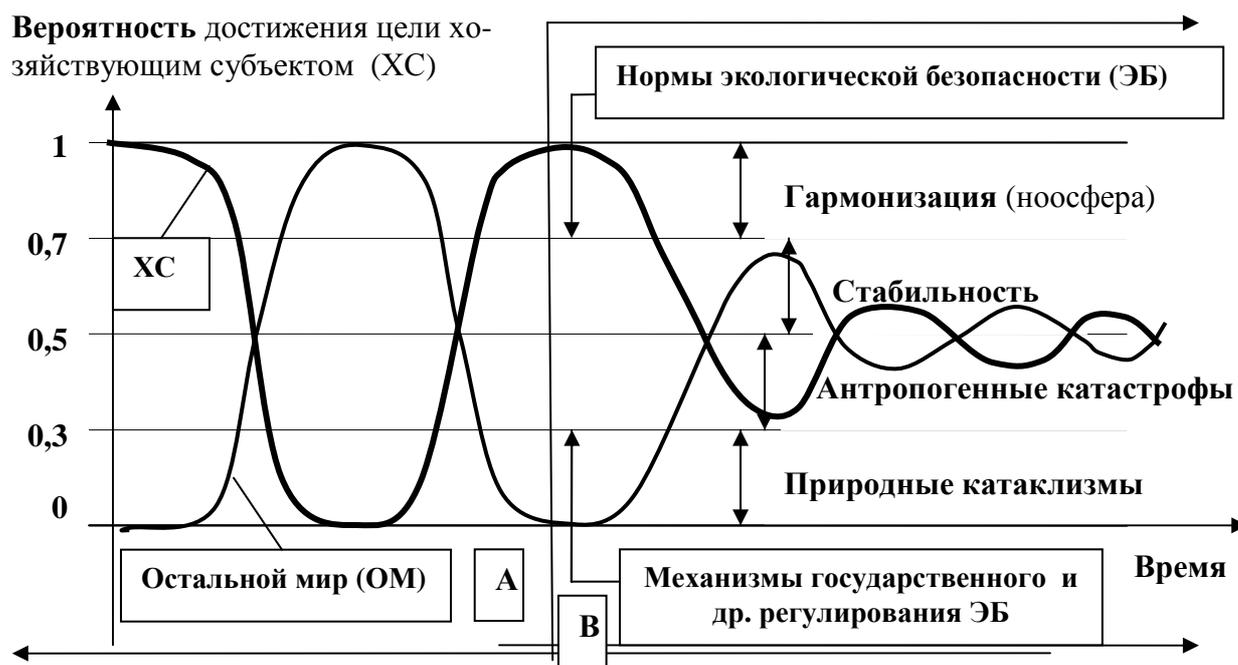


Рис. Шкала оценки состояний экологической безопасности ХС

где: ХС – компания, элементы которой или она в целом относится к исследуемому объекту ; А – Система информационной безопасности ХС(СИБ) либо отсутствует, либо не эффективна; В – зона безопасного и устойчивого развития ХС в стабильно поддерживаемом режиме стратегического паритета и динамического равновесия с остальным миром в процессе состязательности с ним

Тогда, предложенный в Концепции органического роста путь достижения глобальной безопасности и устойчивости развития на основе долгосрочных скоординированных (по цели, месту, времени и диапазону условий) действий всех членов мирового сообщества в процессе его взаимодействия с природой в современных условиях возможен за счёт [1]:

- проведения политик интеграции стран (их интеграционных блоков) в мирохозяйственные связи и глобализации экономики;
- создания мирового правительства на базе группы G20, наделения его функциями контроля и управления состоянием мировой экономики, включая необходимость выполнения требований по ЭБ в XXI веке;
- скоординированных действий группы G20 и Green Peas;
- реализации этих функций с учетом внутрисистемных и межсистемных связей систем социально-эколого-экономических и национальной безопасности отдельных стран (их интеграционных блоков) с мировым сообществом;
- информационного мониторинга поля проблемных ситуаций, возникающих во внешней среде ХС, контроллинга возможности появления поля проблемных ситуаций в его внутренней среде; диагноза состояния ХС и тенденций его развития по результатам исследования на логико-математических моделях взаимосвязанного функционирования и развития внешней и внутренней среды ХС в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке [12];
- прогнозирования угроз устойчивому (антикризисному) развитию ХС, их источников и степени опасности [13,14] ;
- оценки вклада в них экологических угроз как функции информационных рисков в экологии, которые определяют эффективность мониторинга, контроллинга, правильность и своевременность постановки диагноза;

- прогнозной оптимизации адаптивных способов и средств обеспечения требований по безопасному устойчивому (антикризисному) развитию организаций в XXI веке, одним из главных аргументов которых становятся требования по экологической безопасности;

- консалтинга на этой основе лиц, принимающих решения, о способах и средствах достижения целей ХС, близких к оптимальным по ситуации и результатам, в статике и динамике XXI века.

Главные задачи на этом пути:

- определить – в какой степени ускоряющиеся тенденции роста численности и плотности населения, производства и потребления, скопления отходов и т.д. могут быть совместимы с конечными размерами нашей планеты и устремлениями общества к снижению социальной и политической напряженности, улучшению качества жизни;

- установить элементы мировой системы и виды взаимодействия между ними, которые наиболее существенно влияют на ее долгосрочное поведение;

Библиографический список

1. Концепция безопасности и устойчивости развития планеты Земля (принята ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году).

2. Международные нормы и стандарты, правила и права.

3. Жидко Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.

4. 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.

5. Жидко Е.А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия// Безопасность труда в промышленности. 2011. № 3. С. 57-62.

6. Жидко Е.А., Муштенко В.С. Анализ состояния атмосферы в регионе и социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды/ В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й международной научно-практической конференции. 2008. С. 69-74.

7. Жидко Е.А. Методология формирования системы измерительных шкал и норм информационной безопасности объекта защиты//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2 (97). С. 17-22.

8. Жидко Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности// Вестник Воронежского института МВД России. 2015. № 1. С. 62-69.

9. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности// Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 33.

10. Жидко Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц пыли и технология ее утилизации в строительстве/ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002.

11. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

12. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Логико-вероятностно-информационное моделирование информационной безопасности// Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 4. С. 136-140.

13. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.

14. Колодяжный, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения /

С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова, А.А. Седаев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 4 (32). - С. 25-33.

References

1. The concept of security and sustainability of planet Earth (adopted by the UN in Rio de Janeiro in 1992).
2. International norms and standards, rules and law.
3. Zhidko E.A. Metodologija issledovaniy informacionnoy bezopasnosti ekologicheski opasnyh i ekonomicheski vazhnyh obektov.: monografiya. Voronezh: gos.arh-stroit. Yn-t.- Voronezh, 2015. 183 s.
4. Zhidko E.A., Menuhin V. Y. improving the organization of environmental risk management of an industrial enterprise./Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Series: High technology. Ecology. 2010. No. 1. S. 13-17.
5. Zhidko E.A. Managing ecological-economic risks as the most important factor of effective activity of the enterprise// Safety in industry. 2011. No. 3. S. 57-62.
6. Zhidko E.A., Mushtenko V.S. Analysis of the state of the atmosphere in the region and socio-economic consequences of environmental pollution/ In book: High technologies in ecology proceedings of the 11th international scientific-practical conference. 2008. S. 69-74.
7. Zhidko E.A. Metodologiya formirovaniya sistemyi izmeritelnyh shkal i norm informacionnoy bezopasnosti obekta zatshity // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. No. 2 (97). S. 17-22.
8. Zhidko E.A. Metodologija formirovaniya yedinogo algoritma issledovaniy informacionnoy bezopasnosti // Vestnik Voronezhskogo Instituta MVD Russii. 2015. No. 1. S. 62-69.
9. Zhidko E.A., Popova G. L. the Concept of a systematic mathematical modelling information security// Internet journal of the sociology of Science. 2014. No. 2 (21). S. 33.
10. Zhidko E.A. Development of mathematical model of dispersion in the atmospheric surface layer of the fly ash particles and technology of its utilization in construction/ the dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences, Voronezh, 2002.
11. Reliability of technical systems and technogenic risk: training. the manual / sost.: S. A. Sazonov, S. A. Kolodyazhny, A. E. Sushko; Voronezh GUS. - Voronezh, 2013. - 148 p.
12. Zhidko E.A., Popova L.G. Logico-verojatnostno-informacionnoye modelirovaniye informacionnoy bezopasnosti. // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo technicheskogo Universiteta im A. N. Tupoleva. 2014. No. S. 136-140.
13. Sazonova S. A. The results of the development of mathematical models of flow analysis for heat / Herald of the Voronezh state technical University. 2011. So 7. No. 5. S. 68-71
14. Kolodyazhny S. A., Sushko E. A., Sazonova, S. A., Sedev A. A. the Solution of the static assessment of gas supply systems / Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Construction and architecture. 2013. № 4 (32). S. 25-33.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор
кафедры проектирования зданий и сооружений Э.Е. Семенова,
магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений Н.П. Артамонов,
Россия, г. Воронеж, тел. 8(951)1430271
e-mail: nikolay-artamonov@mail.ru*

*Voronezh State University
of Architecture and Civil Engineering
Kand . tehn . sciences , professor
department of designing buildings and facilities E.E. Semenova,
undergraduate of the department of building design and structures N.P. Artamonov,
Russia, Voronezh, tel. 8 (951)1430271
e-mail: nikolay-artamonov@mail.ru*

Э.Е. Семенова, Н.П. Артамонов

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

В статье рассмотрены основные предпосылки развития энергосбережения и описываются наиболее популярные энергосберегающие технологии, при реконструкции торговых центров.

Ключевые слова: энергосбережение, энергосберегающие стекла, энергосберегающий стеклопакет.

E.E. Semenova, N.P. Artamonov

USING ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES FOR RECONSTRUCTION SHOPPING CENTER

In the article the basic prerequisites of development of energy conservation and describes the most popular energy-saving technologies , the reconstruction of shopping centers.

Keywords: energy saving, energy-saving glass, energy-saving glazing.

Кризисные явления в мировой экономике проблема повышения тарифов на энергоносители толкает производителей и потребителей на создания и применения энергосберегающих технологий при реконструкции и вновь строящихся объектов недвижимости приобрела в последнее время еще большую актуальность.

Проведя анализ предлагаемых на рынке современных энергосберегающих технологий выясняется, что мировые тенденции при строительстве и реконструкции современных торговых центров диктуют всё больше использовать остекления, при создания современных и привлекательных для посетителей обликов зданий.

Помещения максимально открытые солнечному свету улучшают самочувствие людей. Так, например, в торговых центрах с полностью остекленными фасадами наблюдается наибольшая покупательская активность, в подобных офисных зданиях – высокая производительность. Но здесь появляется проблема энергосбережения. Эта проблема касается не только остекления больших торговых центров, но и бытовых помещений: квартир, коттеджей, детских учреждений и т.д. Как правило, через светопрозрачные конструкции (при условии применения обычного стекла) теряется 40-50% тепловой энергии, поэтому все крупнейшие производители стекла освоили выпуск энергосберегающих стекол.[1]

Опыт Германии.

Так в Германии, с целью сокращения теплопотерь проводилась массовая реконструкция зданий, а именно стен, фасадов и замена окон. После проведения анализа связанного с расчётами по уменьшению теплопотерь результат показал следующее: потери тепла через стены сократились на 73%, тепловое излучение через окна и витражи на 62%, потери тепла при воздухообмене на 50%.

Аналогичные расчёты проводились и в нашей стране относительного сокращения теплопотерь: если провести замену существующих деревянных окон и витражей на пластиковые, то в пересчете на среднюю стоимость тепловой энергии от ТЭЦ в средней полосе России, экономия составляет в среднем 30% – 40% за отопительный сезон. Поэтому при реконструкции торговых центров стараются одновременно с утеплением фасадов производить и замену остекления на энергосберегающие стеклопакеты. Это выгодно, поскольку решается проблема устранения значительных потерь тепла. При этом сохраняется привлекательный внешний вид фасадов торговых центров после проведенной реконструкции.

На поверхность энергосберегающего стекла с одной стороны наносят незаметное для наших глаз покрытие, которое является своеобразным фильтром. Покрытие препятствует выходу длинноволнового теплового излучения (инфракрасных волн) от отопительных приборов и отражает его внутрь помещения. Таким образом, тепло сохраняется и не выходит наружу.

Энергосберегающее стекло имеет толщину металлического покрытия всего в несколько десятков нанометров. Оно ничем не отличается от обычного стекла и абсолютно прозрачно для наших глаз. Используют энергосберегающие стекла при изготовлении стеклопакетов, поскольку для их эксплуатации требуется полная герметичность.

Для производства обычного листового стекла используют два способа: вертикальный - методом вытягивания и горизонтальный - на расплаве металла. При применении горизонтального способа получают, так называемое флоат-стекло, которое обладает отличными оптическими свойствами и высокой светопропускной способностью. Вот его и используют для производства энергосберегающих стекол. На полированную поверхность флоат-стекла наносят путем напыления покрытие из цветных металлов (в основном это серебро) или их окислов. За счет явления электропроводимости и интерференции такое стекло получает способность отражать тепловые волны в инфракрасном диапазоне и, тем самым, сокращать теплопотери в помещении. Стекло, обладающее такими свойствами, еще называют теплосберегающим, низкоэмиссионным, и селективным.[2] Первое определение говорит само за себя. Второе определение связано с таким физическим понятием, как излучательная способность поверхности или эмиссия. Эмиссия энергосберегающего стекла на порядок меньше простого, поэтому его и называют низкоэмиссионным. Термин «селективный» говорит о том, что наше стекло пропускает волны светового и теплового диапазонов выборочно и получается, что в летнюю жару применение энергосберегающих стекол защищает от проникновения инфракрасных солнечных лучей, способных быстро нагреть воздух в помещении, а в холодный сезон, наоборот, от отопительных приборов тепло будет отражаться внутрь помещения. Значит, в любую погоду будет сохраняться оптимальный для комфортного пребывания микроклимат.

В настоящее время используют два типа покрытия для энергосберегающих стекол: мягкое (Double Low-E), так называемое I-стекло, твердое (Low-E) или K-стекло.

Энергосберегающее стекло с твердым покрытием (K-стекло) производят путем нанесения тонкого слоя окислов некоторых металлов на ещё горячую поверхность флоат-стекла непосредственно при его изготовлении.

Покрытие это отличается особой прочностью и поэтому его называют твердым. K-стекло, существенно сокращая потери тепла, улучшает теплоизоляцию помещения и тем самым снижает затраты на его отопление. Оно по внешнему виду ничем не отличается от обычного стекла и обладает такой же высокой светопрозрачностью. K-стекло в составе стеклопакета обращено низкоэмиссионным покрытием в сторону помещения. Оно не про-

пускает через межоконное пространство тепловое излучение длинноволнового диапазона от отопительных приборов.

Энергосберегающее стекло с мягким покрытием (I-стекло) производят по более сложной технологии. I-стекло - это высококачественное стекло с низкоэмиссионным покрытием. На флоат-стекло наносится слой серебра, а в качестве вторичного покрытия – оксид титана. Оно обладает лучшими характеристиками по сравнению с К-стеклом, в частности, большей светопропускной способностью и более низким коэффициентом излучательной способности.

Использование стеклопакетов, в состав которых входит I-стекло, позволяет не только снизить энергозатраты на отопление помещения, но и существенно повысить его комфорт.

Энергосберегающий стеклопакет.

Энергосберегающий стеклопакет – это изделие в состав, которого входит стекло с низкой эмиссией.[3]

Изделие представляет собой систему, состоящую из двух или трех листов стекла, соединенных по контуру так, что между ними образуется герметически замкнутая камера с прослойкой осушенного воздуха.

Достоинства энергосберегающего стеклопакета:

- Эффективно удерживает тепло в помещении зимой до 60%.
- Защита от солнечной энергии летом.
- Снижается вероятность выпадения конденсата на окнах.
- Уменьшаются затраты на отопление.
- Улучшает микроклимат.
- Очищает помещение от микробов.
- Визуально прозрачное стекло внутри.
- Защищает от выцветания детали интерьера.

Сравнение тепловых характеристик окон с энергосберегающими стеклами и с обычными стеклопакетами показывает, что однокамерный стеклопакет с энергосберегающим стеклом эффективнее двухкамерного стеклопакета. При этом стеклопакеты с I - стеклами более энергоэффективны, чем с К - стеклами. Производители окон приводят сравнение при температуре за окном -26 градусов и температуре воздуха внутри помещения + 20 градусов:

В условиях мирового финансового кризиса самыми оптимальными энергосберегающими технологиями на данный момент при реконструкции торговых центров, является применение энергосберегающего остекления, что позволяет застройщику экономить, как строительные материалы, так и создавать неповторимый и уникальный облик здания.

Библиографический список

1. Портал www.fazenda-box.ru/ Энергосберегающие стекла.
2. Портал компании «PRESTIGE STEKLO» www.prestige-steklo.ru.
3. Портал компании «ГЛАСС» www.myglass.ru.

References

1. Portal www.fazenda-box.ru/ energy-saving glass.
2. Portal Company «PRESTIGE STEKLO» www.prestige-steklo.ru.
3. Portal Company " GLASS » <http://www.myglass.ru>.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 622.24

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры строительной
техники и инженерной механики Ю.М.Бuzин;
Магистрант 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 build-
ing technics and engineering mechanics
Y.M.Buzin; Magister Ye.V. Korostelin
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29*

Ю.М. Бuzин, Е.В. Коростелин

КИНЕМАТИКА РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЯМОГО КОПАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

Исследована кинематика рабочего оборудования прямого копания однокровшового гидравлического экскаватора, сочетающего в себе режимы разработки грунта прямой лопатой и погрузчиком с помощью специальной гидравлической системы стабилизации прямолинейной горизонтальной траектории режущей кромки ковша и заданного угла резания.

Ключевые слова: гидравлический экскаватор, рабочее оборудование прямого копания, кинематика, гидравлическая система стабилизации.

Y.M. Buzin; Ye.V. Korostelin

THE KINEMATICS OF THE WORKING EQUIPMENT OF A DIRECT DIGGING BY HYDRAULIC MECHANICAL SHOVEL

The following article focuses on the kinematics of the working equipment of a direct digging by hydraulic mechanical shovel, combining excavation modes by front shovel and a loader with a special hydraulic stabilization system straight horizontal trajectory of the bucket cutting edge and adjustable cutting angle

Keywords mechanical shovel, working equipment of a direct digging, kinematics, hydraulic stabilization system.

Эффективность разработки грунта одноковшовым экскаватором определяется эффективностью его рабочего оборудования, одним из направлений совершенствования которого является совмещение им нескольких режимов работы.

Для рабочего оборудования прямая лопата дополнительным режимом разработки грунта может быть погрузочный.

Разработка грунта прямой лопатой осуществляется поворотом рукоятки относительно стрелы. При этом траектория резания представляет собой дугу окружности с постоянным оптимальным углом резания.

Для погрузочного способа разработки грунта требуется линейная траектория резания и постоянный оптимальный угол резания. Первоначально это достигалось одновременным поворотом рукояти и стрелы, что требовало высокой квалификации машиниста. Или же путём переключения гидроцилиндра управления стрелой в плавающее положение, что позволяло стреле опускаться под действием своей силы тяжести и прижимать ковш к подошве забоя, создавая при этом значительную силу трения ковша о грунт.

Эти недостатки были исключены принудительным опусканием стрелы при повороте рукояти с помощью специальных механических и гидравлических систем.

Так по а. с. 386077 (СССР) режим работы погрузчиком достигался с помощью шарнирно-рычажного механизма, связывающего рукоять со стрелой, что позволяло при повороте рукояти принудительно опускать стрелу, обеспечивая прямолинейную горизонтальную траекторию движения ковша, но при этом угол резания уменьшался от первоначально установленного, что требовало корректировки. Кроме того, это оборудование не могло работать в режиме прямой лопаты.

По а. с. 1687749 (СССР) режим работы погрузчиком достигается с помощью дополнительного плунжерного гидроцилиндра, установленного между рукоятью и стрелой, который при повороте рукояти управлял гидроцилиндрами стрелы, опуская её и обеспечивая прямолинейную горизонтальную траекторию ковша, но уменьшая его угол резания. Как и в предыдущем случае, данное рабочее оборудование не могло работать в режиме прямой лопаты.

Таким образом, кинематика рабочего оборудования прямого копания одноковшового гидравлического экскаватора должна обеспечивать возможность оперативного перехода с режима работы прямой лопаты на режим погрузчика с стабилизацией прямолинейной горизонтальной траектории движения ковша и заданным углом резания.

Разработанное рабочее оборудование прямого копания, осуществляющее разработку грунта на режимах прямой лопаты и погрузчика, представлено на рис. 1.

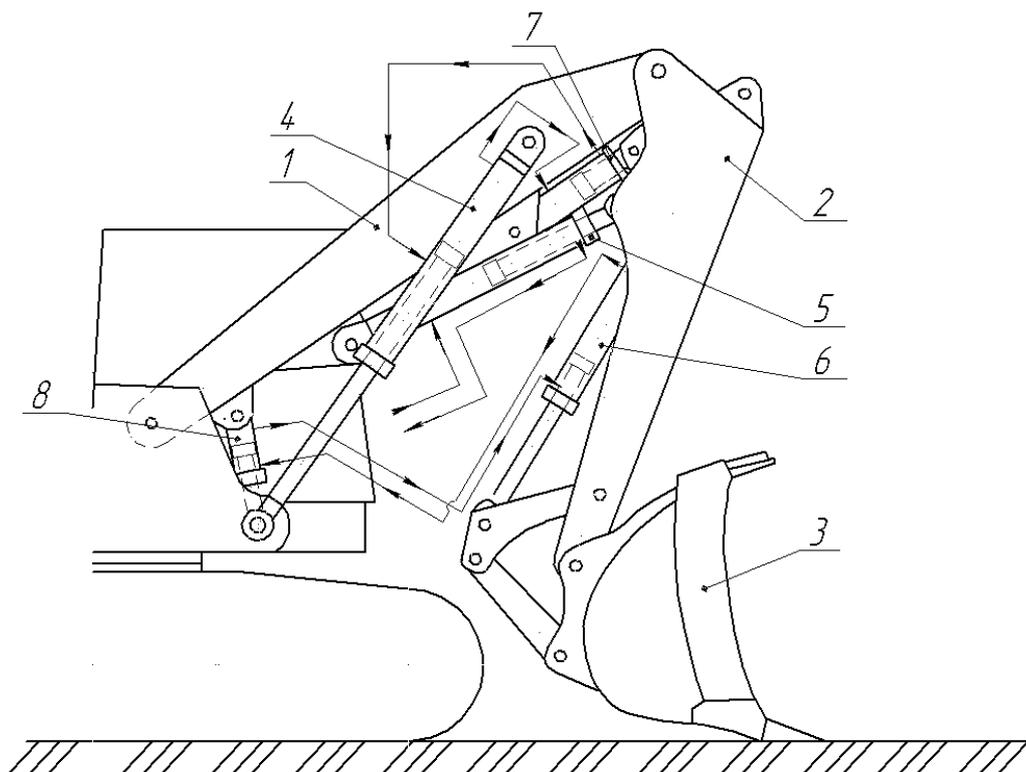


Рис. 1. Рабочее оборудование прямого копания:

- 1 - стрела; 2 - рукоять; 3 - ковш; 4, 5, 6 - Гидроцилиндры управления поворотом стрелы, рукояти, ковша;
7, 8 - плунжерные гидроцилиндры корректировки положения стрелы и ковша

Гидравлическая система стабилизации горизонтальной линейной траектории режущей кромки ковша и первоначально установленного угла резания включает два плунжерных гидроцилиндра ПГЦС и ПГЦК и два гидрораспределителя ГРПС и ГРПК управления ими, которые вмонтированы в существующую гидравлическую схему рабочего оборудования экскаватора (рис. 2).

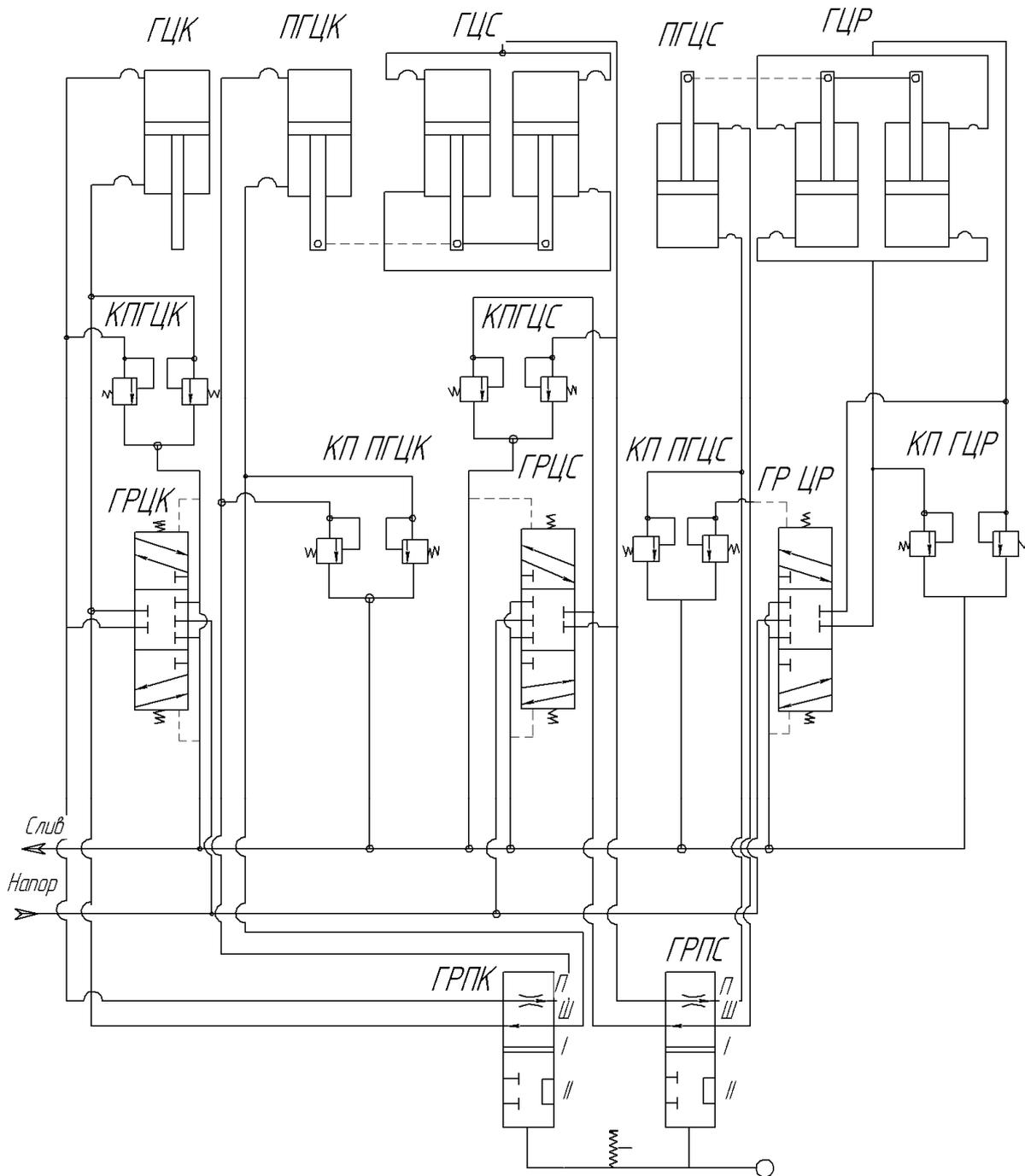


Рис. 2. Гидравлическая схема рабочего оборудования:
 ГЦР, ГЦС, ГЦК — гидроцилиндры рукояти, стрелы, ковша;
 ПГЦС, ПГЦК — плунжерные гидроцилиндра стрелы и ковша;
 ГРЦР, ГРЦС, ГРЦК — гидрораспределители рукояти, стрелы, ковша;
 ГРПК, ГРПС — гидрораспределители управления плунжерными гидроцилиндрами ковша и рукояти;
 I - Работа в режиме погрузчика. II - Работа в режиме прямой лопаты.

Режим работы прямой лопатой (рис. 2).

Гидрораспределители ГРПС и ГРПК установлены в положение *II*. Плунжерные гидроцилиндры 7 (ПГЦС) и 8 (ПГЦК) переведены в плавающее положение. Разработка грунта осуществляется поворотом рукояти с помощью гидроцилиндров 5 (ГЦР) или поворотом ковша с помощью гидроцилиндра 6 (ГЦК), к которым в штоковые полости подается рабочая жидкость.

Режим работы погрузчиком (рис. 2).

Гидрораспределители ГРПС и ГРПК установлены в положение *I*. При повороте рукояти с помощью гидроцилиндров 5 (ГЦР) штоки плунжерных гидроцилиндров 7 (ПГЦС) перемещают жидкость из их штоковых полостей в штококовые полости стреловых гидроцилиндров 4 (ГЦС), осуществляя тем самым опускание стрелы. При этом движением гильзы плунжерного гидроцилиндра 8 (ПГЦК), связанной со стрелой, жидкость из его поршневой полости подается в штоковую полость гидроцилиндра 6 (ГЦК), осуществляя скорректированный поворот ковша по часовой стрелке на стабилизацию угла резания. Таким образом, при повороте рукояти с помощью плунжерных гидроцилиндров 7 и 8 (рис. 1) достигается горизонтальная прямолинейная траектория движения ковша величиной $L_{\text{п}}$ с постоянно заданным углом резания $\delta_{\text{р}}$.

Для экскаватора 5-ой размерной группы ЭО-5225 разработанное рабочее оборудование прямого копания при реализации $L_{\text{п}} = 0...3,2\text{м}$ имеет следующие показатели (рис.3): ход штоков гидроцилиндров рукояти $L_{\text{шр}} = 0...960\text{мм}$, соответственно плунжерных гидроцилиндров стрелы $L_{\text{шпс}} = 0...360\text{мм}$ и ковша $L_{\text{шпк}} = 220...0\text{ мм}$, а стрелы $L_{\text{шс}} = 380...0\text{ мм}$ и ковша $L_{\text{шк}} = 260...0\text{мм}$; угол установки ковша $\alpha_{\text{с}} = 40...20^\circ$, т. е. поворот её с опусканием составил 20° ; угол доворота ковша по часовой стрелке с целью стабилизации начальной установленной величины угла резания $\delta_{\text{р}} = 37^\circ$ составил $15...20^\circ$. При этом отклонение горизонтальной траектории зубьев ковша вниз составило $\Delta = 0...-15\text{мм}$, т.е. с углом отклонения не более 20 минут. Без корректировки положения ковша, т.е. без плунжерного гидроцилиндра 8, угол резания уменьшался $\delta_{\text{р}} = 37...29^\circ$.

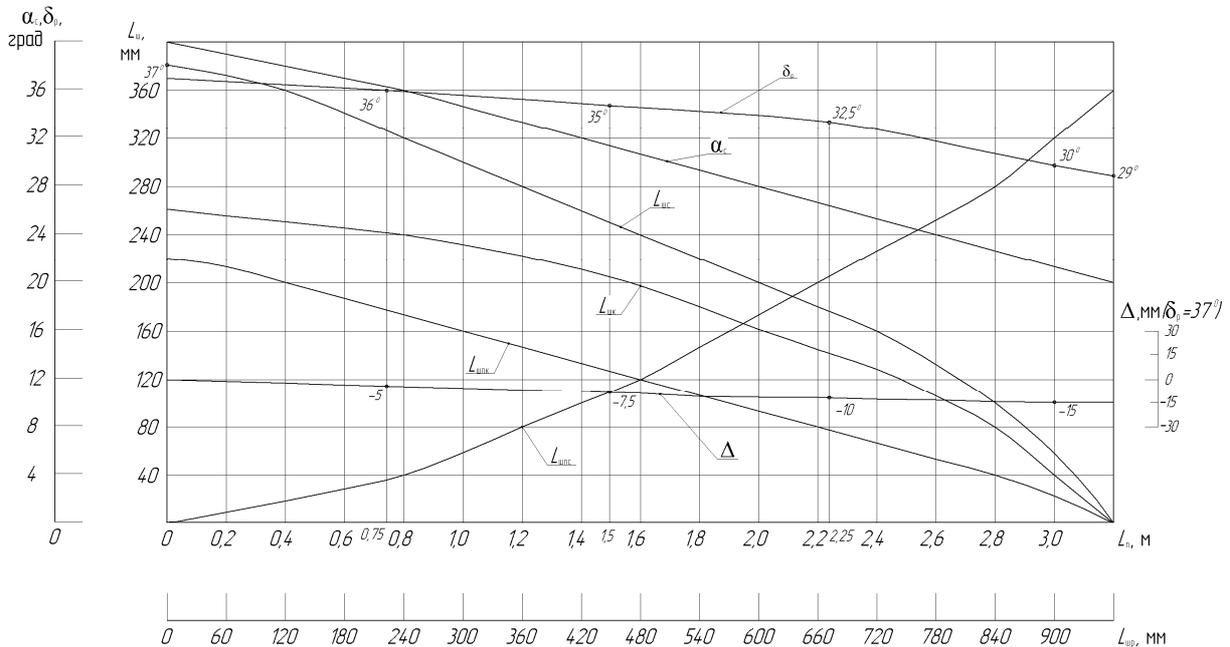


Рис. 3. Графики изменения показателей рабочего оборудования на режиме работы погрузчиком

Параметры плунжерных гидроцилиндров 7 и 8 (рис. 1) были определены с учётом координат их установки на рабочем оборудовании.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
канд. тех. наук, доцент
В.Н. Геращенко,
Магистр М 1952, В.Ю. Бруданин*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr. essience, Sci. Tech, lecturer
V.N. Geraschenko
Magistrant M 1951 V.Y.Brudanin*

В.Н. Геращенко, В.Ю. Бруданин

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГУСЕНИЧНОГО ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

Ключевые слова: одноковшовые экскаваторы, повышение производительности, ходовое оборудование.

V.N. Geraschenko V.N. Brudanin

INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF EXCAVATOR CRAWLER RUNNING GEAR ON THE EFFICIENCY OF ITS OPERATOR

Singl-busket excavator perform a great volume jfeaethen jobs in the process of construction. The problems of increasing the capacity of these machines are given much attention to. The solution of problems cannot be done without constructive proposals concerning the running geaes.

Keywords: singe-bucket excavators increasing the capacity, running gear.

Большой объем земляных работ в процессе строительного производства, связанный с разработкой грунта а именно: по отрывке котлованов, траншей, отсыпке насыпей, возведению плотин, дорожного полотна требует эксплуатации машин для земляных работ, в том числе, и одноковшовых экскаваторов. Причем гусеничное ходовое оборудование вышеуказанных машин работает в тяжелейших условиях, подвергаясь высоким нагрузкам и интенсивному износу[1]. При этом остро встает вопрос о повышении производительности одноковшовых экскаваторов, что не может быть обеспечено без повышения надежности элементов ходового оборудования, таких как: рама хода, привод хода, механизм натяжения гусеничной ленты, катки опорные и поддерживающие и сама лента гусеничная. Решение этих вопросов непосредственно связано с некоторыми обстоятельствами конструирования вышеперечисленных узлов ходового оборудования[2].

Таким образом, наиболее перспективными конструкциями привода хода экскаватора является привод, осуществляемый с помощью планетарных редукторов, унифицированных с механизмом привода поворота платформы. Достоверность данного суждения подвергается проведенным исследованиям и анализом существующих конструкций привода хода экскаваторов, выпускаемых в мире. Механизмы натяжения гусеничных лент должны быть компакт-

ными с применением в качестве демпфирующих элементов гостированных тарельчатых пружин. Что касается конструкции катков опорных и поддерживающих, то надо особое внимание уделить их смазке и требованиям, предъявляемых к материалам, из которых изготавливаются контактные кольца и уплотнения. Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надежность. Вышеприведенные особенности конструкции ходового оборудования позволяют устранить недостатки, характерные для традиционных ходовых устройств. Используемые в экскаваторостроении гусеничные ходовые оборудования делятся на мало много опорные. Причем многоопорные более эффективно работают на рыхлых грунтах. Следует отметить что, что очень важными узлами ходового оборудования являются катки опорные и поддерживающие.

История развития экскаваторостроения показывает, что конструкции катков, в особенности опорных, все время прогрессивно изменяется с целью снижения веса, уменьшения сопротивления качению и внутреннего сопротивления на опорных катках, а также повышения надежности их конструкции и увлечения времени работы без дополнительного обслуживания ремонта.

Первые конструктивные решения катков были выполнены на бронзовых подшипниках скольжения (бронзовых втулках) с применением консистентной смазки. Данная конструкция требует ежедневного обслуживания и недолговечная в эксплуатации. Следующие конструкции, применяемые в ходовом оборудовании, была на подшипниках качения, что увеличивает диаметральные габариты катков опорных. Кроме того, применяемая консистентная смазка также требует ежедневного обслуживания. Дальнейшее развитие экскаваторостроения позволило перейти на подшипниках скольжения при жидкой смазке с использованием торцевых уплотнений по лицензии фирмы Caterpillar[3]. Это конструктивное решение позволяет уменьшить время обслуживания и увеличивает сроки эксплуатации. Важными элементами такой конструкции являются контактные кольца и уплотнительные кольца круглого сечения. Износостойкость и коррозионная стойкость два важнейших требования, предъявляемых к материалу, из которого изготавливаются контактное кольцо. Специально для производственных нужд, для транспортных средств на гусеничном ходу, строительных машин, эксплуатирующихся в жестких условиях, был разработан специальный материал. Материал с высокой поверхностью твердостью, называющихся Duronit V обладает на основании выбранных веществ, входящих в состав сплава, достаточной коррозионной стойкостью и твердостью 60 HRC исключительно стойкости к абразивному износу. Требования, предъявляемые к эластичным материалам для уплотнительных колец, это высокая термостойкость и минимальная остаточная деформация сжатия. В стандартном исполнении эти показатели достигаются при применении материала Нитрит-Бутадиент-Каучук (NBR). Что бы соответствовать повышенным требованиям по термостойкости применяются уплотнительные кольца круглого сечения, изготавливаемые из материала HNBRFPM или VMQ. Эластичные материалы предлагаются различной степени твердости. Таким образом, достигается постоянное усилие нажима уплотнительных колец круглого сечения.

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

Библиографический список

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

2. Башинов В.А. Геращенко. В.Н. О некоторых проблемах экскаваторостроения и путях их решения// Строительные и дорожные машины. 1993 №10. Стр. 6-8.

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

References

1. V.N. Gerashchenko, P.S. Vdovin. Investigation of Running Gear Elements of the 5-Size Group Hydraulic Excavator. High technologiens. Ecology. 15 th interregional scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh-2012. 4 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. Influnce of Constructive Elements of Crawler Running Gear on the Efficincy of Operation. Scientific-and-Education Frum. Innovation in the Sphere of Science, Education and High Technologies. VGASU, Voronezh-2013, 2 pages.

УДК 621.879.3:621.221.002.2

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
канд.техн.наук, доцент
В.Н. Геращенко,
Магистрант М 1952, С.Н. Бучнев*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr.es sient, Sci. Tech, lecturer
V.N. Geraschenko,
Magistrant M 1952, S.N. Buchnev*

В.Н. Геращенко, С.Н. Бучнев

ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА 5-ОЙ РАЗМЕРНОЙ ГРУППЫ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Большой объем 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, ходовое оборудование, модернизация, новые материалы и технологии.

V.N. Geraschenko, S.N. Buchnev

RESEARCH NAVIGATION EQUIPMENT HYDRAULIC EXCAVATOR 5-TH SIZE GROUP AND ITS EFFECT ON EFFICIENCY

A large amount of excavation 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.

Key words: Shovels, running equipment, modernization, new materials and technologies.

Ходовое оборудование наземных транспортных комплексов оказывает влияние на эффективность работы машин данного комплекса. Вопросам повышения производительности этих машин уделяется большое внимание. В современных условиях решение данного вопроса не может быть выполнено без конструктивных предложений, а также общих направлений машиностроения. В современных машинах для земляных работ используется как пневмоколёсное так и гусеничное оборудование [1].

Следует отметить, что пневмоколёсное ходовое оборудование, как более мобильное применяется в городских условиях. Гусеничное ходовое оборудование работает в тяжелых условиях, подвергаясь высоким нагрузкам и интенсивному износу. Машины для земляных работ с гусеничным ходовым оборудованием выполняют большой объем работ, связанных с разработкой грунта, а именно: по отрывке котлованов, траншей, отсыпке насыпей, возведению плотин и т.д.

В нашей стране универсальные одноковшовые экскаваторы с различными типами приводов выполняют более половины всего объема работ. При этом остро ставится вопрос о повышении производительности экскаваторов, снижении металлоёмкости, повышении надёжности. Решение этих вопросов непосредственно связано с некоторыми особенностями конструирования основных узлов и агрегатов, таких как: рабочее оборудование, ходовое оборудование и привод.

В последнее время прослеживается чёткая тенденция в области мирового экскаваторостроения, внедрения унифицированных составных частей для привода хода экскаватора.

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

- обеспечение эффективной защиты от проникновения пыли, грязи, грунта в места посадки ходового оборудования и катков;

- трение должно быть минимальным;

- процесс коррозии при простое оборудования должен быть исключен.

Данные условия могут быть выполнены при определенных направлениях такой работы:

- широкое внедрение новых сверхпрочных материалов, обладающих повышенной износостойкостью;

- использование новейших технологий, позволяющих увеличить надёжность, прочность и коррозионную стойкость.

Таким образом, на основании вышеизложенного с целью повышения эффективности работы экскаваторов целесообразно провести модернизацию отдельных узлов гидравлического экскаватора.

Кроме того, практика эксплуатации гусеничных машин, а также проводимые исследования позволяют говорить о целесообразности широкого применения планетарных передач, что объясняется рядом преимуществ их по сравнению с простыми зубчатыми передачами:

- возможность получения большого передаточного числа при небольших габаритах передачи;

- имеют меньшую массу, работают с меньшим шумом и удобно встраиваются в ходовые колеса и рабочие барабаны.

Недостатком таких передач является сложность изготовления, что связано с повышенной точностью узлов и деталей и требует специального совершенного оборудования. Достоверность данного суждения подтверждается проведенными исследованиями и анализом существующих конструкций приводов хода экскаваторов, выпускаемых в мире.

Механизмы натяжения гусеничных лент должны быть компактными с применением в качестве демпфирующих элементов гостированных тарельчатых пружин, что безусловно, повышает их качество и уменьшает размеры. Все это оказывает положительное влияние на эффективность работы ходового оборудования, способствуя повышению производительности экскаватора [2]. Для натяжения гусеничных лент экскаваторов разных размерных групп требуются различные условия. По рекомендациям исследователей эти усилия для экскаваторов 5-ой размерной группы составляют 15000/20000 Н. Для осуществления натяжения в автоматическом режиме, при рабочем давлении в гидросистеме 30Мпа, в схеме натяжного механизма необходимо использовать редуцирующий клапан.

Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надёжность.

Все чаще известные фирмы оснащают свои экскаваторы и основные узлы средствами автоматизации и электронными системами контроля.

Вышеуказанные особенности конструкции ходового оборудования позволяют устранить недостатки, характерные для традиционных ходовых устройств.

Библиографический список

1. В.Н. Герашенко «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.

2. В.Н. Герашенко, И.А. Попов «О некоторых проблемах экскаваторостроения и современных условиях в России». Высокие технологии. Экология. 15-я межрегиональная научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2012, 3 стр.

References

1. V.N. Geraschenko «On some peculiarities of designing of hydraulic excavators in present condition. Innovations in the sphere of science, education and High technologies. The 64-th scientific – and – practical conference Voronezh State University of architecture and construction, Voronezh – 2009, 2 p.

2. V. N. Geraschenko, I.A. Popov. «On some problems of Excavator-Construction under Modern Condition in Russia». High technologies. Ecology. 15-th interregional scientific – and – practical conference, Voronezh State University of architecture and construction, Voronezh – 2012, 3 p.

УДК 621. 879.033

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К-т техн. наук, проф. В.Н. Геращенко
Студент 551 гр. Дорожно-транспортного
института Н.А. Деев*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. of Techn. Science, V.N. Gerashchenko
A student 551 gr. Road and Transport
Institute N.A. Deev*

В.Н. Геращенко, Н.А.Деев

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО НАТЯЖЕНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ ЦЕПИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В настоящее время остро ставится вопрос о повышении производительности экскаваторов, снижение металлоемкости и повышения надежности. Достигается решение этих вопросов внедрением унифицированных и модернизированных частей привода хода одноковшовых экскаваторов и других основных узлов и агрегатов.

Ключевые слова: редуцирующий клапан, одноковшовые экскаваторы, ходовое оборудование, гусеничные цепи.

V.N. Gerashchenko, N.A.Deev

MODERNIZATION OF HYDRAULIC UNITS FOR AUTOMATIC TENSION CHAIN TRACK VEHICLE

At present, raises the question of raising the productivity of excavators, reducing metal consumption and improve reliability. Achieved by these issues the introduction of standardized and modernized parts of the actuator stroke shovels and other major components and assemblies.

Key words: pressure-reducing valve, shovels, running equipment, caterpillar chain.

В связи с большим ростом городов и автодорог и благоустройству территорий, требуются строительные и дорожные машины с высокой производительностью и надежностью. В настоящее время остро ставится вопрос о повышении производительности экскаваторов, снижении металлоемкости и повышении надежности. Достигается решение этих вопросов внедрением унифицированных и модернизированных частей привода хода одноковшовых экскаваторов и других основных узлов и агрегатов. Выбор механизма натяжения гусеничной цепи основывается на патенте № 1313761 [1] «Устройство для натяжения гусеничной цепи транспортного средства». Изобретение относится к транспортному машиностроению и позволяет повысить надежность натяжения гусеничной цепи при различных режимах движения транспортного средства. Полость 7 гидроцилиндра 6, натягивающего гусеничную цепь, связана через редуцирующий клапан 13 с напорной линией 9 гидропривода перемещения транспортного средства содержащего гидромотор 10 с линией прямого 11 и обратного 12 хода. Устройство снабжено запорным гидравлическим элементом 14, связывающим полость 7 гидроцилиндра 6 с одной из линий гидропривода и управляемым через линию управления 16

от линии 12. При движении транспортного средства прямым ходом полость 7 запитывается от напорной линии 9 давлением, редуцируемым клапаном 13 и обеспечивающим необходимое натяжение гусеничной цепи на прямом ходу. При движении обратным ходом давление от линии 12 включает элемент 14, который соединяет напорную линию 9 с полостью 7, минуя редуционный клапан 13 и обеспечивая повышенное усилие натяжения. Предохранительный клапан 21 исключает разрыв гусеничной цепи при попадании посторонних предметов в нее. Изобретение относится к транспортному машиностроению, а именно к гусеничным транспортным средствам. Цель изобретения - повышение надежности натяжения гусеничной цепи при различных режимах движения транспортного средства.

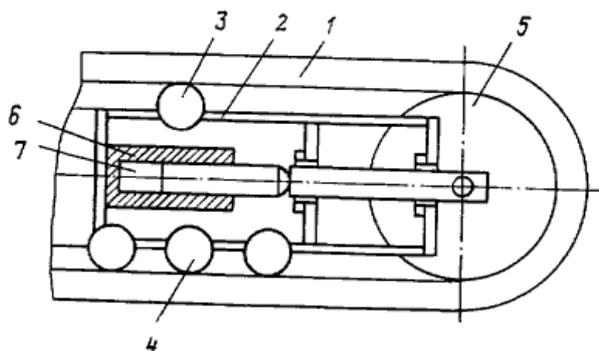


Рис. 1. Общий вид устройства для натяжения гусеничной цепи транспортного средства.
 1 – гусеничная цепь, 2 – рама, 3 – поддерживающие катки, 4 – опорные катки,
 5 – натяжное колесо, 6 – гидроцилиндр, 7 – полость гидроцилиндра

Устройство для натяжения гусеничной цепи 1 установлено на раме 2 транспортного средства, несущей поддерживающие 3 и опорные 4 катки, натяжное колесо 5 и ведущую звездочку (не показана). Между рамой 2 и натяжным колесом 5 установлен гидроцилиндр 6, имеющий полость 7.

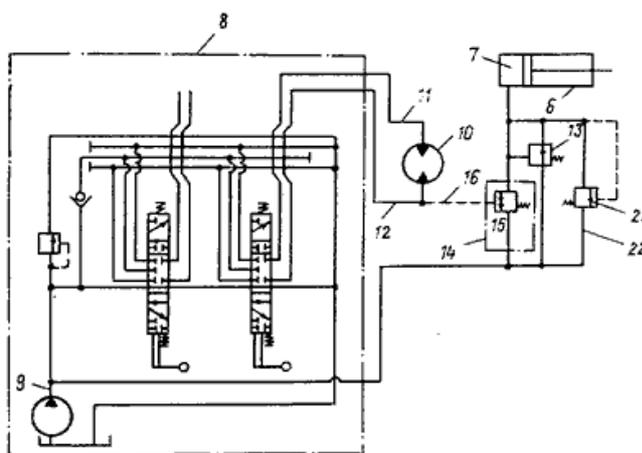


Рис. 2. Гидравлическая схема связи гидропривода перемещения транспортного средства с гидроцилиндром, осуществляющим натяжение гусеничной цепи.
 6 – гидроцилиндр, 7 – полость цилиндра, 8 – гидропривод, 9 – напорная линия,
 10 – гидромотор, 11 – линия прямого хода, 12 – линия обратного хода, 13 - редуционный клапан,
 14 – запорный гидравлический элемент, 15 – клапан, 16 – линия управления,
 21 - предохранительный клапан, 22 – выход предохранительного клапана.

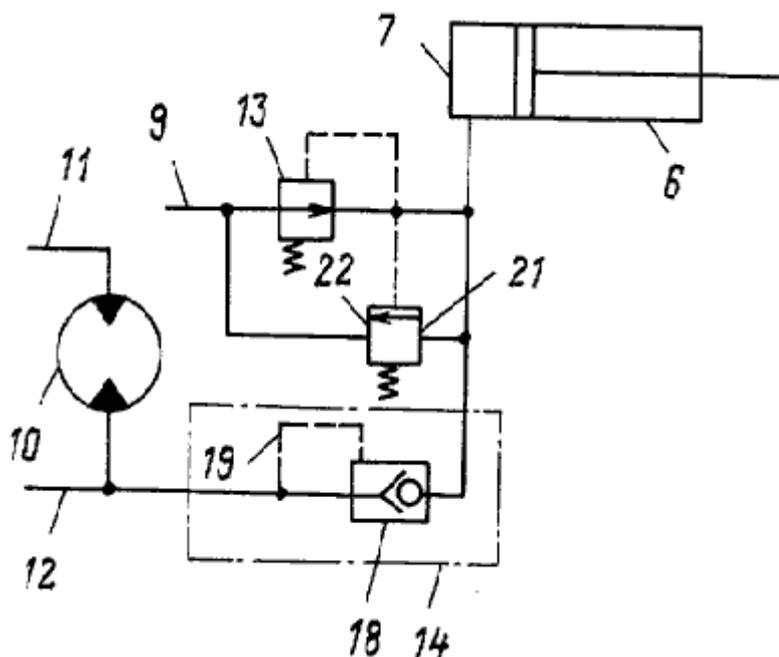


Рис. 3. Выполнение связи гидропривода с гидроцилиндром.

6 – гидроцилиндр, 7 – полость цилиндра, 9 – напорная линия, 10 – гидромотор, 11 – линия прямого хода, 12 – напорная линия, 13,21 – предохранительный клапан, 14 – запорный гидравлический элемент, 18 – обратный клапан, 19 – линия управления, 22 – выход с предохранительного клапана

Использование предлагаемого устройства натяжения гусеничной цепи позволяет во всех режимах движения транспортного средства обеспечить оптимальное усилие и повышенную надежность натяжения гусеничной цепи, значительно снижает затраты мощности на передвижение гусеничных транспортных средств.

Расчет механизма натяжения гусеницы

Определяем необходимое усилие для натяжения гусеничной ленты [2]

$$S_H = \frac{q \cdot A^2}{8 \cdot f}, \quad (1)$$

где q - вес одного погонного метра гусеничной ленты, ($q_{зв}=472Н$);
 A - расстояние между поддерживающими катками, ($A=0,9м$);
 f - допускаемый прогиб, ($f=3 см$).

$$S_H = \frac{2360 \cdot 0,9^2}{8 \cdot 0,03} = 7965 Н$$

По рекомендации Забавникова Н.А. необходимое усилие для натяжения гусеничной ленты 15000-30000 Н. [3]

15000 для машин IV-V размерной группы,

30000 для машин VI размерной группы.

Ход пружины равен 40 мм.

$$p = \frac{P}{\pi \cdot r^2} \quad (2)$$

где p - удельное давление;

P - Необходимое усилие для натяжения ленты, ($P=15000 Н$);

r - ход пружины, ($r=40 мм$).

$$p = \frac{15000}{3,14 \cdot 40^2} = 3 \text{ МПа} .$$

Учитывая, что рабочее давление в гидросистеме 27 МПа, для получения необходимого удельного давления в 3 МПа, необходимо установить редуционный клапан. Учитывая, что рабочее давление в гидросистеме 27 МПа, для получения необходимого удельного давления в 3 МПа, необходимо установить редуционный клапан.

Установив редуционный клапан в механизм натяжения, обеспечивается стабильное поддержание нужного давления, повышение надежности механизма и как следствие увеличение производительности.

Библиографический список

1. Патент № 1313761.
2. М.И. Гальперин, Н.Г. Домбровский Строительные машины. -М.: Высш. школа, 1980.- 344 стр.,ил.
3. А.Н. Забавников Основы теории транспортных гусеничных машин. -М.: Машиностроение, 1975.-448 стр.

References

1. Patent № 1313761
2. M.I. Halperin, N.G. Dombrovskiy Construction machinery. -M.: Higher. school, 1980.- 344 p., ill.
3. Zabavnikov N.A. Fundamentals of the theory of transport tracked vehicles.-M.: Engineering, 1975.-448 p.

*Воронежский государственный архи- тек- турно-строительный университет Канд. техн. наук, профессор кафедры строи- тельной техники и инженерной механики имени проф. Н.А. Ульянова
В.Н. Геращенко
Студент 551 группы А.А. Дырдин
Россия, г. Воронеж, тел. 89601012433
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. of techn. science, Prof. of the chair of building technics and the engineering mechan- ics of a name of professor N.A.Ulyanov
V.N. Gerashchenko
Student of 551 group A.A. Dyrdin
Russia, Voronezh, tel. 89601012433
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

В.Н. Геращенко, А.А. Дырдин

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА 5-ОЙ РАЗМЕРНОЙ ГРУППЫ

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, A.A. Dyrdin

RESEARCH OF THE WORKING EQUIPMENT HYDRAULIC EXCAVATOR 5-TH SIZE GROUP

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 requires new materials and modern technology.

Keywords: shovels, working and running equipment, modernization, new materials and technologies.

В строительном производстве выполняется большой объём земляных работ. Многие из них выполняются одноковшовыми гусеничными экскаваторами, такие как: отрывка котлованов под фундаменты, траншеи под трубопроводы, вскрышные работы, добыча полезных ископаемых и другие. От эффективности работы экскаватора, его основных узлов, в том числе и рабочего оборудования, зависит эффективность выполнения земляных работ и всего строительного производства [1].

Привод рабочего оборудования осуществляется либо канатно-блочной системой или с помощью гидравлических систем. Достоинством первого типа привода является возможность его использования для работы при низких температурах. Гидравлический привод в этом случае более дорогой, так как требует использование более сложного дорогого оборудования и специальной рабочей жидкости. Тем не менее, последний привод более востребован в экскаваторостроении. В доперестроечный период производимые в нашей стране гидравлические экскаваторы, как универсальные землеройные машины по определению, выпускались с несколькими видами рабочего оборудования. Обязательными являлись прямая и об-

ратная лопата. В настоящее время заводы производители выпускают экскаватор с одним видом рабочего оборудования, что при выполнении различных работ требует использования экскаватора с другим видом рабочего оборудования. Для организаций, использующих гидравлические экскаваторы при выполнении различных видов земляных работ, желательно наличие такой машины, которая способна работать в режиме прямой и обратной лопаты. С этой целью в своей работе мы используем гидравлический экскаватор с рабочим оборудованием по патенту на изобретение 2149951 [2].

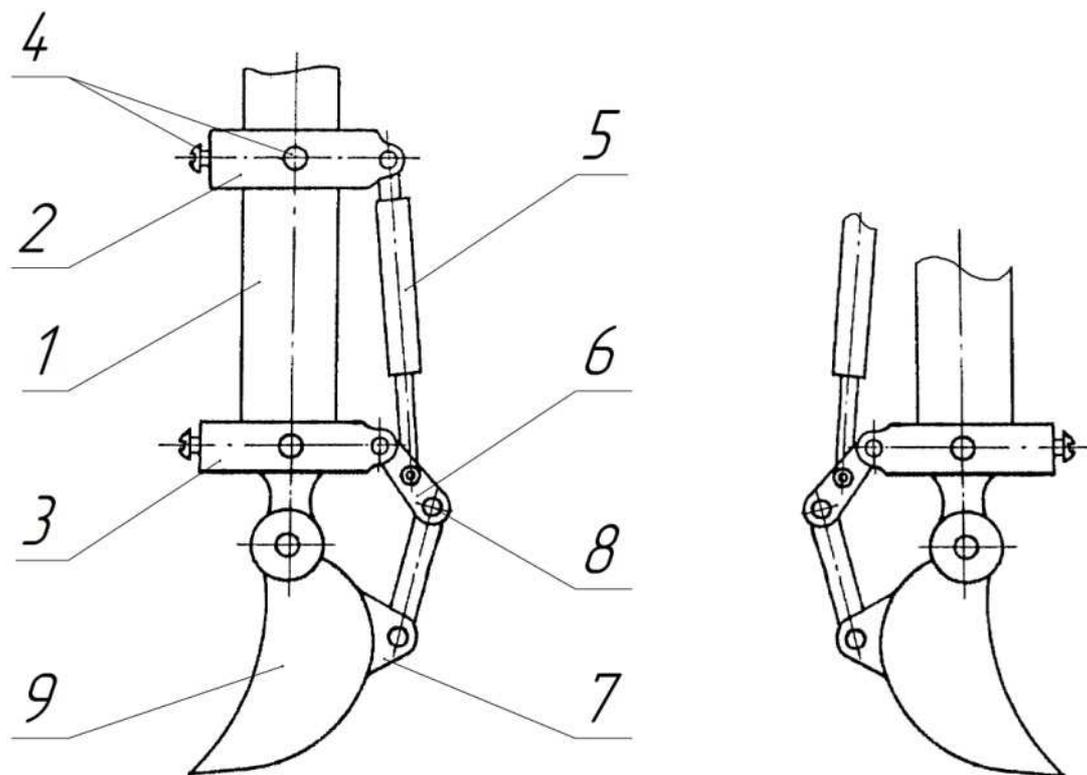


Рис. Схема поворотного рабочего оборудования:

1 – рукоять; 2,3 – поворотные кронштейны; 4 – элемент стопорения;
5 – цилиндр управления ковшом; 6 – система тяг; 7 – проушина; 8 – шарнир; 9 – ковш

Рабочее оборудование оказывает большое влияние на эффективность использования одноковшовых гусеничных гидравлических экскаваторов. Используемое нами рабочее оборудование [2] позволяет в процессе работы заменить рабочее оборудование с прямой лопаты на обратную и обратно. Это рабочее оборудование содержит рукоять 1, на которую устанавливаются поворотные кронштейны 2 и 3 с элементами стопорения 4. Цилиндр 5 управления ковшом одним своим концом непосредственно крепится к кронштейну 2, а другим – к системе тяг 6, которые соединены с кронштейном 3, проушиной 7 при помощи шарниров 8 с поворотным ковшом 9. На рисунке представлена схема поворотного рабочего оборудования. Такое оборудование позволяет более эффективно использовать гидравлический экскаватор при разработке грунта [3].

Таким образом, с целью повышения эффективности использования гидравлического экскаватора целесообразно, используя выше предложенное рабочее оборудование, уменьшать его вес за счет использования высокопрочных легированных сталей, использовать новейшие технологии, позволяющие увеличить надежность и коррозионную стойкость, а также обеспечить эффективную защиту от проникновения пыли и грязи в места посадок. Всё это будет способствовать эффективности эксплуатации гидравлических экскаваторов и снижения затрат на строительные работы.

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, 3 стр.

2. В.Н. Геращенко, А.Г. Резник «Рабочее оборудование одноковшового экскаватора». Патент на изобретение 2149951.

3. В.Н. Геращенко, Г.М. Квасов «О некоторых рекомендациях по конструированию, обслуживанию и повышению эффективности использования одноковшовых гусеничных гидравлических экскаваторов». Высокие технологии. Экология. 17-я межотраслевая научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2014, 4 стр.

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.N. Gerashchenko, A.G. Reznik. Operating Equipment of a Shovel. Patent 2149951.

3. V.N. Gerashchenko, G.M. Kvasov. On some Recommendations for Construction, Service and Increase of the Effective Usage of Crawler Hydraulic Shovels. High technologies. Ecology. 17th interbranch scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh – 2014, 4 pages.

УДК 622.24

*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

БАЗИСНЫЕ ФУНКЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ АВТОНОМНОГО ВАЛА ШПИНДЕЛЯ ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассматривается возможность определения базисных функций для приближенного решения дифференциального уравнения, описывающего собственные поперечные колебания автономного (изолированного) вала шпинделя турбинного забойного двигателя в режимах усиленных вибраций. Приводится процедура нахождения выражений для базисных функций и характеристических уравнений. Показывается возможность перехода к асимптотическим уравнениям для характеристических чисел и соответствующим им формам колебаний.

Ключевые слова: вал шпинделя, характеристическое уравнение, базисные функции.

M.D. Goncharov

BASIS FUNCTIONS FOR RESEARCH OWN TRANSVERSE VIBRATIONS OF AUTONOMOUS SHAFT OF SPINDLE DOWNHOLE MOTOR

The possibility of determining the basis functions for the approximate solution of the differential equation describing the transverse vibrations of your own self-contained (stand-alone) spindle shaft downhole turbine motor in the modes of the amplified vibration. To operate the procedure of finding pronounced for basic functions and characteristic equations. Shows the possibility of transition to the asymptotic equations for the characteristic numbers and their corresponding mode shapes.

Keywords: spindle shaft, characteristic equation, basis functions.

Автономный вал шпинделя, как и автономный вал секций [1] в общем случае необходимо рассматривать как стержень с переменной жесткостью на изгиб и переменной погонной массой, нагруженный по длине переменной продольной силой, которая меняется вследствие массы стержня и перепада давления промывочной жидкости.

Дифференциальное уравнение упругой линии вала шпинделя можно представить в виде [2]

$$\left[EJ(\bar{x})y''(\bar{x}) \right]' - \left[P(\bar{x})y'(\bar{x}) \right]' - \omega^2 m(\bar{x})y(\bar{x}) = 0, \quad (1)$$

Граничные условия:

при $\bar{x} = 0$

$$y''(0) = 0, y'''(0) = -\bar{c}y(0) - \bar{P}y'(0), \quad (2)$$

при $\bar{x} = l$

$$y''(l) = y'''(l) = 0$$

В выражениях (1), (2) $\bar{EJ}(\bar{x})$ - безразмерная жесткость на изгиб; $\bar{P}(\bar{x})$ - безразмерная осевая нагрузка; \bar{c} - безразмерная жесткость на поперечное смещение нижней опоры; \bar{P} - безразмерная реакция забоя; $\bar{m}(\bar{x})$ - безразмерная погонная масса.

В дальнейшем черта у безразмерных величин опускается.

Приближенное решение уравнения (1) с граничными условиями (2) ищется методом Бубнова - Галеркина [3] в виде линейной комбинации некоторой системы линейно- независимых функций

$$y(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \tilde{y}_i(x), \quad (3)$$

где α_i - постоянные коэффициенты, подлежащие определению, а $\tilde{y}_i(x)$ - базисные функции, которые удовлетворяют граничным условиям исходной задачи.

Ниже за базисные функции $\tilde{y}_i(x)$ берутся формы собственных колебаний стержня постоянного сечения при отсутствии распределенных нагрузок, но с граничными условиями (2) исходной задачи. Уравнение колебаний такого стержня имеет вид

$$\tilde{y}_i^{IV}(x) - \alpha_i^4 \tilde{y}_i(x) = 0 \quad (4)$$

где

$$\alpha_i^4 = \frac{m}{EJ} \omega_i^2 \quad (5)$$

Здесь α_i - характеристическое число, соответствующее i -ой форме колебаний, m - погонная масса, EJ - изгибная жесткость, ω_i - собственная частота, связанная с критическим числом оборотов n_i вала шпинделя соотношением $n_i = 30 \frac{\omega_i}{\pi}$.

Граничные условия (2) реально учитывают действие силы реакции P забоя и жесткость на поперечное смещение с нижней опоры шпинделя.

Общее решение уравнения (4)

$$\tilde{y}_i(x) = C_{1i} \sin \alpha_i x + C_{2i} \cos \alpha_i x + C_{3i} e^{\alpha_i x} + C_{4i} e^{-\alpha_i x} \quad (6)$$

содержит четыре постоянных интегрирования. Для их определения необходимо в (6) подставить граничные условия (2). При этом получается система четырех уравнений относительно неизвестных $C_i (C_i = \overline{1,4})$.

Решив эту систему и подставив найденные значения $C_{1i} - C_{4i}$ в (6), получаем аналитические выражение для базисных функций задачи.

Для существования нетривиального решения должен равняться нулю определитель этой однородной системы ($\Delta = 0$), который можно привести к виду:

$$(1 - ch \alpha_i \cos \alpha_i) + c(sh \alpha_i \cos \alpha_i - ch \alpha_i \sin \alpha_i) + P \alpha_i sh \alpha_i \sin \alpha_i = 0 \quad (7)$$

Уравнение (7) называют характеристическим уравнением. Из него можно найти характеристические числа α_i , каждому из которых соответствует форма колебаний (6). Для вычисления постоянных в формах (6) получаются следующие выражения:

$$\begin{aligned}
C_{1_i} &= 2(\operatorname{sh}\alpha_i \sin\alpha_i + \operatorname{ch}\alpha_i \cos\alpha_i - 1), \\
C_{2_i} &= 2(\operatorname{sh}\alpha_i \cos\alpha_i - \operatorname{ch}\alpha_i \sin\alpha_i), \\
C_{3_i} &= 1 - e^{-\alpha_i} (\cos\alpha_i + \sin\alpha_i), \\
C_{4_i} &= e^{\alpha_i} (\cos\alpha_i - \sin\alpha_i).
\end{aligned}
\tag{8}$$

Для больших значений α_i необходимо использовать асимптотическое уравнение для характеристических чисел и соответствующие им формы.

При $\alpha_i \rightarrow \infty$ характеристическое уравнение (7) принимает вид:

$$(P\alpha_i - c)\sin\alpha_i + (c - \alpha_i^3)\cos\alpha_i = 0 \tag{9}$$

Постоянные интегрирования равны:

$$\begin{aligned}
C_{1_i} &= 2(\sin\alpha_i + \cos\alpha_i), \\
C_{2_i} &= 2(\cos\alpha_i - \sin\alpha_i), \\
C_{3_i} &= 0, \\
C_{4_i} &= \cos\alpha_i - \sin\alpha_i.
\end{aligned}
\tag{10}$$

Окончательное выражение для базисных функций с учетом выражений (8) и (10) будут иметь вид:

$$\begin{aligned}
\tilde{y}_i(x) &= 2(\operatorname{sh}\alpha_i \sin\alpha_i + \operatorname{ch}\alpha_i \cos\alpha_i - 1)\sin\alpha_i x + \\
&+ 2(\operatorname{sh}\alpha_i \cos\alpha_i - \operatorname{ch}\alpha_i \sin\alpha_i)\cos\alpha_i x + \\
&+ [1 - e^{-\alpha_i} (\cos\alpha_i + \sin\alpha_i)]e^{\alpha_i x} + \\
&+ [e^{\alpha_i} (\cos\alpha_i - \sin\alpha_i) - 1]e^{-\alpha_i x},
\end{aligned}
\tag{11}$$

или

$$\begin{aligned}
\tilde{y}_i(x) &= [2(\sin\alpha_i + \cos\alpha_i)]\sin\alpha_i x + \\
&+ [2(\cos\alpha_i - \sin\alpha_i)]\cos\alpha_i x + \\
&+ (\cos\alpha_i - \sin\alpha_i)e^{-\alpha_i x}.
\end{aligned}
\tag{12}$$

Вывод

Построенные таким образом базисные функции $\tilde{y}(x)$ (11) и (12) можно использовать для отыскания решения уравнения (1) в виде (3) и находить собственные частоты ω_i (критические скорости) и соответствующие им формы колебаний $y(x)$ автономного вала шпинделя.

Библиографический список

1. Гончаров М.Д. Моделирование базисных функций для определения критических скоростей вращения вала турбинной секции. В сборнике «Экологический вестник Черноземья», Воронеж, 2001г., 70-72с.
2. Гончаров М.Д. Математические методы прогнозирования резонансных режимов турбинных двигателей. Издательство Воронежского ГУ, 1991 г., 166с.

3. Михлин С.Г. Численная реализация вариационных методов, М: 1965 г., 231с.

References

1. Goncharov M.D. The modeling of basis functions for the determination of critical speeds of rotation of the shaft of the turbine section. In the book "Ecological Bulletin of the Central Chernozem region", Voronezh, 2001, 70-72s
2. Goncharov M.D. Mathematical methods for predicting the resonant modes of turbine engines. Publishing house of Voronezh GU, 1991, 166с.
3. Mikhlin S. G. Numerical realization of variational methods, М: 1965, 231с.

УДК 539.3

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова Р.А. Жилин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: rzhilin@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), the senior lecturer of chair of building technics and the engineering mechanics of a name of professor N.A.Ulyanov R.A.Zhilin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: rzhilin@vgasu.vrn.ru*

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова В.А. Нилов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: vladnil1014@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech D.Sc.(Engineerin), Prof. of chair of building technics and the engineering mechanics of a name of professor N.A.Ulyanov V.A. Nilov
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: vladnil1014@mail.ru*

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доц. А.В. Демидов
Россия, г. Воронеж,
e-mail: dontcray@mail.ru*

*Voronezh state technical university
D.Sc.(Engineerin), the senior lecturer
A.V. Demidov
Russia, Voronezh,
e-mail: dontcray@mail.ru*

Р.А. Жилин, В.А. Нилов, А.В. Демидов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИИ НАКЛОННО-ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА

Численное моделирование затянутых соединений наклонно-поворотного механизма при сложном напряженно-деформированном состоянии методом конечных элементов.

Ключевые слова: линейно-упругие конструкции, метод конечных элементов, концентрация напряжений.

R.A. Zhilin, V.A. Nilov, A.V. Demidov

INCREASE OF EFFICIENCY OF A DESIGN OF THE ROTARY MECHANISM

Modelling by a method of final elements of the tightened connections of the inclined rotary mechanism at the complex is intense-deformed condition

Keywords: linearly-elastic designs, finite element method.

Развитие дорожно-транспортной техники требует перехода к оборудованию, обладающему большей универсальностью. Одним из путей такого подхода является использование различного навесного оборудования: ковши экскаваторов с изменённым направлением работы

лопаты, гидр노жницы, виброплиты, грузоподъемные вилы, различные грейферные захваты, клык-рыхлитель и др. Необходимые степени подвижности инструмента и возможность воспринимать рабочую нагрузку в любом направлении и под любым углом обеспечиваются использованием специального манипулятора – наклонно-поворотной платформы (рототилт).

Несомненные достоинства поворотного механизма, обеспечивающего вращение любого навесного оборудования экскаватора вокруг своей оси на 360 градусов, а так же наклон вправо и влево, а также возможности использования значительной номенклатуры сменного инструмента, увеличения объема выполняемых работ и импортозамещения технологически сложных изделий заинтересовала Межрегиональную Группу Компаний российских производителей – холдинг «ИНТЕХРОС». В работах [1–3] было проведено исследование принципиальной конструкции наклонно-поворотного механизма (НПМ) при выполнении земляных работ на грунте II–IV категории (Рис. 1). Целью моделирования было определение распределения нагрузки и напряженно-деформированного состояния конструктивной системы деталей и оценка работоспособности затянутых соединений конструкции.



Рис. 1. Наклонно-поворотный механизм холдинга «ИНТЕХРОС»

В единую контактную систему включены основные детали механизма и в первую очередь воспринимающие технологическое нагружение: сварной корпус, две оси, червячное колесо, сварное основание. Моделируемые детали взаимодействуют по 30 контактными стыкам. Конечноэлементная модель НПМ включает в себя совокупность следующих деталей (Рис. 2): каждая из двух осей представлена ансамблем из 540 произвольных пентаэдров, имеющими 430 трехмерных узлов; ансамбль корпуса представлен 13016 произвольными пентаэдрами, 1600 тетраэдрами первого порядка, 674 треугольными и четырёхугольными пластинчатыми элементами, имеющими 10255 трехмерных узлов; ансамбль главной оси выполнен совместно с крепёжными болтами и представлен 14892 произвольными пентаэдрами, имеющими всего 10388 трехмерных узлов; ансамбль червячного колеса выполнен совместно с крепёжными болтами и представлен 13012 произвольными пентаэдрами, имеющими 9576 трехмерных узлов; ансамбль основания представлен 7428 произвольными пентаэдрами, 92 тетраэдрами первого порядка, 170 треугольными пластинчатыми элементами, имеющими 5370 трехмерных узлов.

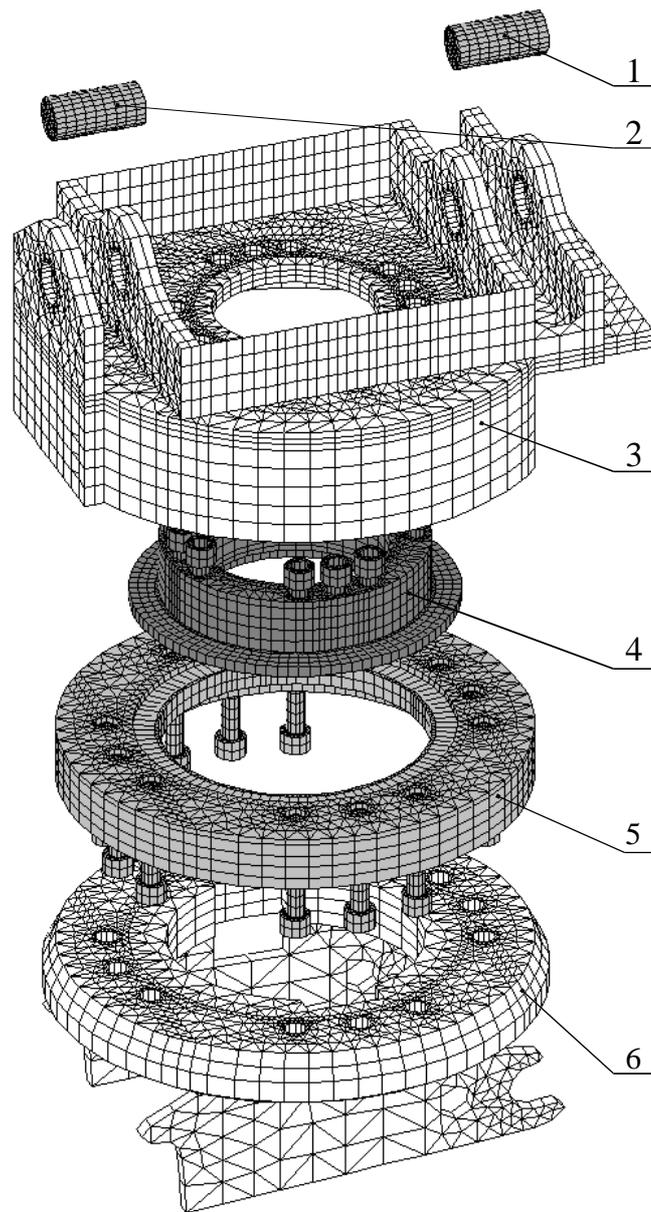


Рис. 2. Конечноэлементная модель исследуемой системы деталей:
1, 2 – ось; 3 – корпус; 4 – главная ось; 5 – червячное колесо; 6 – основание

Численное моделирование выявило распределение силовых потоков в деталях. При технологическом нагружении происходит выборка зазоров в сопряженных областях, что вызывает в свою очередь перекося червячного колеса и резкое уменьшение зон контактного прижатия деталей. Значительная концентрация сил контактного взаимодействия смещена к наружной поверхности левой части колеса. Взаимодействуя с осью, червячное колесо также вызывает её перекося. Раскрытый контактный стык охватывает три правых болта, эквивалентные напряжения в оси с видом на эти болты представлены на рисунке 4.

В конструкции наклонно-поворотного механизма использовались болты с маркировкой 8.8. Предел прочности материала болтов в этом случае составляет 800 МПа, а предел текучести материала 640 МПа. Учитывая, что допускаемое напряжение при неконтролируемой затяжке и переменной нагрузке для стального болта определяется как $[\sigma]=0,12\sigma_T$, то предельное напряжение на болт при статической нагрузке $[\sigma]= 384$ МПа, а при переменной $[\sigma]= 77$ МПа.

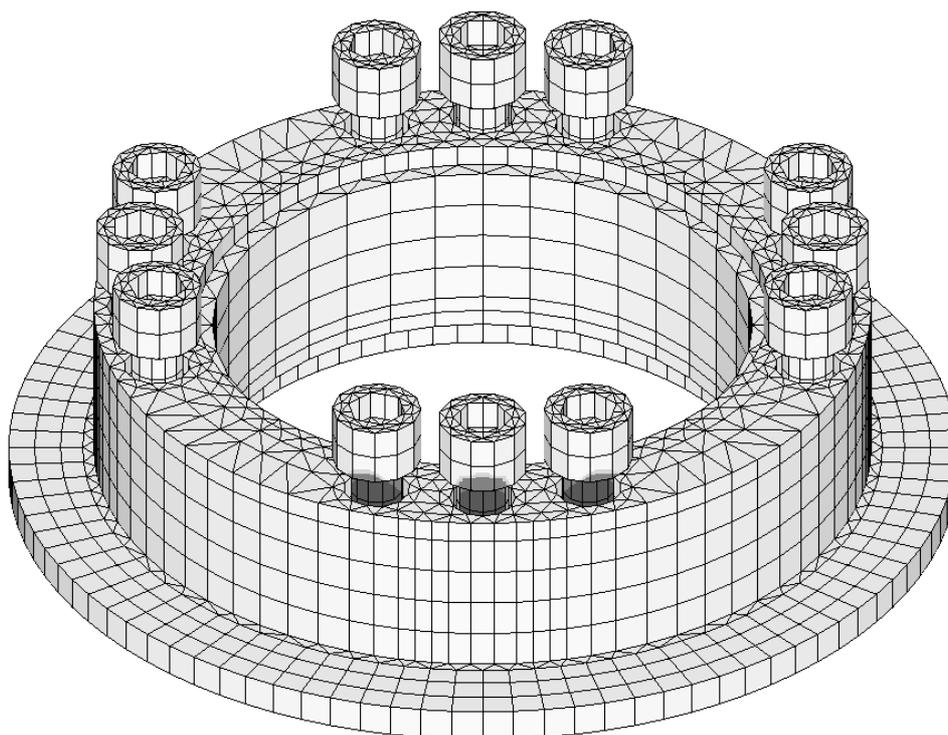
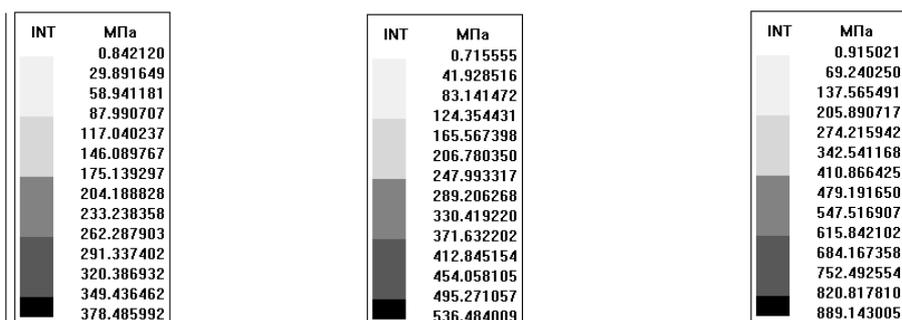


Рис. 3. Эквивалентные напряжения в главной оси:
слева – для II категории грунта; *по центру* – для III категории грунта;
справа – для IV категории грунта

Результаты исследований показали, что полноценная работоспособность механизма базовой комплектации возможна с нагрузками близкими к постоянным при копании грунта второй категории. Переменная нагрузка и повышение технологического нагружения вызывают напряжения близкие к пределу текучести материала болтов и, как следствие, его разрушение. Повысить работоспособность наклонно-поворотного механизма можно только перераспределением силовых потоков в обход болтовых соединений.

Решение этой проблемы может включать несколько направлений. Во-первых, необходимо контролировать затяжку болтов. В случае контролируемой затяжки требуемый коэффициент запаса прочности можно принимать равным $n = 2$. Тогда допускаемые напряжения растяжения на болт увеличатся в два раза по сравнению с неконтролируемой затяжкой. Пределы текучести для указанных марок сталей и их допускаемые напряжения приведены в таблице.

Механические характеристики некоторых сталей

Марка стали	Предел текучести σ_t , МПа	Допускаемые напряжения на растяжение, МПа
Ст.3	210	105
сталь 35	320	160
сталь 45	360	180
12ХН2	600	300
40Х	800	400

Во-первых, конструкция НПМ должна обеспечивать равномерное распределение нагрузки между болтами. В качестве такого конструктивного решения может быть использована специальная крышка фиксирующая болты сверху. Результаты моделирования с крышкой прижимающей головки болтов показаны на рисунке 4. Расчёт проводился для нагрузок соответствующие IV категории грунта.

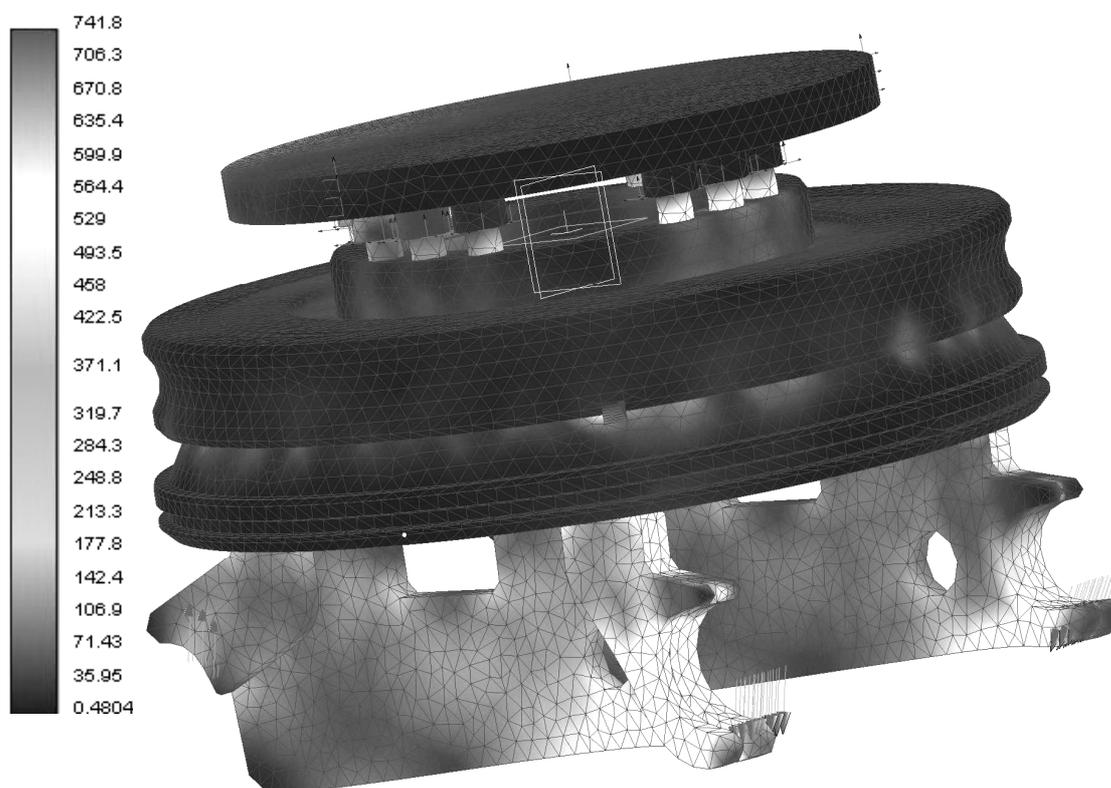


Рис. 4. Эпюра распределения эквивалентных напряжений в модели с прижатыми головками болтов для грунта IV категории

Анализ результатов исследования показывает, что при прижатии головок болтов крышкой происходит перераспределение напряжений по всем 12 болтам. Часть растягивающих напряжений с «передних» болтов преобразовалась в сжимающие напряжения на «задних» болтах. В результате наиболее нагруженные «передние» болты разгрузились, и их растягивающее напряжение уменьшилось до 250 МПа.

Выводы

1. При соблюдении данных условий рабочее напряжение, возникающее в болтах при контролируемой затяжке выдержат болты из легированных сталей марок 12ХН2 и 40Х.

2. Поскольку силы копания грунта I, II и III категорий меньше, то эти материалы гарантированно выдержат меньшую нагрузку при копании без ударных перегрузок. При учете ударных нагрузок коэффициент запаса должен быть не менее 10.

Библиографический список

1. Анализ работоспособности затянутого соединения деталей наклонно-поворотного механизма / Р.А. Жилин, В.А. Нилов, Ю.Б. Рукин, А.В. Демидов и др. // Вестник ВГТУ, Том 10 № 5.1. Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. С. 11–45.

2. Дискретное моделирование многотельных контактных систем / Р.А. Жилин, В.А. Нилов, Ю.Б. Рукин, А.В. Демидов и др. // Вестник ВГТУ, Том 10 № 6. Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет », 2014. С. 44–47.

3. Напряженно-деформированное состояние затянутых соединений поворотной платформы / Р.А. Жилин, В.А. Нилов, А.В. Демидов. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Высокие технологии. Экология» / Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2015. – С. 248–253.

4. Балаганский В.И., Радченко И.Г., Жилин Р.А., Новокшенов Л.Т. Обеспечение рациональных условий работы затянутого соединения станины кривошипного прессы путем конечноэлементного моделирования // Кузнечно-штамповочное производство, 1997. – № 3. – С. 24–27.

5. Жилин Р.А. Трехмерное дискретное моделирование затянутых соединений деталей прессов // Прикладные задачи механики и тепломассообмена в авиастроении. Труды международной научно-технической конференции. Воронеж, 22–24 ноября 2000. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2000. – Ч. 2 – С. 14–21.

6. Жилин Р.А. Влияние затянутых соединений в контактных системах деталей на технологические возможности тяжелых кривошипных прессов : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05, 01.02.06. Воронеж. гос. техн. ун-т, 2001.

References

1. The analysis of working capacity of the tightened connection of details of the naklonno-rotary mechanism / R.A.Zhilin, V.A.Nilov, J.B.Rukin, A.V.Demidov, etc.//Bulletin VSTU, Volume 10 № 5.1. Voronezh : Voronezh state technical university, 2014. With. 11-45.

2. Discrete modelling of contact systems with many bodies / R.A.Zhilin, V.A.Nilov, J.B.Rukin, A.V.Demidov, etc. // Bulletin VSTU, Volume 10 № 6. Voronezh : «Voronezh state technical university», 2014. With. 44-47.

3. The is intense-deformed condition of the tightened connections of a rotary platform / R.A.Zhilin, V.A.Nilov, A.V.Demidov. // The Scientific bulletin of the Voronezh state architectural-ly-building university. A series «High technologies. Ecology» / Voronezh SUACE. – Voronezh, 2015. – With. 248-253.

4. Balagansky V. I., Radchenko I. G., Zhilin R. A, Novokshchenov L.T. Maintenance of rational working conditions of the tightened connection of a bed crank presses by finite element modelling // Forge-shtampovochnoe manufacture, 1997. – № 3. – With. 24-27.

5. Zhilin R. A. Three-dimensional discrete modelling of the tightened connections of details прессов // Applied problems of mechanics in aircraft engineering. Works of the international scientific and technical conference. Voronezh, on November, 22-24nd 2000. – Voronezh : Voronezh state technical university, 2000. – Ч. 2 – With. 14-21.

6. Zhilin R. A. Influence of the tightened connections in contact systems of details on technological possibilities heavy crank presses : dis. ... Cand.Tech.Sci. : 05.03.05, 01.02.06. Voronezh state technical university, 2001.

УДК 625.08(07)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д. т. н., профессор кафедры строительной техники и инженерной механики
В.А. Жулай, д. т. н., профессор кафедры строительной техники и инженерной механики
В.А. Нилов,
ст. преп. 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 structural technique and engineering mechanics
dept V.A. Zhulai, doctor of tech. sciences., professor of the structural technique and engineering mechanics
dept V.A. Nilov,
E.V. Kozhakin,
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-70-66-90, e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru

В.А. Жулай, В.А. Нилов, Е.В. Кожакин

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье представлены основные положения научных и экспериментальных исследований. Рассмотрены вопросы определения оптимальных параметров и характеристик машин с помощью различных математических методов.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, математическая модель, теория эксперимента.

V.A. Zhulai, V.A. Nilov, E.V. Kozhakin

BASIC SCIENTIFIC AND EXPERIMENTAL RESEARCH

The article presents the main points of scientific and experimental research. The problems of determining optimal parameters and characteristics of the machines using various mathematical methods.

Keywords: experimental studies, mathematical model, experiment theory.

Проблемы совершенствования строительных и дорожных машин, повышение надежности, а также совершенствование их конструкции и эффективности использования в различных условиях эксплуатации является актуальной задачей.

Как показывает практика создание надежных машин невозможно без проведения соответствующих исследований, позволяющих оценить влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на работу узлов и агрегатов машин. В настоящее время разрабатываются различные мероприятия, позволяющие изучить работу как отдельных деталей, узлов и агрегатов, так и всей машины в целом и направленные на совершенствование конструкции машин. К таким мероприятиям относятся экспериментальные исследования.

Целью таких исследований является: определение конкретного объекта и изучение его структуры и характеристик, а также получение необходимых результатов и внедрение в конструкции различных типов машин, проверка правильности разработанных математических моделей; получение характеристик и зависимостей для расчета параметров машин.

Решение таких задач производится с помощью различных математических методов, таких как:

- аналитические методы;
- методы математического анализа с использованием эксперимента;
- численные методы, основанные на решении с помощью ЭВМ уравнений, систем уравнений, точное решение которых вызывает определенные трудности;
- методы прикладной математики, допускающих наличие формулировок и утверждений, справедливых лишь в данных реальных условиях [1].

Любой объект исследований зависит от многих действующих на него факторов, которые затрудняют его исследование.

Поэтому изучение таких объектов производят с помощью наиболее распространенного и получившего широкое развитие метода математического моделирования, под которым понимают исследование работы различных объектов математическими соотношениями и основанного на замене реального объекта его моделью, отображающей с определенной точностью основные его основные параметры.

Основой математического моделирования является составление математической модели (см. рис.), которая позволяет описать основные закономерности и установить соотношения, связывающие параметры и характеристики машины.

Математическая теория эксперимента определяет условия оптимального проведения исследования, а при подготовке и проведении опытов используются математические методы, что позволяет исследовать и оптимизировать сложные системы и процессы, обеспечивать высокую эффективность эксперимента и точность определения исследуемых факторов, а также решать различные вопросы, связанные с изучением сложных процессов и явлений [2].

Теория математического эксперимента содержит ряд концепций, которые обеспечивают успешную реализацию задач исследования:

- концепция рандомизации;
- концепция последовательного эксперимента;
- концепция математического моделирования;
- концепция оптимального использования факторного пространства и ряд других.

Принцип рандомизации заключается в том, что в план эксперимента вводят элемент случайности. Для этого план эксперимента составляется таким образом, чтобы те систематические факторы, которые трудно поддаются контролю, учитывались статистически и затем исключались в исследованиях как систематические ошибки.

При последовательном проведении эксперимент выполняется не одновременно, а поэтапно, с тем, чтобы результаты каждого этапа анализировать и принимать решение о целесообразности проведения дальнейших исследований. В результате эксперимента получают уравнение регрессии, которое часто называют моделью процесса.

Для конкретных случаев математическая модель создается исходя из целевой направленности процесса и задач исследования, с учетом требуемой точности решения и достоверности исходных данных [1, 2].

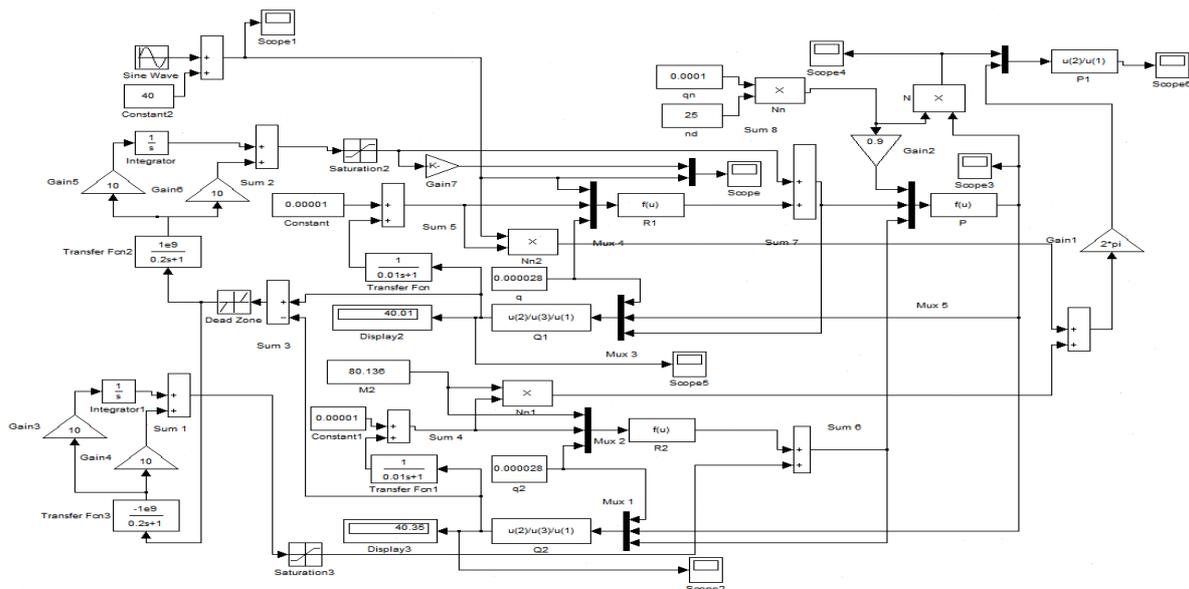


Рис. Математическая модель с обратными связями

Вычислительным экспериментом называется методология и технология исследований, основанные на применении прикладной математики и электронно-вычислительных машин как технической базы при использовании математических моделей. Он основывается на создании математических моделей изучаемых объектов, которые формируются с помощью некоторой особой математической структуры, способной отражать свойства объекта, проявляемые им в различных экспериментальных условиях.

Откуда следует, что математические структуры вместе с описанием соответствия экспериментально обнаруженным свойствам объекта и являются моделью изучаемого объекта, отражая в математической форме объективно существующие зависимости и параметры.

Каждый вычислительный эксперимент основывается как на математической модели, так и на приемах вычислительной математики.

На основе математического моделирования теорию и практику вычислительного эксперимента, который можно разделить на следующие этапы:

1. Для исследуемого объекта строится модель, фиксирующая разделение всех действующих и рассматриваемом явлении факторов на главные и второстепенные, которые на данном этапе исследования отбрасываются. Модель записывается в математических терминах, как правило, в виде дифференциальных уравнений.

2. Разрабатывается метод расчета сформулированной математической задачи. Эта задача представляется в виде формул, по которым должны вестись вычисления и условия, показывающие последовательность применения этих формул.

3. Разрабатываются алгоритм и программа решения задачи на ЭВМ.

4. Проведение расчетов на ЭВМ. Точность информации определяется при вычислительном эксперименте достоверностью модели, положенной в основу эксперимента, правильностью алгоритмов и программ.

5. Обработка результатов расчетов, их анализ и выводы. На этом этапе могут возникнуть необходимость уточнения математической модели, предложения по созданию упрощенных способов решения и формул,

В науке и технике известно немало областей, в которых вычислительный эксперимент оказывается единственно возможным при исследовании сложных систем.

Таким образом, математическое моделирование в области научных исследований является важнейшим фактором успешного проведения научных исследований.

Библиографический список

1. Бабитюк Г.В. Основы научных исследований: Курс лекций. – Алчевск: ДонГТУ, 2007. – 247 с.
2. Сабитова Р.Г. Основы научных исследований: Курс лекций. - Владивосток: Дальневосточный ГУ, Тихоокеанский институт дистанционного образования и технологий, 2005. – 59 с.

References

1. G.V Babityuk. Basic research: Lectures. - Alchevsk: Donetsk State Technical University, 2007. – 247 p.
2. Sabitova R.G. Basic research: Lectures. - Vladivostok: Far Eastern State University, Pacific Institute of Distance Education and Technology, 2005. – 59 p.

*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;
Студент 551 группы К.Дж. Кабея;
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 K.J. Kabeya;
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29*

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, К.Дж. Кабея

СМЕННОЕ РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СНОСА ЗДАНИЙ К ЭКСКАВАТОРУ 5 РАЗМЕРНОЙ ГРУППЫ

В статье представлен вариант рабочего оборудования для сноса зданий к экскаватору 5 размерной группы. Приведены параметры области работы данного оборудования и конструкция гидромолота.

Ключевые слова: экскаватор-разрушитель, снос зданий, гидромолот.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, K.J.Kabeya

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 5 size group. Lists the parameters of the field of operation of this equipment and construction of hammer.

Key words: excavator-destruction, demolition, hammer.

Строительное и дорожное машиностроение является важной отраслью страны. Продукция отрасли составляет основу комплексной механизации, автоматизации и роботизации технологии гражданского, промышленного и дорожного строительства. Развитие страны тесно связано с расширением сети автомобильных дорог, увеличением объема работ по содержанию, ремонту и реконструкции действующих объектов и сооружений. Выполнение этих мероприятий на базе высокоэффективной строительной техники и оборудования обеспечивает существенную экономию материальных, энергетических и трудовых ресурсов.

В строительном и дорожном машиностроении необходимо сосредоточить внимание в первую очередь на создание машин, позволяющих существенно повысить технологический уровень строительного производства, резко сократить применение ручного труда. Необходимо существенно повысить качество выпускаемых машин и оборудования, сократить сроки проведения научных исследований и разработок на основе широкомасштабного использования достижений науки и техники и передового опыта.

Научно-технологический прогресс в строительном и дорожном машиностроении должен осуществляться путем технического перевооружения предприятий. Предусматривается внедрение в производство новых технологических процессов и гибких переналаживаемых

систем, механизация и автоматизация, обеспечивающие повышение производительности труда, увеличение объемов производства улучшение качества продукции, экономию материальных и топливно-энергетических ресурсов.

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 заставляют фирмы использовать бригады строителей, из-за этого увеличивается срок сноса здания и повышается опасность получения травм при обрушении здания.

Для решения данных проблем можно применять одноковшовый экскаватор оснащённый специальным сменным оборудованием, например гидроразрывными [1], гидромолотом и т.д.

На основании проведенного анализа технической литературы и патентных источников можно сформулировать следующие основные направления совершенствования существующих конструкций рабочего оборудования гидравлических экскаваторов:

- совершенствование кинематики рабочего оборудования, путем повышения его рабочих параметров;
- улучшение силовой нагруженности рабочего оборудования и его элементов;
- совершенствование конструкций отдельных элементов рабочего оборудования;
- повышение универсальности рабочего оборудования.

Целью модернизации является расширение технологических возможностей рабочего оборудования при выполнении комплекса различных операций.

На рис. 1 представлен общий вид экскаватора 5 размерной группы, который состоит из базового экскаватора ЭО-5124 с быстросъемным устройством и сменного рабочего оборудования для сноса зданий, которое включает в себя стрелу и рукоять, а так же гидромолот. Гидромолот используется для разрушения прочных материалов и конструкций (снос фундаментов, стен и полов зданий, разделение или измельчение продуктов сноса для облегчения погрузки и транспортировки, отделение арматуры от бетона).

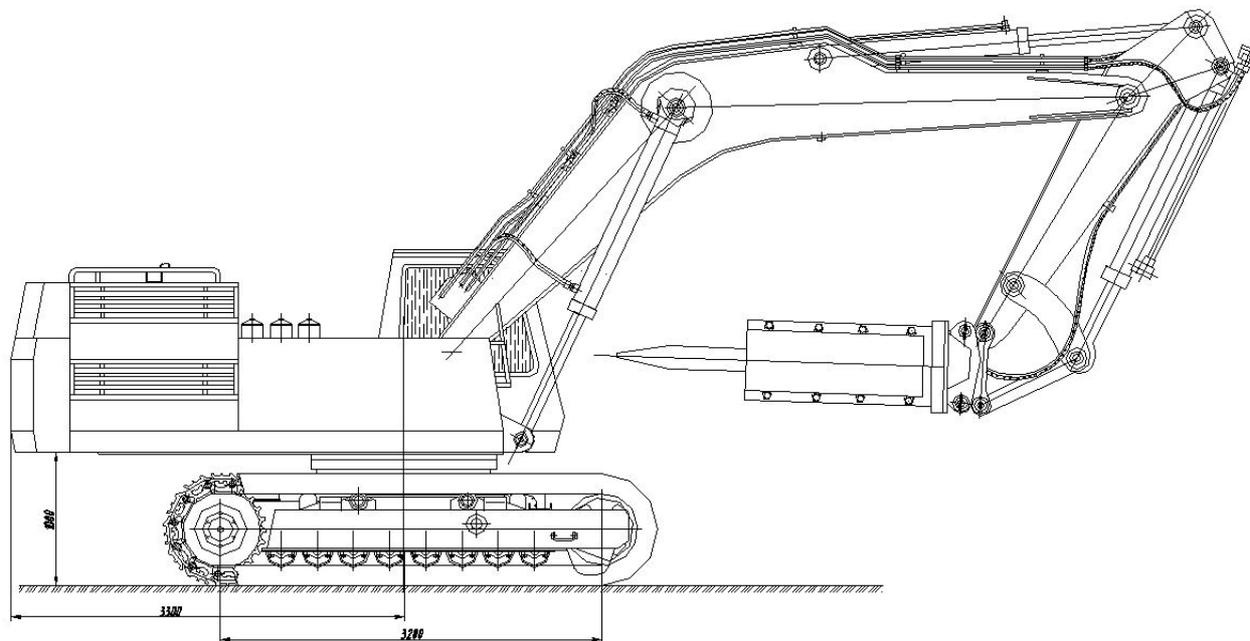


Рис. 1. Общий вид экскаватора ЭО-5124 со сменным рабочим оборудованием для сноса зданий

При условии оснащения соответствующим сменным инструментом, гидромолоты могут быть использованы также для трамбования грунта в стеснённых условиях и для забивки в грунт стоек, столбиков и других подобных элементов.

Гидромолот (рис. 2) состоит из следующих узлов и деталей [2, 3]. Цилиндр содержит перемещающийся поршень (боёк), который ударяет по инструменту. Уплотнения в верхней части поршня расположены в съемном блоке уплотнений, в то время как уплотнения нижней части поршня расположены непосредственно в цилиндре. Поршень (боёк) передает энергию удара инструменту. Блок уплотнений содержит уплотнения для удержания азота в крышке цилиндра (пневмокамере) и для предотвращения утечки масла. Гидрораспределитель управляет движением поршня. Регулировочный клапан, когда насос базовой машины обеспечивает недостаточную подачу масла и наоборот, в случае чрезмерного потока масла, устанавливает номинальное рабочее давление, уменьшая или увеличивая частоту ударов. Механизм регулирования частоты ударов позволяет с помощью регулировочного вентиля уменьшить или увеличить частоту ударов гидромолота. Аккумулятор заряжен газом и предназначен для накопления гидравлической жидкости под давлением. Аккумулятор накапливает энергию при взводе поршня и отдает ее при рабочем ходе поршня при высокой скорости поршня. Все аккумуляторы сконструированы так, чтобы выдерживать высокое давление. Нижний корпус (букса) содержит втулки инструмента и пальцы. Втулки инструмента направляют инструмент, ограничивают верхнее положение инструмента. Втулки инструмента быстроизнашивающиеся детали, которые должны проверяться на предельный износ. При превышении допустимого размера они должны быть заменены. Инструмент передает энергию удара поршня объекту разрушения. Рекомендуется установить сменный инструмент соответствующий условиям работы и обрабатываемой среде. Палец установлен в нижнем корпусе(буксе), он ограничивает движение рабочего инструмента. Крышка цилиндра содержит пневмокамеру, заряженную азотом (N₂) и служит для накопления энергии. Стяжные болты (шпильки) используются для соединения нижнего корпуса, цилиндра и крышки цилиндра в единый механизм – гидравлический блок гидромолота.

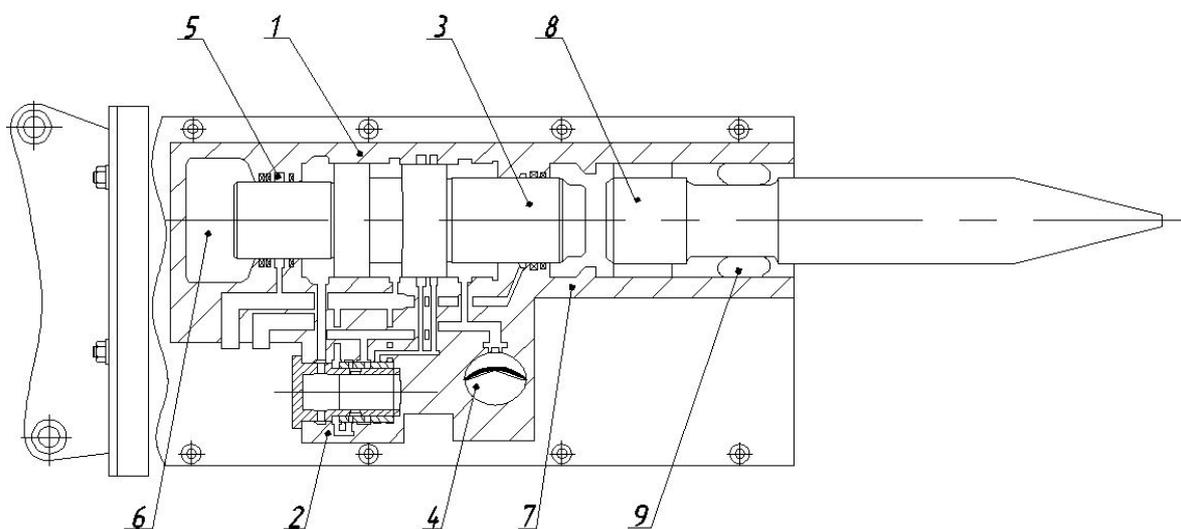


Рис. 2. Устройство гидромолота:

- 1 – цилиндр; 2 – гидрораспределитель; 3 – поршень (боёк); 4 – аккумулятор; 5 – блок уплотнений;
6 – пневмокамера; 7 – нижний корпус (букса); 8 – рабочий инструмент; 9 – палец

Кроме гидромолота к быстросъемному устройству могут устанавливаться гидроножницы (рис. 3), конструкция которых позволяет разрушать кирпичные и железобетонные конструкции толщиной до 1000 мм, а металлические конструкции до 200 мм перерезаются ножами, закреплёнными у основания челюстей [2, 3]. Кроме того гидроножницы имеют механизм поворота, что позволяет разрушать горизонтальные, вертикальные и установленные под углом конструкции.

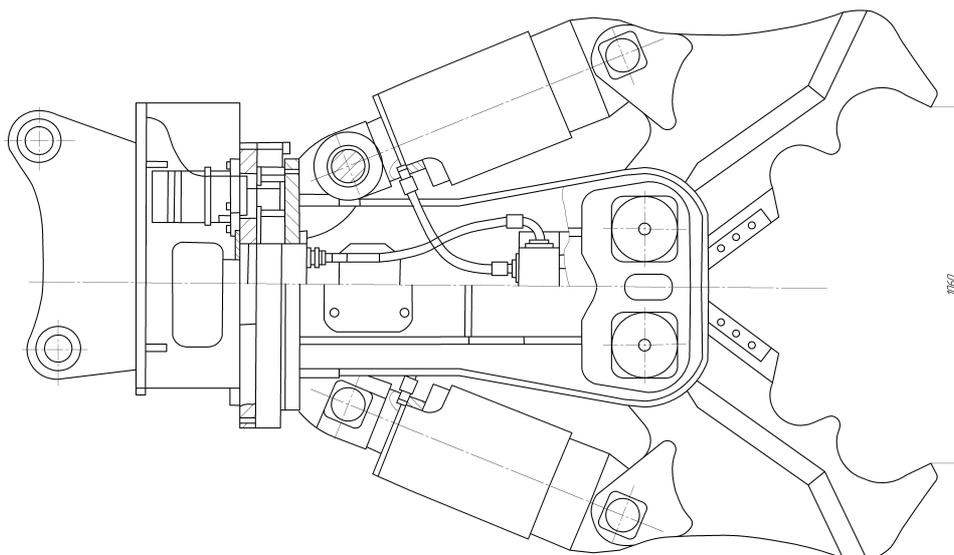


Рис. 3. Гидроножницы

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. Жулай В.А. Разработка рабочего оборудования для сноса зданий к экскаватору КРАНЭКС ЕК 400 / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, С.В. Сизинцев, Д.В. Бобров // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2014. – С. 196-199.
2. Delta: [Электронный ресурс]. М., 2014-2016. URL: <http://www.mirdelta.ru> (Дата обращения: 05.04.2016).
3. Каталог навесного оборудования Delta. – Москва, ООО Компания Традиция-К. – 36 с.

References

1. Zhulai V.A. Development of working equipment for demolition for excavator of KRANEKS EK 400 / V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, S.V. Sizintsev, D.V. Bobrov // Scientific Herald of the Voronezh State architecture and construction University. Series «Of High technologies. Ecology». 2014. - Pp. 196-199.
2. Delta: [Electronic resource]. M., 2014-2016. URL: <http://www.mirdelta.ru> (reference date: 05.04.2016).
3. Catalog of attachments Delta. – Moskva, ООО Company Tradition-K – 36 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;
Студент 531Б группы А.В. Митяев;
Студент 531Б группы Н.В. Шевченко;
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 531B A.V. Mityaev;
The student of group 531B N.V. Shevchenko;
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29*

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, А.В. Митяев, Н.В. Шевченко

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ АРМ БЕАМ ДЛЯ РАСЧЁТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В статье представлены варианты расчёта и проектирования балочной конструкции в модуле АРМ Beam программного комплекса АРМ Winmachine.

Ключевые слова: программа, АРМ Winmachine, АРМ Beam.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, A.V. Mityaev, N.V. Shevchenko

THE APPLICATION MODULE APM BEAM FOR THE CALCULATION AND DESIGN OF BEAM STRUCTURES

The article presents options for the calculation and design of beam structure in module APM Beam of program APM Winmachine complex.

Key words: program, APM Winmachine, APM Beam.

«АРМ WINMACHINE» это уникальная отечественная система автоматизированного проектирования машин, предназначенная для выполнения расчётов машин, механизмов и конструкций, полноценного инженерного анализа создаваемого оборудования с целью выбора его оптимальных параметров, а также оформления и хранения конструкторской документации [1].

Система реализована по модульному принципу. Каждый модуль может работать как отдельно, так и в составе определённого комплекса. Программа в полном объёме учитывает требования ГОСТ и СНиП, относящиеся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчётным алгоритмам.

Ниже приведён пример расчёта и проектирования балочной конструкции в модуле АРМ Beam.

Модуль АРМ Beam позволяет рассчитать любую прямолинейную балку с любым поперечным сечением при произвольном закреплении и нагружении (рис. 1).

Для того чтобы задать участок прямолинейной балки, нужно нажав на соответствующую кнопку в верхней панели создать сегмент (рис. 2).

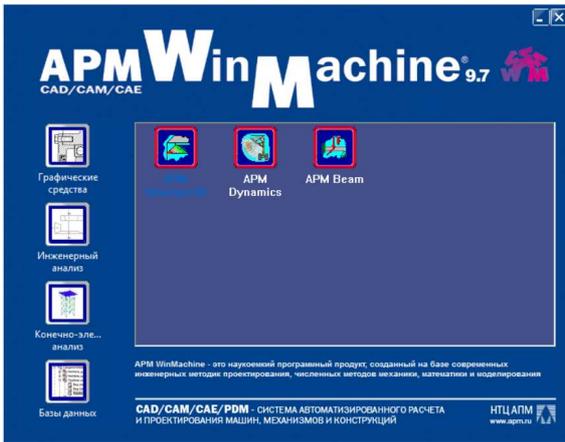


Рис. 1. Общий вид меню программ конечно-элементного анализа

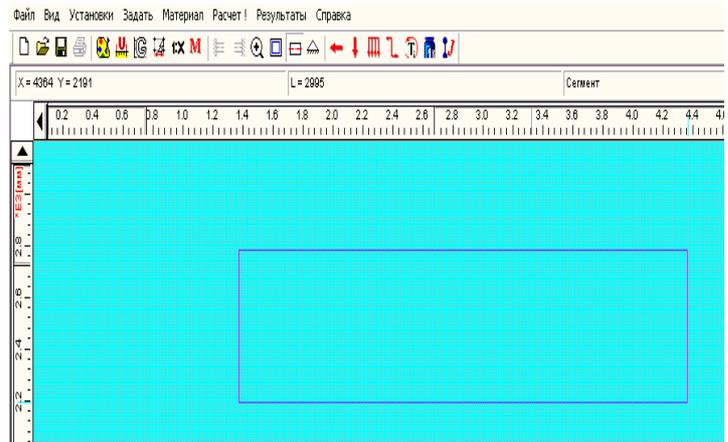
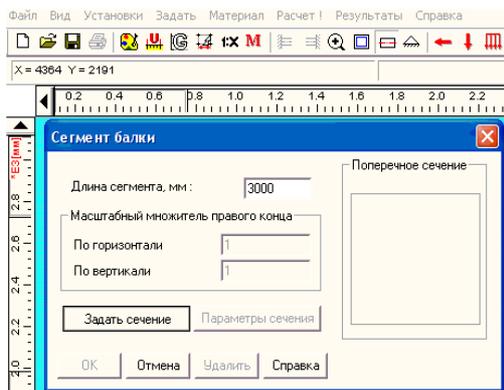
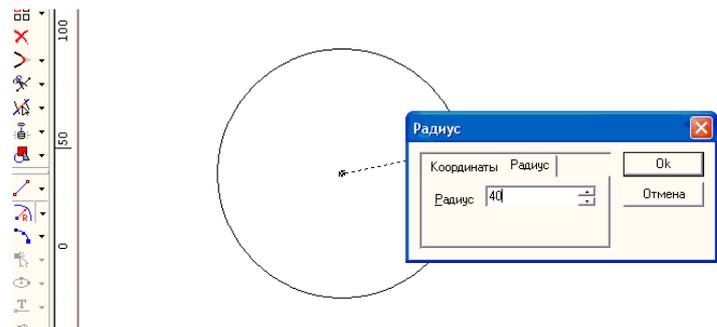


Рис. 2. Создание прямолинейной балки

В появившемся окне нужно указать точную длину балки (рис. 3, а), а также необходимо задать сечение (рис. 3, б). Так как по условию форма сечения не задана, то примем сечение круглым. Укажем определённый радиус нашего сечения.



а



б

Рис. 3. Задание длины (а) и сечения (б) балки

После того как форма поперечного сечения создана, нужно обязательно указать внешний и внутренний контуры, составляющие поверхность сечения (рис. 4).

При возврате в основную рабочую среду программа автоматически рассчитывает все характеристики сечения, а кнопка «Параметры сечения» позволяет просмотреть результаты расчета характеристик сечения (рис. 5).

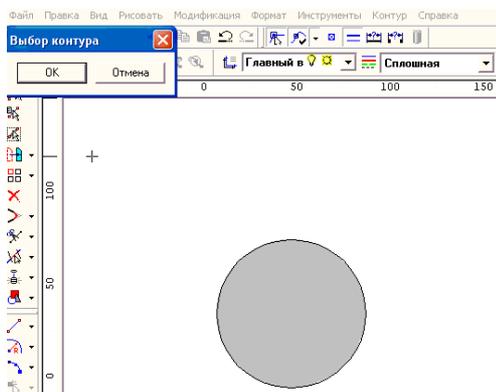


Рис. 4. Выбор контура

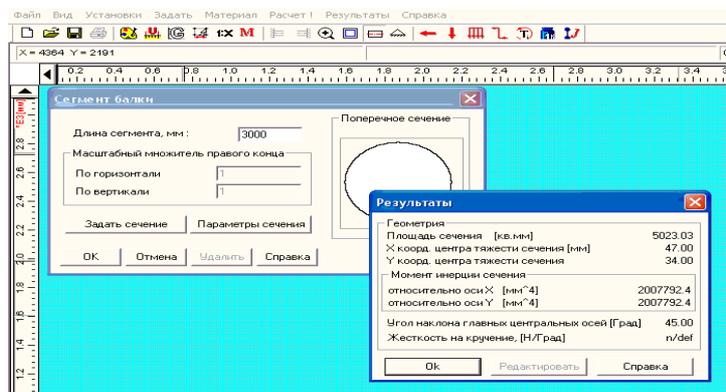


Рис. 5. Просмотр результатов расчёта

Следующий этап создания расчетной модели – установка опор. Для установки опоры нужно нажать кнопку «Опора» на основной панели инструментов, а потом указать расположение и тип опоры на балке (рис. 6).

Следующий этап создания расчетной модели – задание силовых факторов. Чтобы задать какой – либо силовой фактор, необходимо сначала нажать на соответствующую кнопку на панели инструментов. Затем указать предполагаемое место приложения нагрузки на балке.

Задание поперечной силы. В появившемся диалоговом окне (рис. 7) задаются параметры нагрузки (величина и точка приложения).

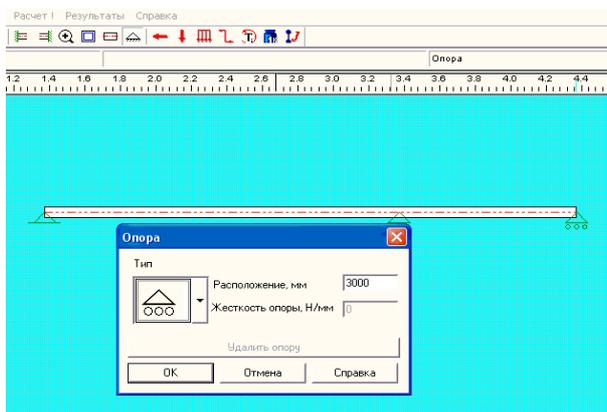


Рис. 6. Задание опор

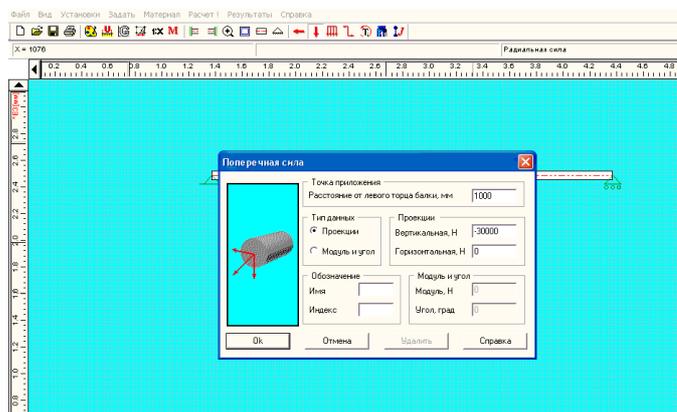


Рис. 7. Задание поперечной силы

Задание изгибающего момента (рис. 8). Задание распределенной нагрузки (рис. 10). Чтобы задать распределённую нагрузку, нужно щелкнуть левой кнопкой мыши в месте начала и в месте окончания линии приложения сил.

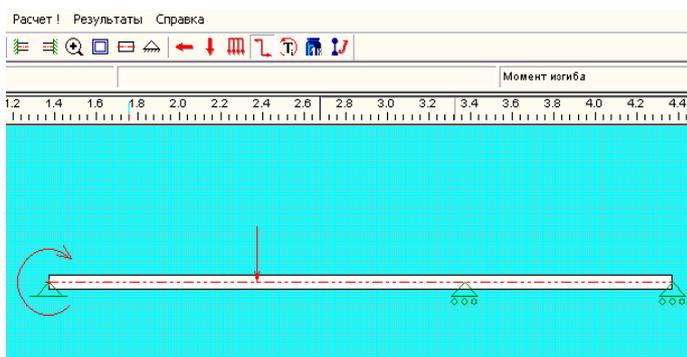


Рис. 9. Задание изгибающего момента

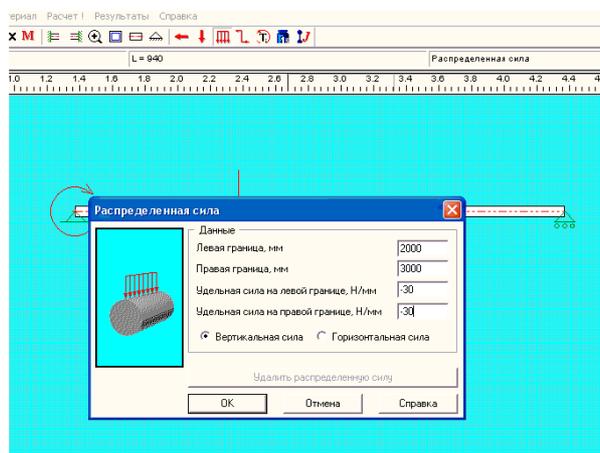


Рис. 10. Задание распределённой нагрузки

Получившаяся балка изображена на рис. 11. В заключении необходимо задать параметры материала балки (рис. 12). Так как в решаемой задаче необходимо построить только эпюру изгибающих моментов, то параметры материала можно принять предлагаемыми по умолчанию. Теперь можно произвести расчёт.

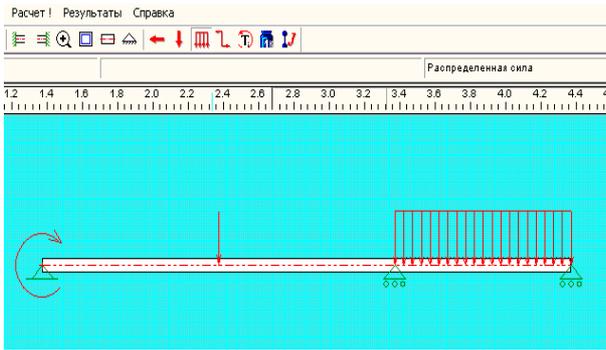


Рис. 11. Балка с приложенными нагрузками

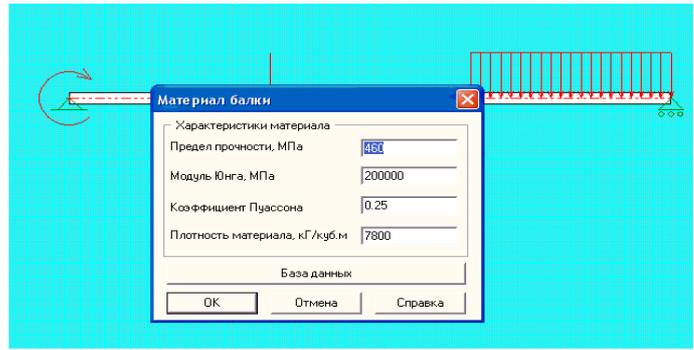


Рис. 12. Задание материала балки

Возможности модуля APM Beam позволяют производить различные виды расчётов (рис. 13).

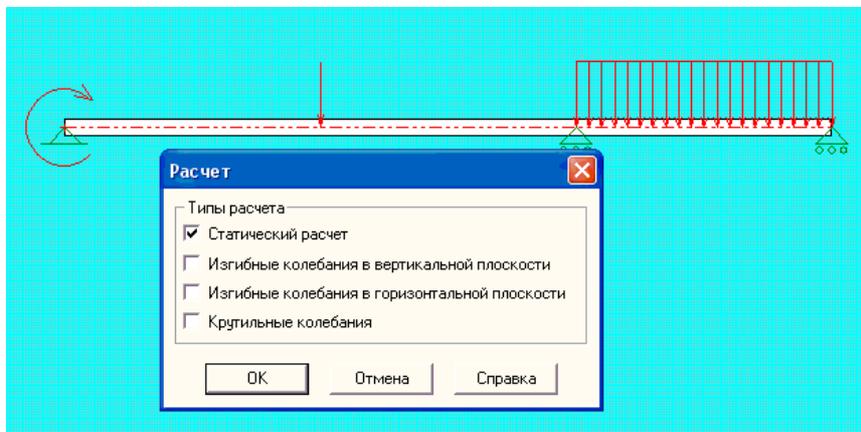


Рис. 13. Выбор типа расчёта

Для просмотра результатов расчёта, нажимаем кнопку «Результаты» на панели инструментов. В зависимости от вида проведенного расчета будут доступны разные результаты (рис. 14).



Рис. 14. Результаты расчёта

На этом решение поставленной задачи заканчивается. Результаты расчёта необходимо сохранить в формате RTF для дальнейшего открытия.

Заключение

Использование модуля APM Beam и программного комплекса «APM WINMACHINE» в целом в учебном процессе позволит студентам овладеть компетенциями отвечающими за использования прикладных программ расчета узлов, агрегатов и систем машин и повысить качество знаний выпускника.

Библиографический список

1. Замрий А.А. Проектирование и расчёт методом конечных элементов трёхмерных конструкций в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ. 2006. – 288 с.
2. APM: [Электронный ресурс]. М., 2016. URL: <http://www.apm.ru> (Дата обращения: 05.04.2016).
3. Дьяков И.Ф. Метод конечных элементов в расчётах стержневых систем: учебное пособие / И.Ф. Дьяков, С.А. Чернов, А.Н. Черный. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 133 с.

References

1. Zamri A. A. Design and calculation by finite element method of three-dimensional structures in the environment APM Structure3D. – M.: IZDATEL'stvo APM. 2006. – 288 p.
2. APM: [Electronic resource]. M., 2016. URL: <http://www.apm.ru> (reference date: 05.04.2016).
3. D'yakov I. F. finite element Method in the calculation of rod systems: study guide / I. F. Dyakov, S. A. Chernov, A. N. Black. – Ulyanovsk: UIGTU, 2010. – 133 S.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова Н.П. Куприн, Д.Н. Дегтев, студент Н.А. Деев 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, of a name of professor N.A. Ulyanov
N.P. Kuprin D.N. Degtev, student N.A. Deev
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru*

Н.П. Куприн, Д.Н. Дегтев, Н.А. Деев

ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ЕВРО И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Анализ состояния в России дизельного двигателестроения и нефтеперерабатывающей промышленности. Дальнейшие направления научных работ с целью снижения токсичности отработанных газов дизельных двигателей и доведения их до требований ЕВРО-6.

Ключевые слова: токсичность газов дизельных ДВС, системы рециркуляции, селективной каталитической нейтрализации, сажевые фильтры, нейтрализация.

N.P. Kuprin, D.N. Degtev, N.A. Deev

EURO STANDARD REQUIREMENTS AND TECHNICAL IMPROVEMENT TRENDS OF DIESEL FUEL ENGINES

Analyses of Russian diesel fuel engine building and oil refining industry condition. Further trends of scientific researches aiming discharge gas toxicity reduction and reaching the EURO-6 standards.

Key Words: gas toxicity of diesel combustion engine, recirculation systems, selective catalytic neutralization, carbon black filter, neutralization.

В густонаселенных городах и регионах страны загрязнение окружающей среды отработавшими газами автотракторных двигателей, достигает 80 - 90% от общего загрязнения воздуха. Для решения этих проблем Европейский Союз разработал и внедрил стандарты, ограничивающие вредные выбросы в атмосферу. Сертификат Евро 2 – первый из сертификатов Евро, принятый в России в 2006 году. По сравнению с Евро 1, Евро 2 значительно ужесточил требования к содержанию загрязняющих веществ в выхлопных газах. С 2008 года в России введен экологический сертификат Евро 3. Экологический сертификат Евро 4 был введен в Европе в 2006 году, в России - с 2010 года. На рисунке 1. представлено допустимое количество вредных выбросов в экологических стандартах.

Россия планировала переход на стандарт «Евро-5» в начале 2015 года. Однако в конце 2014 года по инициативе Минпромторга вступление в силу регламента было отсрочено еще на год. Мотивировано это не полной готовностью нефтеперерабатывающих заводов, которые пока не способны произвести необходимое количество топлива стандарта Евро-5 и реальной ситуацией наличия Российского парка машин Рис. 2.

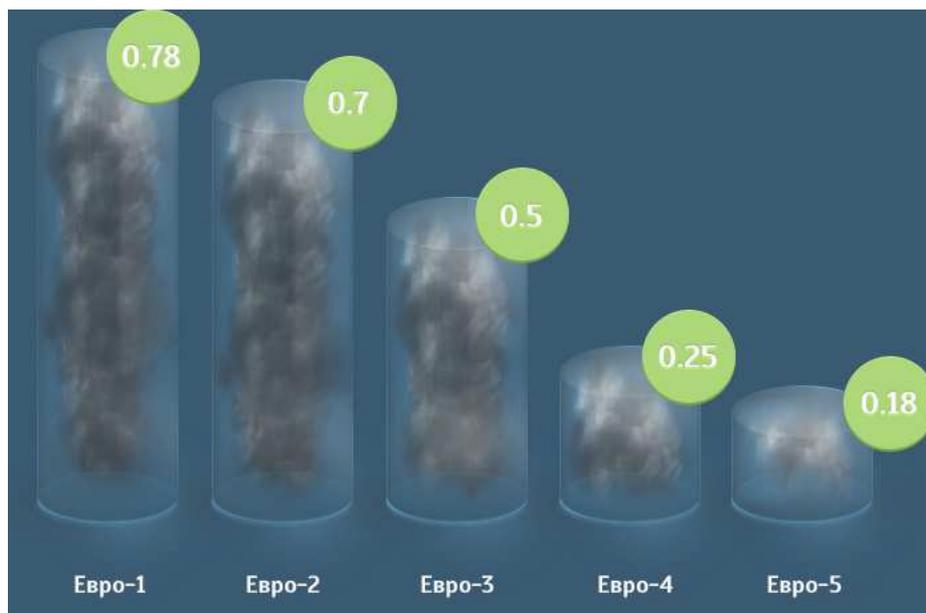


Рис. 1. Сравнение общего количества вредных выбросов в экологических стандартах

Для того чтобы снизить издержки и сохранить конкурентоспособные цены на коммерческую технику отечественного производства, на уровне Евразийского экономического союза сейчас решается вопрос об отсрочке перехода на экологический класс Евро-5 на 2 года. Стандарт Евро-5 введен в странах Евросоюза для дизельных грузовых автомобилей в 2009 году. С 1 января 2016 года, абсолютно все автомобили, подлежащие ввозу на территорию России, должны будут в обязательном порядке соответствовать нормативам стандарта Евро-5.



Рис. 2. Распределение российского парка автомобилей по экологическим классам на начало 2015 года (тыс.шт.)

Однако на данный момент обязательным стандартом, действующим на территории РФ с 1 января 2010 года является стандарт Евро-4. Между тем в Европейском Союзе окончательно завершился переход на стандарт Евро-6, этот стандарт еще больше ограничивает содержание оксида азота и углеводородов в выхлопе дизельных двигателей, а также вводит ограничение по числу частиц в выхлопе для двигателей с непосредственным впрыском. Несмотря на экономические и технические трудности, в России производство дизельного топлива для автотранспорта характеризуется постоянным улучшением экологических показателей их качества, что способствует росту эксплуатационных свойств топлив в целом и повышению надежности в эксплуатации автотракторной техники.

Требования по ограничению вредных веществ в отработавших газах дизельных двигателей в ЕС, мг/км

№ п/п	Нормы токсичности отработанных газов	Оксид азота, (NO _x)	Остаточные углеводороды, (HC+ NO _x)	Оксид углерода, (CO)	Твердые частицы, (PM)	Диоксид углерода, (CO ₂)
1.	ЕВРО – 4	250	300	500	25	160-170
2.	ЕВРО – 5	180	230	500	5	140
3.	ЕВРО – 6	80	170	500	4,5	120

Указанная тенденция вызвана в основном двумя причинами: необходимостью повышения конкурентоспособности отечественных топлив на международном рынке и растущими требованиями к экологической безопасности. Срок перехода на производство топлива уровня Евро-5 не регламентирован, однако с 1 июля этого года все НПЗ компании ТНК-ВР перешли на производство топлива стандарта Евро-5. ЛУКОЙЛ начал розничную реализацию дизельного топлива стандарта Евро-5 в России. Этот вид топлива производится на нефтеперерабатывающих заводах в Нижнем Новгороде, в Перми и в Ухте и продается под маркой «ЭКТО Diesel». Ранее ЛУКОЙЛ преимущественно экспортировал данный вид топлива. Благодаря высокому цетановому числу дизельное топливо стандарта Евро-5 оптимизирует процесс сгорания топливной смеси, снижает шум и вибрацию, предотвращает коррозионные процессы, облегчает запуск и снижает удельный расход топлива. Кроме этого, дизельное топливо стандарта Евро-5 предотвращает преждевременный износ деталей двигателя и позволяет увеличить срок службы цилиндро-поршневой группы, топливной аппаратуры и системы нейтрализации отработанных газов. Современные двигатели должны полностью отвечать всем заявленным требованиям на протяжении не менее семи лет с даты изготовления или 700 тыс. км. пробега во всех условиях эксплуатации. Сравнение стандартов Евро-5 и Евро-6 для разных категорий автомобилей (с учетом вида топлива) показывает интересную особенность нового регламента, он оставляет неизменными нормы для бензиновых двигателей. Евро-6 направлен только против вредоносного влияния на здоровье людей и окружающую среду дизельных двигателей, прежде всего против высокого уровня содержания оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу при их работе. По мнению экологов, оксиды азота в 10 раз опаснее угарного газа. Вступая в реакцию с углеводородами, они участвуют в образовании высокотоксичных и канцерогенных соединений, способствуют образованию фотохимического смога и выпадению кислотных дождей. Количество допустимой концентрации оксидов азота (NO_x) им сократили сразу в пять раз — с 2 до 0,4 г/кВт-ч, уровень твердых частиц (PM) уменьшили в два раза — с 0,02 до 0,01 г/кВт-ч, а содержание остаточных углеводородов (HC) снизили в 3,5 раза — с 0,46 до 0,13 г/кВт-ч.

Отечественные автопроизводители заявляют о своей готовности в случае необходимости ускорить переход на Евро-6, но отмечают, что без повышения качества топлива в этом нет никакого смысла. Нефтяники же признаются, что не успели своевременно реконструировать свои перерабатывающие предприятия и винят во всем кризис, вызванный падением цен на нефть. По их мнению, до завершения кризиса модернизация просто разорительна. А пока официально на территории нашей страны разрешены производство и продажа автомобильного бензина и дизельного топлива классов не ниже Евро-4 и Евро-5. При этом, согласно топливному техрегламенту (постановление Правительства РФ от 27.02.2008 № 118), оборот топлива класса Евро-4 допускается только до 31 декабря 2015 года.

Чтобы не выпасть из конкурентной борьбы, европейские производители грузовых автомобилей и автобусов марок DAF, Iveco, Mercedes-Benz, MAN, Renault, Volvo, Scania вложили значительные финансовые средства в подготовку новых серий тягачей и другой техни-

ки, соответствующих нормам Евро-6. Так, известно, что немецкому концерну Daimler AG вывод на рынок четвертого поколения Mercedes-Benz Actros обошелся в миллиард евро, итальянская компания Iveco потратила на свое детище Stralis Hi-Way 300 млн. евро, а французская Renault Group в создание автомобилей стандарта Евро-6, в том числе магистрального тягача Renault Trucks серии T, инвестировала 2 млрд. евро.

Конструкторам пришлось немало потрудиться, чтобы придумать, как можно максимально эффективно нейтрализовать оксиды азота в выхлопных газах. Пресловутые оксиды азота образуются в камере сгорания при высокой температуре и большом избытке воздуха в топливовоздушной смеси, на котором и работает дизельный двигатель. Из-за этого же избытка воздуха привычный нейтрализатор не способен их обезвреживать.

1. Для начала инженерам пришлось внедрить систему рециркуляции отработавших газов (EGR - Exhaust Gas Recirculation), которая направляет часть их обратно на впуск. Это нужно для дожигания выхлопных газов. Отчасти так, но основная задача - снизить количество кислорода в свежей топливо-воздушной смеси и сбить температуру сгорания в цилиндре. Хотя принцип работы всех применяемых систем одинаков, их конструктивное исполнение отличается большим разнообразием. Впервые EGR появились на американских автомобилях еще в начале 70-х годов прошлого века. Они были пневмомеханическими, то есть управлялись только разряжением впускного коллектора Рис. 3. Как и любая механическая система, она не отличалась высокой точностью работы. С внедрением электронных систем управления двигателем EGR стали электропневматическими (Euro-2 и -3), а в дальнейшем появились и полностью электронные (Euro-4 и -5). Клапан EGR может устанавливаться на впускном коллекторе, во всасывающем тракте, или непосредственно на блок дроссельных заслонок. Так как в дизельных двигателях система EGR перепускает большее количество отработанных газов, то и клапаны в таких системах имеют перепускное отверстие большего диаметра по сравнению с бензиновыми.

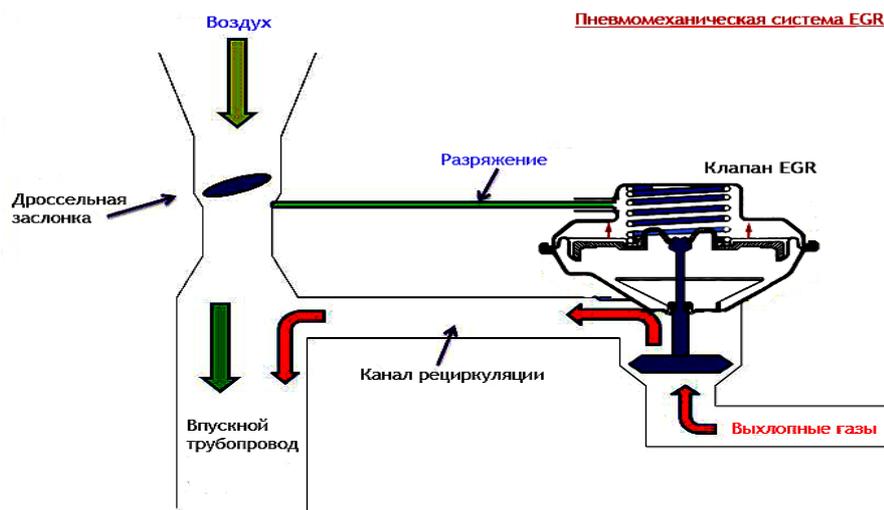


Рис. 3. Пневмомеханическая система EGR

В некоторых дизелях, особенно турбированных, давление на впуске может превышать давление на выпуске, что делает невозможным рециркуляцию выхлопных газов. В таких случаях для создания необходимого пониженного давления во впускной трубопровод устанавливаются регулирующие заслонки. В электропневматических системах работой клапана управляет контроллер двигателя на основании показаний датчиков. В зависимости от того, какой датчик является основным, различают четыре типа систем: 1- с датчиком противодавления выхлопных газов; 2- с датчиком температуры выхлопных газов; 3- с датчиком положе-

ния клапана EGR; 4- с датчиком давления на впуске MAP (либо датчиком массового расхода воздуха MAF) вместе с датчиком кислорода (лямбда - зондом). Кроме того, используются и другие датчики системы управления двигателем, например: датчик положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости и др. В более совершенных системах используется электропневматический преобразователь, который обеспечивает плавное регулирование степени рециркуляции. Для создания разрежения в некоторых конструкциях EGR может использоваться вакуумный насос. В электронных системах EGR управление клапаном осуществляет непосредственно блок управления двигателем без использования вакуума. Существует две основные конструкции цифровых клапанов EGR: с тремя или двумя разновеликими отверстиями. Отверстия закрываются соленоидами в разных комбинациях. При трех отверстиях можно получить 7 различных уровней рециркуляции, при двух отверстиях – три уровня. Еще более совершенным является клапан, степень открытия которого определяет ЭБУ через шаговый электродвигатель. Таким образом, получается плавное регулирование потока выхлопных газов Рис. 4.

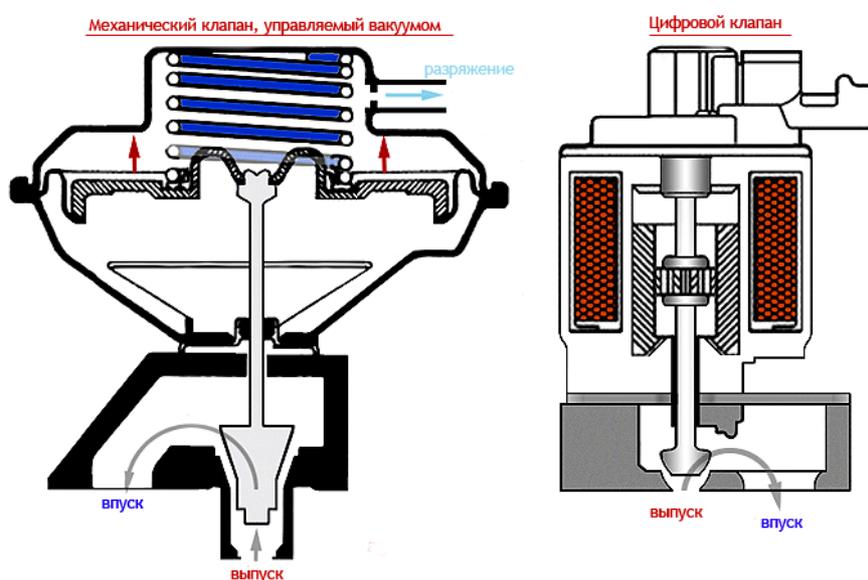


Рис. 4. Разновидности клапанов

На некоторых двигателях в системе EGR применяется дополнительное охлаждение газов. Для этого клапан рециркуляции включается в штатную систему охлаждения. Такая мера позволяет еще больше снизить выброс оксидов азота. На Рис. 5. представлена схема со всеми узлами для эффективной рециркуляции. На дизельных двигателях, отвечающих нормам Евро 5 (содержание оксида азота в отработавших газах не более 0,18 г/км) применяется система рециркуляции отработавших газов низкого давления. В такой системе отработавшие газы отводятся после сажевого фильтра, охлаждаются в радиаторе системы рециркуляции, проходят через клапан (заслонку) рециркуляции и подаются в впускную систему непосредственно перед турбокомпрессором. Система низкого давления обеспечивает меньшую температуру отработавших газов, отсутствие частиц сажи и, в конечном счете, меньшее содержание оксидов азота в выхлопе. Помимо этого все отработавшие газы проходят через турбину компрессора, поэтому давление наддува не снижается. Регулирование интенсивности рециркуляции отработавших газов осуществляет система управления двигателем с помощью дроссельной заслонки, заслонки рециркуляции и выпускной заслонки. Заслонки имеют электрический привод. Величина открытия каждой из заслонок фиксируется потенциометрическими датчиками. Степень открытия заслонок определяется на основании заложенной в блок управления цифровой модели, учитывающей наполнение цилиндров, давление наддува и интенсивность

рециркуляции отработавших газов. На дизельных двигателях, отвечающих требованиям перспективного стандарта Евро 6 (содержание оксида азота в отработавших газах не более 0,08 г/км) применяется комбинированная система рециркуляции отработавших газов.

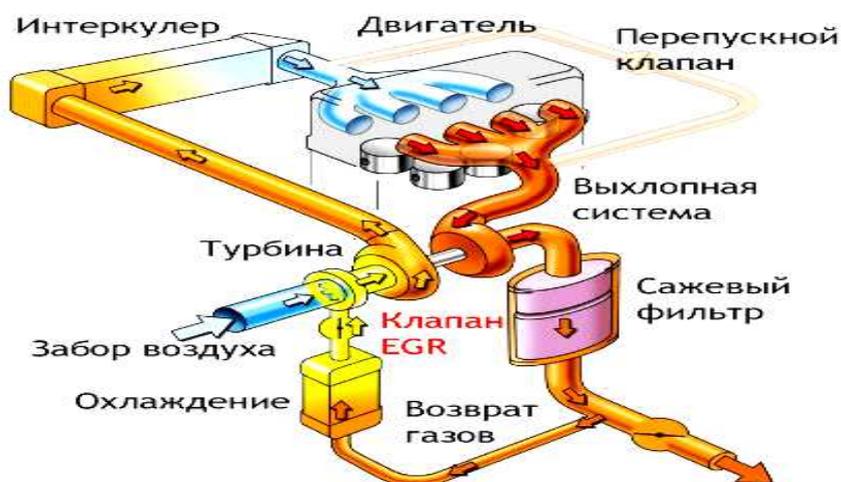
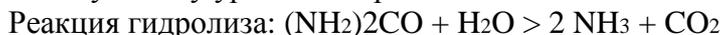


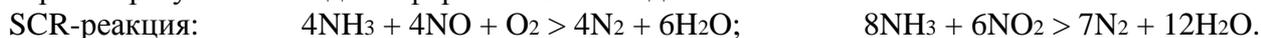
Рис. 5. Электронная система EGR

Система имеет две отдельные магистрали рециркуляции отработавших газов – высокого и низкого давления. Рециркуляция отработавших газов осуществляется аналогично рециркуляции на двигателях Евро 5. Кроме того, в определенных режимах работы двигателя происходит дополнительная подача отработавших газов из магистрали высокого давления, что еще больше уменьшает содержание оксидов азота. Магистраль высокого давления не имеет охладителя отработавших газов.

2. Большинство автоконцернов, чтобы справиться с проблемой соответствия нормам Евро-6, используют систему селективной каталитической нейтрализации (SCR — Selective Catalytic Reduction) с впрыском реагента AdBlue (водный раствор мочевины, 32,5%), добавляя и свои научные разработки. Технология SCR основана на впрыске строго дозированного количества реагента AdBlue в поток отработанных газов в присутствии катализатора (пентаоксид ванадия), в результате чего происходит химическая реакция превращения вредных оксидов азота (NOx) в безвредные вещества – водяной пар и азот. В основном химическая реакция SCR процесса выглядит так: Жидкость AdBlue впрыскивается в горячий отработавший выхлопной газ и подвергается гидролизу при температуре свыше 180°C с образованием аммиака (NH₃) согласно следующему уравнению реакции:



Далее, основной металл системы SCR является катализатором следующей реакции, при которой образуются исходные формы - азот и вода.



Технически система устроена следующим образом Рис. 6. Бак для AdBlue расположен рядом с кабиной грузовика. Выполнен он, как правило, из пластика. Внутри бака предусмотрен подогрев - змеевик, соединенный с системой охлаждения двигателя. После бака установлен насос, создающий давление жидкости в магистрали. Магистраль подогревается электрически. После насоса стоит дозирующее устройство, объединенное с блоком управления системой SCR. Впрыск должен быть достаточно точным, чтобы количество жидкости соответствовало объёму выхлопных газов в каждый конкретный момент. Непосредственно перед катализатором расположена форсунка, подающая AdBlue в выпускной тракт. В системе предусмотрены два фильтра AdBlue – грубой и тонкой очистки, стоящие, соответственно, после бака и после насоса.



Рис. 6. Схема селективной каталитической нейтрализации

Катализатор, в который впрыскивается AdBlue, нестандартный — в нем используется не платина, а ванадий. Именно в присутствии оксида этого металла реакция нейтрализации NOx идет особенно активно. Ванадий не разрушается от серы, поэтому автомобили с SCR не так требовательны к качеству дизельного топлива.

3. Продолжается работа по усовершенствованию сажевых фильтров.

Сажевый фильтр — это устройство, которое очищает выхлоп дизельного мотора от выбросов сажи в атмосферу. При его применении количество сажи уменьшается на 80 – 90 %. Такие устройства применяются с 2001 года, поначалу они устанавливались на тяжелых грузовиках. Однако с 2009 года была введена норма ЕВРО-5 и применения этого фильтра стала обязательной на всех автомобилях использующих дизельные двигатели. Основная задача это улавливать сажу при выхлопе автомобиля. По сути это также часть глушителя, которая очищает выхлоп. Только вот это совсем не катализатор, он борется с сажей, а не с отработанными вредными газами. Работа состоит из двух этапов:

1) *Захват сажи* — как становится понятно, на этом этапе происходит захват частичек сажи. Внутри фильтр похож на ячеистый материал, на стенках которого и оседают частички. Однако нужно отметить, что совсем мелкие, не улавливаются, их размер может составлять всего 0,1 – 0,5 мкм, но их в выхлопе всего 5 – 10 %. После улавливания фильтр постепенно начинает забиваться, что приводит к снижению мощности двигателя. Поэтому время от времени его нужно прочищать, или делать регенерацию.

2) *Регенерация* — это процесс достаточно сложный, и у каждого производителя реализован по-своему. Однако эффект от него один, очищение ячеек от сажи. Некоторые компании (например Volkswagen) разрабатывают комбинированные варианты. В одном устройстве совмещены оба очищения. Суть здесь вот в чем: — внутри как обычно идут ячейки с каналами малого сечения (делаются из карбида кремния), они борются с «частичками». А вот боковины корпуса ячеек, сделаны из каталитического материала (обычно наносят титан), который способствует сгоранию и окислению углекислого и угарного газов. Таким образом, в одном устройстве совмещают сразу два фильтра. Все дело в том, что нейтрализатор способен разогревать сажевый фильтр до высоких температур, около 300 – 500 градусов. При этом частички сажи окисляются и сгорают. Если химически расписать процесс то получается:

- соединения азота вступают в реакцию с кислородом в катализаторе — образуется диоксид азота;
- диоксид азота вступает в реакцию с сажей — образуется оксид азота и угарный газ;
- оксид азота и угарный газ вступают в реакцию с кислородом — образуется диоксид азота и углекислый газ.

Таким образом, сажевый фильтр, очищается от сажи Рис. 7. Однако если не достаточно ездить, частые короткие поездки то частички могут не сгорать, им попросту не хватает температуры. Тогда автомобиль может потребовать принудительную регенерацию – есть специальная функция на дизелях. Такая процедура происходит при высоких оборотах и фильтр разогревается до 600 – 650 градусов. В нем проходят все химические реакции, которые описаны выше, и ячейки очищаются. Система полностью автоматическая и не требует присутствия человека. Автомобиль считывает информацию с датчиков (воздуха, температуры отработанных газов до фильтра, после фильтра и самое важное давления сажевого фильтра). Когда (при очистке) давление восстанавливается, система автоматически заканчивается. Это говорит о том, что регенерация закончена.

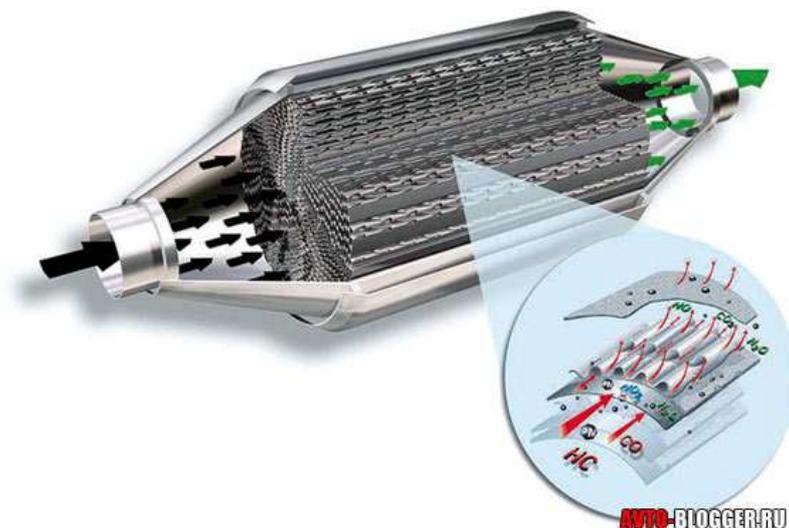


Рис. 7. Схема очистки фильтра от сажи

Есть другие типы, которые не имеют в своем строении катализатора. Такими типами пользуются производители концернов Peugeot - Citroen, а также FORD, TOYOTA и некоторые другие. Здесь очистка устроена совершенно по-другому. Раз в несколько сот километров, автомобиль в автоматическом режиме впрыскивает специальную присадку в топливо, (обычно она основана на таком веществе как Церий). При наполнении фильтра сажей, система впрыска дизеля нагнетает эту присадку в цилиндры. Причем при выхлопе внутри фильтра создается очень высокая температура примерно 650 - 750 градусов. Сам «сажевик» раскаляется. Церий при этом не распадается в топливе, он доставляется с газами в фильтр, после того как он попадает на раскаленный «сетчатый» элемент, он начинает сгорать поднимая температуру до 900 - 1000 градусов. Сажа окисляется и сгорает. При такой температуре происходит регенерация фильтра, то есть он очищается. Материалы выпускной системы достаточно прочные, поэтому разрушение выхлопного тракта не происходит.

4. В процессе доработки двигателей конструкторы также совершенствовались:

- Катализатор подтянут вплотную к камере сгорания и образует единую деталь – катколлектор. Насколько возможно, увеличена эффективность напыления активного слоя и его фактический объем.
- Контроль за точностью смесеобразования осуществляется при помощи постоянно работающего датчика кислорода. Это прямо связано с качеством нейтрализации.
- Система непосредственного впрыска также обеспечивает точное дозирование смеси и может работать в режиме послонного смесеобразования, экономя топливо (меньше топлива – меньше накопленных выбросов).
- Механизмы переменных фаз газораспределения обеспечивают более эффективное сгорание смеси во всем диапазоне работы двигателя (снова экономия и экология).

- Кнопки и системы типа «старт-стоп» (выключил двигатель – вообще нет выхлопа).
- Если пристально рассматривать современные двигатели разных фирм, то в каждой системе есть нечто такое, что экономит топливо.
- Нельзя пройти мимо автоматических коробок передач – ступеней все больше, режим блокировки все постояннее в современных “гидроавтоматах”.

А теперь предлагаем анализ по маркам зарубежных и отечественных автомобилепроизводителей, которые используют вышеизложенные разработки.

Новый экологический класс грузовиков Mercedes-Benz Actros IV с двигателями Mercedes-Benz OM - 471 серии BlueEfficiency выполняется благодаря системе рециркуляции EGR с фильтром частиц и системе селективной каталитической нейтрализации. SCR предусматривает впрыск в поток отработавших газов строго дозированного количества жидкости AdBlue. В присутствии катализатора пентаоксида, оксиды азота NO_x превращаются в безвредные вещества – азот и воду. Такое инженерное решение помимо соблюдения экологических требований позволяет снизить расход топлива у грузовика версии Евро-6 на 3% по сравнению с предыдущей моделью и потребление реагента AdBlue на 40%.

Четвертое поколение грузовиков Volvo FH соблюдает нормы Евро-6 также при помощи технологий EGR и SCR.

А вот компания Iveco поступила оригинальнее. В своих новых тягачах Stralis Hi-Way с двигателями Cursor ей удалось достичь норм Евро-6 за счет применения уникальной системы Hi-eSCR (High Efficiency SCR), запатентованной компанией FPT Industrial (подразделением FIAT), без использования системы рециркуляции отработавших газов (EGR), а только при помощи селективной каталитической нейтрализации (SCR) с AdBlue и сажевого фильтра. Как отмечают представители компании Iveco, эффективность HI-eSCR, размещенной вместе с сажевым фильтром в едином корпусе рядом с рамой, превышает 95% по сравнению с 80–85% у лучших конкурентов по уровню NO_x в отработанных газах. Кроме того, по сравнению со своим предшественником по модельному ряду Stralis Hi-Way потребляет топлива на 2% меньше.

Установка на дизельные автомобили класса Евро-6 дополнительного оборудования, его обслуживание и необходимость использования AdBlue увеличивают общую стоимость владения транспортным средством и создают определенные неудобства для водителей. К примеру, для жидкости AdBlue требуется установка отдельной емкости, а еще за ее заправку нужно платить. Расход реагента AdBlue для работы системы SCR у грузовиков Евро-6 составляет в среднем 2–3,5% от расхода топлива. Эксперты предполагают, что по этой причине после вступления в силу Евро-6 владельцы легковых дизельных машин в странах ЕС начнут активно отказываться от них в пользу автомобилей гибридов и электромобилей. К тому же в некоторых странах такое решение стимулируется на государственном уровне неплохими денежными компенсациями.

Так, во Франции автовладельцам, решившимся поменять машины с дизельными моторами на электрокары или гибриды, предлагают субсидию в размере 10 тыс. евро, в Лондоне за это же сулят 2 тыс. фунтов. Еще пару десятков лет назад покупка дизельных автомобилей позиционировалась в Европе как экологически правильный выбор и даже поощрялась в некоторых странах налоговыми преференциями. В результате государственной политики доля таких транспортных средств сейчас во Франции достигает 80%, Испании - 70%, в Великобритании превышает 50%. Средний показатель в ЕС равен 55%.

О том, когда Россия примет Евро-6, сказать пока трудно. Да и внедрение Евро-5 проходит не совсем гладко. Для справки, в 2008 году в рейтинге из ста стран, составленном Международным центром качества топлива (IFQC, Хьюстон, США), Россия показала наихудшие результаты в Европе по качеству дизельного топлива. Вообще же в мире наша страна заняла только 44-е место по дизельному топливу и 84-е — по бензину. Несмотря на технологическое отставание, российские автопроизводители, по мере финансовых возможностей, ведут

подготовительную работу к будущему переходу на Евро-6. К примеру, инженеры ярославского «Автодизеля» в сотрудничестве с австрийской AVL List создали новое семейство дизельных моторов ЯМЗ-530 класса Евро-4 с возможностью их доработки до Евро-5 и Евро-6. Изготовление рядных четырех- и шестицилиндровых моторов было поставлено на поток в 2013 году. Линейка двигателей состоит из 27 модификаций и свыше 200 комплектаций мощностью от 120 до 320 л.с. А вот Камский завод совместно со швейцарской Liebherr-International AG пока лишь разрабатывает следующее поколение рядных дизельных и газовых двигателей. Новое семейство шестицилиндровых моторов КАМАЗ-910.10 рабочим объемом 11,95 л и мощностью 380–550 л.с. при 1900 об/мин будет выполнять нормы Евро-5 и обладать техническим потенциалом, позволяющим в перспективе выйти на уровень стандарта Евро-6. Выпуск первых партий двигателей запланирован на второе полугодие 2017 года. Важно, что предполагается практически 100%-ная локализация их производства в России.

Библиографический список

1. Гурьянов Д. И. Экологически чистый транспорт: направления развития. /Инженер, технолог, рабочий. №2, 2001. - с. 12-14.
2. ГОСТ Р 52160-2003. Автотранспортные средства, оснащённые двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния.
3. «О транспортной стратегии Российской Федерации». Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 N 1734-р (по состоянию на июль 2011г.)
4. Место транспорта России в мировой транспортной системе. // Экономика и жизнь. – 2007. - №15. Плужников К. И.

References

1. Gurjanov D.I. Ecological transport: development trends. / Engineer, technologist, worker. № 2, 2001. – p. 12-14.
2. Federal standard P 52160-2003. Motor transport means with compressed air engine. Exhaust of discharge gas. Standards and methods of technical condition control.
3. “Transport strategy of the Russian Federation”. Decree of Russian Federation Government of N 1734 – p (July, 20011)
4. The role of transport of the Russian Federation in the world transport system.// Economics and life.- 2007. -№ 15. Pluzhnikov K.I.

УДК 691.878

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-
ной техники и инженерной механики*

С.А. Никитин,

*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,

*Магистрант кафедры строительной
техники и инженерной механики*

Душкин С.В.

*Магистрант кафедры строительной
техники и инженерной механики*

Иванов С.А.

*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*

*Undergraduate of the pulpit of the chair of
building technique and mechanics engineering
S.V. Dushkin*

*Undergraduate of the pulpit of the chair of
ilding technique and mechanics engineering
S.A. Ivanov*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-59-18
e-mail: niksal76@mail.ru*

*Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-59-18 e-
mail: niksal76@mail.ru*

С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, С.В. Душкин, С.А. Иванов

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Представлены результаты и анализ исследований акустических харак-
теристик шнекороторного снегоочистителя.

Ключевые слова: шум, вибрация, виброзащита оператора.

S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, S.V. Dushkin, S.A. Ivanov

SOUND-ABSORBING MATERIALS RESEARCH RESULTS

The results and analysis of experimental research of acoustic characteristics
of sound-absorbing materials are presented.

Keywords: noise, vibration, vibrodamping of operator.

Одной из важнейших тенденций в развитии конструкции транспортно-технологических машин является увеличение энергонасыщенности, повышение производительности и тяговых качеств [1,2], при одновременном снижении шума и вибрации воздействующих на операторов [3].

Опыт применения шумозащитного комплекса на строительно-дорожных и транспортных машинах показывает, что разработка мероприятий по снижению шума в кабинах машин такого типа – задача весьма сложная и дорогостоящая. Это объясняется сложностью динамической системы таких машин, их конструктивными особенностями и спецификой выполняемых работ [4,5].

Одним из наиболее перспективных способов снижения шума на машинах подобного рода является создание высокоэффективных звукопоглощающих конструкций, используемых в виде облицовочных панелей, кожухов и акустических экранов [6].

Целью лабораторных исследований является поиск новых звукопоглощающих материалов (ЗПМ) с последующим применением их в кабинах дорожных и транспортных средств.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- определить нормальный коэффициент звукопоглощения конструкций;
- произвести измерения нормального коэффициента звукопоглощения (α_o) в диапазоне частот 63...8000 Гц в акустических интерферометрах согласно требованиям ГОСТ 16297 – 80 [7];
- провести анализ результатов экспериментальных исследований;

Воздух помещений, в которых проводятся испытания, должен иметь относительную влажность 60 ± 10 % и температуру 20 ± 2 °С. Перед проведением испытаний материалы и изделия должны быть выдержаны в указанном помещении не менее 3 ч.

Аппаратура для проведения испытаний должна иметь действующие свидетельства о государственной поверке согласно ГОСТ 8.002 – 86, а также должна быть откалибрована и настроена в соответствии с нормативно-технической документацией по ее эксплуатации.

Технические и метрологические характеристики измерительных систем должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к шумомерам 1 и 2-го классов по ГОСТ 17187 – 81 и электрическим фильтрам по ГОСТ 17168 – 82 [7].

При проведении измерений нормального коэффициента звукопоглощения образец испытываемого изделия вставляется в крепежную обойму интерферометра так, чтобы нелицевая поверхность образца находилась на жесткой стенке, а лицевая на уровне края обреза обоймы. Края лицевой поверхности очень плотно примыкают к облицовке края трубы интерферометра, и вся обойма жестко закрепляется на нем.

При испытаниях на интерферометре следует определять первый максимум и минимум уровня звукового давления, регистрируемого прецизионным шумомером, а также величину расстояния первого минимума d_1 , м от лицевой поверхности образца. Величина расстояния первого минимума d_1 должна определяться с погрешностью $\pm 0,005$ м.

Испытания проводятся последовательно в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630...8000 Гц.

В результате проведенных испытаний необходимо получить численные значения коэффициента звукопоглощения α_o опытных конструкций при изменении их частоты, толщины, плотности и коэффициента перфорации. Также, при испытании новых материалов и изделий определяется нормальный импеданс (акустическое сопротивление) образца материала и изделия.

Нормальный коэффициент звукопоглощения вычисляется по формуле

$$\alpha_o = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2}, \quad (1)$$

где $n = L_{P_{MAX}} / L_{P_{MIN}}$ – отношение максимального $L_{P_{MAX}}$, Па и минимального $L_{P_{MIN}}$, Па уровня звукового давления, зарегистрированных прецизионным шумомером.

Нормальный импеданс (акустическое сопротивление) образца материала Z_o вычисляются по формуле

$$Z_o = R + jY, \quad (2)$$

где R и Y – реальная и мнимая составляющие импеданса, определяемые по формулам:

$$R = \frac{2n}{(n^2 + 1) (n^2 - 1) \cos 2\delta}, \quad (3)$$

$$Y = \frac{(n^2 - 1)}{(n^2 + 1) (n^2 - 1) \cos 2\delta}, \quad (4)$$

где 2δ – сдвиг фаз между реальной и мнимой составляющими импеданса, радиан, определяемый по формуле

$$2\delta = \frac{2\pi \left(d_1 \frac{\lambda}{4} \right)}{\frac{\lambda}{2}}, \quad (5)$$

где d_1 – расстояние до первого минимума от лицевой поверхности образца, м;

$\lambda = c / f$ – длина звуковой волны, м;

c – скорость звука в воздухе, м/с при данной температуре t , °С, определяемая по обязательному приложению 2 ГОСТ 16297 – 80.

Результаты испытаний принимаются как среднее арифметическое значение испытаний и оформляются в виде таблиц и графиков зависимости α_0 от частоты в соответствии с обязательным протоколом по форме, определенной приложением 3 ГОСТ 16297 – 80.

Погрешность измерений коэффициента звукопоглощения и других параметров определялась в соответствии с требованиями ГОСТ 8.207 – 76 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений».

За результат измерения принимается среднее арифметическое значение результатов наблюдений, в которое предварительно внесены поправки для исключения систематических погрешностей. Среднее квадратичное отклонение $\sigma(\tilde{A})$ результата измерения оценивается по формуле

$$\sigma(\tilde{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{A})^2}{n(n-1)}}, \quad (6)$$

где x_i – i -й результат наблюдения;

\tilde{A} – результат измерения;

n – число результатов наблюдений.

Доверительные границы \mathcal{E} (без учета знака) случайной погрешности результата измерений находятся по формуле

$$\mathcal{E} = t\sigma(\tilde{A}), \quad (7)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности P и числа результатов наблюдений n находится по таблице справочного приложения 2 ГОСТ 8.207 – 6.

Доверительную вероятность P рекомендуется принимать равной 0,95, тогда для числа результатов наблюдений, равном 3, коэффициент Стьюдента – 3,182.

Число результатов наблюдений, равное 3, выбрано на основе многочисленного опыта проведения акустических испытаний во ВГАСУ, а также с учетом литературных данных.

В соответствии с поставленной целью и задачами исследований согласно ГОСТ 16297 – 80 были проведены измерения нормального коэффициента звукопоглощения α_0 и нормального импеданса Z_0 на разных звуковых частотах. Характеристики используемых интерферометров, представленных на рис. 1, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики акустических интерферометров.

№ п/п	Частотный диапазон измерений, Гц	Длина интерферометра, м	Внутренний диаметр или сторона квадрата интерферометра, м	Размер образца для установки в обойме интерферометра, м	Материал интерферометра
1	50-500	7	0,25	0,28×0,28	Древесностружечная плита толщиной 16 мм
2	125-2000	1	0,1	0,12×0,12	Асбестовая труба с толщиной стенки 10 мм
3	1600-8000	0,25	0,025	0,03×0,03	Стальной цилиндр с толщиной стенки 3 мм

В соответствии с методикой проведения лабораторных исследований проведены акустические испытания опытных образцов. Измерения необходимых параметров осуществлялись в акустической лаборатории Воронежского государственного архитектурно-строительного университета в соответствии с ГОСТ 16297 – 80.



Рис.1. Акустические интерферометры для измерения нормального коэффициента звукопоглощения

При отклонении условий испытаний полученные результаты приводились к стандартным. При проведении акустических испытаний использовалась следующая аппаратура отечественного и иностранного производства (рис. 2):
 - прецизионный импульсный шумомер PSI-202-00001;

- дюймовый микрофон МК-102 с предусилителем MV-101, 10-метровым соединительным кабелем и набором измерительных зондов (фирма VEB RFT Meßelektronik “Otto Sohön”, Дрезден, ГДР);

- звуковой генератор ГЗ-18;

- динамические излучатели 25ГДН-1-40-80 (10ГД-34-80 по ОСТ-4.383.001-85), 2ГД-36-2500 (Россия) и MDR-E515V (фирма SONY, Япония).

Акустическим испытаниям подвергался материал типа ГЕОКОМ, основу которого составляют полиэфирные и полипропиленовые штапельные волокна.



Рис. 2. Аппаратура для измерения нормального коэффициента звукопоглощения

В качестве материала перфорации в опытных образцах применялся картон марки «ПКС,Э», предварительно пропитанный огнезащитным раствором МС.

Измерения проводились в нормальных условиях ($t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p=101325\text{ Па}$) при изменении толщины звукопоглощающей конструкции (h).

Характеристики образцов опытных ЗПМ приведены в таблице 2, типовой протокол испытаний в соответствии с ГОСТ 16297 – 80 приведен в таблице 3.

Таблица 2

Характеристики опытного звукопоглощающего материала ГЕОКОМ – Д 500

№ п/п	Толщина звукопоглощающей конструкции h , мм	Средняя плотность звукопоглощающего материала ρ_m , кг/м ³
1	4,4	98,053
2	8,8	98,053
3	13,2	98,053
4	17,6	98,053
5	22	98,053

Таблица 3

Результаты испытаний звукопоглощающих материалов

Место проведения испытаний Акустическая лаборатория ВГАСУ		Номер протокола №6		Дата 21.12.11	
		Вид интерферометра		Частотный диапазон, Гц	Площадь образца, м ²
		Квадратная труба из ДСП: длина 7 м, сторона 0,25 м, толщина стенки 16 мм		50 - 500	0,0784
		Асбестовая труба: длина 1 м, диаметр 0,1 м, толщина стенки 10 мм		125 - 2000	0,0144
		Стальная труба: длина 0,25 м, диаметр 0,025 м, толщина стенки 3 мм		1600 - 8000	0,0009
Частота, Гц	α_0	Условия проведения испытаний: Температура t °С 27 Относительная влажность, % 65			
63	0,08019				
80	0,11801				
100	0,10625				
125	0,13237				
160	0,08167				
200	0,09844				
250	0,13427				
315	0,12955				
400	0,02867				
500	0,24369				
630	0,18116				
800	0,22181				
1000	0,27628				
1250	0,34428				
1600	0,53074				
2000	0,78166				
2500	0,96614				
3150	0,84994				
4000	0,83971				
5000	0,91136				
6300	0,95900				
8000	0,95597				
		Описание конструкции или образца и схема его размещения в интерферометре: ГЕОКОМ Д-500, толщина 13,2 мм, коэффициент перфорации 0,1256. Образец закреплён в обойме интерферометра, лицевая поверхность обращена к динамическому излучателю звука, нелицевая – на жесткой стенке.			



На рис. 3 представлена зависимость нормального коэффициента звукопоглощения α_0 от частоты звука f , Гц в 1/3-октавных полосах частот при различной толщине звукопоглощающей конструкции.

Анализ спектрограммы показывает, что в области низких частот заметно небольшое увеличение α_0 при увеличении толщины звукопоглощающей конструкции.

В области средних частот α_0 возрастает при увеличении толщины звукопоглощающей конструкции. Наблюдается спад звукопоглощения на частоте 400 Гц для образца №1, №2, №3, а также значительный разброс значений.

В области высоких частот наблюдается незначительное увеличение и разброс значений α_0 на всех частотах диапазона.

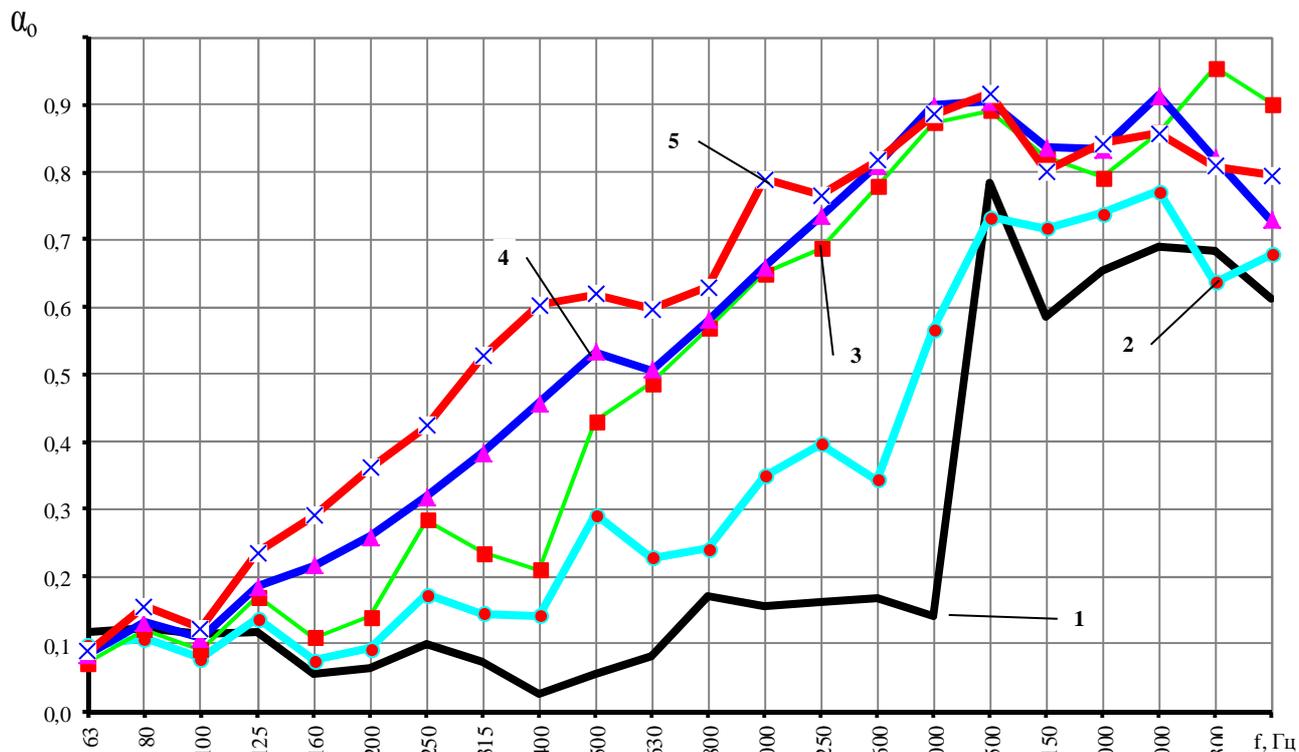


Рис. 3 Зависимость нормального коэффициента звукопоглощения α_0 от частоты звука f , в 1/3-октавных полосах частот при различной толщине ЗПМ

Анализируя спектрограмму рис. 3, отмечаем, что в области низких частот увеличение толщины звукопоглощающей конструкции оказывает заметное влияние на звукопоглощение на частотах 125...315 Гц.

В области средних частот эффект аналогичный, незначительный спад наблюдается на частоте 400 Гц для образца №1, №2, №3

В области высоких частот α_0 увеличивается с увеличением толщины звукопоглощающей конструкции. Значительный спад значений α_0 наблюдается на частоте 3150 Гц для всех образцов, а также на частоте 6300 Гц, за исключением образца №3

Сравнивая полученные результаты, можно отметить, что в 1/3-октавных полосах частот 2000, 3150 и 5000 Гц лучшими показателями звукопоглощения обладает образец №4. В области низких частот несколько лучшие показатели у образца №2 на частоте 63 Гц. В области высоких частот лучшими показателями обладает образец №3 на частотах 6300 и 8000 Гц. На частотах 80...1600, 2500 и 4000 (т.е. на подавляющем большинстве 1/3-октавных полос диапазона) – преимущество у образца №5.

Выводы

1. В результате проведения лабораторных акустических исследований выявлено, что с увеличением толщины звукопоглощающей конструкции происходит повышение нормального коэффициента звукопоглощения, особенно это проявляется в области средних и высоких частот, в частности, для материала Д-500 с изменением толщины от 4,4 мм до 22,0 мм нормальный коэффициент звукопоглощения увеличивается в пределах от 0,054 до 0,618 при $f = 500$ Гц и от 0,142 до 0,886 при $f = 2000$ Гц.

2. Установлена закономерность изменения нормального коэффициента звукопоглощения материала ГЕОКОМ Д-500 в зависимости от толщины материала в 1/3-октавных полосах частот.

Библиографический список

1. В.А. Жулай, В.Л. Тюнин Оценка ширины колеи при движении колеса землеройно-транспортной машины по грунту /Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. 2013 с.140-143

2. В.А. Жулай, В.Л. Тюнин Определение ширины контакта крупногабаритных шин землеройно-транспортных машин при движении по грунту /Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 20143. № 2. 2013 с.191-195.

3. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А. Сравнение результатов виброакустических исследований на дорожной шнекороторной снегоочистительной машине типа ДЭ-210./ Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 223-225.

4. Волков Н.М., Дёгтев Д.Н., Никитин С.А., Труфанов М.С., Радченко И.С. Экспериментальные результаты акустических испытаний колесного погрузчика ПК 27-02./Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 125-127.

5. Волков Н.М., Дёгтев Д.Н., Никитин С.А., Воропаев В.О., Воронов А.С. Численные исследования быстропеременных виброакустических процессов при помощи метода конечных элементов./Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 154-159.

6. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Щербинин М.И., Чернов М.В., Никитин С.А., Покачалов А.С., Кравченко А.А., Дуплищев С.М., Муравьев А.В., Кондауров Ю.А., Волков Н.М. ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩАЯ СОТОВАЯ ПАНЕЛЬ патент на изобретение RUS 2206458 29.03.2002.

7. Никитин С.А., Осипов А.А. Особенности проведения испытаний звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 115-117.

References

1. V.A. Zhulai. V.L. Tyunin. Estimation of the width to ruts when moving travel about earth-moving machines on soil / Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P 140-143

2. V.A. Zhulai. V.L. Tyunin. The definition of the width of the contact large tires earth-moving machines when moving on the ground 2014 / Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2014. № 1. P 191-195.
3. Ustinov Y.F., Nikitin S.A., Volkov N.M., Degtev D.N. Comparison of vibroacoustic research results in screw-rotary snow remover, model DE-210./Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2010. № 1. P. 223-225.
4. Volkov N.M., Degtev D.N., Nikitin S.A., Trufanov M.S., Radchenko I.S. Experimental results of acoustic tests of wheel loader PC 27-02 / Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P. 125-127.
5. Volkov N.M., Degtev D.N., Nikitin S.A., Voropaev V.O., Voronov A.S. Numerical research of a rapidly varying vibroacoustic processes using the finite element method/ Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P. 154-159.
6. Ustinov Ju.F., Muravev V.A., Shcherbinin M.I., Chernov M.V., Nikitin S.A., Pokachalov A.S., Kravchenko A.A., Duplishchev S.M., Muravev A.V., Kondaurov Ju.A., Volkov N.M. SOUND-ABSORBING HONEYCOMB./ Patent 2206458, published 29.03.2002, abstract, with 6.
7. Nikitin S.A., Osipov A.A. Specificities of test operation of sound - insulating and sound absorbing materials/ Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2012. № 1. P. 115-117.

УДК 621.878.62 (27)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной
техники и инженерной механики В.А. Нилов,
магистрант Р.Н. Веремеев.
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 R.N. Veremeev.
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Р.Н. Веремеев

МОДЕРНИЗАЦИЯ НОЖЕВОЙ СИСТЕМЫ СКРЕПЕРА

В статье рассмотрен вопрос о необходимости модернизации ножевой системы скрепера. Приведены результаты проведенных исследований, показавших необходимость изменения конструкции ножевой системы скрепера для увеличения его производительности.

Ключевые слова: скрепер, ножевая система, косое и лобовое резание, производительность.

V.A. Nilov, R.N. Veremeev

MODERNIZATION OF BLADE SCRAPER

The article deals with the question of the need for modernization of the scraper blade. The results of research conducted-tions, which showed the need to change the design of the blade scraper to increase its productivity.

Keywords: scraper, knife system, oblique and frontal cutting performance

Для повышения производительности скреперных агрегатов (СА) необходимо увеличение реализуемой ими силы тяги или уменьшение сопротивление копанию. Последнее возможно при модернизации ножевой системы скрепера. В настоящее время в большинстве конструкций используется принцип лобового резания грунта, при котором режущие ножи устанавливаются под прямым углом (угол захвата $\varphi = 0$) к направлению движения СА. Принцип лобового резания широко применяется в конструкциях ковшей экскаваторов (прямая и обратная лопата, драглайн, погрузчик). В ряде конструкций для перемещения грунта вдоль отвала применяется принцип косого резания, при котором угол захвата $\varphi > 0$. К таким машинам относятся универсальный бульдозер и автогрейдер.

Из теории резания грунтов [1] известно, что удельное сопротивление резанию и копанию зависят от угла захвата в плане φ (рис. 1, 2). Форма отвальной поверхности влияет на абсолютную величину удельного сопротивления копанию K_1 , однако характер зависимостей по снижению удельного сопротивления копанию остается неизменным. Максимальное уменьшение сопротивления резанию имеет место при углах захвата 20...40 град независимо от формы отвальной поверхности.

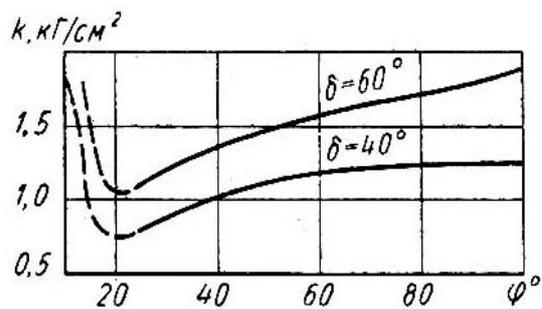


Рис. 1 Зависимость удельного сопротивления резанию K от угла захвата φ

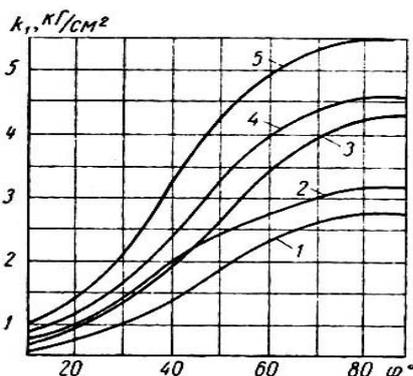


Рис. 2 Зависимость удельного сопротивления копанью K_d от угла захвата φ для отвалов различного профиля

В работе [2] предложена ножевая система скрепера с полукруглой режущей кромкой, у которой ножевая система имеет тонкую режущую кромку, которая выступает в плане вперед и изогнута в поперечной плоскости. Такие режущие кромки имеют ковши обратной лопаты, драглайнов и скреперов (рис. 3). Там отмечено, что удельное сопротивление копанью K_d для скрепера с криволинейной режущей кромкой примерно в 1,3...1,5 раза ниже, чем для скрепера с традиционной ступенчатой ножевой системой, реализующей принцип лобового резания грунта. В конце заполнения ковша криволинейной формы K_d составляет $53,5 \text{ Н/см}^2$, а у традиционного ковша – $71,0 \text{ Н/см}^2$ (рис. 4).

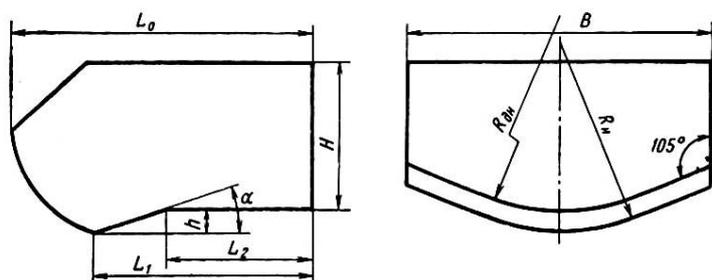


Рис. 3 Схема ковша скрепера с криволинейной режущей кромкой

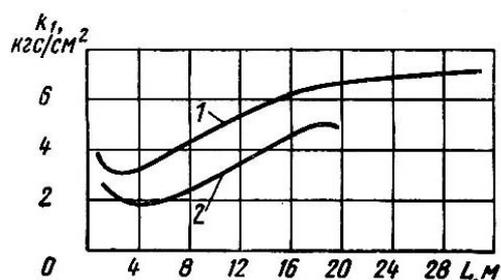


Рис. 4 Удельное сопротивление копанью K_d при работе скрепера со ступенчатой режущей кромкой (1) и с криволинейным днищем и режущей кромкой (2)

При неоспоримых достоинствах скрепера с полукруглой режущей кромкой она имеет очень существенный эксплуатационный недостаток, заключающийся в необходимости зачистки подошвы забоя другими машинами (скреперы с ступенчатой ножевой системой или бульдозеры).

Приведенные сведения свидетельствуют о необходимости модернизации ножевой системы скрепера в направлении повышения её энергетической и эксплуатационных качеств. С этой целью была разработана ножевая система скрепера с W-образной режущей кромкой (рис. 5), которая реализует принцип косого резания, имеет угол захвата $\varphi=38$ град. и угол атаки $\gamma=15...18$ град. [3]. W-образная режущая кромка обеспечивает уменьшение сопротивления копанью и в тоже время позволяет сохранить достаточную жесткость ковша. Угол атаки γ обеспечивает при заглублении ковша постепенное увеличение площади вырезаемой стружки и ширины резания. В результате достигается более плавное нарастание сопротивления резанию при изменении глубины резания, что существенно уменьшает динамические нагрузки на тягач.

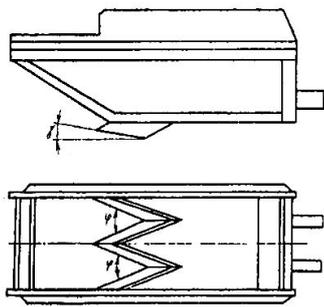


Рис. 5 Ковш скрепера косо́го реза́ния с W-образной ножевой системой

Испытания макетного образца скрепера косо́го реза́ния грунта с W-образной режущей кромкой выполнены в производственных условиях [3] при работе скрепера с толкачом. Они показали не только высокие качества скрепера при заполнении ковша, но и позволили подтвердить обоснованность увеличения вместимости такого ковша с 8 до 10 м³, которая была спрогнозирована ранее [4].

В ходе испытаний отмечено, что ковш скрепера косо́го реза́ния заполнялся на всех этапах более интенсивно и, особенно, при разработке глинистых грунтов.

W-образная режущая кромка не только снижает сопротивление резанию, но и создает лучшие условия продвижения грунта в ковше. При выполнении планировочных работ не наблюдалось ухудшение ровности подошвы забоя.

Испытания на производительность выявили существенные преимущества нового скрепера. Так его производительность увеличилась на 30...40% в зависимости от типа разрабатываемого грунта по сравнению с серийным прицепным скрепером. Такое существенное увеличение производительности объясняется уменьшением сопротивления копания и рациональным увеличением вместимости ковша.

Выводы

1. Ножевые системы, реализующие принцип косо́го реза́ния грунта, имеют существенные преимущества по сравнению со ступенчатыми ножевыми системами, заключающиеся в уменьшении как удельного сопротивления резанию, так и сопротивления копания.

2. Проектирование новых СА с ножевой системой, реализующей принцип косо́го реза́ния, для получения максимального экономического эффекта необходимо выполнять на основе экономико-математического моделирования.

Библиографический список

1. Дорожные машины. Часть 1. Машины для земляных работ. Изд. 3-е, переработ. и доп. М., «Машиностроение», 1972, с. 504.
2. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. М., «Машиностроение», 1977. с. 288.
3. Борисенков В.А., Кандалинцев В.В., Нилов В.А. Эффект косо́го реза́ния грунтов // Механизация строительства. – 1985. – № 3. – С. 10-11.
4. Борисенков В.А. Оптимизация скреперных агрегатов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. – 248 с.

References

1. Road machinery. Part 1: Earth moving. Ed. 3rd, Recycled. and add. М., «Mechanical Engineering», 1972, p. 504.
2. Fedorov D.I. The working parts of earth moving machines. М., «Mechanical Engineering», 1977, p. 288.
3. Borisenkov V.A., Kandalintsev V.V., Nilov V.A. The effect of oblique digging // Mechanization construction. - 1985. - № 3. - p. 10-11.
4. Borisenkov V.A. Optimization of scraper units. Voronezh: Publishing house of Voronezh State University, 1990. - 248 p.

УДК 621.878.62 (27)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной
техники и инженерной механики В.А. Нилов,
магистрант Н.А. Серебрянников, адъюнкт
ВУНТЦ Федоров Е.В.
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, Magi-
stracy Chair N.A. Serebriannikov,
an adjunct MTSTC E.V. Fedorov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.r*

В.А. Нилов, Н.А. Серебрянников, Е.В. Федоров

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРИЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА СКРЕПЕРА

В статье рассмотрен вопрос о необходимости модернизации прицепного устройства скрепера. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, показавших возможность стабилизации сцепного веса тягача при копании грунта.

Ключевые слова: скрепер, тягач, прицепное устройство, сцепной вес, стабилизация.

V.A. Nilov, N.A. Serebriannikov, E.V. Fedorov

MODERNIZATION OF STRUCTURES TOW SCRAPER DEVICE

The article deals with the question of the need to modernize the hitch scraper. The results of theoretical and experimental studies demonstrating the ability to stabilize the coupling weight of the tractor when digging the soil.

Keywords: scraper, truck, tow hitch, coupling weight, stabilization

Прицепные скреперы в летом выполняют земляные работы при строительстве автомобильных дорог и ирригационных сооружений. При этом они позволяют в зимний период использовать освободившиеся тягачи на других строительных работах. Исследованиями [1] установлено, что при копании грунта с прицепным скрепером сцепной вес тягача уменьшается, что затрудняет поступление грунта в ковш и снижает производительность прицепного скрепера.

Прицепное устройство [2] включает (рис. 1) передний мост 1 и прицепной брус 3, сваренных в жесткую Т-образную конструкцию, усиленную подкосами 2. Над верхней балкой 1 установлена опора 9, несущая конический хвостовик шаровой опоры 5, которая охвачена сферическим вкладышем 7 и крышкой 8. Снизу к переднему концу прицепного бруса 3 приварена опора 12, в которой помещен хвостовик продольного шкворня 11, снабженного прицепной серьгой 4.

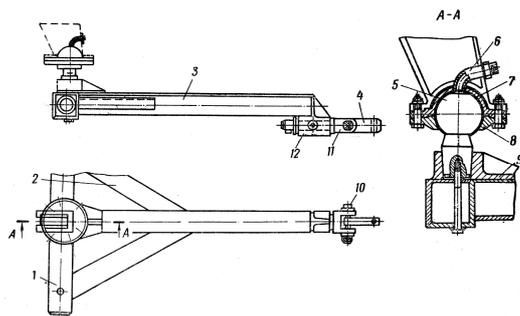


Рис. 1 Конструкция стандартного прицепного устройства скрепера

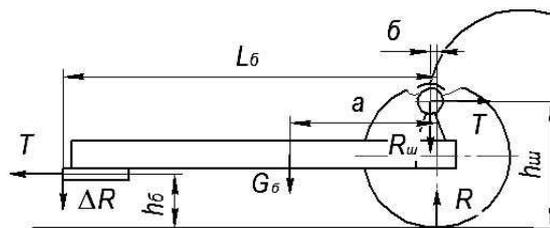


Рис. 2 Схема сил, действующих на прицепное устройство

Анализ схемы сил, действующих на серийное прицепное устройство, позволяет найти условие, при котором вертикальное усилие ΔR в прицепном устройстве будет отсутствовать. Именно оно и вызывает уменьшение сцепного веса тягача при копании грунта. Это условие состоит в равенстве высот над грунтом шарового h_w и прицепного $h_б$ устройств и реализовано в конструкции по патенту РФ [3].

Для инструментального подтверждения возможности стабилизации сцепного веса тягача при копании грунта был разработан двухкомпонентный тензометрический датчик (рис. 3), фиксирующий как горизонтальную T , так и вертикальную ΔR составляющую вертикального взаимодействия прицепного бруса и тягача. Особенностью конструкции датчика является то, что его можно без переделок монтировать как с нижней, так и с верхней стороны прицепного бруса серийного прицепного устройства.

На первом этапе испытаний двухкомпонентный датчик занимал нижнее положение (под прицепным брусом), что соответствовало установке прицепного устройства серийного скрепера. Датчик вертикального усилия 4 (рис. 3) работает на растяжение, что свидетельствует о направлении вертикального усилия ΔR вверх (от скрепера к тягачу). На рис. 4 приведены результаты исследования вертикального взаимодействия прицепного бруса и тягача при копании грунта. Видно, что с увеличением силы тяги T тягача увеличивается вертикальное усилие ΔR , разгружающее тягач. Зависимость носит практически линейный характер.

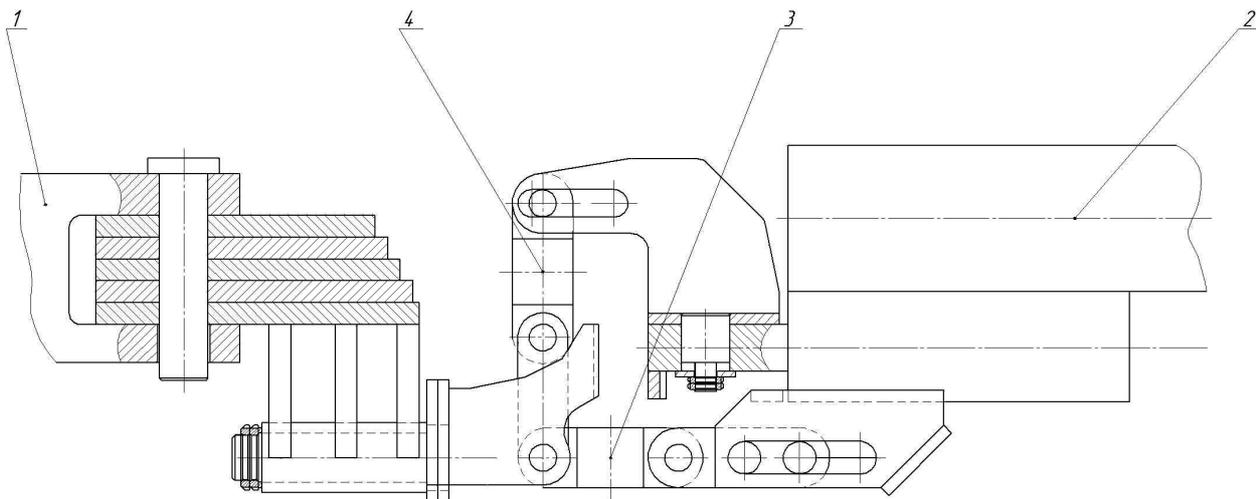


Рис. 3 Схема двухкомпонентного датчика:

1 – тягач; 2 – прицепной брус; 3 – датчик горизонтальный; 4 – датчик вертикальный

Затем двухкомпонентный датчик был установлен с верхней стороны прицепного бруса, причем его вертикальный элемент, как и раньше, работал на растяжение (рис. 5). Такое размещение датчиков соответствовало рекомендациям, изложенным в работе [3].

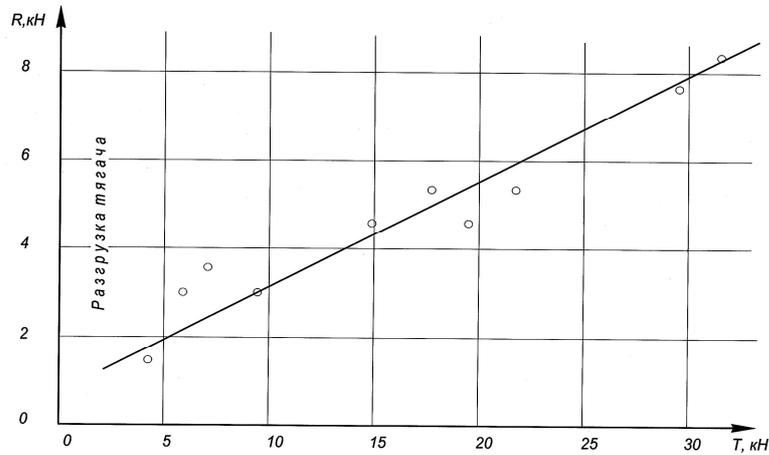


Рис. 4 Влияние силы тяги трактора T на его разгрузку (уменьшение сцепного веса) при копании грунта скрепером

Данные, приведенные на рис. 6, показывают уменьшение вертикального взаимодействия прицепного бруса и тягача при копании в том же диапазоне силы тяги, что и при нижнем размещении датчика (рис. 3, 4).



Рис. 5 Верхнее размещение датчика

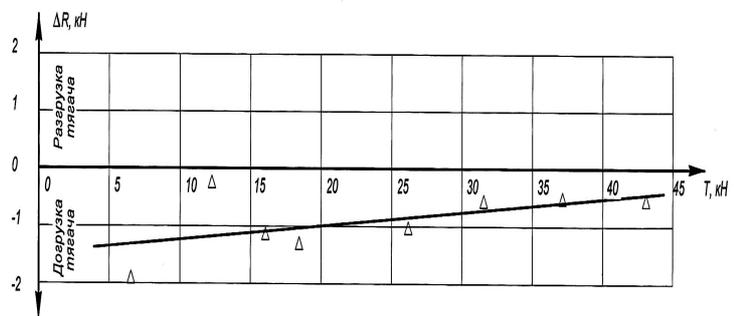


Рис. 6 Воздействие прицепного бруса скрепера на тягач с увеличением высоты h_6

Это явление подтверждает вывод о том, что для стабилизации сцепного веса тягача при копании необходимо конструктивно обеспечить равенство высот над грунтом шарового шарнира и прицепного устройства ($h_{ш} = h_6$). В дальнейшем необходимо изучить возможность увеличения сцепного веса тягача при копании грунта за счет назначения высоты присоединения прицепного устройства к тягачу при больших значениях h_6 .

Выводы

1. Экспериментально подтверждено уменьшение сцепного веса тягача при копании грунта прицепным скрепером, оборудованным серийным прицепным устройством.

2. Для стабилизации сцепного веса тягача необходимо модернизировать конструкцию серийного прицепного устройства, обеспечив высоту его присоединения к тягачу на уровне высоты шарового устройства тяговой рамы скрепера.

Библиографический список

1. Зинченко Н.С. Исследование рабочего процесса прицепного скрепера, увеличивающего сцепной вес гусеничного тягача при копании грунта: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.С. Зинченко. Омск, 1980. 17 с.
2. Плешков Д.И. Бульдозеры, скреперы, грейдеры: учебник для проф.-техн. учебных заведений / Д.И. Плешков, М.И. Хейфец, А.А. Яркин. М., «Высш. школа», 1972. 328 с.
3. Пат. 2230158 Российская федерация, МПК⁷ E02F 3/64. Прицепное устройство скрепера / Нилов В.А., Косенко А.А., и др.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный технический университет. № 2002128327/03; заявл. 21.10.2002; опубл. 10.06.2004, Бюл. № 16. 3 с.

References

1. Zinchenko N.S. Research workflow trailed scraper, increasing the weight of the towing tractor crawler digging earth: Author. Dis. ... Cand. tehn. Science / NS Zinchenko. Omsk, 1980. 17 p.
2. Pleshkov D.I. Bulldozers, scrapers, graders: a textbook for prof. techno. educational Covenants / D.I. Pleshkou, M.I. Heifetz, A.A. Iarkin. M., «Executive. School», 1972. 328 pp.
3. Pat. 2230158 Russian federation MPK⁷ E02F 3/64. Tow hitch scraper / Nilov V.A., Kosenko A.A., et al.; applicant and patentee Voronezh State Technical University. № 2002128327/03; appl. 21.10.2002; publ. 10.06.2004, Bull. № 16. 3.

*Воронежский государственный
Архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
металлических конструкций и сварки в
строительстве А.С. Орлов;
Канд. техн. наук, доц. кафедры
металлических конструкций и сварки в
строительстве А.С. Померанцев;
Аспирант кафедры металлических конструкций
и сварки в строительстве
С.В. Сизинцев;
Россия, г. Воронеж тел. 8(473)271-59-24;
e-mail: svarka@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of
metal structures and welding in the construc-
tion A.S. Orlov;
Kand. Tehn. Sciencs, associate professor of
the chair of metal structures and welding in
the construction A.S. Pomerantsev;
Post graduate of the chair of metal
structures and welding in the construction
S.V. Sizintsev;
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-59-24;
e-mail: svarka@vgasu.vrn.ru*

А.С. Орлов, А.С. Померанцев, С.В. Сизинцев

ИНДУКЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА

В статье представлена установка для высокочастотного нагрева до 2 кВт. Автор приходит к выводу, что наиболее эффективным методом нагрева строительных сталей является индукционный высокочастотный нагрев.

Ключевые слова: высокочастотное магнитное поле, индукция, нагрев, термический цикл, установка.

A.S. Orlov, A.S. Pomerantsev, S.V. Sizintsev

INDUCTION HEATING SYSTEM FOR HIGH

The article presents a high-frequency heating unit for up to 2 kW. The author concludes that the most effective method of heating the building is a steel induction high-frequency heating.

Keywords: high frequency magnetic field, induction, heat, thermal cycle, installation.

Производство и изготовление стальных строительных металлических конструкций неразрывно связано с температурной обработкой сталей. Это относится, и к термообработке сталей с целью получения новых физико-химических свойств, где немало важной проблемой является повышение эффективности источников нагрева деталей, и к сварке элементов металлоконструкций, где основной технологической проблемой является выбор таких режимов, которые обеспечивали бы оптимальный термический цикл и одновременно максимально возможную производительность.

Решение обозначенных проблем может быть реализовано за счет совершенствования существующих методов тепловой обработки сталей. Одним из перспективных способов тепловой обработки сталей является индукционный нагрев. Этот метод обладает рядом достоинств, которые заключаются в возможности бесконтактно нагревать сталь с большой скоростью и высокой точностью температуры нагрева, используя несложный и экологически чистый источник нагрева.

Известно, что при индукционном нагреве строительных сталей эффективность нагрева повышается с увеличением частоты индукции магнитного поля. Однако повышение частоты, увеличивая реактивное сопротивление индуктора, снижает его пропускную способность по току. Для повышения тока и, следовательно, индукции магнитного поля на высоких частотах, требуется повышение напряжения источника, питающего индуктор. Такой подход не позволяет увеличивать частоту не выше нескольких сотен Гц (Герц) из условий электробезопасности и опасности получения высоковольтного пробоя.

Развитие современной электронной базы позволило нам применить более эффективный метод, позволяющий получать высокие значения токов в индукторе и соответственно индукции магнитного поля на частотах до 300 кГц. В основе метода заложено использование явления резонанса, которое позволяет плавно регулировать реактивное сопротивление L-C - контура (где L – индуктивность, C – емкость), а значит, и регулировать мощностью индукционного нагрева в пределах возможности электронных компонентов.

Разработанная нами высокочастотная установка (40 – 100 кГц) для нагрева металлических деталей мощностью до 2 кВт состоит из следующих основных частей: система управления, силовая часть и колебательный контур [1]. Система управления представляет собой высокочастотный двухканальный генератор, задающий прямоугольные импульсы. Генератор позволяет регулировать частоту и скважность задаваемых импульсов, и имеет собственное питание из сети. Силовая же часть состоит из четырех MOSFET-транзисторов, которые подключены в мостовую схему. Мощность подается на них от однофазной сети через гальванически развязанный трансформатор (2кВт). Колебательный контур имеет водоохлаждаемый индуктор, изготовленный из медной трубки, и высоковольтных конденсаторов, которые и образуют замкнутый колебательный контур [2]. Так как мощность на индукторе достаточно высока, то он охлаждается циркулирующей водой, защищая его от перегрева. Так же установка имеет защиту силовой части, которая предотвращает аварийные ситуации в ходе ее работы.

Индукционный нагрев деталей осуществляется за счет токов высокой частоты (токов Фуко), возникающих в нагреваемой детали. Эффективность индукционного нагрева зависит от добротности колебательного контура, которая пропорциональна L/C. Для увеличения добротности контура более точно подбирают рабочую частоту колебаний в зависимости от нагреваемого объекта. И используют с этой же целью сердечник из материала высокой магнитной проницаемости, тем самым увеличивая индукцию магнитного поля.

Для определения эффективности нагрева представленной установки нами проведены эксперименты по нагреву плоских деталей цилиндрическим индуктором с сердечником. Нагреваемая пластина устанавливалась на тележке, которая передвигалась под неподвижно закрепленным индуктором. Измерение температуры производилось при помощи термопары (хромель-алюмель) капельного типа, которая закреплялась по центру пластины с обратной стороны, максимально близко к поверхности нагрева. Измерения фиксировались прибором - измеритель-регистратор АКТАКОМ АТЕ-9380, который позволяет записывать значения температуры в формате MS Excel на внешний носитель [3].

В ходе эксперимента нагревали пластины размером $10 \times 20 \times 4$ мм и $10 \times 20 \times 13$ мм со скоростью движения тележки 5,81 м/ч в первом случае и 5 м/ч во втором случае. Потребляемая электрическая мощность для обеих пластин составляла 1500 Вт.

Экспериментальные зависимости скорости нагрева представлены на рис.1 и рис.2 в первом и втором случае соответственно.

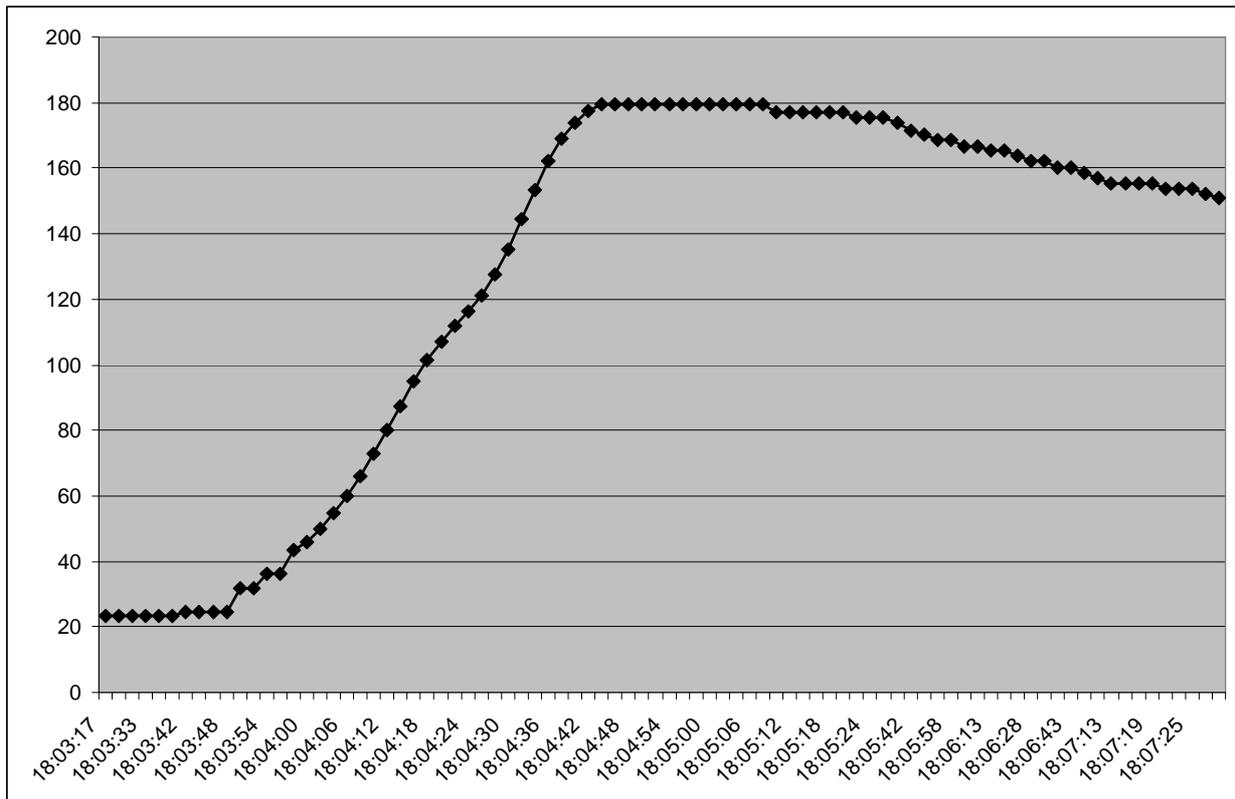


Рис. 1. График нагрева пластины 10x20x4 мм

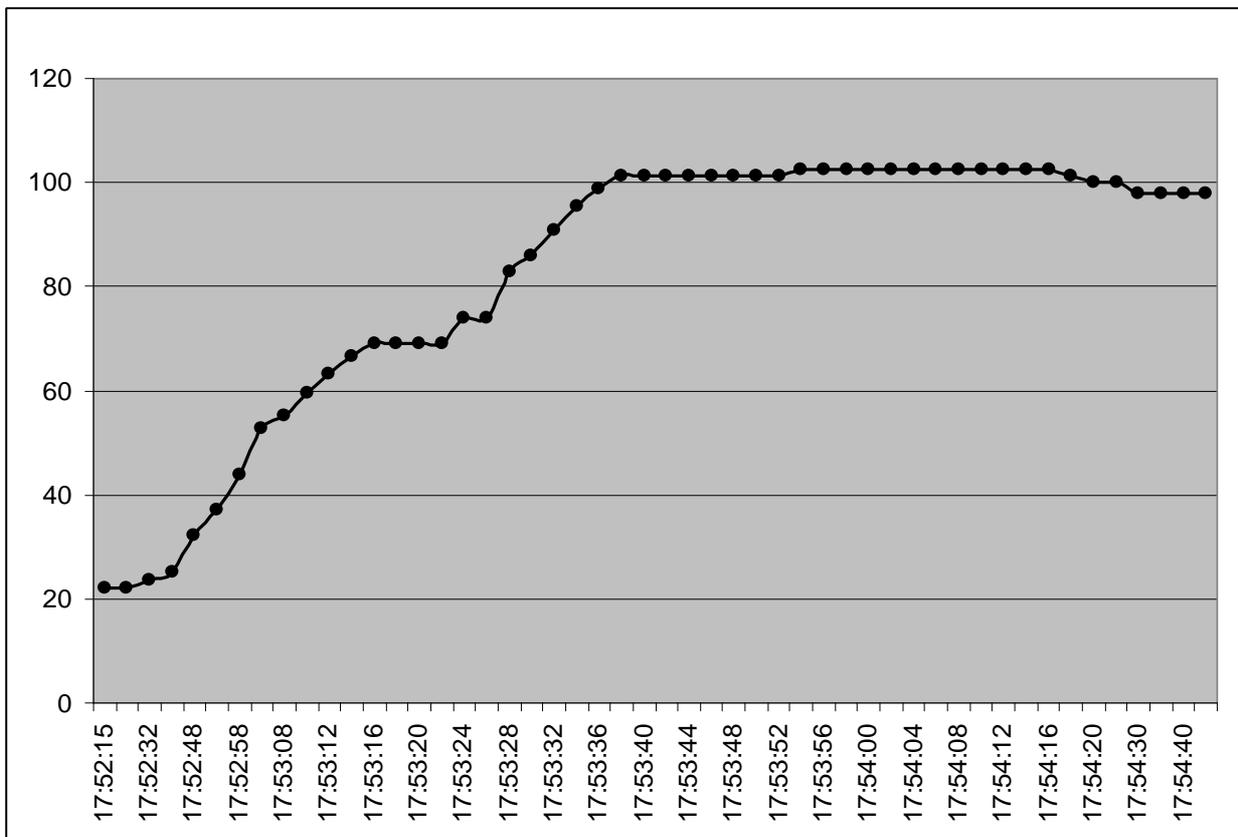


Рис. 2. График нагрева пластины 10 x 20 x 13 мм

Выводы

1. Разогрев деталей происходит с большой скоростью, что обеспечивает достижение заданной температуры за время, равное 1-ой минуте.
2. Исходя из полученных данных, научный интерес представляет дальнейшее усовершенствование и модернизация установки за счет повышения мощности и как следствие, эффективности нагрева плоских деталей.

Библиографический список

1. Кухтецкий С.В. «Простой лабораторный инвертор для индукционного нагрева». <http://www.icct.ru/Practicality/Papers/30-03-2010/Invertor-01.php> или pdf-версия: <http://ku.nextmail.ru/pdf/Invertor-01.pdf>
2. Кухтецкий С.В. «Простой лабораторный инвертор для индукционного нагрева. Часть 2». <http://www.icct.ru/Practicality/Papers/05-07-2010/Invertor-02.php> или pdf-версия: <http://ku.nextmail.ru/pdf/Invertor-02.pdf>
3. Афонский А.А. Новые технологии сохранения и передачи данных в ручных регистрирующих приборах АКТАКОМ. «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2010, № 6.

References

1. Kuhtetsky S.V. "Simple laboratory inverter for induction heating." <http://www.icct.ru/Practicality/Papers/30-03-2010/Invertor-01.php> or pdf-version: <http://ku.nextmail.ru/pdf/Invertor-01.pdf>
2. Kuhtetsky S.V. "Simple laboratory inverter for induction heating. Part 2". <http://www.icct.ru/Practicality/Papers/05-07-2010/Invertor-02.php> or pdf-version: <http://ku.nextmail.ru/pdf/Invertor-02.pdf>
3. Athos A.A. New technologies of preservation and transmission of data in the manual recording devices АКТАКОМ. "Test & Measuring Instruments and Systems", 2010, № 6.

Прядкин В.И.

доктор технических наук, профессор кафедры автомобиля и сервиса, Воронежского государственного лесотехнического университета, РФ

Прядкин М.В.

Инженер кафедры автомобиля и сервиса, Воронежского государственного лесотехнического университета, РФ.

Pryadkin V.I.

Doctor of technical Sciences, Professor, of cars and service Department, Voronezh State Forestry Engineering Academy, Russian Federation

Pryadkin M.V.

Engineer of cars and service Department, Voronezh State Forestry Engineering Academy, Russian Federation

В.И. Прядкин, М.В. Прядкин

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МОБИЛЬНОЕ СРЕДСТВО ХИМИЗАЦИИ

V.I. Pryadkin, M.V. Pryadkin

INTELLECTUAL MOBILE MEANS OF CHEMICALIZATION

Разработано и создано мобильное средство химизации с интеллектуальными системами управления технологическими процессами.

Ключевые слова: мобильное средство, шина низкого давления, интеллектуальные системы.

Mobile means of chemicalization with intellectual control systems of technological processes is developed and created.

Keywords: mobile means, the trunk of low pressure, intellectual systems.

Одним из важных направлений развития современного производства является его интеллектуализация, предусматривающая выполнение технологических процессов с применением интеллектуальных систем [1].

Принципиально новые требования предъявляются к интеллектуальным системам точного земледелия. Основными функциями таких систем являются: пространственное позиционирование объектов с помощью глобальных навигационных систем, мониторинг растений, почв и климатических показателей, цифровое моделирование местности, состояния почвы, внесение удобрений, автоматизированная система принятия решений.

В рамках программы импортозамещения для внедрения точных технологий при возделывании колосовых культур в Центрально-Черноземном регионе России группой компаний ООО «Логус-Агро» разработано интеллектуальное мобильное энергетическое средство МЭС-942, которое по своим параметрам находится на уровне лучших зарубежных аналогов, а по отдельным параметрам их превосходит. Данное средство было представлено на дне Воронежского поля 25 июля 2015 года.

Мобильное энергетическое средство МЭС-942 оборудовано широкопрофильными шинами низкого давления серии 1150-620R22,5 (рис.), эти шины оказывают меньшее разрушающее воздействие на почву, обеспечивают работу на влажной почве в ранний весенний период [2].

К экологичному движителю были разработаны специальные требования:

- давление на почву при влажности св. 0,9 НВ в весенний период не должно превышать 80 кПа, нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м не более 25 кПа;

- переуплотнение почвенного слоя по следу движителя ИМСХ является недопустимым;
- не должен вызывать необратимые деформации почвенно-растительного покрова;
- сохранение целостности почвенно-растительного покрова на разворотных полосах и прямолинейных участках поля, отсутствие колееобразования;
- буксование не должно превышать 7%;
- не агрессивный протектор: высота почвозацепов - 10-25 мм., насыщенность – 0,2-0,4.
- сохраняемость растений на гоне по следу колес не менее 93%;
- минимальное повреждение корневой системы культурных растений.

Одним из видов работ данного энергетического средства является внесение минеральных удобрений на поля в ранний весенний период. Загрузка технологического материала производится манипулятором с максимальным вылетом стрелы 3,2 м и грузовым моментом 850 кг. Обеспечение высокой опорно-сцепной проходимость и скорости не должно ухудшать плавности хода энергетического средства, поэтому дополнительно энергосредство было оборудовано пневматической подвеской заднего моста. Для адаптации колесного движителя к заданным почвенным фонам на энергосредстве установлена двух контурная система регулирования давления воздуха в шинах.

Разработанное интеллектуальное мобильное средство химизации на экологичном колесном движителе позволяет вносить минеральных удобрений и выполнять химическую обработки полей в любых погодных условиях, как в светлое, так и в ночное время суток, а также на почвах повышенной влажности в ранний весенний период.



Рис. Испытания мобильного энергетического средство МЭС-942 оборудованное разбрасывателем минеральных удобрений и манипулятором

МЭС-942 весной 2016 г. прошло эксплуатационные испытания, которые подтвердили эффективность применения интеллектуальных систем при внесении минеральных удобрений.

Вывод

Разработанное мобильное средство позволяет обрабатывать и совершенствовать различные информационные технологии и программы автоматизации управления. Однако без создания отечественных бортовых компьютеров для мобильных средств химизации не возможно эффективное использование технических средств нового поколения.

Библиографический список

1. Егров В.Г., Леонова Е.В Инновационные технологии возделывания новых сортов зерновых культур интенсивного типа. // Инновационное развитие АПК России на базе ин-

теллектуальных машинных технологий: проблемы и перспективы рационального использования. – 2015. – Вып. 2. – С. 45-50.

2. Годжаев З.А., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Русанов А.В. Методика расчета максимального контактного давления колесного движителя на почву с использованием универсальной характеристики шины // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2015. – Вып. 2. – С. 83-89.

References

1. Egorov V.G., Leonov E.V. Innovative technologies of cultivation of new grades of grain crops of intensive type. // Innovative progress of Argo-industrial complex of Russia on the basis of intellectual machine technologies: problems and prospects of rational use. – 2015. – Release 2. – P. 45-50.

2. Gojayev Z.A., Shevtsov V.G., Lavrov A.V., Rusanov A.V. Methods of calculating the maximum contact pressure of the wheel mover on the ground using a universal tire performance // Alternative energy sources in the transport and technological complex problems and the rational use of perspective. – 2015. – Release 2. – P. 83-89.

УДК 622.24

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Студенты института магистратуры
В.Г. Рычаков, П.А. Агеев
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29
e-mail: vrychakov@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Graduate students of the Institute.
V.R. Rychakov, P.A. Ageev
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29
e-mail: vrychakov@mail.ru*

В.Г. Рычаков, П.А. Агеев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТВАЛОМ АВТОГРЕЙДЕРА

Рассмотрена и обоснована, необходимость использования нового механизма изменения угла резания основного отвала автогрейdera.

Ключевые слова: автогрейдер, отвал автогрейdera, автоматизация управления, угол резания, производительность.

V.G. Rychakov, P.A. Ageev

IMPROVING THE OPERATING MECHANISM OF THE MOTOR GRADER BLADE

We have considered and justified the need for use a new mechanism of changing the cutting angle of a main blade.

Keywords: grader, grade blade, control automation, cutting angle, performance.

Автогрейдеры являются одними из основных и самыми универсальными машинами при строительстве, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог. Они выполняют такие операции как резание и перемещение грунта в целях планировки поверхности, смешивание материалов на дороге, и очистка их от снега. Такой широкий спектр выполняемых операций требует рабочего органа с возможностью его произвольной установки в пространстве и оперативного изменения всех регулировок.

Основной отвал автогрейdera имеет следующие регулировки: изменение углов захвата, зарезания и резания; вынос отвала с тяговой рамой в сторону; выдвижение отвала. Конструкция современных автогрейдеров позволяет оператору выполнять все эти манипуляции, не выходя из кабины. Это позволяет значительно сократить время на изменение положения рабочего органа, что дает возможность обеспечить приспособляемость работы машины, в т.ч. и в автоматическом режиме, к изменениям грунтовых условий, что в итоге повышает производительность автогрейdera [1,2,3].

Вообще, автоматизация управления рабочим органом автогрейдеров является очень актуальной задачей, т.к. позволяет значительно повысить их производительность и снизить утомляемость оператора [4,5].

В связи с тем, что автогрейдер режет и перемещает грунт преимущественно в целях планировки, применительно к нему, автоматизация управления должна обеспечивать максимально возможную производительность при заданном качестве обрабатываемой поверхности.

В известных способах автоматического управления загрузка автогрейdera осуществляется изменением толщины срезаемой стружки грунта или угла захвата отвала [6]. Изменение глубины резания приводит к появлению дополнительных неровностей на обрабатываемой

поверхности, что потребует в дальнейшем дополнительных проходов для их выравнивания, и в итоге к снижению производительности.

Регулировка загрузки изменением угла захвата отвала трудноосуществима на серийно выпускаемых автогрейдерах, так как их механизмы поворота отвала не позволяют проводить эту коррекцию под нагрузкой без остановки машины. Кроме того, при изменении угла захвата изменяется ширина поперечного сечения обрабатываемой полосы. Этот недостаток данного способа изменения загрузки автогрейдера можно компенсировать применением телескопического отвала переменной длины [7], что потребует дополнительных манипуляций оператора или специального алгоритма работы системы автоматического управления для согласования изменений угла захвата и длины отвала автогрейдера.

Для поддержания максимального значения текущей производительности автогрейдера при резании и перемещении грунта, в силу значительных вариаций его физико-механических свойств по длине захватки, большое значение имеет величина угла резания отвала. Поддержание оптимального значения угла резания при изменении свойств разрабатываемого грунта позволит повысить эффективность работы автогрейдера.

Механизмы изменения угла резания современных автогрейдеров позволяют изменять его под нагрузкой в процессе работы машины [8]. Но при этом у них изменяется и глубина резания, что так же приводит к появлению неровностей и снижению общей производительности автогрейдера.

Разработка механизма изменения угла резания отвала автогрейдера, без изменения глубины резания позволит обеспечить меньшую энергоемкость процесса резания и перемещения грунта за счет подбора оптимальных значений установки рабочего органа для текущих значений физико-механических свойств грунта, а, следовательно, и повысить эффективность работы машины.

Разработанная на основе патента сотрудников Воронежского ГАСУ конструкция механизма изменения угла резания отвала автогрейдера [9] представлена на рис. 1

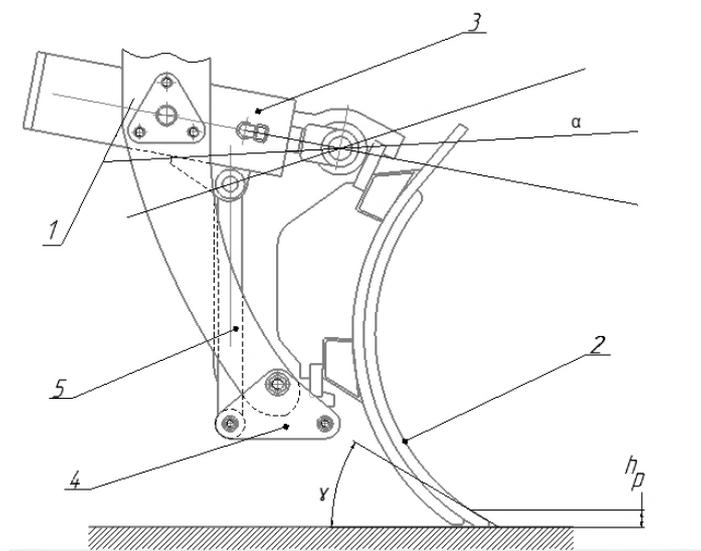


Рис. 1. Механизм изменения угла резания отвала автогрейдера

Данный механизм изменения угла резания отвала автогрейдера включает в себя кронштейн поворотного круга 1, отвал 2, соединенный в верхней части шарниром со штоком гидроцилиндра 3, а в нижней части с двуплечим рычагом 4, который в свою очередь соединен шарнирами с кронштейном 1 и тягой 5. Тяга 5 в верхней части соединена шарниром с корпусом гидроцилиндра 3, шарнирно установленным на кронштейне 1.

Из уравнения (1) определим усилие на штоке гидроцилиндра

$$P = \frac{P_z l_z - P_g l_g}{l_{ш}} = \frac{P_z BE \sin \alpha - P_g BE \cos \alpha}{DB \cos \gamma}, \quad (2)$$

т.к. конструктивно отвал представляет собой единое целое (жесткое тело), то при его повороте на угол Δ_i , текущие значения углов установки его частей составят $\alpha + \Delta_i$ и $\gamma + \Delta_i$. Тогда для определения текущих значений $P_{уми}$ перепишем уравнение (2) в приращениях углов порота отвала

$$P_{уми} = \frac{P_z BE \sin(\alpha + \Delta_i) - P_g BE \cos(\alpha + \Delta_i)}{DB \cos(\gamma + \Delta_i)}, \quad (3)$$

Таким образом, с помощью полученного уравнения (3) можно определять величину усилия, действующего на шток гидроцилиндра при различных значениях угла резания α горизонтальной P_z и вертикальной P_g составляющих сопротивления грунта копанию предположенного механизма изменения угла резания отвала автогрейдера.

Библиографический список

1. Журавлев В.В., Потапов А.П., Жулай В.А., Шарипов Л.Х., Скрипченков А.В., Кожакин Е.В. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ГС-25.09. Строительные и дорожные машины. 2014. № 1. С. 2 -5.
2. Бузин Ю.М., Жулай В.А. Модели внешних силовых воздействий на землеройно-транспортную машину. Строительные и дорожные машины. 2001. № 10. С. 30-35.
3. Жулай В.А. О производительности землеройно-транспортных машин. Строительные и дорожные машины. 2013. № 3. С. 37..
4. Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., Кононов А.А. Повышение эффективности планировки грунта основным отвалом автогрейдера. Механизация строительства. 2009. № 8. С. 12-14.
5. Никулин П.И., Тепляков И.М., Кононов А.А., Жулай В.А. Сравнительные испытания работы автогрейдера ДЗ-199 при ручном и автоматическом управлении отвалом. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2002. № 11. С. 91-93.
6. Никулин П.И., Тепляков И.М., Кононов А.А., Жулай В.А. Результаты экспериментальных исследований работы автогрейдера ДЗ-199. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 11. С. 91-94.
7. Денисов В.П., Зубарев Н.В., Журавлев С.Е. Математическое моделирование рабочего процесса автогрейдера для оптимизации длины отвала при случайном характере нагрузок. Вестник СибАДИ. 2014.-№ 3. С. 72-77.
8. Шарипов Л.Х., Бузин Ю.М., Жулай В.А. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ДЗ-146. Строительные и дорожные машины. 1986. № 10. С 4-5
9. Бузин Ю.М., Шарипов Л.Х., Жулай В.А. Рабочее оборудование автогрейдера. А.С. № 1315569. Б.И. № 21, 1987г. – 4.С.

References

1. Zhuravlev V. V., Potapov A. P., In July V, A., and Sharipov L. H., Skripchenko A. V., Kozhakin E. V. The study of traction and performance of the grader GS-25.09. Construction and road building machinery. 2014, No. 1. P. 2 -5.
2. Buzin, Y. M., July V., A. The Models of external force action on the earth-mover. Construction and road building machinery. 2001. № 10. P. 30-35.
3. July V., A. The productivity of the earth-movers. Construction and road building machinery. 2013. № 3. P. 37.
4. Ustinov Yu. F., July V., A., Kononov A. A. Efficiency Upgrading of the soil levelling by the main blade of the motor grader. Mechanization of construction. 2009. № 8. P. 12-14.
5. Nikulin P. I., Teplyakov I.M., Kononov A. A., July V. A. The results of experimental researches of work of the motor grader DZ-199. Proceedings of higher educational institutions. Construction. 2000. No. 11. P.91-94.
6. Nikulin P. I., Teplyakov I.M., Kononov A. A., July V. A. The results of research work the experimentally grader DZ- 199. Proceedings of the higher educational institutions. Building. 2000. № 11. C. 91-94
7. Denisov V. P., Zubarev N.V., Zhuravlev S. E. Mathematical modeling of working process of the motor grader to optimize the length of the blade at a random character of loadings. Vestnik SibADI. 2014 no. 3. P.72-77.
8. Sharipov, L. H., Buzin Yu. M., July V. A. The study of traction and performance of the motor grader DZ-146. Construction and road building machinery. 1986. No. 10. P. 4-5.
- 9 .Buzin Yu. M., Sharipov H. L., July V. A. Working equipment of motor grader. A. S. No. 1315569. B. I. No. 21, 1987. – 4.P.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова Ю.Г. Сергеев;
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова Д.Н. Дёгтев;
Старший преподаватель кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова А.В. Ульянов;
Магистрант А.С. Гущин;
Студент В.Н. Карташов;
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18
e-mail: ua1980@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics Yu.G. Sergeev;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics D.N. Dyogtev;
Senior Lecturer of the chair of construction machinery and engineering mechanics A.V. Uliyanov;
Magister A.S. Gushchin;
Student V.N. Kartashov;
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-59-18
e-mail: ua1980@vgasu.vrn.ru*

Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дёгтев, А.В. Ульянов, А.С. Гущин, В.Н. Карташов

КОНТЕЙНЕР ДЛЯ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Разработан контейнер для зачистки, поверхностного упрочнения и полировки высокоточных, ажурных и ответственных деталей: шестерен, втулок, валов, крыльчаток насосов, мелких и средних корпусных деталей из черных и цветных металлов, пластмасс. Особенностью данного контейнера является то, что открытие и закрытие крышки разгрузочного люка осуществляется пневмоприводом, без применения ручного труда. Это значительно сокращает вспомогательное время и снижает стоимость вибрационной обработки.

Ключевые слова: зачистка, поверхностное упрочнение, полировка деталей, гранулированная рабочая среда, пневмопривод открытия-закрытия разгрузочного люка контейнера.

Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov, A.S. Gushchin, V.N. Kartashov

CONTAINER FOR THE VIBRATION PROCESSING OF DETAILS

A container for the trimming, surface strengthening and polishing of high-precision, openwork and essential components: pinions, bushings, shafts, vane pumps, small and medium-sized details of ferrous and non-ferrous metals and plastics has been developed. The peculiarity of this container is that the opening and closing of the discharge hatch lid is done by a pneumatic drive without manual work. This significantly reduces the auxiliary time and cuts the cost of vibration processing.

Keywords: trimming, surface strengthening, polishing of parts, granular working environment, pneumatic drive for opening and closing the container discharge hatch.

Контейнер предназначен для снятия заусенцев, очистки, поверхностного упрочнения и полировки деталей из черных и цветных металлов и пластмасс, обрабатываемых с закреплением на боковых стенках контейнера или со свободной загрузкой (внавал) [1, 2].

На рисунке приведена схема контейнера для вибрационной обработки деталей внавал с пневматическим приводом крышки разгрузочного люка.

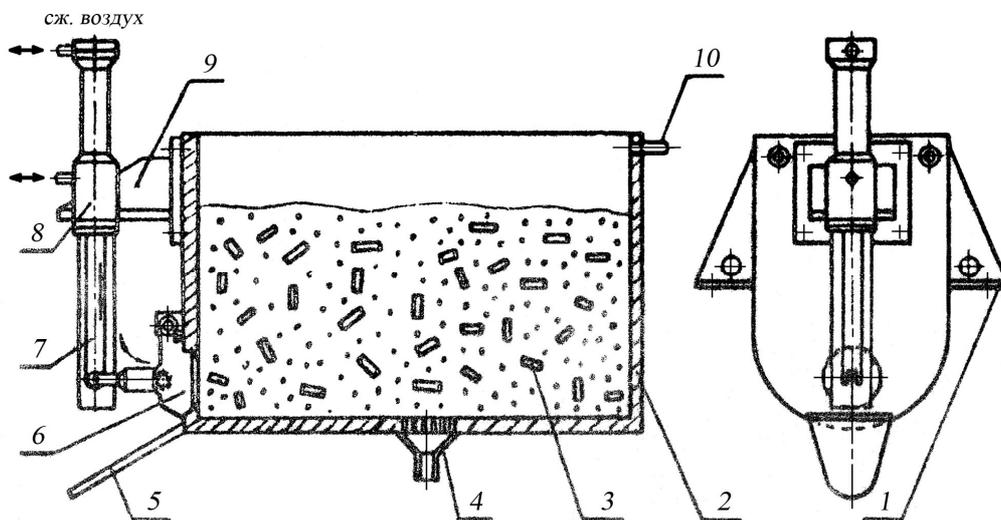


Рис. Контейнер для виброобработки деталей с пневматическим приводом крышки разгрузочного люка

Контейнер содержит основание 1, на котором закреплен U-образный резервуар 2 с обрабатываемыми деталями 3. Такая форма резервуара способствует общему круговому движению рабочей среды, которое создается за счет эффекта вибротранспортирования обрабатываемых деталей. На одной из торцевых стенок контейнера расположен люк для разгрузки деталей и абразивных гранул, закрываемый крышкой 6 с герметичными резиновыми прокладками. Вблизи крышки расположен лоток 5, по которому рабочая среда при разгрузке контейнера направляется в загрузочный бункер.

С помощью системы шарниров крышка соединена со штоком 7 пневмоцилиндра 8, расположенного на кронштейне 9 и закрепленного в верхней части торцевой стенки контейнера.

При выполнении рабочего цикла виброобработки деталей крышка разгрузочного люка закрыта.

Разгрузка из контейнера деталей, обрабатываемых внавал, производится вместе с рабочей средой при работающей вибромашине. Для этого сжатый воздух подается в нижнюю полость пневмоцилиндра и шток, увлекаемый поршнем вверх, через систему шарниров методом поворота выводит крышку из отверстия разгрузочного люка контейнера. Рабочая среда и обработанные детали под действием вибрационных колебаний направляются через люк по лотку на разделительные устройства, например, вибросита, на которых происходит отделение деталей от формованных абразивных гранул. В дальнейшем гранулы по загрузочному конвейеру поступают в контейнер виброустановки и с новой партией деталей цикл обработки повторяется. Обработанные детали промываются, сушатся и поступают на операцию гальванопокрытия.

Закрытие крышки разгрузочного люка осуществляется путем подачи сжатого воздуха в верхнюю часть пневмоцилиндра. При этом шток перемещается вниз под действием давления на поршень сжатого воздуха и через систему шарниров методом поворота герметически закрывает отверстие разгрузочного люка контейнера крышкой.

Управление пневмоцилиндром осуществляется рабочим оператором с дистанционного пульта виброустановки.

При обработке деталей с закреплением на торцевых стенках контейнера при открытии крышки выполняется разгрузка только рабочей среды, а детали с оснасткой извлекаются из контейнера с помощью подъемных устройств.

Удаление продуктов износа гранул рабочей среды и обрабатываемого материала из зоны обработки осуществляется непрерывно или периодически путем подачи и слива промывочного поверхностно-активного антикоррозионного раствора через штуцера 4 и 10, на которые надеваются резиновые шланги, соединенные с баками-отстойниками насосной станции.

Размеры деталей, обрабатываемых с закреплением на боковых стенках: длина – до 450 мм, диаметр (ширина) – до 260 мм. Количество одновременно обрабатываемых деталей с закреплением в контейнере – 5...60 шт. Размеры деталей, обрабатываемых «внавал», после штамповки и литья: диаметр – 5...50 мм, толщина – до 20 мм. Масса – до 2 кг. Время обработки – 30...120 мин. Типы обрабатываемых деталей: шестерни, втулки, валы, крыльчатки, мелкие и средние корпусные детали, шайбы, винты, болты, т.е. те детали, которые не допускают в процессе обработки забоин и царапин. Габаритные размеры контейнера: длина – 550 мм, ширина – 360 мм, радиус днища – 180 мм. Масса: 86 кг.

Гранулированная рабочая среда и вращающиеся массы деталей приспособления создают в процессе работы повышенные уровни шума и вибрации. В связи с этим была проведена оценка виброакустических параметров разработанного устройства [3, 4].

Выводы

1. Разработанный контейнер для виброобработки деталей сокращает вспомогательное время на снятие и закрепление крышки разгрузочного люка, что значительно снижает стоимость процесса обработки.
2. Контейнер позволяет обрабатывать одновременно несколько типов деталей и обеспечивать равномерность обработки всех поверхностей деталей.

Библиографический список

1. Ю.Г. Сергеев. Контейнер для вибрационной обработки деталей с пневматическим приводом крышки разгрузочного люка. Воронежский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Информационный листок № 291-78, 1978.
2. Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дегтев, А.В. Ульянов. Приспособление планетарного типа для виброобработки деталей. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2015. С. 309-312.
3. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дёгтев Д.Н. Оценка виброакустических параметров транспортных и транспортно-технологических машин на стадии проектирования. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 308-312.
4. С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дёгтев, 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. Y.G. Sergeev. Container for the Vibration Processing of Components with the Pneumatic Drive of Discharge Hatch Lid. Voronezh Interbranch Territorial Center of Scientific and Technical Information and Propaganda. Factsheet № 291-78, 1978.

2. Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov. Planetary-type device for the vibroprocessing of details. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2015. pp. 309-312.

3. Y.F. Ustinov, N.M. Volkov, D.N. Degtev. Evaluation of vibroacoustic parameters of transport and transport-processing machines at the design stage. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2012. Number 1. pp. 308-312.

4. 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 архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова Ю.Г. Сергеев;
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова Д.Н. Дёгтев;
Старший преподаватель кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова А.В. Ульянов;
Студент Д.Ю. Шилинков;
Студент В.Н. Фролов;
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18
e-mail: ua1980@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics Yu.G. Sergeev;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics D.N. Dyogtev;
Senior Lecturer of the chair of construction machinery and engineering mechanics A.V. Uliyanov;
Student D.Y. Shilinkov;
Student V.N. Frolov;
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-59-18
e-mail: ua1980@vgasu.vrn.ru*

Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дёгтев, А.В. Ульянов, Д.Ю. Шилинков, В.Н. Фролов

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИХ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Разработанные приспособления предназначены для зачистки, поверхностного упрочнения и полировки высокоточных и сложнофасонных деталей: шестерен, втулок, валов, крыльчаток, мелких и средних корпусных деталей из черных, цветных металлов и пластмасс, которые не допускают в процессе обработки царапин и забоин.

Ключевые слова: вибрационная обработка, поверхностное упрочнение, полирование деталей, гранулы рабочей среды.

Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov, D.Y. Shilinkov, V.N. Frolov

UNIVERSAL DEVICES FOR SECURING PARTS IN THEIR VIBRATION TREATMENT

The developed devices are designed for stripping, of surface hardening and polishing of high precision and difficult shaped parts: gears, bushings, shafts, impellers, small and medium-sized body parts of ferrous, non-ferrous metals and plastics, which do not allow in the course of processing scratches and nicks.

Keywords: vibration treatment, surface hardening, polishing parts, granules working environment.

При вибрационной отделочно-упрочняющей обработке сложных фасонных деталей гранулированной средой требуются индивидуальные приспособления для крепления каждой детали или группы типовых одновременно обрабатываемых деталей. В мелкосерийном и серийном производстве при малых партиях и большой номенклатуре обрабатываемых изделий очень трудоемок монтаж и демонтаж крепежных приспособлений.

С целью устранения этих недостатков разработаны и внедрены универсальные, легко перенастраиваемые приспособления [1-3].

На рисунке изображена схема вибрационной обработки внутренних поверхностей типовых деталей 1 и наружных поверхностей деталей 2, закрепленных в универсальных быстропереналаживаемых приспособлениях.

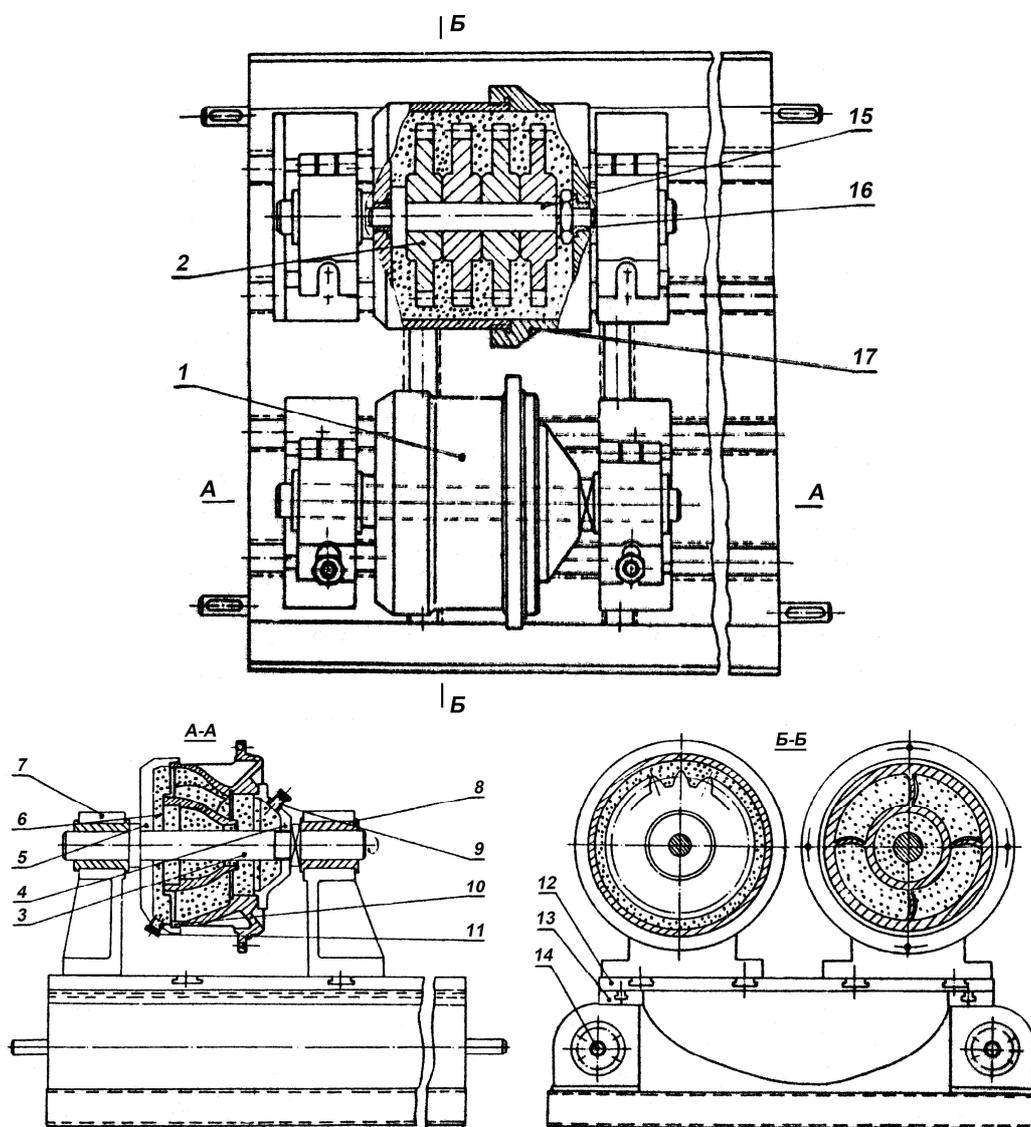


Рис. Универсальные переналаживаемые приспособления для крепления обрабатываемых деталей при вибрационной обработке гранулированной средой

На оси 3 между фланцами 4 и 5 жестко закреплена обрабатываемая деталь, внутренняя полость которой на 70-80% заполнена рабочей средой 6, состоящей из абразивных или металлических гранулированных частиц с добавлением антикоррозионного поверхностноактивного раствора. Ось совместно с размещенной на ней деталью 1 установлена на кронштейнах 7 и закреплена со свободным вращением в подшипниковых опорах 8. Кронштейны 7 установлены на плите 12, закрепленной на подвижной раме 13 вибромашины.

Перемещение кронштейна 7 по Т-образным пазам плиты 12 обеспечивает возможность закрепления на них различных по длине и диаметру подобных деталей.

При размерах подвижной рамы, соизмеримых с размерами конструкций крепежных приспособлений, последние крепятся непосредственно в Т-образных пазах подвижной рамы 13 вибромашины.

Обработка осуществляется при круговой траектории колебаний и в этом случае за счет эффекта вибротранспортирования обрабатываемые детали совершают самовращение в сторону, противоположную направлению вращения дебалансных валов 14 вибромашин, что обеспечивает равномерность обработки.

Удаление продуктов износа гранул рабочей среды и обрабатываемого материала из зоны обработки осуществляется при остановке вибромашины периодически или в конце цикла обработки путем подачи и слива промывочного поверхностноактивного антикоррозионного раствора через штуцера 9 и 10, на которые надеваются резиновые шланги после снятия герметических заглушек 11.

Аналогичным методом осуществляется обработка наружных сложнофасонных поверхностей, например, зубьев шестерни 2, которые набираются пакетом на оси 15 и крепятся так, чтобы оси зубьев шестерен находились на одной продольной оси. Рабочие гранулы вписываются в сопрягаемые радиусы поверхностей и обрабатывают профиль зубьев. Ось с деталями крепится со свободным вращением в подшипниковых опорах 16 цилиндрического барабана 17, заполненного рабочей средой, снабженного на концах цилиндрическими цапфами. Равномерность обработки осуществляется также за счет и самовращения деталей 2.

Гранулированная рабочая среда и вращающиеся массы деталей приспособления создают в процессе работы повышенные уровни шума и вибрации. В связи с этим была проведена оценка виброакустических параметров разработанного устройства [4, 5].

Выводы

1. Вибрационная обработка деталей широко применяется во всех отраслях машиностроения, приборостроения и при изготовлении товаров народного потребления.

2. В мелкосерийном и серийном производстве при малых партиях и большой номенклатуре обрабатываемых деталей значительное время занимает монтаж и демонтаж крепежных приспособлений. Разработанные универсальные, переналаживаемые приспособления позволяют значительно сократить вспомогательное время процесса обработки.

Библиографический список

1. Кулаков Ю.М., Хрульков В.А. Отделочно-зачистная обработка деталей.- Машиностроение, 1979, 216 с.

2. Сергеев Ю.Г. Универсальные переналаживаемые приспособления для крепления обрабатываемых деталей при вибрационной обработке гранулированной средой. Воронежский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Информационный листок № 143-78, 4 с.

3. Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дегтев, А.В. Ульянов. Приспособление планетарного типа для виброобработки деталей. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2015. С. 309-312.

4. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дёгтев Д.Н. Оценка виброакустических параметров транспортных и транспортно-технологических машин на стадии проектирования. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 308-312.

5. С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дёгтев, 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. Kulakov Y.M., Hrulkov V.A. Finishing-stripping treatment of details.- Mechanical engineering, 1979, 216 pages.
2. Sergeev Y.G. Universal reconfigurable devices for securing workpieces in vibration processing granular medium. Voronezh interbranch territorial center of scientific and technical information and propaganda. Factsheet № 143-78, 4 pages.
3. Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov. Planetary-type device for the vibroprocessing of details. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2015. pp. 309-312.
4. Y.F. Ustinov, N.M. Volkov, D.N. Degtev. Evaluation of vibroacoustic parameters of transport and transport-processing machines at the design stage. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2012. Number 1. pp. 308-312.
5. 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
архитектурно-строительный университет
Д-р тех. наук, проф., Ю.Ф. Устинов
Канд. тех. наук, доц., В.А. Муравьев
Студент С.Б. Князев
Студент В.А. Потапов
Военно-воздушная академия им. профессо-
ра Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Канд. тех. наук, доц., нач. каф. 23
А.А. Кравченко
Канд. тех. наук А.Ю. Харламов
Канд. тех. наук А.В. Дрозд
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr.Sci.Tech, Prof., Yu.F. Ustinov
Kand. Sci. Tech. V.A. Muravyov
Student S. B. Knjazev
Student V.A. Potapov
Military and air academy of Professor N.E.
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Kand. Sci. Tech., chief of chair 23
A.A. Kravchenko
Kand. Sci. Tech. A.A. Harlamov
Kand. Sci. Tech A.V. Drozd
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18;
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, С.Б. Князев, В.А. Потапов,
А.А. Кравченко, А.Ю. Харламов, А.В. Дрозд

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРОВ

Представлены результаты структурного исследования плоского меха-
низма приспособления для исследования свойств эластичных материалов.

Ключевые слова: структурный анализ, механизм приспособления, исследование свойств
эластомеров.

Y.F. Ustinov, V.A. Muravyov, S. B. Knjazev, V.A. Potapov
A.A. Kravchenko, A.A. Harlamov, A.V. Drozd

STRUCTURAL ANALYSIS TOOLS FOR RESEARCH PROPERTIES OF ELASTOMERS

Presents the results of structural studies of the planar mechanism of adapta-
tion to study the properties of elastic materials.

Keywords: structural analysis, mechanism adaptation, the study of the properties of elastomerov.

Упругие элементы (эластомеры), имеющие форму втулок и работающие на сжатие-
растяжение и коаксиальное кручение, применяют в опорных связях машин и механизмов, а
также в устройствах для крепления кабины на раме транспортного средства для повышения
вибрационной защиты оператора [1], [2], [3]. Предложен способ, позволяющий определять
динамические характеристики таких элементов [4], [5].

Для использования этого способа необходимо разработать конструкцию приспособле-
ния, в котором устанавливаются испытываемые образцы эластомеров. Структурное исследо-
вание вариантов схемы приспособления выполнялось для выбора рационального варианта.

На рис. 1 представлена схема реализации предложенного способа определения динами-
ческих характеристик эластомеров [4].

Способ реализуется следующим образом.

Испытываемые образцы эластичного материала в виде цилиндрических втулок 1, одетых на валы 2 рычагов 3, устанавливают в симметрично расположенные относительно оси У-У столика 4 вибратора 5 отверстия В и С приспособления 6.

Приспособление 6 дает возможность синхронного изменения и фиксации равных углов φ наклона рычагов 3 к поверхности столика 6 вибратора 5 в интервале от 0° до 90° .

Образцы 1 эластичного материала вулканизацией или склеиванием жестко прикрепляют к валам 2 рычагов 3 и внутренней поверхности отверстий В и С приспособления 6.

Над испытываемыми образцами эластичного материала 1 устанавливают первый груз 7. Приводят столик 4 вибратора с нагруженными образцами материала 1 в вертикальное колебательное движение, установив на измерительном усилителе 8 режим автоматического поддержания постоянной амплитуды ускорения груза 7. С помощью низкочастотного измерительного звукового генератора 9 плавно изменяют частоту колебаний и определяют частоту резонанса f , при которой амплитуда ускорения груза 7 становится максимальной. Амплитуду ускорения регистрируют с помощью акселерометров 10 и виброизмерителя 11.

По частоте резонанса f вычисляют динамический модуль упругости E_d (Н/м²) эластомера по известной формуле [6], [7], [8], [9].

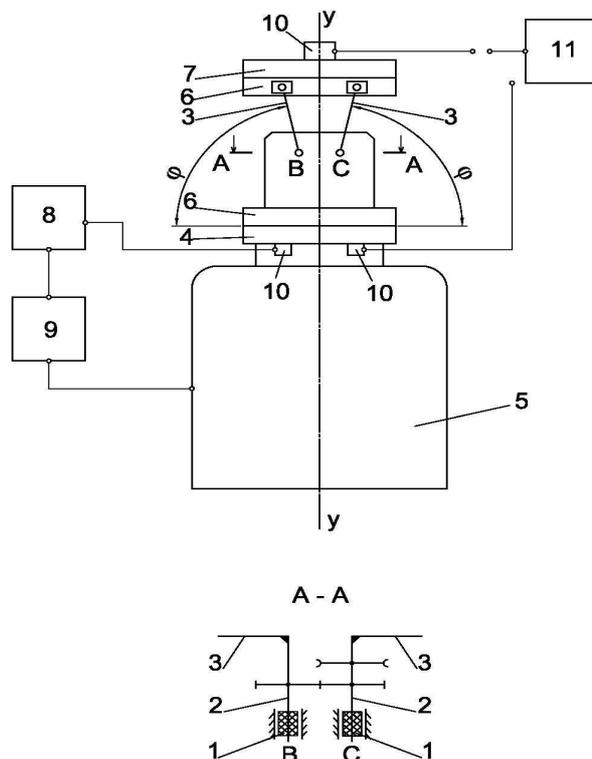


Рис. 1. Схема реализации способа определения динамических характеристик эластомеров

Последовательно изменяют и фиксируют с помощью приспособления 6 угол φ наклона рычагов 3 к поверхности столика 6 вибратора 5 в интервале от 0° до 90° и изменяют массу M груза 7. При каждом установленном значении угла φ и массе M груза 7 определяют в перечисленной последовательности значение динамического модуля упругости, а для каждой партии материала – среднее арифметическое значение величин модуля упругости.

При угле наклона рычагов 0° эластомеры работают только на коаксиальное кручение, а при угле наклона рычагов 90° они работают только на сжатие-растяжение. При угле наклона рычагов,

который больше 0° , но меньше 90° , эластомеры работают одновременно на сжатие-растяжение и коаксиальное кручение.

При изменении угла наклона рычагов будет изменяться и значение динамического модуля упругости этих материалов.

Для проведения структурного исследования составлялись различные варианты кинематической схемы приспособления для обеспечения использования рассмотренного патента.

С целью упрощения конструкции червячную передачу (см. рис. 1, разрез А-А) из конструкции 6 приспособления исключили.

Для различных вариантов схем плоских механизмов приспособления вычислялась степень подвижности по формуле П.Л. Чебышева:

$$W = 3n - 2p_H - p_B,$$

где W - степень подвижности механизма;

n - количество подвижных звеньев;

p_H - количество низших кинематических пар механизма,

p_B - количество высших кинематических пар механизма.

Рассматриваем вначале схему приспособления (рис. 2), имеющего четыре рычага и четыре ползуна.

У этого приспособления полное количество звеньев $k = 8$. Число подвижных звеньев механизма $n = k - 1 = 8 - 1 = 7$. Число низших кинематических пар механизма

$$p_H = 10(A, B, C, D, E, F, K, L, O, N).$$

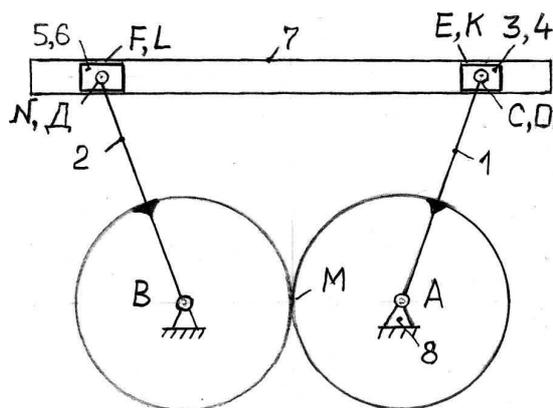


Рис. 2. Схема приспособления с четырьмя рычагами и четырьмя ползунами

Число высших кинематических пар механизма $p_B = 1(M)$. Степень подвижности механизма по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2p_H - p_B = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 10 - 1 = 0.$$

Эта степень подвижности означает, что данная схема является жесткой. Однако схема движение звеньев допускает. Значит, схема содержит пассивные (повторяющиеся) связи, которые не нужно учитывать. Действительно, четыре рычага и четыре ползуна предполагается иметь для более устойчивого поддержания звена 7 с закрепленным на нем грузом. Два рычага и два ползуна при этом играют пассивную (повторяющуюся) роль. Не учитываем их при подсчете степени подвижности. Рассматриваем поэтому схему на рис. 3.

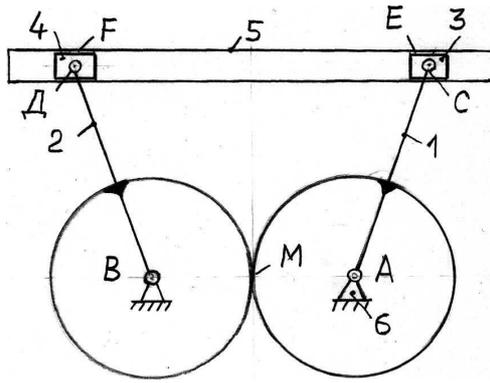


Рис. 3. Схема приспособления с двумя рычагами и двумя ползунами

Полное количество звеньев приспособления $k = 6$. Число подвижных звеньев механизма $n = k - 1 = 6 - 1 = 5$. Число низших кинематических пар механизма $p_H = 6(A, B, C, D, E, F)$. Число высших кинематических пар механизма $p_B = 1(M)$. Степень подвижности механизма:

$$W = 3n - 2p_H - p_B = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 6 - 1 = 2.$$

Степень подвижности, равная двум означает, что данная схема имеет лишнюю степень свободы. Приспособление должно обеспечивать возможность только вертикального движения звена 5 с грузом. Схема же допускает движение звена 5 в горизонтальном направлении.

Для устранения лишней степени свободы соединяем звено 5 в поступательную пару Р со стойкой (рис 4). Для этой схемы имеем:

$$k = 6, \quad n = k - 1 = 6 - 1 = 5, \quad p_H = 7(A, B, C, D, E, F, P), \quad p_B = 1(M).$$

$$W = 3n - 2p_H - p_B = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 1 = 0.$$

Степень подвижности, равная нулю означает, что данная схема является жесткой. Однако схема движение звеньев допускает. Значит, схема содержит пассивные (повторяющиеся) связи, которые не нужно учитывать.

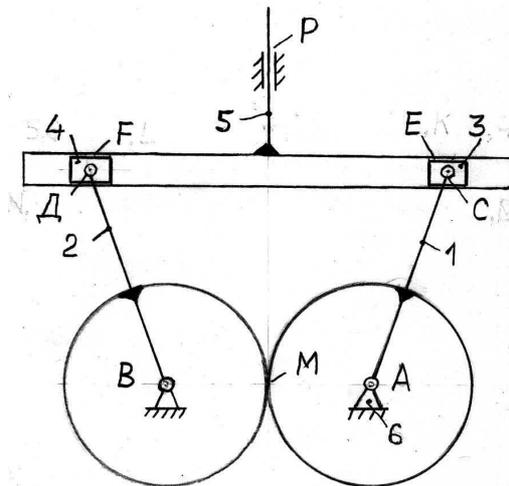


Рис. 4. Схема приспособления с дополнительной поступательной парой Р

Действительно, звенья 2 и 4 создают теперь пассивные (повторяющиеся) связи. Устранение этих звеньев никак не повлияет на характер движения остальных подвижных звеньев. С введением звена 5 в поступательную кинематическую пару Р со стойкой отпадает необходимость в поддержании звена 5 двумя рычагами и двумя ползунами.

Достаточно иметь в схеме лишь один рычаг и один ползун. Значит, не нужна в приспособлении и зубчатая передача, обеспечивающая симметричность расположения рычагов и синхронность их поворота. Получили схему синусного механизма.

Принятая схема приспособления представлена на рис. 5. Для этой схемы имеем:

$$K = 4, n = k - 1 = 4 - 1 = 3, p_H = 4(A, B, C, D), p_B = 0.$$

$$W = 3n - 2p_H - p_B = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 1.$$

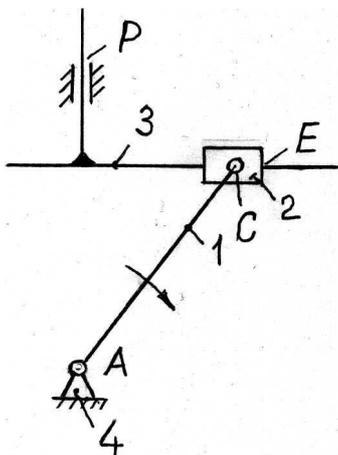


Рис. 5. Принятая схема приспособления

Для структурного анализа этого механизма нет необходимости строить схему заменяющего механизма, так как механизм (см. рис.5) не содержит высших кинематических пар. Строим структурную схему механизма (рис 6).

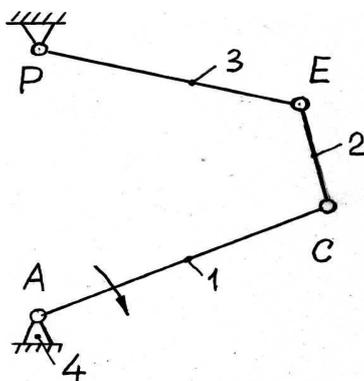


Рис. 6. Структурная схема приспособления

На схеме видно, что механизм состоит из начального механизма первого класса, в состав которого входит стойка 4 и ведущее звено 1 и структурной группы второго класса, состоящей из двух звеньев 2 и 3 и трех вращательных кинематических пар (шарниров) С, Е, Р. Формула строения этого механизма имеет вид: I (4, 1) – II (2, 3).

Выводы

1. Структурное исследование заданной схемы приспособления позволило предложить рациональную схему этого приспособления, которую можно использовать для создания конструкторской документации. Это схема синусного механизма.

2. Предлагаемая схема приспособления является механизмом второго класса.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 300368, МПК В 62d 27/00. Устройство для крепления кабины на раме автомобиля / Францев Л.Г., Злодырев А.Д., Черняев А.П., Рыбаков В.П., Орлов Б.Н., заявитель и патентообладатель Московский автомобильный з-д им. Лихачева.- № 1236271/27-11, заявл. 22.04.68, опубл. 07.04.71, Бюл. № 13.- 3 с.: ил.
2. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1604653, МПК 5 В65D 27/04. Устройство для крепления кабины на раме транспортного средства /Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Фролов И.А., Антипов Л.А., Епифанов В.С., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.- №4477049/31-11, заявл. 16.08.88, опубл. 07.11.90, Бюл. №41. - 3 с.: ил.
3. Устинов Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно-технологических строительных машин: учеб. пособие / Ю.Ф. Устинов. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015.-239 с.
4. Пат. 2557323 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Способ определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.- №2013135619/28, заявл. 29.07.13, опубл. 20.07.15, Бюл. №20. - 7 с.: ил.
5. Устинов Ю.Ф. Способ определения динамических характеристик эластомеров/ Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев Д.И // Научный вестник ВГАСУ. «Высокие технологии. Экологии», Воронеж, 2015, с. 327-331.
6. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. ГОСТ 16297-80. Издание официальное. Государственный строительный комитет СССР. М. Издательство стандартов, 1988.
7. Пат. 2557321 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Способ определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.- №2013135596/28, заявл. 29.07.13, опубл. 20.07.15, Бюл. №20. - 7 с.: ил.
8. Устинов Ю.Ф. Определение динамического модуля упругости виброизоляторов с использованием вибродинамического стенда / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Серия «Высокие технологии в экологии».- Воронеж.-2012.- С.35-38.
9. Устинов Ю. Результаты экспериментальных исследований динамического модуля упругости косо поставленных виброизоляторов агрегатов и механизмов строительных и дорожных машин / Ю.Ф. Устинов, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев // Вестник развития науки и образования.- 2014.- №3.- С. 76.

References

1. USSR author's certificate on invention No. 300368, IPC 62d 27/00. Device-properties for mounting the cab on the vehicle frame / Frantsev L. G., Zlodyrev D. A., Chernyaev A. P., Rybakov V. P., Orlov B. N., applicant and patent owner Moscow automobile plant them. Likhachev.- No. 1236271/27-11, Appl. 22.04.68, publ. 07.04.71, bull. No. 13.- 3 p.: ill.
2. USSR author's certificate for invention № 1604653, IPC 5 B65D 27/04. Set master to mount the cab on the frame of the vehicle / Ustinov Yu. F., Murav'ev V. A., Frolov I. A., Antipov L. A., Epifanov V. S.; applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ.- No. 4477049/31-11, Appl. 16.08.88, publ. 07.11.90, bull. No. 41. - 3 S.: ill.
3. Y. F. Ustinov Mechanical vibrations and vibroacoustic protection of transport and technological machines and construction: proc. a manual / Y. F. Ustinov. – Voronezh: Voronezh ski GASU, 2015.-239 С.

4. Pat. 2557323 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. Method for determining dynamic-ical characteristics of elastomers / Ustinov Yu. F., Murav'ev V. A., Goltsov D. N., Chernyshev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2013135619/28, Appl. 29.07.13, publ. 20.07.15, bull. No. 20. - 7 S.: ill.
5. Ustinov Yu. F. Method to determine the dynamic characteristics of elastomers/ Yu. F. Ustinov, V. A. Murav'ev, D. N. Goltsov, D. I. Chernyshev // Scientific Herald of VSUACE. "High technologies. Ecology", Voronezh, 2015, pp. 327-331.
6. Materials sound-proof and sound-absorbing. Test methods. GOST 16297-80. Edition official. State construction Committee of the USSR. M. Issued by the government of standards, 1988.
7. Pat. 2557321 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. Method for determining dynamic-ical characteristics of elastomers / Ustinov Yu. F., Murav'ev V. A., Goltsov, D. N., Chernyshev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect. - builds. Univ.- No. 2013135596/28, Appl. 29.07.13, publ. 20.07.15, bull. No. 20. - 7 S.: ill.
8. Ustinov J. F. Determination of the dynamic modulus of elasticity of the vibration isolators with IP-using dynamic vibration bench / Yu. F. Ustinov, V.A. Muraviev, D. N. Goltsov, D. I. Chernyshev // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect. - builds. Univ. A series of "High technologies in ecology". - Voronezh. - 2012. - P. 35-38.
9. Ustinov Yu. F. The Results of experimental studies of the dynamic module UE-rugosity composting vibration isolators units and mechanisms of building and road machines / Yu. F. Ustinov, D.N. Goltsov, D.I. Chernyshev // journal of science and education. - 2014. - No. 3. - P. 76.

УДК 69.0025.534.647

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р тех. наук, проф., Ю.Ф. Устинов
Магистрант А.В. Наумкин
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., Y.F. Ustinov
Magistrant A.V. Naumkin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18;
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф.Устинов, А.В. Наумкин

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

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

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

Y.F.Ustinov, A.V. Naumkin

IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF TRANSPORT- TECHNOLOGICAL MACHINES

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

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

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

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

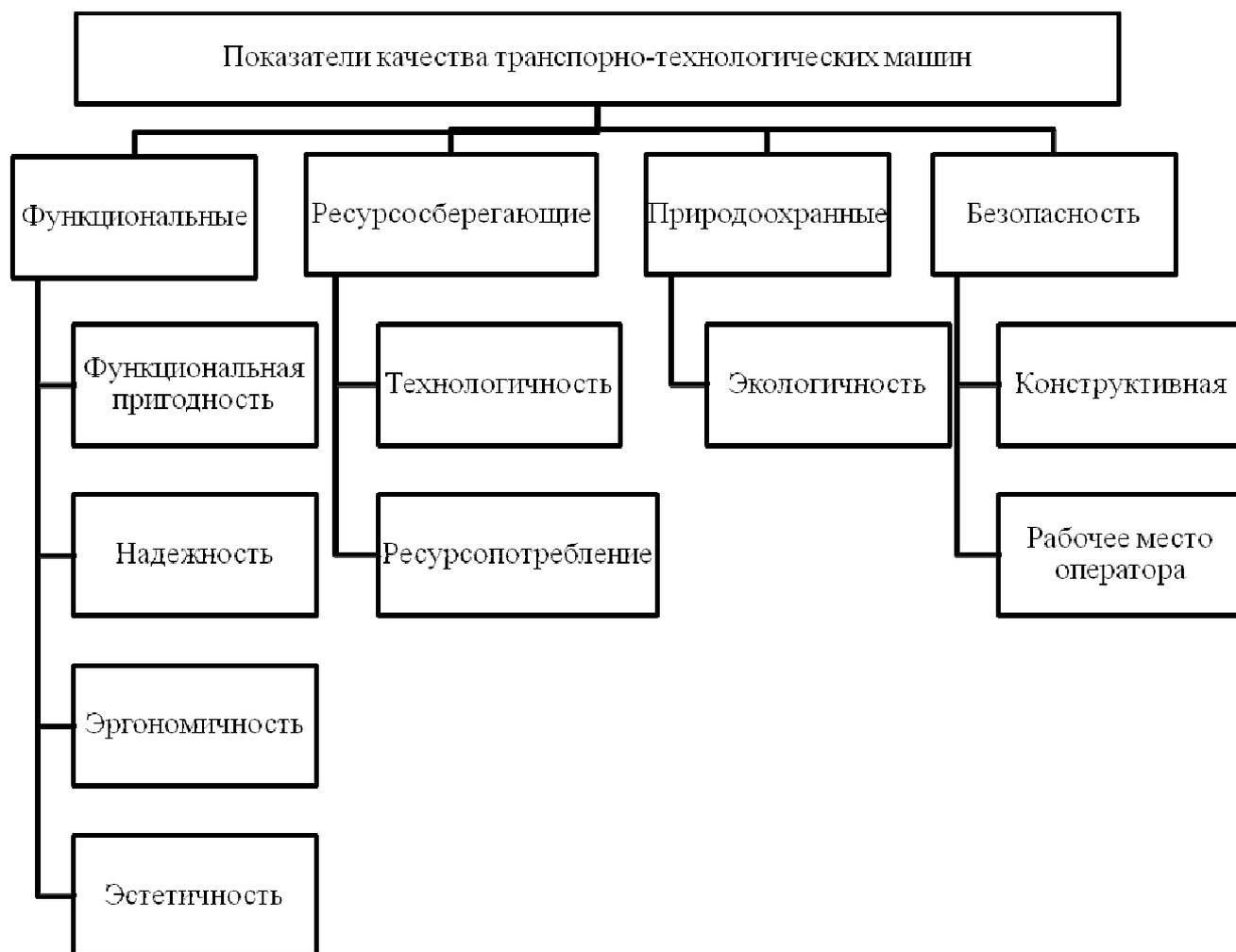


Рис. 1. Структура показателей качества транспортно-технологических машин

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

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

Специалисты по шуму и вибрации записывают колебания и шум, анализируют полученные данные и после расчетов колеблющейся системы дают рекомендации, как устранить виб-

рацию, шум и неприятные или вызывающие поломки колебания. Часто эти рекомендации оказываются легко выполнимыми, но иногда требуется коренная переделка конструкции.

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

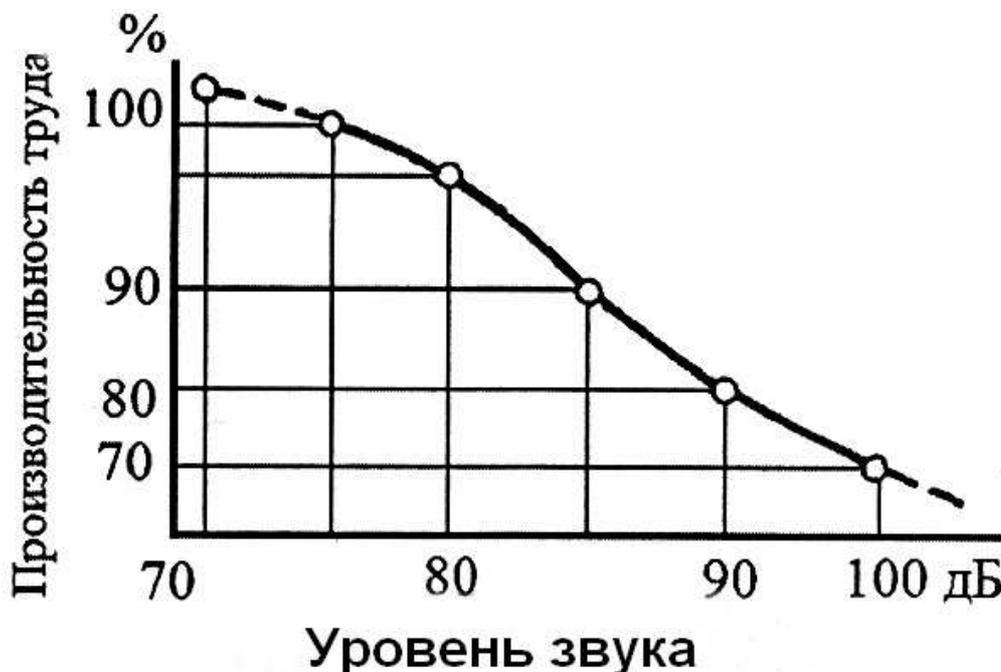


Рис. 2. Зависимость производительности труда от уровня звука

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

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

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

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

для операторов- увеличение безопасности труда

для работодателей- улучшение социально-экономических аспектов производства

для производителей-повышение конкурентоспособности разрабатываемых образцов техники.

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

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

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

Заключение

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

Библиографический список

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

Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т. - №2015136060/28, заявл. 25.08.15, опубл. 10.01.16, Бюл. №1. - 2 с.: ил.

13. Устинов Ю. Результаты экспериментальных исследований динамического модуля упругости косо поставленных виброизоляторов агрегатов и механизмов строительных и дорожных машин / Ю. Устинов, Д.Гольцов, Д. Чернышев // Вестник развития науки и образования.- 2014.- №3.- С. 76.

References

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

2. Ustinov Yu Vibro-acoustic characteristics of the graders / Yuri Ustinov [et al.] // Construction and road machines.-2015.- No. 1.- P.7.

3. Ustinov Yu. the Results of vibroacoustic investigations of the autograder class 250 / Yuri Ustinov [et al.] // Mechanization of construction.- 2014.- №2 (836).- S. 32.

4. GOST 16297-80. Materials sound-proof and sound-absorbing. Methods of IP in General. – Introductio. 1980-01-01.- М.: Publishing house of standards,1980.- 11 S.

5. Vibration in engineering: reference book / edited by E. E. Lavendel.- М.: Mashinostroenie, Vol. 4.-1981.- 317 с.

6. Lyapunov V. T. Rubber vibration isolators: a Handbook / T. V. Lyapunov, E. E. Lanvin-del, S. A. shlyapochnikov, – L.: Shipbuilding, 1988, - 216 С.

7. Pat. 2453746 Russian Federation, IPC 7 F16F 15/08, F16F 3/08, 1/52 F16F. The act-mode of vibration protection of machines / F. Ustinov, Yu., Ivanov P. V., Skrynnikov V. A., Muravyev V. A., Nguyen Lam Han, Kolmakov A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2010107651/11, Appl. 02.03.10, publ. 20.06.12, bull. No. 17. - 9 p.: ill.

8. Ustinov Yu. f. Method of vibration protection of machines / U. F. Ustinov, V. A. Muravyev, A. V. Skrynnikov, V. P. Ivanov, A. A. Koltakov // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. Materials 14th Mezregion. sci.-practical. conference. High technologies in ecology.- Voronezh.-2011.- S. 220-225.

9. Ustinov Yu. f. Method of vibration protection of machines / U. F. Ustinov, V. A. Muravyev, V. P. Ivanov, A. A. Koltakov // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. Materials 15th Mezregion. sci.-practical. conference. High technologies in ecology.- Voronezh.-2012.- Pp. 313-315.

10. Pat. 2557321 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. The method of determination of Deaneconomic characteristics of elastomers / F. Ustinov, Yu., Muravyev V. A., Goltsov, D. N., Black-Shev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2013135596/28, Appl. 29.07.13, publ. 20.07.15, bull. No. 20. - 7 S.: ill.

11. Ustinov J. F. Determination of the dynamic modulus of elasticity of the vibration isolators using dynamic vibration bench / Yuri Ustinov, A. V. Muravyev, D. N. Goltsov, D. I. Chernyshev // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. A series of "High technologies in ecology".- Voronezh.-2012.- P. 35-38.

12. Pat. 158443 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. A device for determining dynamic characteristics of elastomers / F. Ustinov, Yu., Muravyev V. A., Goltsov, D. N., Chernyshev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2015136060/28, Appl. 25.08.15, publ. 10.01.16, bull. No. 1. - 2 S.: ill.

13. Ustinov Yu. the Results of experimental studies of the dynamic module UE-rugosity composting vibration isolators units and mechanisms of building and road machines tion / Yuri Ustinov, D. Goltsov, D. Chernyshev // journal of science and education.- 2014.- No. 3.- P. 76.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной техники и инженерной механики Ю.Ф. Устинов,
канд. техн. наук, доц. кафедры высшей математики Е.И. Ханкин,
канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики А.Н. Щиенко
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., professor of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics Yu.F. Ustinov,
D.Sc. (Engineering), PhD prof. E.I. Khankin,
Kand. Tehn. Sciencs, assistant professor of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics A.N. Shchiyenko
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА С УЧЕТОМ МОМЕНТОВ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Представлена динамика четырехзвенного механизма с упругим элементом и силами сопротивления, пропорциональными первой степени скорости движения, также даны расчетные формулы.

Ключевые слова: четырехзвенный механизм, упругий элемент, силы сопротивления, динамика движения.

Y.F. Ustinov, E.I. Khankin, A.N. Shchiyenko

DYNAMIC ANALYSIS OF THE MECHANISM TAKING INTO ACCOUNT THE MOMENTS OF FORCES OF RESISTANCE

Dynamics of the four-unit mechanism with the elastic element and forces of resistance proportional to the first degree of speed of the movement is presented, the settlement formulas are also given.

Keywords: four-unit mechanism, elastic element, forces of resistance, dynamics of the movement.

При включении в конструкцию механизмов упругих элементов для гашения возможных колебательных процессов несложно предусмотреть демфирующее устройство пневматического, гидравлического или фрикционного действия. Наличие такого устройства обусловит появление сил сопротивления движению звеньев механизма.

Помимо этого всегда имеют место силы трения, конструктивное рассеяние энергии в заклепочных и других соединениях и ряд других причин, вызывающих силы сопротивления, которые при небольших скоростях относительного перемещения принимаются пропорциональными первой степени скорости.

Рассмотрим случай, когда на кривошипы АО и ВD (рис.) будут действовать, помимо ранее обозначенных [1-4], еще приведенные моменты сил сопротивления соответственно равные

$$M_{1C} = \mu_1 \dot{\phi}_1 \text{ и } M_{2C} = \mu_2 \dot{\phi}_2,$$

где μ_1 и μ_2 – некоторые постоянные коэффициенты, зависящие от природы сил сопротивления.

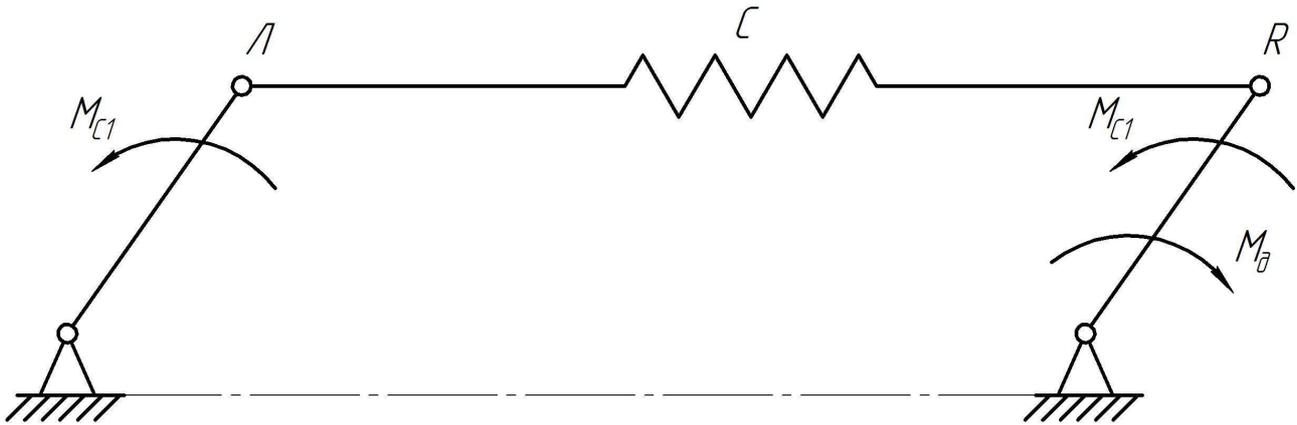


Рис. Шарнирный четырехзвенник с упругим элементом

Тогда движение механической системы, изображенной на рисунке 1, следует описывать системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 + \mu_1 \dot{\varphi}_1 + cr^2 \varphi_2 = H_1 \sin p_1 t \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 + \mu_2 \dot{\varphi}_2 + cr^2 \varphi_1 = H_2 \sin p_2 t \end{cases} \quad (1)$$

Обозначив

$$h_1 = \frac{H_1}{I_1}; h_2 = \frac{H_2}{I_2}; a = \frac{\mu_1}{J_1}; b = \frac{\mu_2}{J_1}; d = \frac{cr^2}{J_1}; e = \frac{cr^2}{J_2}; \quad (2)$$

Заменим систему (1) эквивалентной ей системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{\varphi}_1 = u \\ \dot{\varphi}_2 = v \\ \dot{u} = -au - d\varphi_1 + d\varphi_2 + h_1 \sin p_1 t \\ \dot{v} = -bv - e\varphi_2 + e\varphi_1 + h_2 \sin p_2 t \end{cases} \quad (3)$$

Решение системы (1) будем искать в виде суммы общего решения однородной системы

$$\begin{cases} \dot{\varphi}_1 = u \\ \dot{\varphi}_2 = v \\ \dot{u} = -au - d\varphi_1 + d\varphi_2 \\ \dot{v} = -bv - e\varphi_2 + e\varphi_1 \end{cases} \quad (4)$$

и частного решения системы (1).

Система (4) эквивалентное решение

$$\varphi_1^{(IV)} + (a+b)\varphi_1^{(III)} + (ab+d+e)\dot{\varphi}_1 + (bd+ae)\varphi_1 = 0, \quad (5)$$

Обозначим

$$a+b=L, ab+d+e=M, bd+ae=N, \quad (6)$$

тогда характеристическое уравнение для дифференциального уравнения (5) будет иметь вид

$$n^4 + Ln^3 + Mn^2 + Nn = 0, \quad (7)$$

Определив $n^4=0$, остальные корни найдем из кубического уравнения

$$n^3 + Ln^2 + Mn + N = 0, \quad (8)$$

по формулам Кардана.

Найдя значения корней n_1, n_2, n_3 и $n_4=0$ характеристического уравнения (7), определим общее решение однородной системы и дифференциальных уравнений (4)

$$\begin{aligned}\varphi_1^* &= C_1 e^{n_1 t} + C_2 e^{n_2 t} + C_3 e^{n_3 t} + C_4, \\ \varphi_2^* &= C_1 \left(\frac{n_1^2 + an_1 + d}{d} \right) e^{n_1 t} + C_2 \left(\frac{n_2^2 + an_2 + d}{d} \right) e^{n_2 t} + C_3 \left(\frac{n_3^2 + an_3 + d}{d} \right) e^{n_3 t} + C_4,\end{aligned}\quad (9)$$

Для определения характера движения механической системы, описываемого уравнения (9), необходимо дать оценку знаков действительных частей корней n_j ($j = 1; 2; 3$). Действительные части корней характеристического уравнения (8) будут отрицательны, если будет иметь место выполнение критерия Гурвица

$$N > 0, M > 0 \text{ и } \begin{vmatrix} M & N \\ I & L \end{vmatrix} = ML - N > 0, \quad (10)$$

Оценим соотношения (10)

$$\begin{aligned}N &= bd + ae > 0, M = ab + d + e > 0, \\ ML - N &= a^2 b + ab^2 + ad + be > 0,\end{aligned}\quad \text{см. (2)}$$

Так как все компоненты a, b, d и e неотрицательные величины и одновременно не равны 0. Следовательно, действительные части корней n_j отрицательны.

Частное решение системы (1) будем искать в виде

$$\begin{aligned}\varphi_1^{**} &= A_1 \sin p_1 t + B_1 \cos p_1 t + D_1 \sin p_2 t + E_1 \cos p_2 t \\ \varphi_2^{**} &= A_2 \sin p_1 t + B_2 \cos p_1 t + D_2 \sin p_2 t + E_2 \cos p_2 t,\end{aligned}\quad (11)$$

При условии, что частоты собственных и вынужденных колебаний не совпадают.

Коэффициенты A_i, B_i, D_i, E_i ($i = 1; 2$) определяются из уравнения в матричной форме

$$\begin{vmatrix} A_1 \\ B_1 \\ D_1 \\ E_1 \\ A_2 \\ B_2 \\ D_2 \\ E_2 \end{vmatrix} = \theta^{-1} \begin{vmatrix} h_1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ h_2 \\ 0 \end{vmatrix}, \quad (12)$$

где θ^{-1} – матрица обратная матрица.

$$\theta = \begin{vmatrix} d - p_1^2 & ap_1 & 0 & 0 & -d & 0 & 0 & 0 \\ ap_1 & d - p_1^2 & 0 & 0 & 0 & -d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & dp_2^2 & -ap_2 & 0 & 0 & -d & 0 \\ 0 & 0 & ap_2 & d - p_2^2 & 0 & 0 & 0 & -d \\ -e & 0 & 0 & 0 & e - p_1^2 & -bp_1 & 0 & 0 \\ 0 & -e & 0 & 0 & bp_1 & e - p_1^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -e & 0 & 0 & 0 & ep_2^2 & -bp_2^2 \\ 0 & 0 & 0 & -e & 0 & 0 & bp_2 & e - p_2^2 \end{vmatrix}, \quad (13)$$

Найдя значения коэффициентов A_i, B_i, D_i и E_i , получим общее решение системы дифференциальных уравнений (1)

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= C_1 y^{n_1 t} + C_2 e^{n_2 t} + C_3 e^{n_3 t} + C_4 + \\ &+ A_1 \sin p_1 t + B_1 \cos p_1 t + D_1 \sin p_2 t + E_1 \cos p_2 t \\ \varphi_2 &= C_1 \left(\frac{n_1^2 + an_1 + d}{d} \right) e^{n_1 t} + C_2 \left(\frac{n_2^2 + an_2 + d}{d} \right) e^{n_2 t} + C_3 \left(\frac{n_3^2 + an_3 + d}{d} \right) e^{n_3 t} + C_4 + \\ &+ A_2 \sin p_1 t + B_2 \cos p_1 t + D_2 \sin p_2 t + E_2 \cos p_2 t\end{aligned}, \quad (14)$$

Выводы

1. При наличии сопротивления действительные части корней характеристических уравнений отрицательны.
2. Если все три корня n_1 и n_2 – комплексные (тогда n_3 – действительный), то собственное периодическое движение представляет собой затухающий колебательный процесс, и по истечении некоторого промежутка времени будут иметь место только вынужденные колебания звеньев механизма.

Библиографический список

1. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин / М.С. Комаров. – М.: «Машиностроение», 1969. - 296 с.
2. Левитский Н.И. Теория машин и механизмов / Н.И. Левитский. – М.: «Наука», 1990. – 592 с.
3. Устинов Ю.Ф. Математическая модель кривошипно-ползунного механизма с учетом влияния упругой деформации шатуна // Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2013. – С. 189-194 с.
4. Устинов Ю.Ф. Динамический анализ двухмассовой механической системы с упругой связью // Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2015. – С. 332-338 с.

References

1. Komarov M.S. Dinamika mekhanismov y mashin / M.S.Komarov. – М.: «Mashinostroyeniye», 1969.-296s.
2. Levitsky N.I. Teorya mashin y mekhanismov / N.I. Levitsky. – М.: «Nauka», 1990.-592 s.
3. Ustinov Y.F. Matematicheskaya model krivoshipno-polzunnogo mekhanisma s uchotom vliyanya uprugoy deformatsiyi shatuna // Y.F. Ustinov, E.I.Khankin, A.N.Shchiyenko // Nauchny vestnik Voronezhskogo GASU. Serya «Vysokye technology. Ekologiya». 2013. – S. 189-194.
4. Ustinov Y.F. Dynamic analysis of two-mass mechanical system with elastic communication // Y.F. Ustinov, E.I.Khankin, A.N.Shchiyenko // Nauchny vestnik Voronezhskogo GASU. Serya «Vysokye technology. Ekologiya». 2015. – S. 332-338.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет.
Канд. техн. наук, профессор кафедры
строительной техники и инженерной ме-
ханики имени проф. Н.А. Ульянова
Л.Х. Шарипов
Россия, г. Воронеж, тел. 89601012433
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering.
Cand. of techn. science, Prof. of the chair of
building technics and the engineering mechan-
ics of a name of professor N.A.Ulyanov
L.Ch. Sharipov
Russia, Voronezh, tel. 89601012433
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

Л.Х. Шарипов

ОБОРУДОВАНИЕ АВТОГРЕЙДЕРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ШИН С ГРУНТОМ

В статье рассмотрена конструкция дополнительных грунтозацепов, повышающих тягово-сцепные качества колёсного движителя автогрейдера.

Ключевые слова: сцепные качества, шины, грунтозацеп.

L.Ch. Sharipov

EQUIPMENT OF POWER GRADERS FOR INCREASE COUPLING QUALITIES OF TYRES WITH SOIL

In article the design of the additional grouser increasing towed-coupled qualities of the wheel propeller of the power grader is considered.

Keywords: coupling qualities, tyres, grouser.

На эффективность рабочего процесса автогрейдера значительное влияние оказывает сцепные качества пневматических шин колёсного движителя, так как 80 – 85 % общего времени работы машины приходится на наиболее тяжелый тяговый режим. Поэтому специалисты, связанные с разработкой конструкций шин, постоянно работают над совершенствованием их технических параметров, которые могут улучшить качество взаимодействия колесного движителя тяговых машин с поверхностью качения.

Сцепные свойства шин зависят от следующих показателей: размеров, расположения и насыщенности грунтозацепов; диаметров наружного и внутреннего; ширины профиля; основных видов деформаций; давления воздуха.

Некоторые тяговые машины с целью повышения силы тяги колёсного движителя оснащаются сдвоенными колёсами. Однако сдваивание колёс вызывает дополнительные потери энергии на преодоление сопротивлений качению. Вследствие разных сопротивлений при качении колёс (поворот) и разных радиусов (износ шин и давление воздуха) возникает кинематическое несоответствие. По причине этих и ряда других причин сдвоенные колёса не нашли применения на автогрейдерах.

Вследствие интенсивного взаимодействия шин с опорной поверхностью они подвергаются быстрому износу и снижению сил сцепления, что приводит к сокращению срока службы, увеличению расхода топлива, снижению производительности и других технико-экономических показателей машины. При этом нужно добавить, что стоимость шин в общих эксплуатационных рас-

ходах составляет значительную часть. Отмеченное свидетельствует о том, что пути, способствующие повышению срока службы и тягово-сцепных качеств шин, всегда актуальны.

Одним из возможных способов увеличения срока службы и силы тяги шин за счет снижения их проскальзывания относительно поверхности качения может обеспечить использование сменного рабочего оборудования, представленного на рисунке.

Конструкция, предназначенная для повышения сцепных качеств колёсного движителя автогрейдера, состоит из стального диска 1, прикрепляемого к ведущему колесу болтами 2. К диску по окружности с определённым шагом привариваются трубчатые кронштейны 3, в которые входят хвостовики 11 втулок-штативов 8. Втулка-штатив предназначена для закрепления в ней штанги 4 со сменными стальными пластинами-грунтозацепами 9.

Площадь грунтозацепа, взаимодействующего с грунтом, в зависимости от физико-механических свойств грунта, может изменяться перемещением штанги в вертикальном направлении, если оно незначительно, или установкой сменных грунтозацепов с соответствующими размерами площадей – при работе машины на слабых грунтах.

Заданное положение штанги фиксируется гайкой 5. При очистке снега и наличии ледяной корки грунтозацеп может снабжаться рифлениями.

Для предотвращения поломки при контакте грунтозацепа с недеформируемой поверхностью предусмотрена предохранительная пружина 7, сжимаемая штангой на время переезда через препятствие. В транспортное положение грунтозацепы устанавливаются поворотом штативов относительно кронштейнов на 180° и их фиксацией болтами 10.

Рассмотренная конструкция позволяет, при необходимости, вторичное использование шин с изношенным протектором.

Библиографический список

1. Пат. 2458799 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26. Вспомогательное эллипсообразное колесо для повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Фролов М.П.; заявитель и патентообладатель Фролов Михаил Петрович - № 2011101308/11; заявл. 17.01.11; опубл. 20.08.12, Бюл. № 23 (II ч.). – 6 с.

2. Пат. 2435676 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26, В 60 В 11/02. Переходное устройство для установки дополнительных колес на ступицы переднего моста полноприводного трактора типа "МТЗ" [Текст] / Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Образовательное Учреждение Высшего Профессионального Образования Дальневосточный Государственный Аграрный Университет - № 2010141203/11; заявл. 07.10.10; опубл. 10.12.11, Бюл. № 34 (II ч.). – 4 с.

3. Пат. 2265526 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26, В 60 В 15/08. Колесный движитель [Текст] / Курочкин И.М., Челноков С.С.; заявитель и патентообладатель Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ) - № 2008119895/11; заявл. 23.06.03; опубл. 10.12.05, Бюл. № 32 (II ч.). – 6 с.

4. Пат. 2220052 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26. Вспомогательный диск для повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Пичугин А.В.; заявитель и патентообладатель Пичугин А.В. - № 2002118096/20; заявл. 16.07.02; опубл. 27.12.03, Бюл. № 3 (II ч.). – 6 с.

5. Пат. 2521504 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26. Устройство для уменьшения уплотняющего воздействия транспортного средства на дорогу [Текст] / Багич Г.Л.; заявитель и патентообладатель Багич Г.Л. - № 2013111653/11; заявл. 18.03.13; опубл. 27.06.14, Бюл. № 18 (II ч.). – 5 с.

6. Пат. 2511240 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26. Ведущее колесо транспортного средства [Текст] / Якимов Ю.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

"Кубанский государственный аграрный университет" - № 2012132931/11; заявл. 01.08.12; опубл. 10.04.14, Бюл. № 10 (II ч.). – 10 с.

7. Пат. 2449896 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26, В 60 В 15/22, В 60 В 15/08, В 60 С 27/20, В 60 С 27/04, В 60 С 27/02. Противопробуксовочное устройство [Текст] / Черниченко В.В., Черниченко С.В., Черниченко В.В.; заявитель и патентообладатель Черниченко Владимир Викторович - № 2011103498/11; заявл. 02.02.11; опубл. 10.05.12, Бюл. № 13 (II ч.). – 9 с.

8. Пат. 2499677 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26. Комбинированное колесо [Текст] / Дядченко Н.П.; заявитель и патентообладатель Дядченко Н.П. - № 2012154276/11; заявл. 14.12.12; опубл. 27.11.13, Бюл. № 33 (II ч.). – 5 с.

9. Пат. 2479202 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26, А 01 G 25/09, В 60 В 15/00, В 60 В 15/22. Колесо движителя многоопорных дождевальных машин [Текст] / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Антипов А.О.; заявитель и патентообладатель Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Антипов А.О. - № 2011150730/13; заявл. 14.12.12; опубл. 27.11.13, Бюл. № 11 (II ч.). – 7 с.

10. Пат. 2475367 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/26, В 60 В 11/08. Вспомогательное устройство - трапециевидный колесный движитель для повышения проходимости колесного трактора [Текст] / Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Образовательное Учреждение Высшего Профессионального Образования Дальневосточный Государственный Аграрный Университет - № 2010121953/11; заявл. 28.05.10; опубл. 20.02.13, Бюл. № 5 (II ч.). – 7 с.

11. Пат. 2021901 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/00. Колесо [Текст] / Ломоносов В.С.; заявитель и патентообладатель Ломоносов В.С. - № 4715902/11; заявл. 10.07.89; опубл. 30.10.94, Бюл. № 20 (II ч.). – 4 с.

12. Пат. 1297716 СССР, МПК В 60 В 15/00. Устройство для повышения сцепления колеса автомобиля с поверхностью дороги [Текст] / Вернер Проискер; заявитель и патентообладатель Ниво АГ - № 3686350/27 – 11; заявл. 06.01.84; опубл. 15.03.87, Бюл. № 10 (II ч.). – 5 с.

13. Пат. 948693 СССР, МПК В 60 В 15/00. Устройство повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Яковлев Вал. П., Яковлев Вл. П., Уксюзов Л.А., Олейник И.П.; заявитель и патентообладатель Яковлев Вал. П., Уксюзов Л. А., Олейник И.П. - № 2873296/27 – 11; заявл. 21.05.80; опубл. 07.08.82, Бюл. № 29 (II ч.). – 2 с.

14. Пат. 2088419 Российская Федерация, МПК В 60 В 15/00. Устройство для повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Батуев Герасим Артемьевич; заявитель и патентообладатель Батуев Герасим Артемьевич - № 95112727/11; заявл. 19.07.95; опубл. 27.08.97, Бюл. № 24 (II ч.). – 4 с.

References

1. Pat. 2458799 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. Auxiliary ellipsoidal wheel for increasing the permeability of vehicles [Text] / M. P. Frolov; applicant and patentee Frolov, Mikhail Petrovich - № 2011101308/11; Appl. 17.01.11; publ. 20.08.12, bull. № 23 (II). - 6 p.

2. Pat. 2435676 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, В 60 В 11/02. Transferring unit for extra wheel hub front axle four-wheel tractor type "MTW" [Text] / S. V. Shields, Kuznetsov, E. E.; applicant and patentee of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education far Eastern State Agrarian University - № 2010141203/11; Appl. 07.10.10; publ. 10.12.11, bull. № 34 (II). – 4 p.

3. Pat. 2265526 Russian Federation, IPC B 60 В 15/26, В 60 В 15/08. Paddle wheels [Text] / Kurochkin, I. M., Hook, S. S.; applicant and patentee of the Tambov state technical University (TSTU), № 2008119895/11; Appl. 23.06.03; publ. 10.12.05, bull. № 32 (II). - 6 p.

4. Pat. 2220052 Russian Federation, IPC B 60 В 15/26. The sub dial for increasing the permeability of vehicles [Text] / E. A. V.; applicant and patentee Pichugin A. V. - № 2002118096/20; Appl. 16.07.02; publ. 27.12.03, bull. № 3 (II). - 6 p.

5. Pat. 2521504 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. Device reduce the sealing effect of the vehicle on the road [Text] / Magic G. L.; applicant and patentee of Magic G. L. № 2013111653/11; Appl. 18.03.13; publ. 27.06.14, bull. № 18 (II). - 5 p.

6. Pat. 2511240 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. The drive wheel of the vehicle [Text] / Y. I. Yakimov; applicant and patentee of the Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kuban state agrarian University" - № 2012132931/11; Appl. 01.08.12; publ. 10.04.14, bull. № 10 (II). 10 p.

7. Pat. 2449896 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, B 60 B 15/22, B 60 B 15/08, 60 B C 27/20, 60 B C 27/04, 60 B C 27/02. Traction control device [Text] / V. V. Chernichenko, S. V. Chernichenko, Chernichenko V. V.; applicant and patentee Chernichenko Vladimir Viktorovich - № 2011103498/11; Appl. 02.02.11; publ. 10.05.12, bull. № 13 (II). - 9 p.

8. Pat. 2499677 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. Combo wheel [Text] / Diachenko N. P.; the applicant and the patentee Diachenko N. P. - № 2012154276/11; Appl. 14.12.12; publ. 27.11.13, bull. № 33 (II). - 5 p.

9. Pat. 2479202 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, A 01 G 25/09, B 60 B 15/00, B 60 B 15/22. The wheel propulsion multisupport sprinkling machines [Text] / A. Ryazantsev, I. Kirilenko N. I., Antipov A.; applicant and patentee Ryazantsev A. I., Kirilenko N. I., Antipov A. O. № 2011150730/13; Appl. 14.12.12; publ. 27.11.13, bull. № 11 (II). - 7 p.

10. Pat. 2475367 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, B 60 B 11/08. Assistive device - trapezoidal wheel mover for increasing the permeability of wheeled tractors [Text] / S. V. Shields, Kuznetsov, E. E.; applicant and patentee of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education far Eastern State Agrarian University - № 2010121953/11; Appl. 28.05.10; publ. 20.02.13, bull. № 5 (II). - 7 p.

11. Pat. 2021901 Russian Federation, IPC B 60 B 15/00. Wheel [Text] / Lomonosov V. S.; the applicant and the patentee Lomonosov V.S. - № 4715902/11; Appl. 10.07.89; publ. 30.10.94, bull. № 20 (II). - 4 p.

12. Pat. 1297716 USSR, IPC B 60 B 15/00. A device for increasing the traction wheels of the car and the road surface [Text] / Werner Proisker; the applicant and the patentee Nivo AG - № 3686350/27 – 11; Appl. 06.01.84; publ. 15.03.87, bull. № 10 (II). - 5 p.

13. Pat. 948693 USSR, IPC B 60 B 15/00. Device improve vehicle flotation [Text] / Yakovlev Val.P., Yakovlev Vl. P., Uksyuzov L.A., Oleynik I.P.; the applicant and the patentee Yakovlev Val. P., Uksyuzov L.A., Oleynik I.P. - № 2873296/27 – 11; Appl. 21.05.80; publ. 07.08.82, bull. № 29 (II). - 2 p.

14. Pat. 2088419 Russian Federation, IPC B 60 B 15/00. Device for increasing the flotation of the vehicle [Text] / Batuev Gerasim Artemyevitch; the applicant and the patentee Batuev Gerasim Artemyevitch - № 95112727/11; Appl. 19.07.95; publ. 27.08.97, bull. № 24 (II). - 4 p.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

УДК 699.86:691.6.001.24

*Воронежский государственный
архитектурно–строительный университет
Канд. техн. наук, доц. Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого
А.В. Белохорт
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Assoc. Prof. T.V. Bogatova;
Master's of the Department of Designing
Buildings and Structures of N.V. Troitskogo
A.V. Belokhort
Russia, Voronezh*

Т.В. Богатова, А.В. Белохорт

РАСЧЕТ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СТЕКЛОПАКЕТА С ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКОЙ

Оценка теплоизолирующей способности стеклопакетов по величине приведенного сопротивления теплопередаче исходя из условий теплообмена в центральной зоне стеклопакета.

Ключевые слова: стеклопакет, воздушная прослойка, стекло, конвекция, теплопроводность, излучение, приведенное сопротивление теплопередаче, термическое сопротивление.

T.V. Bogatova, A.V. Belokhort

THE CALCULATION OF THE THERMAL RESISTANCE OF GLASS WITH AN AIR LAYER

Evaluation of the thermal insulation capacity of glass largest reduced resistance to heat transfer based on the conditions of heat exchange in the central zone of the glass.

Keywords: glazing, air gap, glass, convection, conduction, radiation, reduced heat transfer resistance, thermal resistance.

В процессе теплообмена через оконный блок, определяющую роль играет светопрозрачное заполнение – стекло или стеклопакет. С точки зрения теплотехники, простейший однокамерный стеклопакет представляет собой замкнутую воздушную прослойку, малой толщины по сравнению с площадью ограничивающих поверхностей остекления. Теплопередача через воздушные прослойки осуществляется излучением, конвекцией и теплопроводностью (рис.1).

Теплоизолирующую способность стеклопакетов оценивают по величине приведенного сопротивления теплопередаче R_o . Для стеклопакетов типовых оконных блоков величина R_o может быть с достаточной долей достоверности определена расчетным путем, исходя из условий теплообмена в центральной зоне стеклопакета.

Поскольку объемный вес стекла высок ($G = 2500 \text{ кг/м}^3$), его коэффициент теплопроводности имеет также высокое значение ($\lambda = 0.76 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$). Соответственно при толщине стекла 4 ... 6 мм (0.004 ... 0.006 м), величина термического сопротивления стекла $R_{ст}$ будет колебаться в пределах 0.005 – 0.02 $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$. Таким образом, толщина стекол, устанавливаемых в стеклопакет, не оказывает никакого влияния на его теплоизоляционные свойства.

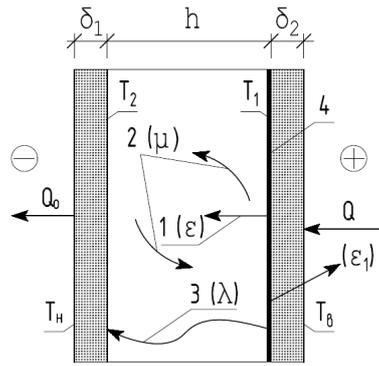


Рис. 1. Схема передачи тепла через однокамерный стеклопакет:

1 – излучение, 2 – конвекция, 3 – теплопроводность, 4 – низкоэмиссионное покрытие, λ – коэффициент теплопроводности, μ – динамическая вязкость, ε – излучательная способность, T – температура, Q – тепловой поток

С учетом того, что величина R_{CT} близка к нулю, общее термическое сопротивление стеклопакета может быть определено, исходя из формулы:

$$R_O = R_B + \sum R_{ВП} + R_H = \sum R_{ВП} + 0,16, \quad (1)$$

где $R_B = 0,12$, $R_H = 0,04$ – соответственно сопротивления теплообмену у внутренней и наружной поверхностей остекления, ($m^2 \text{ } ^\circ C / \text{Вт}$);

$R_{ВП}$ – сопротивление теплопередаче воздушной прослойки, ($m^2 \text{ } ^\circ C / \text{Вт}$).

Сопротивление теплопередаче одной воздушной прослойки определится как:

$$R_{ВП} = 1 / K_{ВП} = 1 / (K_{КОН} + K_{ИЗ}), \quad (2)$$

где $K_{ВП}$ – коэффициент теплопередачи воздушной прослойки, ($\text{Вт} / m^2 \text{ К}$);

$K_{КОН}$ – коэффициент теплопередачи воздушной прослойки за счет конвекции и теплопроводности газа, заполняющего прослойку, можно определять по таблице 1 с учетом толщины воздушной прослойки и теплофизических характеристик заполняющих газов;

$K_{ИЗ}$ – коэффициент теплопередачи воздушной прослойки за счет излучения, зависит от температуры поверхностей, между которыми происходит теплообмен излучением.

Для расчетов достаточно определить зависимость величины $K_{ИЗ}$ от излучательной способности внутреннего стекла стеклопакета, то есть величины ε_1 , согласно таблице 2.

Таблица 1

Коэффициент теплопередачи воздушных прослоек, заполняемых различными газами, за счет конвекции и теплопроводности

Газ, заполняющий межстеклянное пространство	$K_{КОН}$ ($\text{Вт} / m^2 \text{ К}$) при толщине воздушной прослойки h , (мм)			
	6	9	12	15
Воздух	2.40	1.98	1.70	1.64
SF ₆	2.02	1.96	1.93	1.89
Ar	1.99	1.61	1.41	1.37
Kr	1.39	1.17	1.15	1.13

Таблица 2

Зависимость коэффициента теплопередачи воздушной прослойки за счет излучения от излучательной способности внутреннего стекла стеклопакета

ε_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$K_{из}$ (Вт/м ² К)	0.50	1.0	1.46	1.90	2.34	2.76	3.17	3.55

Выводы

1. Толщина стекол, устанавливаемых в стеклопакет, не оказывает никакого влияния на его теплоизоляционные свойства, а наружное остекление в одно стекло может быть запроектировано исключительно для неотапливаемых помещений – холодных балконов, витрин и т.п.

2. На основании таблицы 2 видно, насколько изменится сопротивление теплопередаче стеклопакета при замене в нем внутреннего обычного стекла, имеющего излучательную способность $\varepsilon_1 = 0.84$ на низкоэмиссионное стекло с излучательной способностью $\varepsilon_1 = 0.10$. Если в первом случае теплотери через остекление за счет излучения составят порядка 70%, то во втором они уменьшатся до 10%, а общее термическое сопротивление стеклопакета возрастет в 2 – 2.5 раза.

Библиографический список

1. И. В. Борискина, А. А. Плотников, А. В. Захаров. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003 г. – 320 с.

2. Под общей редакцией И.В. Борискиной. Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. Теоретические основы проектирования светопрозрачных конструкций. – С-Петербург, Инженерно-информационный Центр Оконных Систем, 2012 – 400 с.

References

1. I. V. Boriskina, A. A. Plotnikov, A. V. Zakharov. Design of modern window systems of civil buildings: a tutorial. – M.: Publishing house of the DIA, 2003 – 320 sec.

2. Under the General editorship of I. V. Boriskina. Buildings and structures with translucent facades and roofs. Theoretical bases of designing translucent constructions. – St. Petersburg, Engineering and information Centre of Window Systems, 2012 – 400 sec.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений Гойкалов А.Н

Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений С.Ю. Пакуш

Россия, г. Воронеж, тел. 8(908)7808523

e-mail: snezhana_pakush@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Ph.D., associate professor of the department of building design and structures A.N. Goykalov

Master of the department of building design and structures S.Y. Pakush

Russia, Voronezh, tel. 8(908)7808523

e-mail: snezhana_pakush@mail.ru

А.Н. Гойкалов, С.Ю. Пакуш

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАССИВНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В АРХИТЕКТУРЕ

Рассмотрены способы использования пассивной солнечной энергии в архитектуре. Выявлены положительные аспекты применения мансардных окон для повышения энергоэффективности здания.

Ключевые слова: энергоэффективное здание, «лофт», мансардные окна.

A.N. Goykalov, S.Y. Pakush

INVESTIGATION OF WAYS TO USE OF PASSIVE SOLAR ENERGY IN ARCHITECTURE

Ways to use of passive solar architecture were considered . The positive aspects of the use of dormers to improve building energy efficiency were identified.

Keywords: energy-efficient building , "loft", dormers.

В последние десятилетия проблема энергоэффективности и энергосбережения в строительстве становится все более актуальной. Этому послужило ряд факторов: ограниченность природных энергетических ресурсов, ухудшение экологического состояния окружающей среды, высокая стоимость энергии. Для решения этих проблем проводились научные исследования в области энергоэффективных строительных материалов, инженерных систем отопления зданий. Акцентирование в них становилось на улучшение теплотехнических свойств ограждающих конструкций, оптимизации работы энергоснабжающих организаций и т.д. Однако использование альтернативных источников энергии становится все более приоритетным методом в политике энергосбережения. В соответствии с резолюцией № 33/148 Генеральной Ассамблеи ООН (1978 г) к нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии относятся: солнечная, ветровая, геотермальная, энергия морских волн и т.д.

Использование пассивной солнечной энергии в архитектуре

В строительстве использование солнечной энергии осуществляется как пассивно, так и активно. При активном использовании солнечной энергии инженерное оборудование преоб-

разует ее в электрическую или тепловую энергию, причем наиболее широко распространенными средствами нагрева воды и воздуха являются солнечные батареи.

Архитектурное (пассивное) использование означает, что здание заведомо строят так, чтобы оно естественным путем, т.е. без какого-либо особого инженерного оборудования, могло поглощать, аккумулировать и утилизировать большое количество солнечной энергии.

Способы использования пассивной солнечной энергии

В настоящее время существует некоторое количество методов использования пассивной солнечной энергии в строительстве. Однако эти способы должны использоваться в совокупности. Баланс между изоляцией и тепловой нагрузкой на помещения приводит не только к сбережению энергии, но и к экономии строительных материалов. Способы применения пассивной солнечной энергии:

1. Размещение здания на участке относительно сторон света. Исходя из условий энергоэффективности, наиболее оптимальным является расположение самой длинной стороны здания на оси восток-запад и его обращении на юг. Необходимо также учитывать и расположение других строений и озеленения (в особенности деревьев) на территории строительства[4].

2. Конфигурация и размер дома. Основные габариты здания играют немаловажную роль в повышении энергосберегающей способности. Для наибольшей эффективности, форма здания должна быть простой, компактной и без выступов. Идеальным и наиболее приемлемым решением является здание шарообразной формы.

3. Расположение помещений. Организация внутреннего пространства является важным фактором при проектировании энергоэффективного дома. Разделение внутреннего объема на обособленные пространства ведет к формированию в них отличных значений температуры, в результате чего появляется риск возникновения чрезмерного повышения температуры в обращенной солнечному облучению южной стороны здания при одновременной потребности в дополнительном отоплении его северной части. Наличие больших открытых пространств поддерживает равномерное распределение тепла.

4. Остекление фасада. Окна необходимо располагать таким образом, чтобы в помещение могло проникнуть значительное количество энергии солнца. Этого эффекта можно достичь при их расположении с западной и южной сторон; с северной желателно их не проектировать. Однако решение остекления полностью южной части здания, не является рентабельным: в летний период помещения будут перегреваться, а в зимний- потери тепла, вызванные его утечкой сквозь большие остекленные поверхности, превысят количество тепла, полученное солнечным излучением.

5. Остекленная веранда. Пристройка полностью остекленного помещения (веранды) с южной стороны здания- выигрышное решение, которое соединяет прямой и косвенный методы обогрева помещений энергией солнца. Остекленная веранда не только способна увеличить поглощение солнечного излучения, но и является буфером между внутренней и внешней средой, вследствие чего в помещениях уменьшаются теплопотери.

Аккумуляция тепла

Применение солнечного тепла для обогрева помещений будет актуально лишь при использовании элементов, способных поглощать и накапливать полученное тепло. В противном случае оно будет ощутимо только в солнечные периоды. Строение, использующее энергию солнца для обогрева помещений, оборудовано специальными "накопителями тепла" - внутренними массивными конструкциями, аккумулирующими тепло. Важнейшей из них является стена, расположенная напротив окна. Вследствие чего ее необходимо проектировать толщиной 200-380 мм. Эту конструкцию недопустимо заставлять мебелью или затенять зелеными

растениями, дабы не допустить сокращения эффективности системы. Элементом, оптимально подходящим для накопления тепла, является корпус камина, расположенный напротив окна. Необходимо, чтобы он был выполнен из цельных материалов - бетонных блоков либо кирпичей[4]. Для увеличения способности поглощения солнечного тепла достаточно окрасить стены в темный цвет (на 75% по сравнению с белой стеной); при этом остальные поверхности в помещении стоит делать по возможности светлее для отражения и рассеивания света. Такая концепция применяется в интерьере в стиле "лофт", который на сегодняшний день является популярным (рис.1). Характерными чертами этого стиля являются: большие пространства; открытая планировка с практически полным отсутствием перегородок (зонирование осуществляется за счет мебели или цветовых решений отделки); светлые, высокие потолки; наличие больших оконных проемов, чаще всего не оформляющимися занавесками и шторами, в целях получения максимального количества естественного освещения; открытые несущие конструкции и инженерные коммуникации; сочетание различных видов и цветовых решений отделки. "Лофту" присущи черты, которые являются сочетанием антикварного (дощатый пол, кирпичные, оштукатуренные или крашенные стены) и современного (металл, стекло, ультрановая бытовая техника).



Рис. 1. Фрагмент интерьера в стиле «лофт»

Применение мансардных окон

При проектировании энергоэффективного здания необходимо определить благоприятные пропорции между его объемом и поверхностью, правильно ориентировать дом по сторонам света. Стены должны быть достаточно большими и хорошо освещаться солнцем. По международным стандартам потребность здания в тепле определяется как отношение суммы внешних поверхностей здания к объему брутто (масса стен + жилая площадь). Таким образом, с точки зрения энергоэффективности и экономической целесообразности строительство одноэтажного дома является невыгодным. Наиболее удачным архитектурным решением, с точки зрения энергозатрат и затрат на строительство обладает семейный коттедж с мансардой. Дополнительная поверхность, составляющая несколько процентов, может увеличить застроенную или используемую площадь и объем вплоть до 30-40 %. В соответствии со СНиП 31-01-2003 "Здания жилые многоквартирные" этаж мансардный (мансарда) - этаж в

чердачном пространстве, фасад которого полностью или частично образован поверхностью (поверхностями) наклонной ломаной крыши или криволинейной крыши. Для освещения мансарды используются мансардные окна. Они различаются по ряду признаков:

- по материалу: деревянные, пластиковые, алюминиевые;
- по конструктивным особенностям: надставки, световой туннель, балконные и карнизные окна;
- по положению: вертикальные и наклонные.

Размер окна определяется для каждого случая индивидуально, однако отношение площади световых проемов к площади пола ориентировочно допускается принимать не менее 1:10 для мансардных этажей со световыми проемами в плоскости наклонных ограждающих конструкций [1]. Так как условия эксплуатации для мансардных окон жестче, они имеют значительные различия с обычными фасадными как по конструкции, так и по качеству материалов. Наклонные окна испытывают повышенное влияние солнечной радиации и атмосферных осадков, поэтому стеклопакеты изготавливаются из стекла, которое имеет покрытие из светостабилизирующего слоя. Их устанавливают без использования герметика с двусторонним уплотнением из модифицированной резины и они лишены прямого контакта с металлическими профилями. Применяются многослойные стеклопакеты, выполненные из закаленного стекла, для защиты от ударной нагрузки. Значительно увеличивается энергоэффективность окон из-за применения специальной конструкции металлических накладок, которые образуют воздушные камеры между рамой и поверхностью накладки. Внешняя поверхность окон покрыта особыми водонепроницаемыми элементами из меди или алюминия. Для предотвращения перегрева помещений используются: жалюзи, шторы, маркизет (темно-серая сетчатая штора из ПВХ), расположенная внутри помещения. Доказано, что мансардное окно с наклоном в 45° увеличивает освещенность на 30-40% по сравнению с любым вертикальным [2]. Идеальную инсоляцию жилого дома обеспечивают не только окна, но и застекленные крыши, т.е. световые люки. Тепло, циркулирующее в помещении во время отопления, легче высушивает запотевшие окна, исключая возникновение конденсата. Одним из главных преимуществ устройства мансардных окон под углом является тот факт, что потоку солнечного света не препятствуют ни рядом расположенные здания, ни деревья. Поэтому пространство нагревается более равномерно. Устройство мансарды является идеальным решением при реконструкции здания. Оно позволяет сэкономить до 25 % средств и увеличить жилую площадь уже существующей застройки до 6 % [2]. Для освещения мансардных этажей идеально подходят мансардные окна, которые помимо своей прямой функции, выполняют и косвенные задачи - увеличивают пропуск солнечной энергии для ее дальнейшего аккумулирования и использования. На рис.2 представлен пример использования мансардных окон при реконструкции.



Рис. 2. Применение мансардных окон при реконструкции

Полезны будут мансардные окна в создании различных световых композиций. Мансардные окна, размещенные под наклоном, способны повысить значение общей постоянной продолжительности инсоляции, поэтому в мансардном этаже можно оборудовать библиотеки, спальни, детские комнаты, гостевые, бильярдные; дополнительно осветить те уголки, где обычно преобладает электрический свет: холлы, коридоры, лестницы. Таким образом, можно улучшить качество жизни и эффективность дома, сгруппировав помещения с общим тепловлажностным режимом между собой в пределах одного этажа: т.е. на первом этаже расположить помещения с допустимой температурой внутреннего воздуха менее +16°(кухня, гараж), на втором - помещения с промежуточным значением температуры, а на третьем - помещения кабинета, библиотеки, детских.

Заключение

На сегодняшний день во многих странах ощущается нехватка энергоресурсов, которую стараются восполнить с помощью нетрадиционных источников энергии. Проведя исследования способов использования пассивной солнечной энергии в архитектуре, можно сделать вывод о том, что это направление в строительстве имеет будущее, так как при правильном расположении здания на участке и его форме в плане, можно значительно повысить энергоэффективность, не затратив на это дополнительных финансовых средств. Применение в интерьере стиля «лофт», являясь ультрамодным и популярным в настоящее время, способно лишь усилить этот эффект. К тому же устройство больших остекленных поверхностей, характерное для этого стиля, будет иметь и позитивное воздействие на человека. Устройство мансарды при реконструкции увеличивает полезную площадь здания, а использование для освещения этого помещения мансардных окон, способно увеличить инсоляцию здания в несколько раз.

Библиографический список

1. Дыховичный Ю.А. Архитектурные конструкции. Книга I. Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий. Учеб. пособие. М., "Архитектура-С", 2006, 248 с.
2. Страшнов В.Г. Мансарды. М., "Кладезь", 2014, 63 с.
3. Сайт "АрхиНовости", <http://www.arhinovosti.ru/>
4. Сайт "Дом твоей мечты", <http://www.odoms.ru/>

References

1. Dykhovichny Y.A. Architectural constructions. Book I. Architectural constructions of low-rise residential buildings .Tutorial. M., "Architecture-C", 2006, 248 sec.
2. Strashnov V.G. Garrets. M., "Kladez", 2014, 63 sec.
3. The site of the "ArhiNovosti", [http://www.arhinovosti.ru /](http://www.arhinovosti.ru/)
4. The site of the "House of your dreams", <http://www.odoms.ru/>

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р тех. наук, проф., Ю.Ф. Устинов
Канд. тех. наук, доц., В.А. Муравьев
Военно-воздушная академия им. профессо-
ра Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Канд. тех. наук, доц., нач. каф. 23
А.А. Кравченко
Канд. тех. наук А.А. Колтаков
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
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
Military and air academy of professor N.E.
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Kand. Sci. Tech., chief of chair 23
A.A. Kravchenko
Kand. Sci. Tech. A. A. Koltakov
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18;
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

В.А. Муравьев, А.А. Кравченко, А.А. Колтаков

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛАСТОМЕРОВ

Представлено описание устройства для определения динамических характеристик испытываемых образцов эластичных материалов при различных значениях угла наклона этих материалов к поверхности столика вибратора.

Ключевые слова: устройство, эластомеры, динамический модуль упругости, вибрационный электродинамический стенд.

V.A. Muravyov, A.A. Kravchenko, A.A. Koltakov,

A DEVICE FOR DETERMINING DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ELASTOMERS

The description of the device to determine the dynamic characteristics of the tested samples of elastic materials at different values of the angle of inclination of these materials to the surface of vibrator table

Keywords: device, elastomers, dynamic modulus of elasticity, electrodynamic vibration stand.

Для решения задач виброакустической защиты транспортно-технологических строительных машин необходимо знать динамические характеристики эластичных материалов [1], [2], [3].

Известно устройство для определения динамического модуля упругости звукоизоляционных материалов и изделий при продольных колебаниях нагруженного образца по величине частоты колебаний, при которой амплитуда ускорения становится наибольшей (резонанс) [4]. Устройство содержит закрепленный на подвижной системе вибратора столик, установленный над столиком испытываемый образец эластомера и установленный над испытываемым образцом эластомера груз [4, черт. 1, с. 3].

Однако это устройство не позволяет определять динамические характеристики косоразмещенных эластичных материалов при различных значениях угла наклона этих материалов к поверхности столика вибратора. Косоразмещенные эластичные материалы применяют в резинотехнических виброизоляторах для соединения защищаемого объекта (двигателя, кабины, других агрегатов и механизмов) с рамой машины [5, с. 211, рис. 24], [6, с. 32, рис. 2.1, м].

Косоразмещенные призматические упругие элементы при выполнении технологических операций с изменением режима работы машины поворачивают по отношению к защищаемому объекту, плавно изменяя жесткость виброизоляторов и снижая вибрации защищаемых объектов [7], [8], [9].

Для проектирования таких виброизоляторов с регулируемой жесткостью необходимо иметь динамические характеристики эластичных материалов.

Эти характеристики можно получить при испытании образцов материала с использованием электродинамического вибратора способом, предложенным авторами [10], [11].

Чтобы обеспечить возможность определения динамических характеристик эластомеров по этому способу, разработана конструкция устройства [12].

На рис. 1 представлен внешний вид устройства при горизонтальном положении испытываемого образца эластомера.

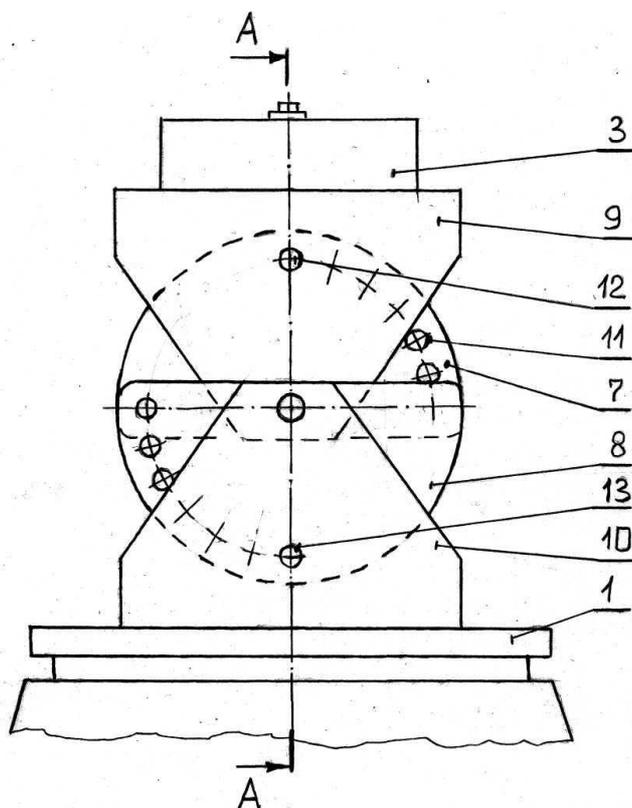


Рис. 1. Устройство для определения динамических характеристик эластомеров при горизонтальном положении испытываемого образца эластомера

На рис. 2 представлен разрез А-А этого устройства вертикальной плоскостью.

Устройство содержит закрепленный на подвижной системе вибратора столик 1, установленный над столиком 1 испытываемый образец эластомера 2 и установленный над испытываемым образцом эластомера 2 груз 3 (рис. 1 и 2).

Испытываемый образец эластомера 2 вулканизацией или склеиванием жестко соединен с верхней 4 и нижней 5 металлическими пластинами. Винтами 6 верхняя металлическая пластина 4 прикреплена к верхней скобе 7, а нижняя металлическая пластина 5 - к нижней скобе 8.

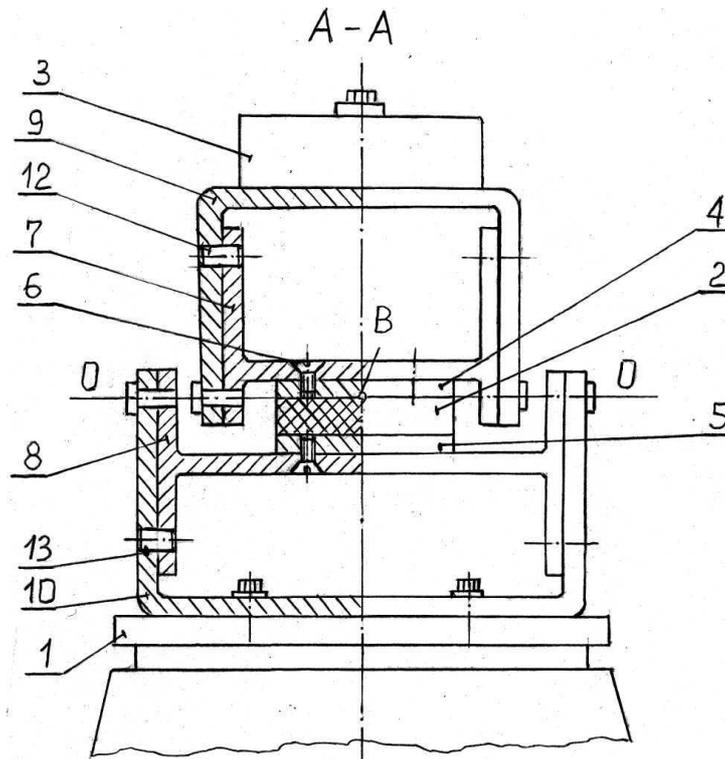


Рис. 2. Разрез устройства для определения динамических характеристик эластомера вертикальной плоскостью А-А

Верхняя скоба 7 шарнирно соединена с верхней вилкой 9, а нижняя скоба 8 шарнирно соединена с нижней вилкой 10. Ось $O - O$ этих шарниров (рис. 2) совмещена и проходит по касательной к верхней поверхности испытываемого образца эластомера 2 через центр В этой поверхности.

Нижняя вилка 10 жестко закреплена на столике 1 вибратора 1. К верхней вилке 9 жестко прикреплен груз 3.

На рис. 3 представлен внешний вид устройства при угла наклона φ испытываемого образца эластомера к поверхности столика вибратора.

В верхней 7 и нижней 8 скобах, а также в верхней 9 и нижней 10 вилках выполнены отверстия 11 (рис. 1 и 2) для фиксации с помощью штифтов 12 и 13 угла наклона φ испытываемого образца эластомера к поверхности столика вибратора в интервале от 0° до 90° .

Для обеспечения неизменности характера нагрузки устройство выполнено симметричным относительно вертикальной оси $Y - Y$ (рис. 2).

При различных значениях угла наклона испытываемых образцов материала к поверхности столика вибратора точка приложения вертикально действующей нагрузки к поверхности образца располагается всегда в центре образца.

Для определения динамических характеристик эластомеров от каждой партии эластомеров отбирают для испытаний не менее шести образцов.

Испытываемый образец материала 2 жестко соединяют вулканизацией или склеиванием с верхней 4 и нижней 5 металлическими пластинами,

Винтами 6 верхнюю металлическую пластину 4 прикрепляют к верхней скобе 7, а нижнюю металлическую пластину 5 - к нижней скобе 8.

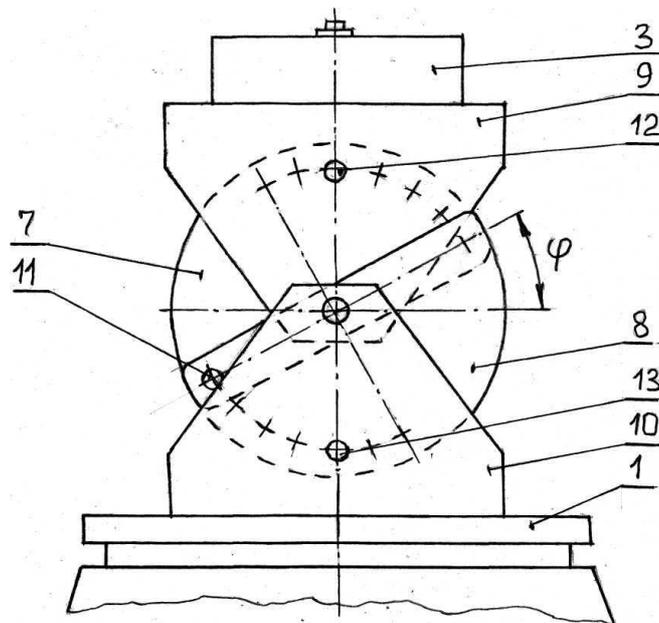


Рис. 3. Устройство для определения динамических характеристик эластомеров при угле наклона φ испытываемого образца эластомера к поверхности столика вибратора

Нижнюю вилку 10 жестко закрепляют на столике 1 вибратора. К верхней вилке 9 жестко прикрепляют груз 3.

Верхнюю скобу 7 шарнирно соединяют с верхней вилкой 9, а нижнюю скобу 8 шарнирно соединяют с нижней вилкой 10.

Устанавливают штифты 12 и 13 в отверстия верхней 7 и нижней 8 скобах, а также в верхней 9 и нижней 10 вилках так, чтобы угол наклона φ испытываемого образца эластомера к поверхности столика вибратора был равен 0^0 (рис.1).

Приводят столик 1 вибратора в вертикальное колебательное движение, установив на измерительном усилителе режим автоматического поддержания постоянной амплитуды ускорения груза 3. С помощью низкочастотного измерительного звукового генератора устанавливают колебания частотой 5 Гц.

Плавно изменяют частоту колебаний и определяют частоту резонанса f , при которой амплитуда ускорения груза 3 становится максимальной. Амплитуду ускорения регистрируют с помощью акселерометров и виброизмерителя [10].

По частоте резонанса f вычисляют динамический модуль упругости E_d (Н/м²) эластомера по формуле [10, с. 4]:

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

где f - частота резонанса, Гц;

M - масса груза, кг;

h - высота образца под нагрузкой, м ;

F - общая площадь одновременно испытываемых образцов, м².

Испытания в той же последовательности проводят для других отобранных образцов рассматриваемой партии эластичных материалов.

Для каждой партии эластомера и конкретной массы M груза вычисляют среднее арифметическое значение величин динамического модуля упругости.

Последовательно изменяют и фиксируют угол наклона φ испытываемых образцов эластомера к поверхности столика 1 и изменяют массу M груза 3. Для этого отвинчивают

винт крепления груза 3 к верхней вилке 9 и снимают груз 3. Извлекают штифты 13 из отверстий и поворачивают вокруг оси $O - O$ на нужный угол φ по отношению к столику 1 и нижней вилки 10 блок жестко соединенных деталей, состоящий из нижней скобы 8, винтов 6, верхней 4 и нижней 5 металлических пластин, испытываемого образца эластомера 2, верхней скобы 7, верхней вилки 9 и штифтов 12. Устанавливают штифты 13 в совмещенные отверстия нижней вилки 10 и нижней скобы 8 (рис. 3). Извлекают штифты 12 из отверстий и поворачивают вокруг оси $O - O$ в противоположную сторону на угол φ верхнюю вилку 9 по отношению к верхней скобе 7. Устанавливают штифты 12 в совмещенные отверстия верхней вилки 9 и верхней скобы 7. Закрепляют винтом груз 3 на верхней вилке 9.

При каждом установленном значении угла φ наклона испытываемых образцов эластомера 2 и массе M груза 3 определяют в перечисленной последовательности значение динамического модуля упругости, а для каждой партии материала – среднее арифметическое значение величин модуля упругости.

В результате проведения испытаний на вибрационном электродинамическом стенде ВЭДС-10А были получены экспериментальные данные для резины марки 5969 [10], [13].

На рис.4 показана полученная зависимость динамического модуля упругости E_d от угла наклона φ испытываемых образцов резины к поверхности столика вибратора и массы M груза.

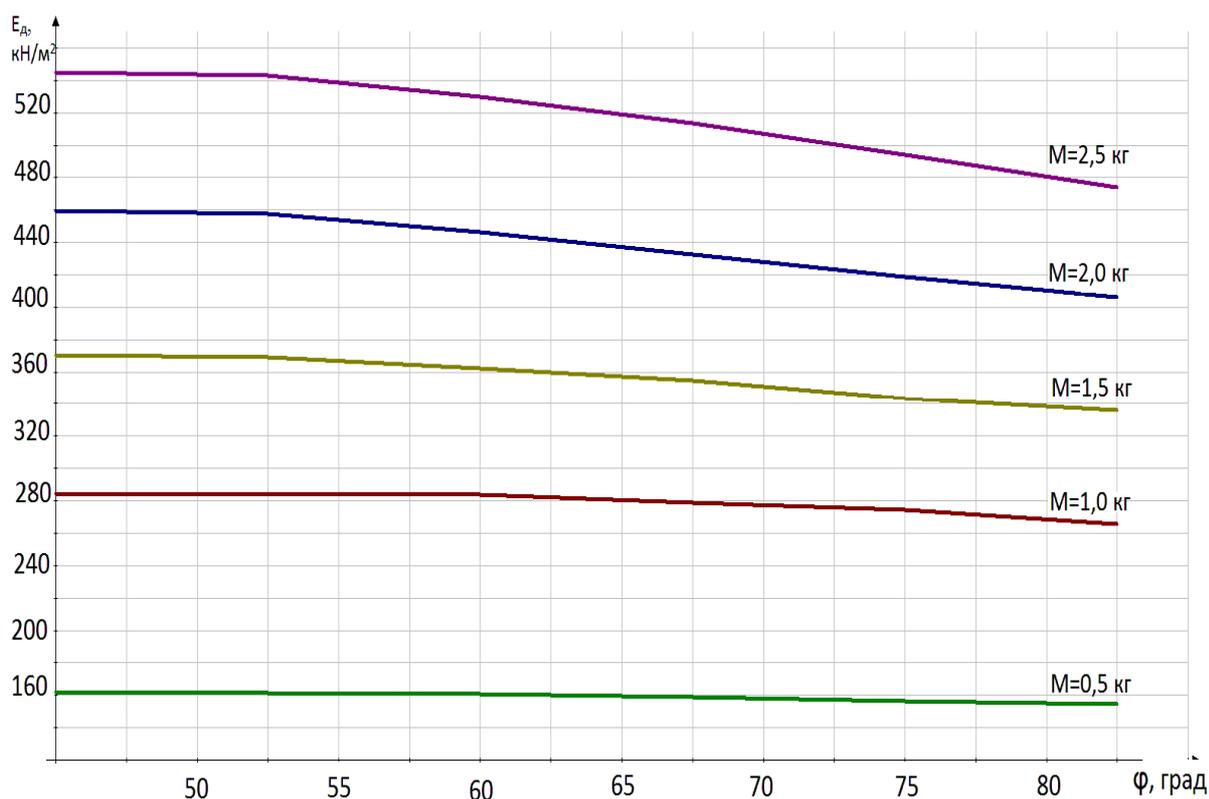


Рис. 4. Зависимость динамического модуля упругости E_d от угла наклона φ испытываемых образцов резины к поверхности столика вибратора и массы M груза

Выводы

1. Представленное устройства позволяет определять динамических характеристик испытываемых образцов эластичных материалов при различных значениях угла наклона этих материалов к поверхности столика вибратора.

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. Устинов Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно-технологических строительных машин: учеб. пособие / Ю.Ф. Устинов. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015.-239 с.

2. Устинов Ю. Виброакустические характеристики автогрейдеров / Ю. Устинов [и др.] // Строительные и дорожные машины.-2015.- №1.- С. 7.

3. Устинов Ю. Результаты виброакустических исследований автогрейдера класса 250 / Ю. Устинов [и др.] // Механизация строительства.- 2014.- №2 (836).- С. 32.

4. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. – Введ. 1980-01-01.- М.: Изд-во стандартов,1980.- 11 с.

5. Вибрации в технике: справочник / ред. Э.Э. Лавендел.- М.: Машиностроение, Т. 4.- 1981.- 317 с.

6. Ляпунов В.Т. Резиновые виброизоляторы: справочник / В.Т. Ляпунов, Э.Э. Лавендел, С.А. Шляпочников, – Л.: Судостроение, 1988, - 216 с.

7. Пат. 2453746 Российская Федерация, МПК 7 F16F 15/08, F16F 3/08, F16F 1/52. Способ виброзащиты машин / Устинов Ю.Ф., Иванов В.П., Скрынников А.В., Муравьев В.А., Нгуен Лам Хань, Колтаков А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т .- №2010107651/11, заявл. 02.03.10, опубл. 20.06.12, Бюл. №17. - 9 с.: ил.

8. Устинов Ю.Ф. Способ виброзащиты машин / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, А.В. Скрынников, В.П. Иванов, А.А. Колтаков // Научный вестник Воронеж. гос. арх.- строит. ун-та. Материалы 14-ой межрегион. научн.-практ. конференции. Высокие технологии в экологии.- Воронеж.-2011.- С.220-225.

9. Устинов Ю.Ф. Способ виброзащиты машин / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, В.П. Иванов, А.А. Колтаков // Научный вестник Воронеж. гос. арх.- строит. ун-та. Материалы 15-ой межрегион. научн.-практ. конференции. Высокие технологии в экологии.- Воронеж.- 2012.- С.313-315.

10. Пат. 2557321 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Способ определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т .- №2013135596/28, заявл. 29.07.13, опубл. 20.07.15, Бюл. №20. - 7 с.: ил.

11. Устинов Ю.Ф. Определение динамического модуля упругости виброизоляторов с использованием вибродинамического стенда / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев // Научный вестник Воронеж. гос. арх.- строит. ун-та. Серия « Высокие технологии в экологии».- Воронеж.-2012.- С.35-38.

12. Пат. 158443 Российская Федерация, МПК 7 G01N 3/32. Устройство для определения динамических характеристик эластомеров / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И., Колтаков А.А., Кравченко А.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т .- №2015136060/28, заявл. 25.08.15, опубл. 10.01.16, Бюл. №1. - 2 с.: ил.

13. Устинов Ю. Результаты экспериментальных исследований динамического модуля упругости косо поставленных виброизоляторов агрегатов и механизмов строительных и дорожных машин / Ю. Устинов, Д.Гольцов, Д. Чернышев // Вестник развития науки и образования.- 2014.- №3.- С. 76.

References

1. Y. F. Ustinov Mechanical vibrations and vibroacoustic protection of transport and technological machines and construction: proc. a manual / Y. F. Ustinov. – Voronezh: Voronezh-ski GUS, 2015.-239 C.
2. Ustinov Yu Vibro-acoustic characteristics of the graders / Yuri Ustinov [et al.] // Construction and road machines.-2015.- No. 1.- P.7.
3. Ustinov Yu. The Results of vibroacoustic investigations of the autograder class 250 / Yuri Ustinov [et al.] // Mechanization of construction.- 2014.- №2 (836).- S. 32.
4. GOST 16297-80. Materials sound-proof and sound-absorbing. Methods of IP in General. – Introduction. 1980-01-01.- M.: Publishing house of standards,1980.- 11 S.
5. Vibration in engineering: reference book / edited by E. E. Lavendel.- M.: Mashinostroenie, Vol. 4.-1981.- 317 c.
6. Lyapunov V. T. Rubber vibration isolators: a Handbook / T. V. Lyapunov, E. E. Lanvendel, S. A. Shlyapochnikov, – L.: Shipbuilding, 1988, - 216 C.
7. Pat. 2453746 Russian Federation, IPC 7 F16F 15/08, F16F 3/08, 1/52 F16F. The act-mode of vibration protection of machines / F. Ustinov, Yu., Ivanov P. V., Skrynnikov V. A., Muravyev V. A., Nguyen Lam Han, Kolmakov A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2010107651/11, Appl. 02.03.10, publ. 20.06.12, bull. No. 17. - 9 p.: ill.
8. Ustinov Yu. f. Method of vibration protection of machines / U. F. Ustinov, V. A. Muravyev, A. V. Skrynnikov, V. P. Ivanov, A. A. Koltakov // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect. - builds. Univ. Materials 14th Mezhhregion. sci.-practical. conference. High technologies in ecology. - Voronezh.-2011.- S. 220-225.
9. Ustinov Yu. f. Method of vibration protection of machines / U. F. Ustinov, V. A. Muravyev, V. P. Ivanov, A. A. Koltakov // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. Materials 15th Mezhhregion. sci.-practical. conference. High technologies in ecology.- Voronezh.-2012.- Pp. 313-315.
10. Pat. 2557321 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. The method of determination of Deaneconomic characteristics of elastomers / F. Ustinov, Yu., Muravyev V. A., Goltsov, D. N., Black-Shev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2013135596/28, Appl. 29.07.13, publ. 20.07.15, bull. No. 20. - 7 S.: ill.
11. Ustinov J. F. Determination of the dynamic modulus of elasticity of the vibration isolators using dynamic vibration bench / Yuri Ustinov, A. V. Muravyev, D. N. Goltsov, D. I. Chernyshev // Scientific Herald of the Voronezh. the state architect.- builds. Univ. A series of "High technologies in ecology". - Voronezh.-2012.- P. 35-38.
12. Pat. 158443 Russian Federation, IPC 7 G01N 3/32. A device for determining dynamic characteristics of elastomers / F. Ustinov, Yu., Muravyev V. A., Goltsov, D. N., Chernyshev D. I., Kolmakov A. A., Kravchenko A. A., applicant and patentee Voronezh. the state architect.- builds. Univ. - No. 2015136060/28, Appl. 25.08.15, publ. 10.01.16, bull. No. 1. - 2 S.: ill.
13. Ustinov Yu. the Results of experimental studies of the dynamic module UE-rugosity composting vibration isolators units and mechanisms of building and road machines tion / Yuri Ustinov, D. Goltsov, D. Chernyshev // journal of science and education.- 2014.- No. 3.- P. 76.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. тех. наук, доц., В.А. Муравьев
Военно-воздушная академия им. профессо-
ра Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Канд. тех. наук, доц., нач. каф. 23
А.А. Кравченко.
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Kand. Sci. Tech. V.A. Muravyov
Military and air academy of professor N.E.
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Kand. Sci. Tech., chief of chair 23
A.A. Kravchenko
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18;
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

В.А. Муравьев, А.А. Кравченко

ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩАЯ ПАНЕЛЬ

Представлено описание конструкции новой звукопоглощающей панели, предложенной авторами. Приведены результаты экспериментальной проверки эффективности звукопоглощения этой панели.

Ключевые слова: объемная звукопоглощающая панель, полость, логарифмическая спираль, коэффициент звукопоглощения, интерферометр.

V.A. Muravyov, A.A. Kravchenko

SOUND ABSORBING PANEL

The description of the construction of the new sound-absorbing Pan-whether proposed by the authors. The results of experimental verification of the efficiency of absorption of the panel.

Keywords: volume sound absorbing panel, cavity, logarithmic spiral, sound absorption coefficient, interferometer.

В строительстве применяются строительные конструкции, стены и перегородки, поглощающие вредное звуковое излучение для защиты человека от шума внутри помещений, например, при работе машин [1], [2].

Защита от шума важна и для операторов строительных, дорожных, транспортных и транспортно-технологических машин [3], [4], [5], [6].

Известны плоские звукопоглощающие панели [1, с. 234] пористого строения, имеющие большое число открытых, сообщающихся между собой пор. Звуковая волна, заходя в поры материала, вызывает колебание находящихся там молекул воздуха. За счет трения, возникающего между этими молекулами, а также между молекулами воздуха и материалом вокруг поры, звуковая волна угасает, переходя в тепло.

Применяются также объемные звукопоглощающие панели [1, с. 234] пористого строения, имеющие на лицевой стороне объемные элементы в виде сферы, куба, конуса, клина и размещенные по квадратной решетке или в шахматном порядке [1, с. 239-240], [2, с. 384-385]. В этих панелях дополнительное звукопоглощение происходит за счет отражения звуковой волны поверхностями объемных элементов.

Недостатком известных конструкций панелей является недостаточная эффективность звукопоглощения при широком интервале частот акустического поля.

Авторами предложена новая конструкция объемной звукопоглощающей панели, которая имеет на лицевой стороне размещенные по квадратной решетке или в шахматном порядке объемные элементы, вид которых показан на рис. 1.

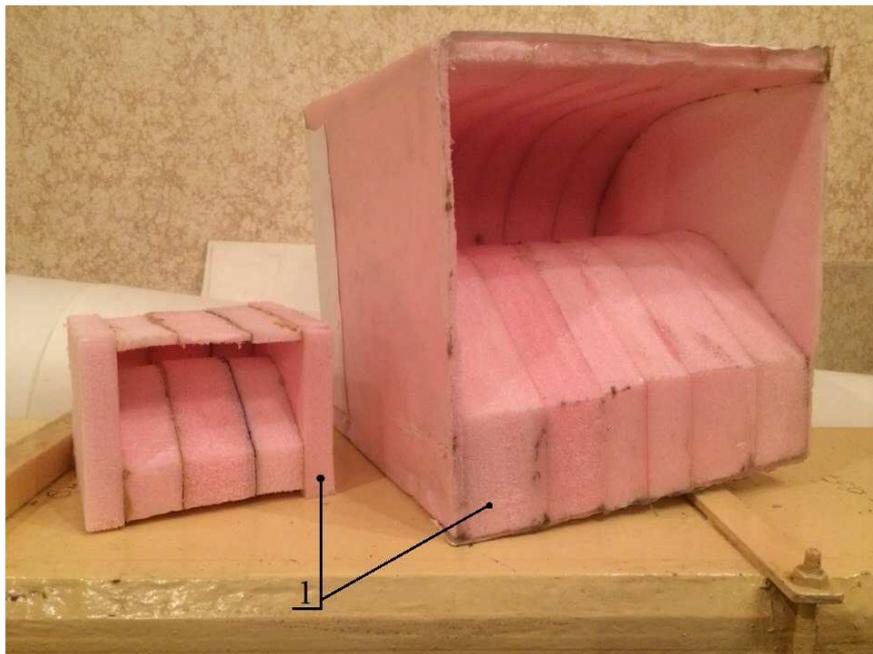


Рис.1. Объемные элементы, выполненные в виде полости, имеющей на лицевой стороне панели отверстие прямоугольной формы

Объемные элементы выполнены в виде полости в теле панели, имеющей на лицевой стороне 1 панели (см. рис. 1) входное отверстие для звуковой волны. На рис. 1 входное отверстие имеет прямоугольную форму.

В сечении объемного элемента плоскостью перпендикулярной лицевой поверхности 1 панели (рис. 2) стенки полости изготовлены в виде двух равноотстоящих логарифмических спиралей 2 и 3.

Выполнение объемных элементов в виде полости, имеющей на лицевой стороне панели входное отверстие для звуковой волны и выполнение стенок полости в сечении объемного элемента плоскостью перпендикулярной лицевой поверхности панели в виде двух равноотстоящих логарифмических спиралей повышает эффективность звукопоглощения при широком интервале частот акустического поля.

Аналогичную форму полости имеет улитка внутреннего уха человека. Венгерский ученый Д. Бекеш (1899-1972), получивший в 1961 г. Нобелевскую премию за исследования природы слуха, в 1928 г. построил механическую модель улитки, находящейся во внутреннем ухе человека. Подавая на вход улитки механические звуковые колебания, он установил, что вибрации разной частоты вынуждают колебаться разные участки мембраны. Высокие тона деформируют ее часть, примыкающую к среднему уху, а низкие тона вызывают деформации в дальнем конце [7]. На схеме улитки внутреннего уха человека (рис. 3) указаны области базальной (основной) мембраны, возбуждаемые колебаниями различных частот. За счет отражения звуковой волны разной частоты различными участками стенок полости звукопоглощающей панели, выполненными в виде двух равноотстоящих логарифмических спиралей, эффективность звукопоглощения повышается.

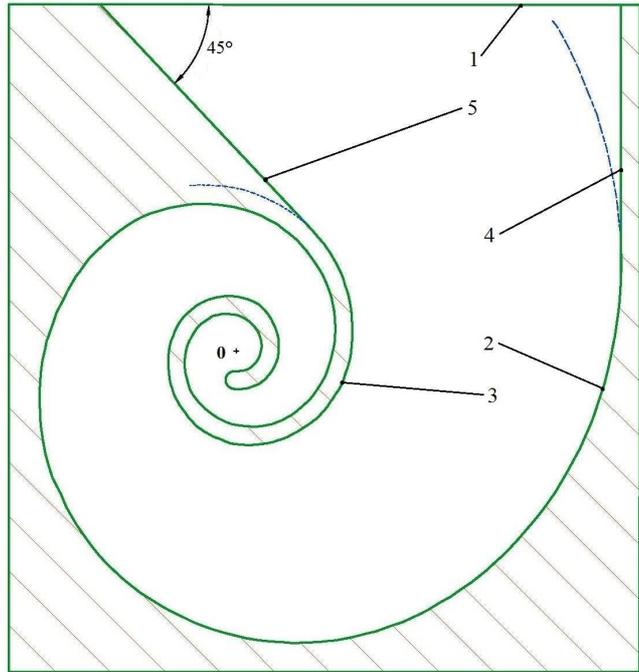


Рис. 2. Сечение объемного элемента плоскостью перпендикулярной лицевой поверхности панели

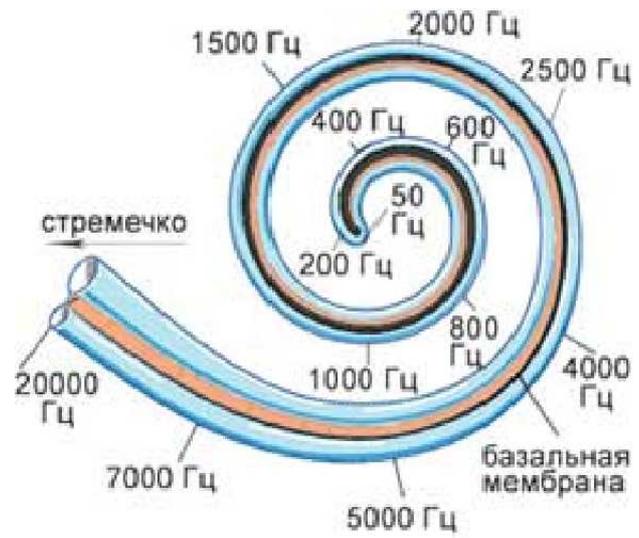


Рис. 3. Схема улитки во внутреннем ухе человека

У входного отверстия первая спираль 2 касается стенки 4 полости, перпендикулярной лицевой стороне 1 панели, а вторая спираль 3 касается стенки 5 полости, наклоненной под углом 45 градусов к лицевой стороне 1 панели (см. рис. 2).

Такое расположение спиралей 2 и 3 увеличивает размеры входного отверстия для звуковой волны и обеспечивает прохождение звуковой волны в полость звукопоглощающей панели.

Длина L полости, сделанной по контуру логарифмической спирали, принята равной четверти длины λ волны звука на низшей частоте f звуковых колебаний в воздушной среде при стандартных атмосферных условиях (при температуре $t = 20^0$ С и атмосферном давлении $P = 101325$ Па):

$$L = 0,25 \lambda = 0,25C/f, \tag{1}$$

где C – скорость звука в воздушной среде при стандартных атмосферных условиях ($C = 330$ м/с).

Построение логарифмической спирали выполняется в векторной системе координат с помощью формулы [8]:

$$\rho = a^\varphi, \quad (2)$$

где ρ - радиус-вектор точки логарифмической спирали; a – коэффициент, отвечающий за расстояние между витками спирали; φ – полярный угол.

Длина L логарифмической спирали между ее двумя точками $M_1(\rho_1, \varphi_1)$ и $M_2(\rho_2, \varphi_2)$ определяется формулой [8]:

$$L = (\sqrt{1 + \ln^2 a}) \cdot (a^{\varphi_2} - a^{\varphi_1}) / \ln a, \quad (3)$$

где φ_1 и φ_2 - соответственно начальное и конечное значения полярного угла точек спирали.

Из этой формулы при заданной длине L логарифмической спирали нельзя в явном виде выразить « a ». Поэтому по длине полости L , вычисленной по формуле (1), и принятым начальным и конечным значениям полярных углов φ_1 и φ_2 по формуле (3) определяется значение коэффициента « a ». Затем с использованием формулы (2) выполняется построение логарифмической спирали.

Например, по формуле (1) при принятом значении низшей частоты звуковых колебаний $f=100$ Гц :

$$L = 0,25c/f = 0,25 \cdot 330 / 100 = 0,825 \text{ м.}$$

Начальные и конечные значения полярных углов φ_1 и φ_2 логарифмической спирали ограничиваются толщиной панели и значением коэффициента « a » спирали.

$$\text{Принятые значения } \varphi_1 \text{ и } \varphi_2: \varphi_1 = -0,5\pi, \varphi_2 = 4\pi.$$

По формуле (3) на компьютере получено значение коэффициента « a » спирали: $a = 1,2679$.

Для определения нормальных коэффициентов звукопоглощения звукопоглощающей панели проведены испытания методами, соответствующими ГОСТ 16297-80 [9].

Для испытаний использовались два интерферометра, показанные на рис. 4.

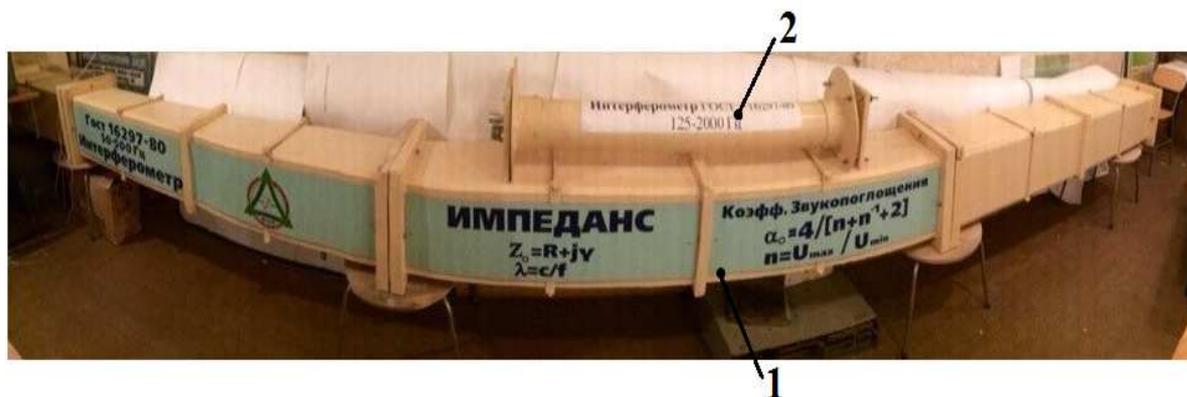


Рис. 4. Интерферометры, использованные для проведения испытаний звукопоглощающей панели.

В соответствии с ГОСТ 16297-80 при частотном диапазоне измерений 50...500 Гц сторона квадрата в поперечном сечении трубы интерферометра 1 (см. рис. 4) принята равной 0,25 м, а длина трубы – 1 м.

При частотном диапазоне измерений 125...2000 Гц сторона квадрата в поперечном сечении интерферометра 2 (см. рис. 4) принята равной 0,1 м, а длина трубы - 1 м.

Для испытаний были подготовлены образцы кубической формы с одной полостью на лицевой стороне (рис.1) и длиной грани 0,25 м и 0,1 м. Материал образцов - пеноплекс.

Звукопоглощающая панель пористого строения устанавливается в помещении так, чтобы она своей лицевой стороной 1 (рис.1), имеющей входные отверстия для звуковой волны, была обращена внутрь помещения, где необходимо выполнить защиту людей от шума.

Материал панели имеет большое число открытых, сообщающихся между собой пор. Звуковая волна, заходя в поры материала, вызывает колебание находящихся там молекул воздуха. За счет трения, возникающего между этими молекулами, а также между молекулами воздуха и материалом вокруг поры, звуковая волна угасает, переходя в тепло.

Через отверстия на лицевой стороне панели звуковая волна заходит в полости, выполненные по контуру логарифмической спирали и в основном эффективное звукопоглощение происходит за счет отражения звуковой волны различными участками полостей в широком интервале частот акустического поля.

Высокая эффективность звукопоглощения панели подтверждена экспериментально. Значения коэффициентов звукопоглощения α , полученные по результатам испытаний образцов панели на интерферометрах при различных значениях частоты звуковой волны, приведены в таблице.

Таблица

Значения коэффициентов звукопоглощения α , полученные по результатам испытаний образцов звукопоглощающих панелей

Частота звуковой волны f , Гц	Образец с длиной грани 0,25м	Образец с длиной грани 0,1м
50	0,811	
63	0,863	
80	0,879	
100	0,883	
125	0,886	0,884
160	0,890	0,891
200	0,920	0,915
250	0,934	0,935
315	0,942	0,943
400	0,953	0,955
500		0,962
630		0,965
800		0,971
1000		0,978
1250		0,981
1600		0,983
2000		0,987

Выводы

1. Высокая эффективность звукопоглощения рассматриваемой панели экспериментально подтверждена.

2. Нормальные коэффициенты звукопоглощения α , полученные по результатам испытаний образцов панели на интерферометрах:

- при значениях частоты звуковой волны $f=50\dots 500$ Гц $\alpha = 0,811-0,953$;

- при значениях частоты звуковой волны $f=125\dots 2000$ Гц $\alpha = 0,884-0,987$.

3. При увеличении частоты звуковой волны значение коэффициента звукопоглощения панели возрастает.

Библиографический список

1. Борьба с шумом на производстве: справочник / ред. Е.Я. Юдин.- М.: Машиностроение, 1985.- 399 с.
2. Снижение шума в зданиях и жилых районах / ред. Е.Я. Юдин.- М.: Стройиздат, 1987.-217 с.
3. Устинов Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно-технологических строительных машин: учеб. пособие / Ю.Ф. Устинов. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015.-239 с.
4. Устинов Ю. Виброакустические характеристики автогрейдеров / Ю. Устинов [и др.] // Строительные и дорожные машины.-2015.- №1.- С. 7.
5. Устинов Ю. Результаты виброакустических исследований автогрейдера класса 250 / Ю. Устинов [и др.] // Механизация строительства.- 2014.- №2 (836).- С. 32.
6. Устинов Ю. Рекомендации по борьбе с автотранспортным шумом / Воронежский научно-технический вестник.- 2012.- №3.- С. 21.
7. Меркулов Д. Заглянем в улитку. Слух с точки зрения инженера / Д. Меркулов // Журнал «Наука и жизнь».- 2006, № 10. – С.14.
8. Савелов А.А. Плоские кривые / А.А. Савелов.- М.: Наука, 1960.- 260 с.
9. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. – Введ. 1980-01-01.- М.: Изд-во стандартов,1980.- 11 с.

References

1. Noise abatement in production: a Handbook / edited by E. Y. Yudin. - M.: Mashinostroitiion, 1985.- 399 с.
2. Noise abatement in buildings and residential areas / edited by E. Y. Yudin. - M.: Stroiizdat, 1987.-217 С.
3. Y. F. Ustinov Mechanical vibrations and vibroacoustic protection of transport and technological machines and construction: proc. a manual / Y. F. Ustinov. – Voronezh: Voronezh-ski GUS, 2015.-239 С.
4. Ustinov Yu Vibro-acoustic characteristics of the graders / Yuri Ustinov [et al.] // Construction and road machines.-2015.- No. 1.- P.7.
5. Ustinov Yu. The Results of vibroacoustic investigations of the autograder class 250 / Yuri Ustinov [et al.] // Mechanization of construction.- 2014.- №2 (836).- S. 32.
6. Ustinov Yu. Recommendations to combat road noise / Voronezh scientific and technical Bulletin.- 2012.- No. 3.- S. 21
7. Merkulov D. Look at the snail. Hearing from the point of view of the engineer / Merkulov D. // Journal "Science and life". - 2006, No. 10. – S. 14.
8. Savelov A. A. plane curves / A. A. Savelov. - M.: Nauka, 1960. - 260 S.
9. GOST 16297-80. Materials sound-proof and sound-absorbing. Methods of IP in General. – Introductio. 1980-01-01.- M.: Publishing house of standards,1980.- 11 S.

УДК 621.791.007

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры строи-
тельной техники и механики*

И.А. Фролов

Студент С.А. Зотова

Студент Е.А.Пряженцева

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

*Ph.D.(Engineerin), docent of construction
engineering and engineering mechanics faculty*

I.A. Frolov

Student S.A. Zotova

Student E.A. Pryazhentseva

Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-59-18

И.А. Фролов, С.А. Зотова, Е.А. Пряженцева

СОЕДИНЕНИЕ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ И КОРПУСНЫХ ТРУБ МЕТОДОМ ПАЙКИ

Представлены результаты технологического процесса высокотемпературной пайки стыков трубопроводов композитным (порошковым) припоем. Доказаны высокая надежность и качество полученных соединений.

Ключевые слова: пайка, стыки трубы, композитный припой, высокое качество соединений.

I.A. Frolov, S.A. Zotova, E.A. Pryazhentseva

CONNECTION OF TELESCOPIC AND HULL THIN-WALLED PIPES METHOD OF SOLDERING

Results of technological process of the temperature soldering of joints of pipelines are presented by composit (powder) solder. High reliability and quality of the received connections are proved.

Keywords: the soldering, joints of pipes, composit solder, high quality of connections.

В современной авиационной, атомной, химической, автомобильной, тракторной и многих других отраслях техники широко применяются тонкостенные трубопроводы для топливных, масляных, кислотных и других систем.

Эти трубопроводы относятся к конструкциям ответственного назначения: от их качества зависит надежная безаварийная работа двигателей машин, различных агрегатов и установок. Как правило, трубопроводы работают в сложных условиях: под высоким давлением, при низких и высоких температурах, в условиях повышенной вибрации и частых сменах нагрева и охлаждения.

В машиностроении известны случаи разрушения трубопроводов из-за неудовлетворительного качества сварных (паяных) соединений, обусловленных технологией стыковки (рис.1) [1].

Кроме того, для обеспечения более равномерного нагрева соединяемых деталей защитный газ (аргон) подавался в зону пайки через распылитель: это позволило исключить образование крупнозернистой структуры металла в зоне пайки [5]. Подачу аргона прекращали после охлаждения стыков до температуры 200-250 °С.

Для пайки был применен порошкообразный припой с гранулами 10-200 мкм, и температурой плавления 700 °С следующего состава (%): 38-55 Mn; 4-8 Cr; 2-4 Fe; 0,05-0,2 В; 2-4 Si; 2-6 W; остальное Ni [6], из которого прессовались кольца, надеваемые на концы труб при сборке. Объем припоя рассчитывался с учетом образования паяного шва с галтелями соединения и частичного испарения некоторых компонентов (Mn, В) в процессе пайки.

Для телескопических соединений на конце одной из соединяемых труб формировали раструб, конец другой - подвергали калибровке и торцовке [7].

Перед пайкой концы труб обрабатывали органическими растворителями. Пайку труб выполняли на установке УТП - 4, оснащенной навесными нагревательными устройствами типа НТП12-50, обеспечивающими нагрев труб до температуры 1150-1250 °С за 10-15 с.

Рассмотренный способ пайки исключил трудоемкую накатку концов труб для фиксирования зазора между деталями [8].

Качество паяных соединений подвергалось строгому контролю: визуальному осмотру, калиброванным шариком проверялась стабильность размеров внутреннего диаметра трубопровода на отсутствие скоплений припоя. Ультразвуковой и рентгеновский методы контроля выявили наличие непропаев и пористость в паяных швах. Все паяные соединения подвергались проверке на герметичность избыточным давлением 39,3 МПа, от партии деталей одна подвергалась нагрузке до разрушения, которое происходило по основному металлу без разрушения паяного шва [9].

Паянный шов для более объективной оценки качества подвергался металлографическому анализу: оценивалась структура паяного шва, выявлялись нерастворимые тугоплавкие частицы (W), окруженные относительно легкоплавкой эвтектической (Ni-Mn) составляющей (рис. 3).

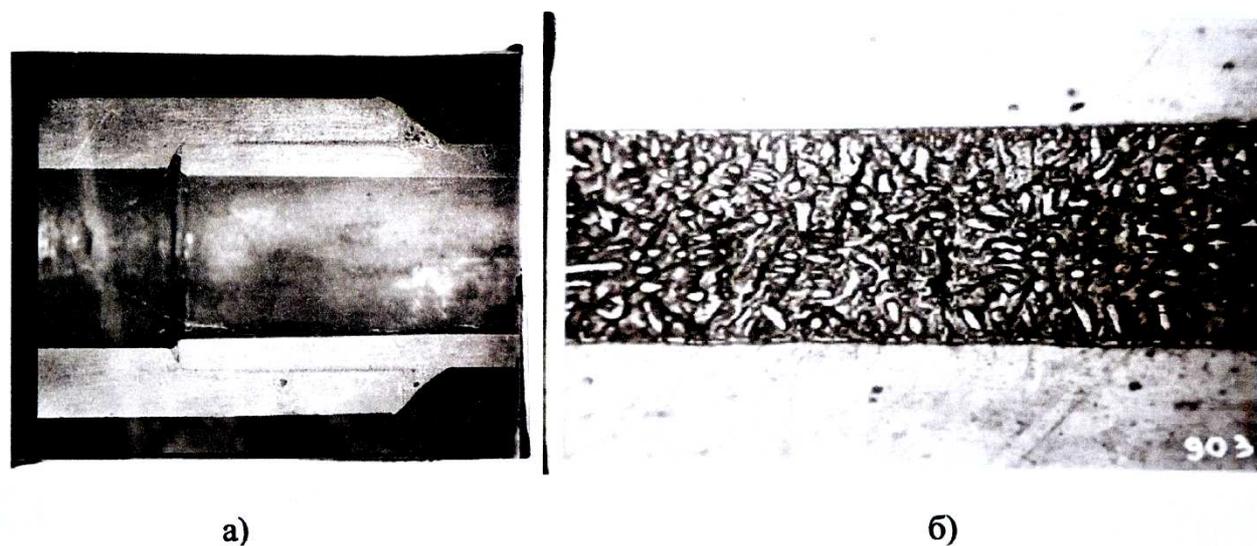


Рис. 3. Разрез соединения трубопроводов (а) и структура паяного шва (б): тугоплавкие частицы припоя окружены легкоплавкой составляющей. $\times 200$

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяет рекомендовать технологию бесфлюсовой пайки труб композитным припоем в защитной среде аргона для широкого промышленного применения в различных отраслях промышленности.

Библиографический список

1. А.И. Губин, А.М. Китаев. Сварка и пайка тонкостенных трубопроводов. «Машиностроение» М.: 1964, 112 с.
2. С.Н. Лоцманов, И.Е. Петрунин. Пайка металлов. «Машиностроение» М.: 1966, 251 с.
3. И.А. Фролов, В.А. Жулай, Р.Ю. Устинов, В.А. Муравьев. Метрология, стандартизация, сертификация. «Учебно методическое пособие», Воронежский ГАСУ, 2015, 125 с.
4. А.с. 575193 СССР, МКИ2 В23К 31/06.
5. А.с. 680828 СССР, МКИ2 В23К 3/00.
6. И.А. Фролов, К.И. Фролов. Пайка ниппельных соединений стальных трубопроводов малых диаметров. «Сварочное производство», №7, 1986, с. 15-16.
7. И.А. Фролов, К.И. Фролов. Высокотемпературная пайка телескопических соединений стальных трубопроводов. «Автоматическая сварка» №2, 1987, с. 75-76.
8. И.А. Фролов, В.А. Муравьев. Высокотемпературная пайка стальных трубопроводов с применением накатки. «Научный вестник ВГАСУ», выпуск № 3, 2004, с. 85-86.
9. И.А. Фролов, К.И. Фролов. Неразъемные соединения стальных трубопроводов, выполненные методом пайки. В Сб. «Прогрессивная технология сварочного производства». Межвузовский сборник научных трудов. Воронежский политехнический институт. Воронеж. 1989, с. 102-106.

References

1. A.I. Gubin and A.M. Kitaev. Welding and the soldering of thin-walled pipelines. "Mechanical engineering" M: 1964, 112 p.
2. С.Н. Locmanov and I.E. Petrulin. The soldering of metals. "Mechanical engineering" M: 1966, 215 p.
3. I.A. Frolov, V.A. Jylai, Yu.F. Ustinov, V.A. Muravev. Metrology, standardization and certification. "Training Toolkit", Voronezh GASU, 2015, 125 p.
4. A.c. 575193 USSR, MIO2 B23K 31/06.
5. A.c. 680628 USSR, MIO2 B23K 3/00.
6. I.A. Frolov and K.I. Frolov. The soldering nipple connections of steel pipelines of small diameters. «Welding production», №7, 1986, p. 15-16.
7. I.A. Frolov and K.I. Frolov. A high-temperature soldering of telescopic connections of steel pipelines. «Automatic welding» №2, 1987, p. 75-76.
8. I.A. Frolov and V.A. Muravev. A high-temperature soldering of steel pipelines with application khurling. «Scientific bulletin VGASU», release №3, 2004, p. 85-86.
9. I.A. Frolov, K.I. Frolov. The one-piece connections of steel pipelines executed by a method rations. In col. «Progressive Technology of welding manufactures». The interuniversity collection of proceedings. The Voronezh polytechnical institute. Voronezh. 1989, p. 102-106.