

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



МАТЕРИАЛЫ
13-ОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЭКОЛОГИИ»

20-21 МАЯ 2010 ГОДА

**НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**МАТЕРИАЛЫ
13-ОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ»**

20-21 МАЯ 2010 ГОДА

- 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 ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА
- МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Воронеж

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель - *Суровцев И.С.*, д-р техн. наук, проф.

Борисов Ю.М., д-р техн. наук, проф. (зам. председателя); *Болдырев А.М.*, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя); *Мелькумов В.Н.*, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора); *Семенов В.Н.*, канд. техн. наук, проф.; *Чернышов Е.М.*, академик РААСН, д-р техн. наук, проф.; *Колодяжный С.А.*, канд. техн. наук, доц. (отв. секретарь).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Чернышов Е.М., академик РААСН, д-р техн. наук, проф. (главный редактор); *Мелькумов В.Н.*, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора); *Колодяжный С.А.*, канд. техн. наук, доц. (отв. секретарь); *Бабкин В.Ф.*, д-р техн. наук, проф.; *Енин А.Е.*, канд. архит., проф.; *Жулай В.А.*, д-р техн. наук, проф.; *Калугин П.И.*, канд. техн. наук, проф.; *Леденев В.В.*, д-р техн. наук, проф.; *Маилян Л.Р.*, д-р техн. наук, проф.; *Микрин В.И.*, канд. техн. наук, проф.; *Мищенко В.Я.*, д-р техн. наук, проф.; *Подольский Вл.П.*, д-р техн. наук, проф.; *Полосин И.И.*, д-р техн. наук, проф.; *Потапов Ю.Б.*, д-р техн. наук, проф.; *Сафронов В.С.*, д-р техн. наук, проф.; *Устинов Ю.Ф.*, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора); *Фролов И.А.*, канд. техн. наук, доц. (зам. отв. секретаря); *Шмитько Е.И.*, д-р техн. наук, проф.; *Ульянов А.В.*, ст. преп. (редактор).

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.
Тел.: +7(4732)71-59-18, E-mail: ust@vgasu.vrn.ru

© Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

<i>В.Л. Бочаров.</i> Глобальный кризис и его эколого-ресурсные последствия в сфере энергетики.....	6
<i>Е.А. Жидко, В.Я. Манохин.</i> Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия.....	13
<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко.</i> Управление экологическими рисками промышленного предприятия.....	18
<i>И.А. Иванова, В.Я. Манохин.</i> Безопасность технологических процессов литейного производства.....	23
<i>П.И. Калугин, О.И. Янина, Р.П. Калугин, А.Г. Янин, О.В. Никишова.</i> Анализ норм накопления твёрдых бытовых отходов г. Воронежа.....	29
<i>Е.Н. Комина, В.М. Макаров.</i> Исследование проблемы загрязнения отходом зеленого масла окружающей среды.....	32
<i>Ф.М. Савченко, Д.В. Бурцев.</i> Проблемы экологии при проектировании гостиниц.....	38
<i>О.В. Тертычный.</i> Повышение безопасности зданий средствами противодымной вытяжной вентиляции.....	42

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

<i>Ф.Б. Бойматов, П.И. Калугин.</i> Работоспособность соединения деревянных элементов на нагельных пластинах при циклических воздействиях.....	46
<i>А.В. Васильев.</i> Исследование надежности ребристых железобетонных перекрытий.....	51
<i>Ю.А. Воробьева.</i> Анализ снижения тепловой эффективности ограждающих конструкций жилых зданий с различным износом.....	54
<i>А.Н. Гойкалов, С.Н. Золотухин.</i> Применение косвенного армирования в наружных стенах зданий и сооружений, выполненных в виде кладки из мелких ячеистобетонных блоков.....	57
<i>П.И. Калугин.</i> К учету нелинейной деформированности грунтов при расчете осадок оснований фундаментов.....	60
<i>П.И. Калугин.</i> О проектировании оснований и фундаментов в условиях плотной застройки.....	65
<i>В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Ю.М. Зубцова, Е.А. Солнцев.</i> Обеспечение организационно-технологической надежности при воспроизводстве и развитии строительных объектов.....	69
<i>В.Я. Мищенко, Н.А. Понявина, А.Н. Назаров.</i> Моделирование устойчивой организационно-технологической системы воспроизводства городской инфраструктуры....	74
<i>В.Я. Мищенко, Д.И. Емельянов, Е.А. Солнцев, А.Н. Назаров.</i> Планирование деятельности и организационной структуры и управляющих компаний.....	81
<i>Н.Г. Назаренко.</i> К применению в железобетонных конструкциях стержневых элементов гиперболоидной формы вращения.....	85
<i>Н.С. Сова, И.Ш. Алирзаев.</i> Конструктивные и технологические особенности усиления стальных колонн под нагрузкой.....	89
<i>Н.С. Сова, И.Ш. Алирзаев.</i> Применение систематизированных табличных форм в техническом обследовании зданий и сооружений.....	93

<i>С.И. Фонова, В.М. Алексеев, П.И. Калугин. Экспериментальные исследования воздействия морозного пучения грунтов на набивные столбчатые фундаменты.....</i>	96
--	----

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<i>Л.И. Гулак, В.В. Аврамов. Анализ эффективности применения пенополистирола для утепления стен в современном строительстве.....</i>	100
<i>Л.В. Кузнецова. Теплоизоляционные материалы как средство достижения энергоэффективности зданий и защиты строительных конструкций.....</i>	105
<i>А.В. Уколова, А.А. Резанов, П.Л. Шубин. Композиционный строительный материал на основе сталеплавильного шлака ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат».....</i>	110
<i>Т.И. Шелковникова, О.В. Никишова. Теплотехнические и экологические свойства теплоизоляционных материалов.....</i>	114

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Т.В. Богатова, В.О. Исанов. Анализ отечественного опыта архитектурно-типологического формирования общественных зданий с зелеными крышами.....</i>	120
<i>Т.В. Богатова, О.В. Суворова. Анализ зарубежного опыта архитектурно-типологического формирования домов для инвалидов.....</i>	123
<i>Ф.М. Савченко, Т.А. Демидова. Проектирование санаториев с учетом экологических требований.....</i>	127
<i>А.Я. Шевцов. Сравнительная характеристика строения 2-ой левобережной террасы р. Воронеж городов Липецка и Воронежа.....</i>	130

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

<i>И.В. Журавлева, В.Ф. Бабкин. Решение вопросов систем водоснабжения и водоотведения при новом строительстве и реконструкции городов.....</i>	134
<i>Р.Н. Зорин, И.В. Съянов. Анализ современных систем вентилируемых фасадов.....</i>	139

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Т.В. Богатова, Я.С. Бондарук. Анализ зарубежного опыта архитектурно-типологического формирования домов с солнечными батареями.....</i>	143
<i>С.Н. Золотухин, Е.В. Сысоева. Вопросы энергосбережения при выборе конструктивных схем каркасов многоэтажных зданий г. Воронежа.....</i>	148
<i>В.А. Мургин, Н.В. Кузнецова. Использование энергий солнца и ветра для бесперебойного альтернативного снабжения зданий.....</i>	152
<i>Э.В. Сазонов, В.Н. Семёнов, А.В. Лукьяненко. Экологические аспекты оптимизации работы теплонасосного оборудования.....</i>	156
<i>Э.Е. Семенова, Л.С. Амирханян. Влияние объемно-планировочного решения на энергосбережение на примере ширококорпусных жилых зданий.....</i>	159
<i>Э.Е. Семенова, И.А. Кондель. Эколого-энергетический подход к созданию микроклимата новых и реконструированных зданий больниц.....</i>	162
<i>Э.Е. Семенова, А.А. Тютерев. Исследование энергосберегающих решений при проектировании гражданских зданий.....</i>	167

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

<i>В.К. Курьянов, О.В. Рябова, А.В. Скрынников, Е.В. Кондрашова. Воздействие автодорожного комплекса на окружающую среду: состояние и прогноз.....</i>	170
<i>В.К. Курьянов, О.В. Рябова, А.В. Скрынников, Е.В. Кондрашова. Улучшение экологической обстановки придорожных территорий на основе рекомендаций по борьбе с автотранспортным шумом.....</i>	175
<i>В.П. Подольский, Нгуен Дык Ши. Методы защиты откосов земляного полотна применяемые во Вьетнаме.....</i>	178
<i>Т.В. Самодурова, Ю.В. Федорова, А.С. Гаспарян. Расчет выбросов транспортных средств при проведении работ по зимнему содержанию автомобильных дорог.....</i>	182

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

<i>А.В. Великанов, Д.В. Лиховидов, В.А. Нилов. Влияние автоматизации процесса буксировки воздушных судов на экологическое состояние аэродромов.....</i>	187
<i>В.С. Волков, И.Г. Павлов, Я.Ю. Таможников. Анализ результатов исследований биодизельного топлива.....</i>	190
<i>М.Д. Гончаров. Связь интегродифференциальных и дифференциальных уравнений, описывающих режимы усиленных поперечных вибраций турбинных забойных двигателей.....</i>	195
<i>В.П. Иванов, В.В. Мерзлов. Использование газодизельного топлива в качестве альтернативного для двигателей внутреннего сгорания.....</i>	198
<i>А.А. Колтаков, В.П. Иванов, А.В. Дрозд. Аналитическое определение характерных частот излучения виброакустической энергии агрегатами теплотехнических средств.....</i>	201
<i>А.Е. Ломовских, В.П. Иванов, А.А. Колтаков. Применение водно-топливных эмульсий как способ улучшения экологических характеристик двигателя внутреннего сгорания.....</i>	205
<i><u>П.И. Никулин</u>, О.В. Чуйков, А.А. Сидоров, О.А. Онгери. Повышение эффективности рабочего оборудования землеройно-транспортных машин.....</i>	210
<i>В.А. Нилов, П.И. Иванищев, А.О. Онгери. Экономико-математическое моделирование скреперных агрегатов.....</i>	219
<i>Ю.Ф. Устинов, С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев. Сравнение результатов виброакустических исследований на дорожной шнекороторной снегоочистительной машине типа ДЭ-210.....</i>	223
<i>Ю.Ф. Устинов, А.В. Скрынников, Н.Л. Хань. Оптимизация шумозащиты на рабочем месте операторов строительных и дорожных машин.....</i>	226
<i>И.А. Фролов. Высокотемпературная пайка корпусных и телескопических соединений тонкостенных труб.....</i>	231
<i>Ю.А. Цеханов, Е.А. Балаганская. Исследование изменения размеров полых осесимметричных заготовок с конечной толщиной стенки при обработке их деформирующим протягиванием.....</i>	235
<i>А.В. Черных, В.В. Черных. Особенности движения жидкого металла под действием электромагнитных сил при дуговой сварке.....</i>	239

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 553.981+620.9:574.1

*Воронежский государственный
университет*

*Доктор геол. - минерал. наук, проф., зав.
кафедрой гидрогеологии, инженерной*

геологии и геоэкологии В.Л. Бочаров

Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)20-89-80

e-mail: gidrogeol@mail.ru

Voronezh State University

*Dr. Sci. Geol.- Mineral. ,prof., head of chair of
hydrogeology, engineering geology and
geoecology*

Russia, Voronezh, tel. 8(4732)20-89-80

e-mail: gidrogeol@mail.ru

В.Л. Бочаров

ГЛОБАЛЬНЫЙ КРИЗИС И ЕГО ЭКОЛОГО-РЕСУРСНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Формирование современной экономики России определяется в основном использованием природных ресурсов. Перехода к перераспределению ресурсов из устаревших производств в новые высокотехнологичные отрасли из-за глобального финансово-экономического кризиса пока не произошло. В недрах России сосредоточено более 50% мировых запасов энергетического сырья, разумное и эффективное использование которого будет способствовать выводу экономики страны из депрессивного состояния и накоплению крупных финансовых ресурсов за счет экспортных поставок нефти и природного газа. С экологической точки зрения снижение нагрузки на ресурсный потенциал должно стать приоритетной государственной политикой, когда федеральные органы при активном участии частного и общественного секторов экономики совместно и целенаправленно действуют в области охраны и рационального использования природных энергетических ресурсов.

Ключевые слова: глобальный кризис, экономика, природные ресурсы, экология, энергетика, недра, технология.

V.L. Bocharov

GLOBAL CRISIS AND ITS EKOLOGO-RESOURCE CONSEQUENCES IN POWER SPHERE

Formation of modern economy of Russia is defined basically by use of natural resources. Transition to redistribution of resources from out-of-date manufactures in new hi-tech branches because of global financial and economic crisis has not occurred yet. In bowels of Russia it is concentrated more than 50 % of world's reserves of power raw materials, the reasonable and which effective utilisation will promote a conclusion of a national economy from a depression and to accumulation of large financial resources at the expense of export deliveries of oil and natural gas. From the ecological point of view loading decrease on resource potential should become a priority state policy when federal bodies at active participation of private and public sectors of economy in common and purposefully operate in the field of protection and rational use of natural power resources.

Keywords: global crisis, economy, natural resources, ecology, power, bowels, technology.

Экономика России по величине внутреннего валового продукта (ВВП) в 2009г. едва достигла уровня 1987г. Экономический подъем к началу кризисных явлений, едва успев на-

чаться в конце XX столетия, наблюдался только в течение одного десятилетия (1999-2008 гг.). Формирование экономики по-прежнему зависит от добычи и продажи минерального сырья, в основном нефти и газа. Так необходимого перехода к перераспределению ресурсов из устаревших производств в отрасли нового технологического уклада в период кратковременного подъема экономики не случилось[1].

Наступивший после известных событий лета 1998 года, получивших название «дефолт», период высоких темпов экономического развития, спустя десятилетие сменился острым финансово-экономическим кризисом, охватившим все сферы жизни современного Российского общества. Предвестники кризиса ощущались уже в марте 2008 года, а к новому 2009 году тема финансово-экономического кризиса уже обсуждалась в различных слоях населения страны.

По мнению экономистов, специализирующихся в сфере мировой экономики, финансово-экономический кризис достигнет максимума в 2010-2012 годах, а его последствия будут ощущаться до половины второго десятилетия XXI века.

Развитие мировой экономики и российской в том числе, несмотря на заметный прогресс науки и технологий, сопровождался в предкризисный период масштабным возрастанием потребления природных ресурсов, в первую очередь нефти, природного газа, железной руды, цветных металлов. В связи с ростом населения планеты неуклонно возрастает потребление пресной воды. Во многих странах Африки и Юго-Восточной Азии уже в настоящее время ощущается острый дефицит питьевой воды. Так в Китае для населения крупных городов установлена норма водопотребления 50 дм³/сут. Для сравнения в российских городах эта норма составляет 200-300 дм³/сут. в зависимости от региона. Если в ближайшее десятилетие не произойдут кардинальные изменения, направленные на структуризацию распределения и улучшение охраны и рационального использования водных ресурсов, то уже в первой четверти века половина и более населения планеты окажется в условиях острейшего водного дефицита [1].

Переживаемый в настоящее время страной кризис имеет все признаки структурного кризиса со всеми признаками трансформирования переходного кризиса в классический кризис циклично развивающихся рыночных систем. Естественный структурный уровень инфляции для современной российской экономики определен на уровне 10-12 %, несмотря на весьма представительный золотовалютный резерв (388 млрд. руб. на конец 2009г.[1]).

Страна попала в жесткие тиски сырьевого экспорта, удушающего ее народное хозяйство. Анализ структуры промышленности в 2006г. показывает, что экономический рост сконцентрирован в основном в экспортно-сырьевом секторе. В других отраслях, даже в экспортноориентированных, наблюдается стагнация. Глубочайший кризис поразил лучшие наукоемкие отрасли российской индустрии: машиностроение, военно-промышленный комплекс, электронную, радиотехническую промышленность. На сырьевые отрасли, включая отрасли, связанные с начальным пределом, приходится основной объем производства – 60%. Доля промышленных изделий составляет менее 20%. Уместно отметить, что доля промышленных изделий в общем объеме производства в докризисный период не опускалась ниже 23%). Итог: высокотехнологичной, наукоемкой продукции выпускается все меньше и меньше [2].

В 2005-2006 гг. российская экономика подошла к исчерпанию сырьевой экспортноориентированной модели развития, опиравшейся на форсированную добычу нефти и консервативную макроэкономическую политику. Если в прошлые годы экономический рост определяли два важнейших фактора: эффект девальвации рубля и быстрое наращивание экспортных доходов, в первую очередь за счет энергосырьевых товаров, то в настоящее время эффект девальвации рубля исчерпан. Более того, продолжавшееся в 2006г. повышение курса рубля превращается в барьер на пути российского несырьевого экспорта и в то же время облегчает импорт, перехватывающий растущий внутренний спрос у отечественных производи-

телей. Возможности увеличения экспорта энергоресурсов - локомотива национальной экономики, еще более ограничены[2].

Минерально-сырьевые ресурсы представляют собой важнейший бюджетобразующий и капиталоемкий актив национального богатства России. Добыча, переработка, использование и экспорт сырьевых ресурсов – это не только первооснова сегодняшнего относительного благополучия страны, но и тот шанс, отпущенный нам природой, благодаря которому Россия могла бы за исторически короткий срок не только существенно повысить благосостояние своих граждан, но и создать условия для поступательного развития страны в будущем[3].

В недрах России сосредоточено 30% мировых запасов природного газа, 50% алмазов, 25% запасов никеля, 17% олова, почти 10% запасов нефти. На территории страны обнаружены залежи практически всех известных человечеству полезных ископаемых. Соответственно Россия занимает лидирующие позиции и в сфере добычи основных видов полезных ископаемых, являясь крупнейшим производителем и экспортеров продукции минерально - сырьевого комплекса. В 2005г. объем производства в этом секторе экономики составил около 4,5 трлн. руб.[4].

Минерально-сырьевые ресурсы в экономике современной России представляют собой:

- более 50% доходной части федерального бюджета;
- более 70% экспорта и валютной выручки страны;
- 100% стабилизационного фонда России;
- почти 60% промышленной продукции, выпускаемой предприятиями минерально-сырьевого комплекса;
- основа внутреннего регионального продукта зауральских регионов и бюджетов всех регионов-доноров;
- возможность реализации крупных национальных мегапроектов, таких, как нефтепроводы Восточная Сибирь – Тихий океан – 1, Восточная Сибирь – Тихий океан – 2, Балтийская трубопроводная система «Северный поток», транспортный коридор вдоль Урала (Урал - северный- Урал- промышленный).

Добыча и переработка сырья тянет за собой, как локомотив, еще и десятки смежных отраслей промышленности, например, горношахтное машиностроение, производство бурового и энергетического оборудования. Отрасль по переработке минерального сырья обеспечивает высокооплачиваемой работой сотни тысяч рабочих и специалистов.

Важно и то, что крупные месторождения полезных ископаемых, которые составляют значительную часть экспорта и внутреннего потребления, находятся на стадии падающей добычи. Иссякают активные и рентабельные запасы полезных ископаемых: россыпных месторождений золота и платины на Урале, нефти и газа Волго-Уральского и Западно-Сибирского регионов. Так, реализация совокупных запасов основных нефтегазоносных провинций составляет: в Волго-Уральском регионе – 50-70%, в Западной Сибири – свыше 45%. Ухудшились горнотехнические условия отработки месторождений, снижаются средние содержания металлов; дебиты нефти в 80-90е годы упали с 26 до 6-7 т/сут.[4].

До 1992г. объемы воспроизводства нефти и газа превышали добычу этих полезных ископаемых. В период с 1990г. по 1995г. произошло резкое падение объемов воспроизводства, вызванное снижением объемов геологоразведочных работ.

В настоящее время девять предприятий добывают 82% всей нефти, на долю двух компаний приходится добыча 100% алмазов. Надо понимать, что монополизация добычи приводит к монополизации экономики «добывающих» регионов со всеми вытекающими социально-экономическими последствиями. Вполне очевидно, что природные энергетические ресурсы (нефть, газ, уголь) на предстоящие 30-50 лет останутся определяющими источниками энергии в мире (табл.1,[5]).

Таблица 1

Состояние и прогноз мировых энергетических ресурсов

Млн. тонн нефтяного эквивалента						Рост в %
Годы	1980	2000	2005	2015	2030	2005-2030
Нефть	3106	3647	4000	4720	5585	40
Газ	1237	2089	2354	3044	3948	68
Уголь	1786	2292	2892	3988	4994	73
Ядерная энергетика	186	675	721	804	854	19
Гидроэнергетика	147	226	251	327	416	166
Биомассы и различные отходы	753	1041	1149	1334	1615	141
Другие возобновляемые источники	12	53	61	145	308	405
Итого:	7228	10023	11429	14361	17721	55

Одновременно с этим необходимо отметить ускоренное развитие альтернативных и возобновляемых источников энергии. В различных странах и регионах мира эти источники различны, но их потребность довольно высока. Кроме ископаемого топлива увеличивается роль гидро - и атомной энергетики (табл.2). Среди стран использующих, гидроэнергетические ресурсы, лидируют Бразилия, Канада и Швеция. Атомная энергетика занимает ведущее положение во Франции, Бельгии и Швеции. Однако большинство стран с развитой и развивающейся экономикой, включая и Россию, по-прежнему используют в качестве приоритета ископаемое органическое топливо. В России проблемы развития экологически чистых возобновляемых источников энергии решаются крайне медленно, так как страна обладает огромными запасами нефти и газа. Многие месторождения еще до сих пор не подготовлены к промышленной эксплуатации, а те, которые эксплуатируются, в состоянии обеспечить не только внутренние потребности в энергоресурсах, но, и являются одним из источников крупных валютных поступлений.

Принципиально новым источником энергетических ресурсов можно рассматривать природные гидротермы. В качестве теплоносителей здесь выступают высокотемпературные подземные воды, пар и пароводяные смеси. Прогнозные запасы гидротерм с температурой 40-250⁰С составляют в России около 22 млн. м³/сут., что эквивалентно 280млн. тонн условного топлива в год[5].

Однако при решении вопроса, на поиски каких полезных ископаемых будут направлены средства, предпочтение отдается таким факторам, как наличие перспективных площадей для поисков и разведки и экономическая целесообразность добычи того или иного минерального сырья. Таким образом, более 70% средств по-прежнему будет направлено на воспроизводство углеводородного сырья, так необходимого для энергетического сектора экономики.

Таблица 2

Использование основных энергетических ресурсов в развитых странах мира, %

Страна	Ископаемое топливо	Гидроэлектроэнергия	Атомная энергия
Саудовская Аравия	100,0	-	-
Дания	97,8	0,1	-
Австралия	89,7	10,3	-
Нидерланды	95,3	0,2	4,5
Китай	81,5	18,5	-

Италия	78,0	20,5	-
Индия	76,4	21,8	1,8
Великобритания	76,2	1,9	21,9
Россия	73,7	15,4	10,9
США	70,1	9,4	19,9
Германия	67,9	3,7	28,4
Япония	63,9	11,9	24
Испания	46,1	18,2	35,3
Бельгия	39,1	1,36	59,6
Канада	22,5	60,7	16,8
Франция	13,5	13,0	72,9
Бразилия	6,5	92,6	0,6
Швеция	4,7	43,1	52,2

Финансовый экономический кризис хотя и снизил, но не смог полностью устранить ту остроту борьбы за обладание ресурсным потенциалом природы, которая наметилась десятилетие назад. Экологические вызовы слаборазвитых и развивающихся стран в различных сферах природопользования не угасли в условиях кризиса, а наоборот активизировались. Возникают и различные варианты экологических императивов, определяющих направления и масштабы эколого-ресурсных ограничений как в кризисной ситуации, так и на пути пост кризисного экономического роста [2].

В качестве одного из важнейших ресурсно-экологических индикаторов можно рассматривать диоксид углерода [3]. Его концентрация в приземном слое атмосферы является важнейшей причиной изменения климата, так как этот газ является определяющим в совокупности так называемых парниковых газов. По сравнению с началом 2008 года в текущем году удельные выбросы диоксида углерода на человека в России снизились на 12% и составили 8,4 т., в то же время в США этот показатель составил 18,5 т. против 21,2 т., в Канаде 17,4 т. против 20,6 т., в Японии 7,4 т. против 10,3 т., в Германии 7,2 т. против 9,9 т. В России несмотря на заметный спад промышленного производства заметного уменьшения количества диоксида углерода в атмосфере не произошло, что связано с неконтролируемым ростом числа автомобилей в основном поддержанных иностранных марок, эксплуатация которых в европейских странах и Японии из-за экологического несоответствия установленным нормативам запрещена.

Важнейшим фактором, определяющим рост промышленного и сельскохозяйственного производства, а так же качество жизни населения, является уровень производства и потребления электроэнергии. Этот же фактор, в свою очередь, выступает и в роли критического параметра, существенно влияющего на масштабы загрязнения окружающей среды и общую оценку экологических угроз[6].

По уровню энергообеспеченности Россия заметно отстаёт от высокоразвитых стран большой восьмёрки. Показатель потребления электроэнергии на душу населения в стране в 2004 году составлял 6425 кВт/час. Это почти 2,2 раза ниже, чем в США (табл.3).

Таблица 3

Электроэнергетические показатели экономически высокоразвитых стран и России
(с использованием данных [4])

Страна	Процент мирового населения	Потребление электроэнергии на душу населения, кВт/час	Уровень электрификации страны, %	ВВП на единицу электроэнергии (долл. США на 1кг нефтяного эквивалента)
Норвегия	0,07	26657	100	5,9
Канада	0,5	18408	100	3,4
США	4,6	14240	100	4,6
Япония	2,0	8459	100	6,4
Германия	1,3	7442	100	6,2
Италия	1,0	6820	100	6,0
Великобритания	0,9	6756	100	7,3
Россия	2,2	6425	95	2,0

К середине 2009 года энергообеспеченность России несколько снизилась и составила 6250 кВт/час на душу населения. Это произошло в основном по причине вывода из эксплуатации выработавших свой ресурс реакторов на некоторых атомных электростанциях Европейской части страны и крупной технологической аварии на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции. Дальнейшая эксплуатация старых атомных электростанций несмотря на положительное заключение Росатомнадзора экологически нецелесообразна. В то же время в апреле 2009 года Правительством России намечена обширная программа развития атомной электроэнергетики, выполнение которой к 2025 году позволит добиться существенного роста энергообеспеченности страны и приблизиться по этому показателю к высоко развитым странам Европы (20-22% общего производства электроэнергии в стране).

Природные условия России в целом затронуты техногенным воздействием значительно меньше, чем во многих других регионах нашей планеты. И это, несмотря на многочисленные примеры, экологически безответственного отношения к природе практически во всех Федеральных округах страны. По экспертным оценкам ученых – экологов процент сохранности естественных экосистем на начало третьего тысячелетия составлял в России 65 - 70, в Китае – 20, в Индонезии – 7, в США – 5, в странах Западной Европы – 4, в Индии – 1 [2]. Вполне очевидно, что возрождение экономики в нашей стране в посткризисный период будет связан с широким вовлечением в мирохозяйственный оборот ещё неосвоенных природных ресурсов. С экологической точки зрения здесь возможны новые подходы к снижению нагрузки на ресурсный потенциал и окружающую среду[2].

Можно полагать, что для посткризисной ситуации в России наиболее приемлем сценарий, предполагающий синхронное участие и ответственность государства и бизнеса при решении эколого-экономических проблем, которые неизбежно возникнут при преодолении стагнации и регресса. Россия имеет в настоящее время все возможности воспользоваться своими территориальными и природно-ресурсными преимуществами для быстрейшего и безболезненного выхода из финансово-экономического кризиса, и реализации в дальнейшем такой стратегии устойчивого развития, которая отвечала бы национальным интересам и новым императивам взаимоотношений природы, экологии и экономики.

Библиографический список

1. Швецов Ю.Г. Государство как частная собственность бюрократии / Ю.Г.Швецов, О.А.Булаш // ЭКО 2009, №11. - С.13-30.
2. Кушлин В.С. Выбор модели развития в условиях ужесточения эколого-ресурсных ограничений / В.С.Кушлин // ЭКО, 2008, №. – С 3-13.
3. Бочаров В.Л. экологические императивы посткризисного развития/ В./Л. Бочаров //Экологическая геология: научно-практические, медицинские и экономико-правовые аспекты (в рамках Федерального проекта «Чистая вода»). Материалы Международной науч. – практ. конференции. – Воронеж: Воронеж.ун-т, 2009. – С.301-303.
4. Бавлов В.Н. Роль и место минерально-сырьевого комплекса в социально-экономическом развитии регионов России по недропользованию/ В.Н.Бавлов//Федеративные отношения и региональная социально-экономическая политика 2006, №10.-С.2-6.
5. Запывалов Н.П. Энергетика XXI века: тенденции и перспективы/ Н.П. Запывалов //Российские недра, 2009, №8. – С 10-11
6. Башкин В.Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование/ В.Н. Башкин.- М.: Высшая школа, 2007.-360с.

References

1. Shvetsov Y.G. The state as private property of the bureaucracy / G. Shvetsov, OA Bulash // ECO 2009, № 11. - P.13-30.
2. Kushlin V.S. Choice of model development in a tightening of environmental and resource constraints / VS Kushlin // ECO, 2008, №. - With 3-13.
3. Bocharov V.L. environmental imperatives of post-crisis development / MV / LV Bocharov // Environmental Geology: the scientific and practical, medical and economic and legal aspects (in the federal project "Clean Water"). Proceedings of the International scientific. - Scient. conference. - Voronezh: Voronezh.un-T, 2009. - S.301-303.
4. Bavlov V.N. The role and place of the mineral complex in the socio-economic development of regions of Russia on Subsoil Use / V.N. Bavlov / federal relations and regional socio-economic policy in 2006, № 10.-C.2-6.
5. Zapivalov N.P. Energy XXI century: trends and prospects / N.P. Zapivalov // Russia's mineral wealth, 2009, № 8. - P 10.11
6. Bashkin V.N. Environmental risks: calculation, management, insurance / V.N. Bashkin - M.: Higher School, 2007.-360p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р. техн. наук, проф. В.Я. Манохин
Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)36-93-50*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., prof. V.Jak. Manohin
Dr.es.sience, Tech, lecturer E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8(4732)36-93-50*

Е.А. Жидко, В.Я. Манохин

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В работе рассматривается управление экологическими рисками на промышленном предприятии через интегрированную систему менеджмента (ИСМ), состоящую из двух частей СЭМ (система экологического менеджмента) и СМПБиОТ (система менеджмента промышленной безопасности и охраны труда).

Ключевые слова: экологические риски, интегрированная система менеджмента, окружающая природная среда, система управления экологической безопасностью.

Е.А. Zhidko, V.Jak. Manohin

PERFECTION OF THE ORGANIZATION OF MANAGEMENT BY ECOLOGICAL RISKS OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

In work management of ecological risks on industrial enterprise through the integrated system of management (ISM), two-piece SAM (system of ecological management) and SMISandLS (system of management of industrial safety and a labour safety) is considered.

Keywords: ecological risks, the integrated system of management, surrounding environment, control system of ecological safety.

Экологический риск характеризуется как отклонение от общепризнанных принципов и норм отношений человека, хозяйствующих субъектов, общества и государства к окружающей природной среде, а также от норм социальных отношений возникающих между ними.

Оценка экологических рисков – выявление и оценка вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения, деятельности предприятия и вызванного загрязнением окружающей среды, нарушением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Для того чтобы сформировать любую систему управления, необходимо сначала определить объект, на который будет направлено управленческое воздействие. Так, производственная деятельность предприятий способна оказать негативное воздействие, как на окружающую природную среду, так и на здоровье и жизнь человека (рис.).

Отметим, что существует непосредственная взаимосвязь проблем защиты человека и ОС от негативного воздействия техносферы на уровне предприятия, которая проявляется в том, что опасные и вредные вещества, образуясь на рабочих местах, сначала негативно воздействуют на рабочего, затем попадают в санитарно-защитную зону предприятия (СЗЗ) и только потом - в окружающую среду.

Если рассматривать промышленное предприятие как систему, состоящую из совокупности подсистем, то в нем можно выделить три уровня управления экологической безопасностью (ЭБ): низший уровень - на рабочем месте, средний уровень - в цехах, службах (отделах) и высший уровень - в целом по предприятию. От эффективности управления ЭБ на каждом предыдущем уровне во многом зависит эффективность управления на последующих уровнях, поскольку устранить причину опасности на рабочем месте гораздо легче и экономичнее, чем ликвидировать ее последствия на уровне предприятия. Таким образом, управление ЭБ на предприятии включает два аспекта - управление промышленной безопасностью и управление охраной ОС.

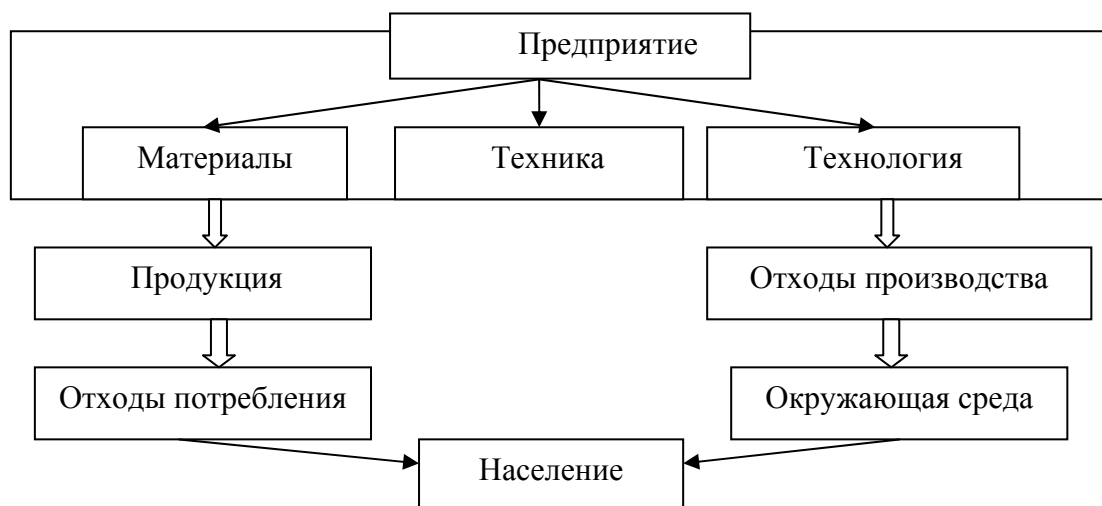


Рис. Предприятие как источник экологической опасности

Наиболее эффективно создать на предприятии интегрированную систему менеджмента (ИСМ), состоящую из двух частей СЭМ (система экологического менеджмента) и СМПБиОТ (система менеджмента промышленной безопасности и охраны труда). Назовем эту ИСМ системой управления экологической безопасностью (СУЭБ).

Итак, интегрированная **СУЭБ** - это подсистема предприятия, целью создания которой является поддержание на всех стадиях жизненного цикла продукции таких характеристик окружающей и производственной сред, которые соответствуют потребностям людей, не создают угрозы их здоровью и окружающей среде и отвечают долгосрочным целям предприятия.

В этом определении подчеркивается, что создание СУЭБ соединяет в себе экологические интересы общества и цели предприятия как хозяйствующего субъекта, ориентированного на производство продукции и получение прибыли.

С точки зрения системного подхода каждое из двух направлений являются самостоятельными, но взаимосвязанными частями (подсистемами). Такой подход, направленный на создание интегрированной системы менеджмента, имеет следующие достоинства [1]:

- интегрированная система обеспечивает большую согласованность действий внутри организации, усиливая тем самым синергетический эффект;
- интегрированная система минимизирует функциональную разобщенность в организации, возникающую при разработке автономных систем менеджмента;
- поиск более эффективных способов выполнения работ исключает их дублирование;
- число внутренних и внешних связей в интегрированной системе меньше, чем суммарное число этих связей в нескольких системах;
- объем документов в интегрированной системе значительно меньше, чем суммарный объем документов в нескольких параллельных системах;
- в интегрированной системе достигается более высокая степень вовлеченности персо-

нала в улучшение деятельности организации;

- способность интегрированной системы учитывать баланс интересов внешних сторон организации выше, чем при наличии параллельных систем;

- затраты на разработку, функционирование и сертификацию интегрированной системы ниже, чем суммарные затраты при нескольких системах менеджмента.

Внедрение СУЭБ должно основываться на следующих принципах, установленных в рассмотренных международных стандартах, а именно:

- 1) системный подход - позволяет связать в единое целое различные аспекты деятельности;

- 2) комплексный подход - это подход к управлению, охватывающий различные стороны деятельности предприятия и обеспечивающий эффект синергии всех элементов;

- 3) процессный подход рассматривает всю деятельность организации как совокупность взаимосвязанных процессов;

- 4) принцип стратегичности и согласованности означает, что система должна развиваться по определенной стратегии, определяющей согласованность целей всех систем менеджмента;

- 5) самоорганизация - сотрудники всех уровней самостоятельно контролируют процесс и предпринимают корректирующие действия;

- 6) принцип предупредительности в решении проблем - весь механизм управления ЭБ должен быть ориентирован на предупредительные меры возникновения кризисных ситуаций;

- 7) принцип экономичности - использование в ходе реализации процесса минимального количества всех видов ресурсов;

- 8) лидерство руководителя - необходимо назначить авторитетного руководителя на высшем уровне управления, ответственного за внедрение и функционирование ИСМ;

- 9) принцип профессионализма - необходимость подготовки сотрудников в области ЭБ.

СУЭБ как и любая система управления, должна включать в себя совокупность управленческих органов, подразделений и исполнителей, выполняющих закрепленные за ними функции, а также совокупность методов, с помощью которых осуществляется управленческое воздействие.

Отдельные элементы СУЭБ присутствуют на современных промышленных предприятиях в разных формах. Так, в зависимости от степени интегрированности процессов охраны труда (ОТ) и ООС и характера проводимых мероприятий по снижению опасности производства можно выделить четыре стратегии, которыми руководствуются промышленные предприятия при решении проблем обеспечения ЭБ (табл.).

В настоящее время на предприятиях в основном преобладают стратегии 1 и 3, то есть проблемы ОТ и ООС решаются разрозненно, более того, они находятся в ведении у разных руководителей.

И даже если на предприятии существует подразделение, отвечающее как за охрану труда, так и за охрану окружающей среды, то в большинстве случаев начальник этого подразделения имеет двух заместителей по каждому из направлений, которые, достигая своей цели стоянии оценить уровень ЭБ производства в целом по предприятию. Анализируя практику управления охраной ОС и охраной труда на предприятиях, можно выделить четыре основных типа организационных структур, занимающихся вопросами обеспечения ЭБ.

Классификация видов стратегий предприятия

№ п/п	Описание стратегии	Пример
1	На предприятии проблемы ОТ и ООС решаются экстенсивными методами обособлено друг от друга	Использование средств индивидуальной защиты, спецодежды, спецобуви; установка очистного оборудования и сооружений; повторное использование воды
2	Проблемы ОТ и ООС рассматриваются как взаимосвязанные и решаются экстенсивными методами	Установка вентиляционных систем и газо-пылеочистного оборудования с учетом требований охраны труда и ООС
3	Защита работников и ОС превентивными методами, но мероприятия направлены на решении только одной из данных проблем	Использование безопасных процессов и материалов или применение малоотходной и безотходной технологии
4	ОТ и ООС рассматриваются как взаимосвязанные проблемы и решаются комплексными мероприятиями превентивного характера	Использование безопасных процессов и материалов, методов обработки материалов. Применение малоотходной и безотходной технологии, в основе которой лежит безопасное производство

Например, службы, занимающиеся природоохранной деятельностью (ПОД) имеют следующие структуры:

- 1) структура, в которой отсутствует служба, занимающаяся вопросами охраны ОС;
- 2) структура, в которой отдел ООС совмещен с каким-либо другим подразделением предприятия;
- 3) структура, в которой ООС выделен в отдельное подразделение, но при этом не обладает достаточным весом в иерархической структуре предприятия.

В результате проведенного анализа существующих структур по ООС можно выделить следующие основные их недостатки:

- подразделения, в той иной степени занимающиеся экологической деятельностью, действуют разобщенно;
- не найдены рациональные формы их взаимосвязи и соподчиненности;
- права и возможности таких подразделений ограничены, непосредственно влиять на деятельность цехов и служб они не могут, так как находятся в разном подчинении;
- создание и развитие структур управления ЭБ является следствием ужесточения требований законодательства и не опирается на такие важнейшие научные принципы проектирования структур управления, как принцип системности, принцип методологического обоснования, принцип эффективности, принцип непрерывного развития и совершенствования.

На сегодняшний день на некоторых предприятиях предпринимаются попытки дополнения существующей системы организации и управления элементами экологического менеджмента, менеджмента безопасности и охраны труда - этим реализуется аддитивно-функциональный подход. Но его возможности ограничены, так как прежние структуры мешают введению новой стратегии предприятия, ориентированной на повышение уровня ЭБ производства [2].

С учетом вышеизложенного мы предлагаем использовать следующий алгоритм выбора формы организации управления ЭБ, исходя из концепции, принятой на предприятии:

- 1) определение существующего состояния организации управления ЭБ и формулировка выполняемых на предприятии функций по обеспечению ЭБ (Фсуш);
- 2) формирование набора функций, которое должно выполнять предприятие для поддер-

жания определенного уровня ЭБ, закрепленного законодательно ($\Phi_{\min}$);

3) выбор набора функций, для достижения определенного уровня ЭБ в соответствии со стратегией предприятия ($\Phi_{\text{страт}}$):

4) определение оптимального способа выполнения принятого набора функций:

- если $\Phi_{\text{сущ}} > \Phi_{\min} + \Phi_{\text{страт}}$, то предприятие может предлагать услуги по ЭБ сторонним организациям, либо сократить службы управления ЭБ;

- если $\Phi_{\text{сущ}} < \Phi_{\min} + \Phi_{\text{страт}}$, то руководство должно решить вопрос о выделении ресурсов на выполнение функций по обеспечению ЭБ либо путем использования услуг сторонних организаций, либо путем найма дополнительных работников, организации на предприятии служб по управлению ЭБ и т.п. Например, если на предприятии отсутствуют условия для утилизации отходов, оно может обратиться к услугам другого специализированного предприятия или создать у себя службу по утилизации отходов.

Выбор определенного набора функций и способа их выполнения в зависимости от стратегии предприятия в области обеспечения ЭБ влияет на определение как типа оргструктуры подразделений, отвечающих за ЭБ, так и формы интеграции СУЭБ в общую систему управления.

Библиографический список

1. Святкин, М.З. Интегрированные системы менеджмента//Стандарты и качество, 2004. №2. С. 56-61
2. Экологический менеджмент / Н.В. Пахомова, А. Эндрес, К. Рихтер. –СПб.: Питер, 2003. – 544с.

References

1. The integrated systems of management//Standards and quality, 2004. №2. With. 56-61.
2. Ecological management / N.V.Pahomova, A.Endres, K.Richter. – SPb.: Peter, 2003. – 544с.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд.техн.наук, доцент В.С. Муштенко;
Канд.техн.наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)36-93-50*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. es science, Sci.fisic.lecturer V.S.Mushtenko;
Dr.es science, Sci. Tech, lecturer E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8(4732)36-93-50*

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В работе рассматриваются теоретические подходы и методики оценки экологического риска деятельности промышленных предприятий. Предложены способы воздействия на уровень технико-экологических рисков.

Ключевые слова: экологические риски, вредные воздействия, окружающая природная среда, выбросы в атмосферу.

Е.А. Zhidko, V.S. Mushtenko

MANAGEMENTS OF ECOLOGICAL RISKS OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

In work theoretical approaches and techniques of an estimation of ecological risk of activity of the industrial enterprises are considered. Ways of influence on level of tehniko-ecological risks are offered.

Keywords: ecological risks, harmful influence, surrounding environment, atmosphere wastes.

До настоящего времени в научных исследованиях не уделялось достаточного внимания оценке и управлению рисками деятельности промышленных предприятий как перспективной области знаний. С развитием в России рыночных отношений управление риском в деятельности промышленных предприятий приобретает существенную значимость, так как возрастает влияние фактора неопределенности условий и процессов деятельности предприятий для принятия правильных управленческих решений, отсутствует достоверная статистика по экологическим авариям, нет системы распределения предприятий по уровню экологической безопасности.

Административному и экономическому управлению и регулированию рисков деятельности промышленных предприятий посвящены работы В. В. Гаврилова, Т. Ф. Князевой, Е. М. Хорошавина, И. В. Лимоновой, М. В. Щегловой, В. Г. Рыжикова, М. А. Вирулы и др. Анализ существующих механизмов охраны окружающей среды от деятельности предприятий большое внимание уделено в трудах А. А. Аверченкова, В. И. Данилова-Данильяна, А. А. Голуба, Е. Г. Жарикова, С. Кальта, Г. М. Инглунда, Ю. Л. Макаменко, И. Д. Горкиной и др.

Однако в публикациях указанных авторов не уделяется должного внимания оценке и управлению экологическим риском деятельности промышленных предприятий. Применяемые в настоящее время известные методики оценки, прежде всего, инвестиционных рисков не могут быть адаптированы для оценки других видов рисков. Вопросы социально-экономического содержания понятия «экологический риск деятельности промышленных

предприятий» мало изучены. Отсутствуют теоретические подходы и методики оценки экологического риска деятельности промышленных предприятий. Нет четких организационно-методических рекомендаций по формированию структурно-элементного состава системы управления экологическим риском деятельности промышленных предприятий.

Риск деятельности промышленных предприятий - это ситуация с неопределенным результатом развития, определяемая вероятностью отклонения параметров ситуации от заданного уровня, что приводит к необходимости решения социальных и экономических последствий от деятельности промышленных предприятий.

На рис. представлена общая схема процесса управления риском на предприятии.

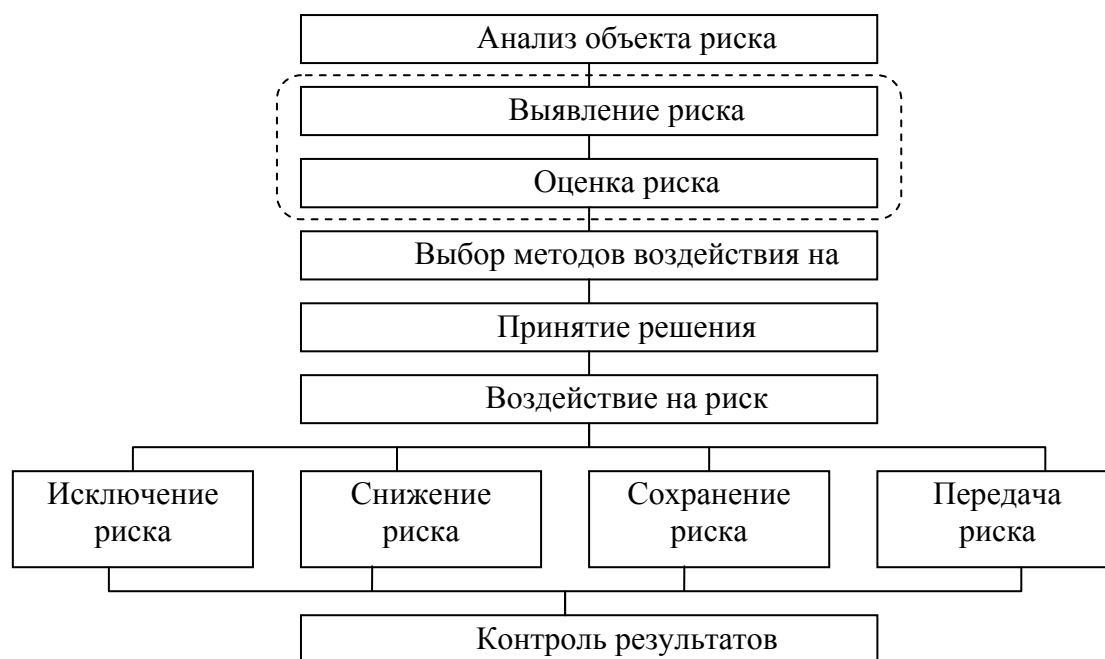


Рис. Общая схема процесса управления риском на предприятии

Управление экологическими рисками промышленного предприятия должно осуществляться в рамках системы экологического менеджмента на стадиях планирования, организации и реализации экологических действий и мероприятий, способствуя оптимизации принимаемых управленческих решений.

Объективной основой для построения системы управления экологическими рисками на предприятии является концепция приемлемого риска. В основу содержания данной концепции входят три разновременных уровня экологического риска:

- *начальный уровень экологического риска*, т. е. уровень риска идеи, замысла по развитию хозяйственной деятельности без учета мер по его анализу; это риск непознанный, неоцененный и, следовательно, достаточно высокого уровня вследствие неготовности менеджера к возникающим экологическим событиям;
- *оцененный уровень экологического риска* с учетом мер по его анализу, в результате которых получена реальная оценка уровня риска; это риск проанализированный и, следовательно, более низкого уровня вследствие готовности менеджера к экологическим последствиям;
- *конечный (финальный, приемлемый) уровень экологического риска* с учетом разработанных и проведенных активных и пассивных мероприятий по снижению его начального уровня.

Основные положения концепции приемлемого риска, представленные в [1], в случае с экологическим риском можно представить следующим образом:

- экологический риск – это зачастую управляемый параметр, на уровень которого можно и нужно оказывать воздействие;
- высокий уровень начального экологического риска не должен служить основанием для отказа от принятия какого-либо хозяйственного решения;
- детальный анализ экологического риска и разработка мероприятий, уменьшающих его отрицательные последствия, как правило, позволяют принимать хозяйственные решения, фактически реализуемые при приемлемом или допустимом уровне экологического риска;
- задача экологического риск-менеджмента заключается в том, чтобы уравновесить получаемую от реализации хозяйственного решения выгоду и возможные при этом потери.

Таким образом, управление экологическим риском промышленного предприятия – это балансирование между уровнем возможных потерь и потенциальной выгодой от реализации экологически рискованного хозяйственного решения с помощью применения разнообразных способов воздействия на уровень экологического риска.

При управлении экологическими рисками промышленного предприятия следует учитывать их природу. В этой связи, следуя рассуждениям известного в данной области специалиста К.А. Олейника [1], предприятие выступает в качестве экологического объекта, являющегося специфической социальной группой, а возникающие при его функционировании экологические риски характеризуются как вероятности изменения его устойчивости и/или гибели (банкротства) вследствие изменений в окружающей среде. При этом с точки зрения упрощения задач по анализу и управлению экологическими рисками вероятные изменения устойчивости промышленного предприятия следует рассматривать в качестве первичных по отношению к изменениям в окружающей среде, состоящей:

- 1) из окружающей природной среды, которой соответствуют природно-экологические риски;
- 2) окружающей техногенной среды, порождающей технико-экологические риски;
- 3) эколого-социальной среды, из которой возникают социально-экологические риски.

Природно-экологические риски, как правило, не оказывают особого воздействия на промышленное предприятие, поэтому представляется целесообразным их сохранение «без финансирования».

В качестве способов воздействия на уровень *техничко-экологических рисков* промышленного предприятия предлагается использовать такие, как: уклонение от рисков; снижение рисков; сохранение (принятие) рисков; передача (перенос) рисков.

Уклонение от экологических рисков означает отказ от технико-технологических действий и мероприятий, влекущих за собой реализацию неприемлемого уровня рисков.

Сохранение экологических рисков на существующем уровне может означать:

- 1) отказ от любых действий, направленных на компенсацию возникающего при реализации рисков ущерба («без финансирования»);
- 2) создание на предприятии специальных резервных фондов (фондов самострахования или фондов риска), из которых будет производиться компенсация убытков при наступлении неблагоприятного экологического события;
- 3) получение государственных дотаций, кредитов и займов для компенсации убытков и восстановления производства.

Передача экологических рисков подразумевает сохранение их существующего уровня с переносом полностью или частично на третьих лиц. Сюда относится страхование (имущественное, личное, страхование ответственности), которое подразумевает передачу технико-экологических рисков за определенную плату страховой компании, а также разного рода финансовые гарантии и поручительства. Передача экологических рисков может быть осуществлена и путем внесения в текст документов (например, договоров на поставку продукции) специальных оговорок, уменьшающих собственную ответственность предприятия при наступлении непредвиденных неблагоприятных событий или передающих риски контрагенту после реализации экологических рисков. Полная передача экологических рисков может произойти в результате аутсорсинга, означающего, в данном случае, продажу опасных в экологическом плане сфер бизнеса.

Из всех выше перечисленных способов воздействия на уровень технико-экологических рисков определяющую роль играет их *снижение*, которое подразумевает уменьшение либо размеров возможного экологического ущерба, либо вероятности наступления экологических событий, и базируется на экологизации промышленного производства, связанной с осуществлением превентивной экологической деятельности и организацией экологически чистого производства (в английской транскрипции «*cleaner production*»), которое представляет собой логичное завершение многоэтапного процесса преобразований в системе экологических мер: технологии «конца трубы» – малоотходные, ресурсосберегающие технологии – производство, ориентированное на предотвращение образования отходов в местах их возникновения [4].

В качестве способов воздействия на уровень *социально-экологических рисков* промышленного предприятия выступает создание двух- и многосторонних транзакционных отношений. Оно в основном базируется на использовании и формировании адекватных институтов для регулирования взаимоотношений между промышленным предприятием и заинтересованными сторонами и, в особенности, – для регулирования происходящих в рамках этих отношений процессов обмена. Так, посредством заключения трудовых договоров между администрацией и персоналом предприятия можно предусмотреть компенсацию в виде надбавок к заработной плате за воздействие на здоровье неблагоприятных условий труда, а тем самым сократить или ликвидировать неопределенность для предприятия, связанную с возможностью возникновения со стороны рабочих требований по компенсации ущерба, наносимого их здоровью. Подобным образом функционируют и институты, регулирующие отношения предприятия с ее политико-административной внешней средой. Примером могут служить выдаваемые предприятию лицензии (разрешения) на загрязнение (в определенных пределах) окружающей природной среды. Аналогичную роль играют ОВОС и экологическая экспертиза проектов. Последняя, включая как государственную, так и общественную оценку проекта и подтверждая целесообразность (с экономической, социальной и экологической сторон) его реализации, также выступает средством регулирования отношений между инвестором и соответствующими заинтересованными сторонами и управления соответствующими рисками. Инструментом риск-менеджмента в рассматриваемом смысле является и сертификация систем экологического менеджмента на их соответствие требованиям ISO 14001 (ГОСТ Р ИСО 14001) или EMAS. Наряду с достаточно устоявшимися институтами, позволяющими управлять социально-экологическими рисками, существует весьма многочисленная группа заинтересованных сторон, отношения с которыми не имеют такой степени определенности (например, разного рода неформальные экологические организации, местные общины и т.п.). Для регулирования взаимоотношений с ними надо развивать инновационные

институты. Речь в данном случае идет о формировании двусторонних и многосторонних транзакционных отношений. Двусторонние транзакции охватывают договорные отношения между промышленным предприятием и ее разнообразными заинтересованными сторонами. При этом дизайн договоров определяется предприятием и заинтересованными сторонами самостоятельно, вне прямой связи с существующими в обществе формальными институтами (экологическими лицензиями, сертификатами, стандартами и т.п.) [2].

Библиографический список

1. Тотаренко Г.С. Система риск-менеджмента компании // Финансовый менеджмент. - 2006. - № 2. - С. 132–144.
2. Олейник К. Экологические риски хозяйственной (предпринимательской) деятельности: сущность, основные виды // Управление риском. 2000. - № 3. - С. 42–44.
3. Пахомова Н.В., Рихтер К.К. Экономика природопользования и экологический менеджмент: Учебник для вузов. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1999. - 488 с.
4. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации: Учебно-методическое пособие / М.Н. Игнатьева, Л.А. Мочалова и др. Екатеринбург: УФ ЦПРП, 2000. - 394 с.

References

1. Totarenko G. S. System of risk-management of the company//Financial management. - 2006. - № 2. - with. 132–144.
2. Olejnik K. Ekologicheskie risks of economic (enterprise) activity: essence, principal views//Management of risk. 2000. - № 3. - С. 42–44.
3. Pahomova N.V., Richter K.K. economy of wildlife management and ecological management: the Textbook for high schools. SPb.: Publishing house of SPb. Un y, 1999. - 488 with.
4. Non-polluting manufacture: approaches, an estimation, recommendations: the Uchebno-methodical grant / M.N.Ignatyev, L.A.Mochalov, etc. Ekaterinburg: UF ЦПРП, 2000. - 394 with.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Ассистент кафедры пожарной и промыш-
ленной безопасности И.А. Иванова
Д.т.н., проф. кафедры пожарной и про-
мышленной безопасности В.Я. Манохин
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)36-93-50
e-mail: Ivanova-eco@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Assistant lecturer of Department of Fire and
Industrial Safety I. A. Ivanova
D.Sc. in Engineering, Prof. of Department of
Fire and Industrial Safety V. Ya. Manokhin
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)36-93-50
e-mail: Ivanova-eco@mail.ru*

И.А. Иванова, В.Я. Манохин

БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Промышленная безопасность литейного производства в значительной степени определяется несовершенством технологических режимов и чистотой рабочей зоны различных участков литейных цехов. Анализ данных показывает, что практически все фазы технологического процесса сопровождаются выделением значительного количества пыли и вредных газов. В работе на основании теоретических и экспериментальных данных определены наиболее опасные с позиций экологического риска участки литейного производства, дана оценка дисперсности пыли, скоростей витания. Представлены данные рентгеноспектрального микроанализа по элементному ее составу пыли, экспериментальные данные визуализированы.

Ключевые слова: риски, рабочая зона, источники загрязнения, пыль, концентрации, ламинарный поток, предельно допустимые концентрации.

I.A. Ivanova, V. Ya. Manokhin

SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF FOUNDRY ENGINEERING

Industrial safety of foundry engineering is greatly influenced by imperfection of technological regimes and cleanness of operating areas of different sites of foundries. The analysis of data shows that almost all stages of technological processes are accompanied by emission of great amount of dust and harmful gases. The most hazardous sites of foundry are determined from the point of view of ecological risk, dust dispersion is assessed. Data of X-ray microanalysis of element composition of dust are presented, experimental data are visualized.

Keywords: risks, operating area, pollution sources, dust, concentration, laminar flow, maximum permissible concentrations.

Введение. Промышленная безопасность литейного производства связана с рисками отказов в работе приборов и оборудования, а также с наличием причин, вызывающих дефекты отливок из-за несовершенства технологических режимов. В значительной степени последнее связано с прочностью и чистотой поверхности формовочной смеси. Важным условием получения прочной формовочной смеси является обеспечение равномерного обволакивания всей поверхности зерен смеси связующей составляющей. Равномерность ее распределения определяется конструкцией смесителя и временем смешивания. При увеличении време-

ни перемешивания прочность на сжатие сначала возрастает, достигает максимума (обычно через 6-8 мин.), а затем начинает снижаться.

Соппротивление сдвигу дисперсной системы в общем виде выражается равенством:

$$\frac{H}{F} = f \cdot P + C \quad (1)$$

где H – сдвигающее усилие; P – удельная вертикальная нагрузка; f – коэффициент внутреннего трения; C – сила сцепления; F – площадь среза.

Применение связующих, обеспечивающих высокую прочность формовочной смеси и новых технологических схем литья – по выплавляемым моделям, в формы на термореактивном связующем (фактически в пластмассовые формы с песчаным наполнителем), в формы из жидкостеклянных смесей и др., – позволило получить тонкостенную неметаллическую оболочковую форму с высокой чистотой поверхности.

Качество отливок зависит также от режимов заполнения форм, истечения металлов и их свойств, внешних сил, охлаждения и затвердения металла в процессе разливки.

Жидкий металл в процессе заполнения формы может разрушать ее стенки и переносить продукты разрушения в различные части отливки, образуя засоры.

Количество засоров уменьшается в два раза в отливках, отлитых с литниковой чашей, по сравнению с отливками, отлитыми с литниковой воронкой, однако применение литниковой чаши вызывает неудобства при выполнении ряда последующих технологических операций.

При длительном воздействии струи металла на поверхность стержня из песчано-масляной или опилочной смеси происходит выгорание органических добавок, в результате чего хотя отслаивание и не происходит чистота поверхности отливки значительно ухудшается.

Условия гигиены атмосферного воздуха литейного производства. Степень риска технологического процесса также зависит от чистоты атмосферного воздуха на различных участках цеха, так как технологический процесс на всех фазах производства сопровождается выделением значительного количества пыли и вредных газов.

При плавке чугуна кроме пыли выделяется значительное количество оксидов углерода, а также сернистый ангидрид, углеводороды, оксид азота. В индукционных печах при плавке алюминия выделяется, помимо вышеуказанных ингредиентов, хлор и фтористый водород. Литейное производство характеризуется газовыделением при воздействии теплоты жидкого металла на формовочные смеси. В зависимости от вида компонентов формовочных смесей из них может выделяться бензол, фенол, формальдегид, фуран, цианид, аммиак, а также другие токсические вещества [1]. Производительность и токсичность выброса определяет категорию предприятия как источника загрязнения атмосферы [3].

Экспериментальная оценка параметров пыли и запыленности рабочей зоны литейного цеха. В литейных цехах выделяется значительное количество пыли. Качество атмосферного воздуха в рабочей зоне литейного цеха зависит от концентраций вредных веществ и их токсичности. Эффективность существующих средств очистки выбросов не обеспечивает выполнение требований гигиенических норм. Предварительные экспериментальные и расчетные данные показывают многократное превышение максимальных приземных концентраций над предельно допустимыми по данным Бромлея [2] это превышение доходит до 20 раз. При штучном производстве это носит кратковременный характер, однако при серийном степень экологического риска значительно увеличивается.

В связи с тем, что предельно допустимая концентрация пыли в рабочей зоне ($ПДК_{p.з.}$) зависит от содержания SiO_2 в частности, при $SiO_2 \leq 10\%$ $ПДК_{p.з.} = 10 \text{ мг/м}^3$, а фактическое содержание SiO_2 колеблется в диапазоне от $SiO_2 = 35-50\%$ по [1], 28,2 - 46,51% по [2] и почти по всем участкам литейного производства сопровождается наличием кварца, $ПДК_{p.з.}$ необходимо в расчет принимать равным 2 мг/м^3 . Это и определяет более жесткий подход к оценке санитарного состояния рабочей зоны и эффективности инженерно-технических мероприятий по снижению загрязнения воздуха.

При действии общеобменной и локальной вентиляции, а также наличие источников тепловыделения (печи, плавильные агрегаты) конвекция потоков воздуха рабочей зоны цеха и следовательно условия распространения в связи с этим вредных веществ, в том числе и пыли имеет сложный характер.

Несмотря на противоречивость данных по содержанию пыли на различных участках литейных цехов по данным Белова С.В. [1] 5000 – 20000 мг/м³, Бромлея [2] 600 – 20000 мг/м³, [4] до 14870 мг/м³ на всех участках имеет место многократное превышение фактических концентраций пыли над ПДК_{р.з.}

При этом размеры частичек пыли по нашим экспериментальным данным колеблются в диапазоне от 0 до > 200 мкм. По данным авторов [1] d=0 до >150 мкм, [2] d=0 до > 75 мкм.

Оценка дисперсности пыли и ее истинная плотность необходимы с двух позиций. Во первых, они определяют степень воздействия на человека. В частности, наличие пыли размером менее 10 мкм, так называемой «легочной» указывает на возможность получения ряда профессиональных заболеваний: помимо дерматитов, конъюнктивита и катаракты, еще и пневмокониоза и силикоза.

Взвешенные частицы сами по себе или в комбинации с другими загрязнителями представляют очень серьезную угрозу для здоровья человека. Загрязнители попадают в организм человека главным образом через систему дыхания. Для органов дыхания при этом существует непосредственная угроза, так как, по оценкам, около 50% частиц в диапазоне от 0,01 до 10 мкм, проникающих в легкие, осаждаются в них.

Взвешенные частицы могут вызывать токсический эффект одним или несколькими из следующих трех путей:

1. Частица может быть токсична вследствие ее химических или физических характеристик.
2. Частица может быть помехой для одного или нескольких механизмов, которыми нормально очищается респираторный тракт.
3. Частица может быть носителем абсорбированного на ней токсичного вещества.

Некоторые частицы, попадающие в атмосферу в результате антропогенной деятельности, играют роль ядер конденсации, которые влияют на образование облаков, дождя и снега.

Взвешенные в атмосфере частицы могут быть химически инертны или химически активны сами по себе, они могут быть инертны, но поглощать химически активные вещества из атмосферы, или могут объединяться, образуя химически активные компоненты. В зависимости от их химического состава и физического состояния взвешенные частицы наносят значительный вред материалам. Частицы запыляют окрашенные поверхности и одежду, просто оседая на них.

Еще более существенно, что взвешенные частицы могут быть причиной прямого химического разрушения материалов либо путем непосредственной коррозии, либо воздействием адсорбированных и абсорбированных разъедающих химикалий в присутствии инертных частиц. Металлы первоначально могут сопротивляться коррозии в сухом воздухе или даже в чистом влажном воздухе. Однако гигроскопические частицы, обычно присутствующие в атмосфере, могут разъедают металлические поверхности и в отсутствие других загрязнителей.

Эти пылевые выбросы, весьма токсичные сами по себе, не остаются в атмосфере без изменений. Под действием солнечных лучей и при участии озона возникают пока не известные реакции, образующие новые, еще более токсичные соединения. При этом атмосферная турбулентность и ветер не успевают удалять из воздушного бассейна этих предприятий пылевые выбросы. Проблема создания безотходной технологии и внедрения новейших пылеулавливающих комплексов на действующих предприятиях пока не решена.

Во вторых, размеры взвешенных частиц и плотность существенным образом определяют выбор пылеулавливающих устройств, определяют оптимальные параметры выброса запыленного воздуха.

На поведение частиц размером менее 0,1 мкм оказывает существенное влияние броуновское движение за счет столкновения с отдельными молекулами. Частицы размерами между 0,1 и 1 мкм в спокойной атмосфере имеют скорости оседания несравненно меньше, чем скорость ветра; при размере более 1 мкм оседание все еще мало; для частиц размером более 20 мкм скорости оседания относительно достаточны, и такие частицы удаляются из атмосферы гравитационным оседанием или другими инерционными процессами.

Поэтому особое значение приобретает анализ и оптимизация уже действующих пылеулавливающих комплексов в сочетании с новыми перспективными разработками и технологиями утилизации пыли.

Важным свойством пылеулавливающих устройств является то, что эффективность улавливания данного размера частиц, известная как фракционная эффективность улавливания, увеличивается с размером частиц. Если эффективность улавливания для данного размера является хорошей (например, 90% при 10 мкм), то для частиц большего размера эффективность будет еще лучше. Отметим, однако, что фракционная эффективность улавливания резко меняется с размером частиц. Эта зависимость показана в виде гипотетической кривой на рис. 1, которая является типичной для некоторых газоочистных устройств. Из рис. 1 видно, что в области малых размеров частиц эффективность быстро возрастает, достигая практически 100% при больших размерах. Форма данной кривой может меняться для различных типов устройств и для схемных модификаций в пределах данного типа устройств. Кроме того, эффективность улавливания может быть функцией вида пыли, что обусловлено различными физическими характеристиками частиц, например, такими, как их форма.

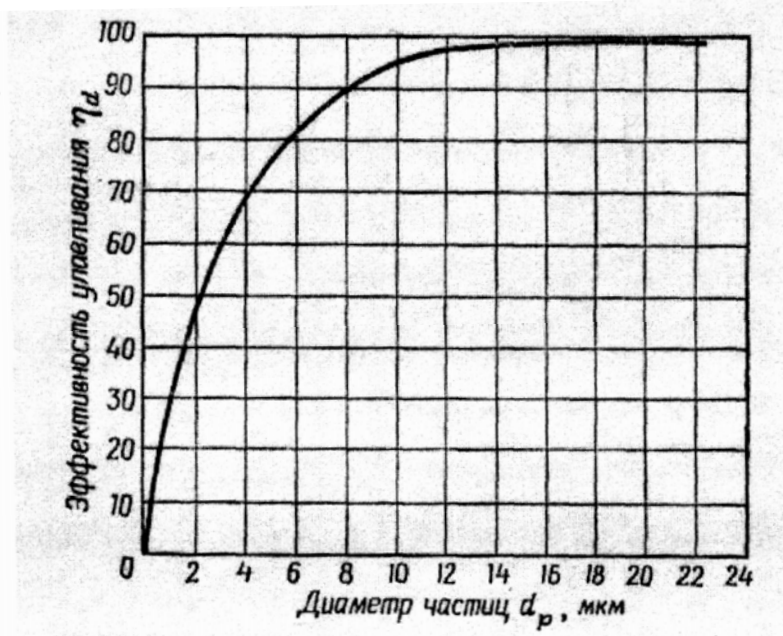


Рис. Гипотетическая кривая зависимости эффективности улавливания частиц от их диаметра

Зачастую важнее знать общую эффективность улавливания, чем эффективность улавливания частиц данного диаметра. Это означает, что для конкретного типа пыли и определенного газоочистного устройства необходимо располагать информацией о том, какой весовой процент от общего количества поступающей пыли будет удаляться из потока очищаемого

го газа. Чтобы получить такого рода информацию, необходимо знать весовое распределение по размеру частиц и эффективность улавливания как функцию диаметра частиц d .

Оценка параметров запыленности и пыли литейного цеха показало, что несмотря на штучный характер производства, имеет место интенсивное пылевыведение на участках выбивки литья из форм и дробеструйном участке. В рабочей зоне дробеструйных камер содержание пыли составляет от 22-135 мг/м³, а у выбивных решеток от 32-207 мг/м³. Средние значения концентраций в отсосах соответственно участкам составляют от 650 до 2600 мг/м³ и от 2200 до 2950 мг/м³.

Определенная с помощью прибора Ле Шателье истинная плотность равна 2,95 г/см³ от выбивных решеток и 4,5 г/м³ от дробеструйных камер. Размер пыли в пылеприемниках составляет от 14- >200 мкм.

Замерами в местах выделения пыли определено весовое процентное содержание фракций различного диаметра (табл.).

Таблица

Фракционный состав пыли

Место выделения пыли	Весовое процентное содержание фракций со средним диаметром частиц в мкм						
	До 5	5-10	>10-20	>20-40	>40-60	>60-100	Более 100
Дробеструйный барабан	7,1	5,2	4,5	11,3	15,3	20,1	36,5
Выбивные решетки	6,2	8,3	30,0	18,2	11,1	12,0	14,2

Таким образом, количество мелкодисперсной пыли достигает значительных значений у выбивных решеток до 44,5% (при $d \leq 20$ мкм). Отсутствие ее в пылеприемнике подтверждается ее наличием на срезе выпускной трубы и в заветренной зоне факельного выброса ($H=8$ м).

Скорость оседания частиц определяется уравнением Стокса для частиц размером до 50 мкм, так как это область ламинарного режима потока.

$$V_t = \frac{g \cdot d_p^2 \cdot \rho_p}{18 \cdot \mu} \quad (2)$$

где g – ускорение силы тяжести; d_p – диаметр частицы; ρ_p – плотность частицы; μ – коэффициент вязкости. Для размеров частиц, установленных нами в эксперименте, не подвергшихся осаждению в пылеприемнике определена, что скорость витания частиц $V=3,3$ см/с (при $d=20$ мкм, $S=2,95$ г/м³) и $V_t=0,06$ см/с (при $d=1$ мкм, $S=2,95$ г/м³).

Время оседания частиц при факельном выбросе на высоту 10 м составляет 303 с для $d=20$ мкм и 16667 с для $d=1$ мкм.

Обсуждение результатов. Полученные данные по запыленности на промплощадке и срезе трубы факельного выброса позволяют сделать вывод о недостаточно эффективной системе очистки пыли и необходимости более эффективного пылеулавливания мелкодисперсной пыли, так как именно эта пыль является наиболее опасной и создает в рабочей зоне цеха и на площадке концентрации превышающие ПДК_{р.з.}

Выводы.

1. Наибольшая запыленность характерна для участков дробеструйной обработки и выбивки литья из формы.
2. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о ламинарном характере потока ($Re = 10^{-4} - 5,0$).
3. Установлено наличие в выбросе значительной массы частиц пыли менее 20 мкм, определяющих недостаточную эффективность ее улавливания существующей системой пылеочистки, вследствие чего имеет место превышение ПДК_{р.з.}

Библиографический список

1. Белов С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов. - М.: Высш.шк., 1991. – 319 с.
2. Бромлей М.Ф., Красилов Г.И. Отопление. Вентиляция чугунолитейных цехов. - М.: Профиздат, 1954. – 288 с.
3. Иванова И.А. Разработка методов повышения промышленной безопасности технологических процессов в смесителях асфальтобетонных заводов / И. А. Иванова, В.Я. Манокхин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. - №3. – С. 183-188.
4. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Ленинград: Гидрометиздат, 1986. – 184 с.

References

1. Belov, S.V. Environmental protection. Moscow, 1991. 319 pp.
2. Bromley, M.F., Krasilov, G.I. Heating. Iron Foundry Ventilation. Moscow, 1954. 288 pp.
3. Ivanova, I.A., Manokhin, V.Ya. Development of methods improving Industrial Safety of Technological Processes in Agitators of Asphalt-Concrete Plants // Scientific Herald of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2008. № 3. P. 183-188.
4. Collected methods for calculation of harmful substances emission in the atmosphere by different manufacturers. Leningrad, 1986. 184 pp.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К-т техн. наук, проф., зав. кафедрой проек-
тирования конструкций, оснований и фунда-
ментов П.И. Калугин
Доцент кафедры проектирования конструк-
ций, оснований и фундаментов О.И. Янина
Главный инженер проекта Департамента
науки и инноваций Р.П. Калугин
Инженер Департамента науки и инноваций
А.Г. Янин
Инженер Департамента науки и инноваций
О.В. Никишова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-59-26
e-mail: romanu36@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
C.E., Professor, the Director of Projecting of
Constructions, Basements and Foundations
Department P.I. Kalugin
Associate professor of Projecting of
Constructions, Basements and Foundations
Department O.I. Yanina
Chief Engineer of project of Department of
Science and Innovations R.P. Kalugin
The engineer of Department of Science and
Innovations A.G. Yanin
The engineer of Department of Science and
Innovations O.V. Nikishova
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-59-26
e-mail: romanu36@yandex.ru*

П.И. Калугин, О.И. Янина, Р.П. Калугин, А.Г. Янин, О.В. Никишова

АНАЛИЗ НОРМ НАКОПЛЕНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. ВОРОНЕЖА

Методом расчетных параметров выполнен анализ норм накопления ТБО в
условиях современного города.

Ключевые слова: норма накопления, твердые бытовые отходы, метод расчетных параметров.

P.I. Kalugin, O.I. Yanina, R.P. Kalugin, A.G. Yanin, O.V. Nikishova

ANALYSIS OF THE STANDARDS OF ACCUMULATION OF DOMESTIC HARD WASTE IN VORONEZH

The analysis of the standards of accumulation of domestic hard waste in conditions
of contemporary city was performed by the method of design parameters.

Keywords: standard of accumulation, domestic hard waste, method of design parameters.

Нормы накопления твердых бытовых отходов (ТБО) являются исходными данными для прогнозирования объема удаляемых отходов и определяются количеством отходов, образующихся на расчетную единицу в единицу времени.

Существенное влияние на нормы накопления ТБО оказывает развитие рыночных отношений в обществе. Объем отходов постоянно увеличивается, происходит значительное изменение морфологического и фракционного составов.

Метод расчетных параметров, разработанный АКХ им. К.Д. Памфилова, позволяет прогнозировать изменения норм накопления ТБО, используя данные роста численности населения и объема выпуска товаров, влияющих на накопление отходов в настоящее время и в перспективе.

Норма накопления отходов $N_{пр}$ от жилого сектора в перспективе рассчитывается по формуле

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

где $N_{исх}$ - исходная норма накопления отходов, $м^3/год$; t - период прогнозирования, лет;

0,0265 - коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТБО.

Для объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений норма накопления отходов $M_{пр}$ от рассчитывается по формуле

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

где $M_{исх}$ - исходная норма накопления отходов, $м^3/год$; t - период прогнозирования, лет;
0,005 - коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТБО.

В таблице 1 приведены расчетные перспективные среднегодовые нормы накопления ТБО по жилому сектору, объектам общественного назначения, торговым и культурно-бытовым учреждениям г. Воронежа.

Таблица 1

Среднегодовые нормы накопления твердых отходов по жилому сектору, объектам общественного назначения, торговым и культурно-бытовым учреждениям г. Воронеж

№№ п/п	Наименование объекта	Среднегодовые нормы накопления твердых бытовых отходов							
		2001 г.		2005 г.		2010 г.		2015 г.	
		кг	м ³	кг	м ³	кг	м ³	кг	м ³
1	Продовольственные магазины (на 1м2 торг. площади)	160	0,8	163	0,82	167	0,84	172	0,86
2	Промтоварные магазины (на 1м2 торг. площади)	90	0,5	92	0,51	94	0,52	97	0,54
3	Супермаркет, универмаг (на 1 м2 торг. площади)	126	0,7	129	0,71	132	0,73	135	0,75
4	Рынки продовольственные (на 1 м2 торг. площади)	270	0,9	275	0,92	282	0,94	290	0,97
5	Проектные институты и бюро (на 1сотрудника)	27,5	0,25	28	0,26	29	0,26	29	0,27
6	Сбербанки (на 1сотрудника)	54	0,45	55	0,46	56	0,47	58	0,48
7	Офисы, административные учреждения, (на 1сотрудника)	27,5	0,25	28	0,26	29	0,26	29	0,27
8	Автостоянки и парковки (на 1 машино-место)	190	0,95	194	0,97	199	0,99	204	1,02
9	Гаражи (на 1 машино-место)	39,2	0,28	40	0,29	41	0,29	42	0,30
10	Больница (на 1 койку)	140	0,7	143	0,71	146	0,73	150	0,75
11	Поликлиники (на 1 посещение)	1,7	0,01	2	0,01	2	0,01	2	0,01
12	Школы, институты, техникумы, колледжи (на 1 учащегося)	24	0,12	24	0,12	25	0,13	26	0,13
13	Гостиница (на 1 место)	119	0,7	121	0,71	124	0,73	128	0,75
14	Общежитие (на 1 место)	209	1,1	213	1,12	219	1,15	224	1,18
15	Предприятия общественного питания (на 1 место)	126	0,3	129	0,31	132	0,31	135	0,32
16	Клубы, театры, кинотеатры, библиотеки (на 1 место)	37,5	0,25	38	0,26	39	0,26	40	0,27
17	Стадионы (на 1 место)	42,5	0,25	43	0,26	44	0,26	46	0,27
18	Вокзалы (на 1 пассажира)	54	0,3	55	0,31	56	0,31	58	0,32
19	Благоустроенное жилье (на 1 человека)	252	1,2	280	1,33	319	1,52	363	1,73
20	Неблагоустроенное жилье (на 1 человека)	315	1,5	350	1,67	399	1,90	454	2,16
21	Частный сектор (на 1 человека)	420	2	466	2,22	531	2,53	606	2,88

Особое внимание следует уделить крупногабаритным отходам (КГО), к которым относятся отходы, по габаритам, превышающим стандартные контейнеры вместимостью 0,75 м³. В таблице 2 приведен ориентировочный состав КГО.

Таблица 2

Ориентировочный состав крупногабаритных отходов

Материал	Содержание, % по массе	Составляющие
Дерево	60	Мебель, обрезки деревьев, доски, ящики, фанера.
Бумага, картон	6	Упаковочные материалы
Пластмасса	4	Детские ванночки, тазы, линолеум, пленка
Керамика, стекло	15	Раковины, унитазы, листовое стекло
Металл	10	Холодильники, газовые плиты, стиральные машины, велосипеды, баки, стальные мойки, радиаторы отопления, детали легковых машин, детские коляски
Резина, кожа, изделия из смешанных материалов	5	Шины, чемоданы, диваны, телевизоры.

По результатам исследований, проведенных АКХ им. К. Д. Памфилова, во многих городах России, в среднем за год на 1 человека накапливается около 40 кг КГО плотностью 210 кг/м³.

Среднегодовые нормы накопления КГО для г. Воронеж за 2001...2009 гг. и перспективные нормы представлены в таблице 3.

Таблица 3

Среднегодовые нормы накопления крупногабаритных отходов г. Воронеж

№№ п/п	Наименование объекта	Среднегодовые нормы накопления твердых бытовых отходов							
		2001 г.		2005 г.		2010 г.		2015 г.	
		кг	м ³	кг	м ³	кг	м ³	кг	м ³
40	Крупногабаритные отходы (на 1 жителя)	39,9	0,19	44	0,21	50	0,24	58	0,27

Библиографический список

1. Журкович В.В. Городские отходы: науч. и метод. справ. пособие – СПб.: Гуманистика, 2001. - 580с.
2. Иваненко Л.В., Быкова П.Г. Экологические проблем города и утилизация отходов. Самара: Кн. Изд-во, 1993. - 124с.

References

1. Zhurkovitch V.V. City waste: scientific and methodological inquiry textbook - St. Pet.: Humanistica, 2001. – 580p.
2. Ivanenko L.V., Bikova P.G. Ecological problems of the city and utilization of waste products. Samara: Publishing house, 1993. - 124p.

*Ярославский государственный
технический университет
Аспирантка кафедры охрана труда и
природы Е.Н. Комина.*

*Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой охрана
труда и природы В.М. Макаров
Россия, г. Ярославль, тел. 8(920)6521950
e-mail: kominak@yandex.ru*

*Yaroslavl State technical University
Post-graduate of Labour
Protection and Nature faculty
E.N. Komina*

*Dr.Sci.Tech.,prof.,head of Labour
Protection and Nature faculty V.M.Makarov
Russia,Yaroslavl, tel. 8(920)6521950
e-mail: kominak@yandex.ru*

Е.Н. Комина, В.М. Макаров

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТХОДОМ ЗЕЛЕННОГО МАСЛА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В работе представлены результаты определения физико-химических показателей отхода зеленого масла, его фракционного, группового химического состава. Проведен мониторинг уровня содержания этого нефтепродукта в дренажной системе. Найдены пути применения отхода зеленого масла в качестве вспучивающей добавки для получения гравия керамзитового, компонента сырьевой смеси для получения технического углерода, пластификатора резиновой смеси. Получены положительные результаты по всем трем направлениям его использования.

Ключевые слова: отход зеленого масла, мониторинг уровня отхода, вспучивающая добавка, компонент сырьевой смеси, пластификатор.

E.N. Komina, V.M. Makarov

INVESTIGATION OF PROBLEMS OF POLLUTION OF WASTE OIL GREEN ENVIRONMENT

The paper presents results of determination of physical-chemical characteristics of green waste oil, its fractional, chemical composition of the group. Monitored the level of the content of this oil at the drainage system. Found ways to use green waste oil as expansion agent to obtain expanded clay gravel, a component of raw mix to produce carbon black, plasticizer, rubber mixture. The positive results in all three areas of its use.

Keywords: green waste oil, monitoring the level of waste, expansion agent, a component of raw mix, a plasticizer.

В настоящее время, к сожалению, выявляются отходы, которые были образованы в далекий период времени, когда охране окружающей среды не уделялось достаточного внимания. Это касается отходов зеленого масла на территории бывшего Ярославского сажевого завода, который был пущен в эксплуатацию в 1933 году и располагался в 100 метрах от уреза реки Волга. Сырьем для производства технического углерода служило «зеленое масло» – продукт пиролиза керосина, которое сливалось и хранилось в открытых земляных прудах с неизвестной степенью гидроизоляции [1]. За многолетнюю эксплуатацию завода грунт в непосредственной близости от реки, как показали гидрогеологические и гидрохимические изыскания, оказался пропитанным на глубину более 60 метров, что значительно ниже дна реки, глубиной 9 м. Поэтому выделение фракций отхода зеленого масла происходит в воду со стороны дна [2]. Опасность их состоит в том, что помимо отравления флоры и фауны реки, грунтовых вод и береговой зоны, масло, двигаясь по течению может попасть в центральный

водозабор, расположенный двумя километрами ниже по течению реки. Особую тревогу вызывает наличие в водной эмульсии фенола, предельно-допустимая концентрация которого для водоемов рыбохозяйственного назначения составляет $0,001 \text{ мг/дм}^3$. Проведенный нами анализ водо-углеводородной эмульсии в теплый период года показал, что содержание фенола колеблется от $0,315$ до $0,399 \text{ мг/дм}^3$ [3]. С течением времени отход зеленого масла выходил на поверхность грунта в непосредственной близости от уреза воды.

Для прекращения стоков нефтяной эмульсии в Волгу в 70-х годах был построен дренаж с 18-ю колодцами, протяженностью 1225 метров, глубиной 3 метра, с помощью которого нефтепродукты, просочившиеся в почву, должны были частично улавливаться.

С осени 2001г. в районе строящегося Юбилейного моста через Волгу уже было выявлено внезапное увеличение количества нефтепродуктов в дренаже, что происходит и в настоящее время с различной интенсивностью.

Нами был разработан и изготовлен индикаторный прибор для проведения мониторинга уровня отхода зеленого масла в вышеупомянутом дренаже в различный период времени. Метод определения границы сред отход зеленого масла – водная эмульсия основан на разности их удельного объемного электрического сопротивления. Так для воды этот показатель, в зависимости от концентрации растворенных примесей, составляет $10^3 - 10^5 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, а для отхода зеленого масла превышает $10^{12} \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Так как последний имеет меньшую плотность, чем вода и не смешивается с ней, над водой будет находиться слой отхода зеленого масла с резкой нижней границей. Для определения положения границы раздела сред в дренаж погружается щуп, с нанесенной на его поверхность измерительной шкалой, градуированной в сантиметрах. Одному сантиметру соответствует 10 тонн нефтепродукта. Результаты измерений представлены на рисунке.

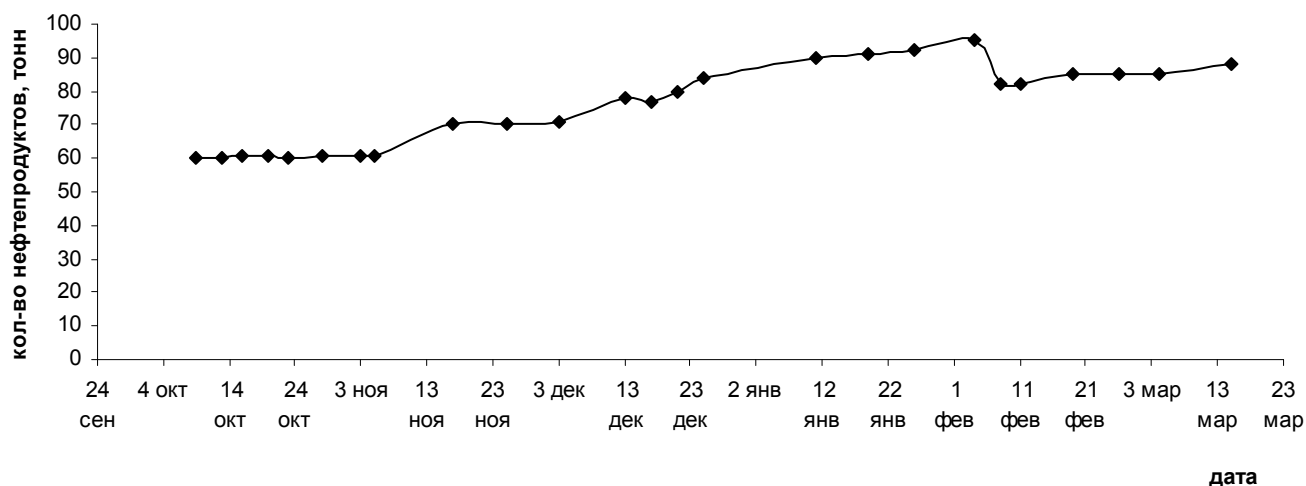


Рис. Динамика изменения содержания нефтепродуктов в дренаже

Как видно из графика количество отхода зеленого масла постоянно растет. На сегодняшний день в дренаже содержится порядка 80 тонн нефтепродукта. В аварийном порядке водная эмульсия из дренажа в настоящее время откачивается из дренажной системы на городские очистные сооружения с концентрацией нефтепродукта от 97 до $131,0 \text{ мг/дм}^3$ [3], что усложняет ее работу.

Нами был изучен групповой состав отхода зеленого масла, который представлен парафино – нафтеновыми – 46%, легкими ароматическими – 40,4%, средними ароматическими – 14%, тяжелыми ароматическими – 6% и смолистыми веществами – 1%. Причем ароматики содержится порядка 60%. Так же были изучены некоторые физико-химические показатели отхода зеленого масла и его фракционный состав, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико – химические показатели отхода зеленого масла и его фракционный состав

Показатели	Отход зеленого масла
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,9766
Пределы кипения, °С	123-345
Температура вспышки, °С	108
Температура воспламенения, °С	130
Коксуемость, %	1,6994
Содержание золы, %	0,0037
механических примесей %	0,0023
Йодное число	45
Содержание непредельных углеводородов, %	17
Фракционный состав, %	°С
Начало кипения	123
10%	124
20%	235
30%	245
40%	253
50%	261
60%	275
70%	290
80%	323
90%	345
95%	345
Конец кипения	345

Исходя из группового углеводородного состава отхода зеленого масла, возникло предположение о возможности его использования в следующих направлениях: в качестве вспучивающей добавки для получения керамзита, в качестве мягчителя при изготовлении резиновых смесей, в качестве компонента сырьевой смеси для получения технического углерода. Как показали проведенные исследования, выбранные направления вполне реализуемы.

В соответствии с рекомендациями ОАО НИИ «Техуглерод» и Ярославского государственного технического университета были проведены предварительные лабораторно-технологические и промышленные испытания по использованию отхода зеленого масла в качестве компонента вспучивающей добавки к формовочным массам на основе глины Благинского месторождения при производстве гравия керамзитового на заводе ОАО «Керамзит» [4]. В производственных условиях использовали отход зеленого масла как компонент в смеси с печным топливом в соотношении 1:10. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты промышленно – технологических испытаний получения гравия керамзитового

Фракционный состав гранул, мм	5 – 10		10 – 20	
	Насыпная пл-ть, кг/м ³	Прочность, кг/см ²	Насыпная пл-ть, кг/м ³	Прочность, кг/см ²
Норма (ГОСТ 9757-90) «Гравий и песок керамзитовые»	от 500 до 600	от 33,0 до 45,4	от 500 до 600	от 25,0 до 33,0
Результаты испытаний с применением топлива печного	551	39,8	524	31,2
с применением отхода зеленого масла + топливо печное	521	32,0	503	28,8

Анализ работы производства показал, что качество получаемого керамзита по показателям насыпной плотности и прочности соответствует ГОСТ 9757-90.

Также проведено исследование возможности использования отхода зеленого масла в качестве пластификатора резиновой смеси на основе бутадиен – нитрильного каучука БНКС-28АМН, наполненной техуглеродом [5]. С применением метода инфракрасной спектроскопии определена структура отхода зеленого масла, идентификация которой позволила установить близость большинства составляющих анализируемого отхода к наиболее распространенным мягчителям резиновых смесей. Результаты определения степени набухания каучука по сравнению с индустриальным маслом, определение пластичности смесей, условных напряжений и прочности при растяжении резин, а также относительного и остаточного удлинений, дают возможность сделать вывод о высоком пластифицирующем эффекте отхода зеленого масла и рекомендовать его для дальнейших испытаний в качестве пластифицирующих смесей на основе бутадиен – нитрильных каучуков.

В центральную заводскую лабораторию завода ОАО «Ярославский технический углерод», где жидким сырьем для производства техуглерода служит тяжелый каталитический газойль, был представлен образец отхода зеленого масла для проведения лабораторных исследований на предмет возможности применения его в качестве компонента сырьевой смеси для получения технического углерода [4]. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты лабораторных испытаний отхода зеленого масла в качестве компонента сырья для получения технического углерода в соответствии с ТУ 0258-005-48671436-2006

№ п/п	Наименование показателя	Норма	Значение показателя – отхода зеленого масла
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	не менее 1010	959
2	Фракционный состав: - температура начала перегонки, °С - 50 % перегоняется при температуре, °С	не ниже 190 не выше 440	208 270
3	Коксуемость, %	не выше 5	1,34
4	Массовая доля воды, %	не выше 0,5	0,06
5	Массовая доля механических примесей, %	не выше 0,1	0,00
6	Зольность, % масс	не выше 0,1	0,00
7	Индекс корреляции	не ниже 100	88
8	Вязкость кинематическая при 50 °С, сСт	не выше 50	3,4

Анализ образца отхода показал, что его качество и качество получаемого техуглерода соответствуют нормам применяемого на заводе сырья и продукта.

Предлагаемый способ утилизации углеводородной составляющей вышеуказанной эмульсии, кроме решения важной экологической проблемы, позволит ряду предприятий региона (ОАО «Керамзит», ОАО «Ярославский шинный завод», ОАО «Ярославский завод резиновых технических изделий», ОАО «Ярославрезинотехника», ОАО «Ярославский технический углерод») снизить себестоимость своей продукции без потери качества в связи с низкой стоимостью выделенного отхода зеленого масла. Стоимость дизельного топлива, предусмотренного по технологическому регламенту для получения гравия керамзитового составляет 17500 руб за тонну. Стоимость мазута – мягчителя для резиновых смесей - 5660 руб за тонну. Стоимость углеводородного сырья для получения технического углерода 10750 руб за тонну. Стоимость же выделенного из грунтовых вод отхода зеленого масла – 3 000 руб за тонну.

Таким образом, в данной работе предполагается возможность утилизации отхода зеленого масла – опасного не только для рыбохозяйственного водоема (река Волга), но и для потребителей питьевой воды от центрального водозабора города Ярославля.

В настоящее время выделение из грунта водомасляной эмульсии происходит бесконтрольно, а ее направление на городские очистные сооружения может также вызвать перебои в их работе в связи с высокими концентрациями нефтепродуктов. В дальнейшем ЯГТУ совместно с ОАО НИИ «Техуглерод» предполагает изготовить опытную установку для выделения отхода зеленого масла из грунтовых вод, а также установку для очистки воды от остаточного содержания нефтепродукта.

Библиографический список

1. Е.Н. Комина, В.М. Макаров, С.М. Капустин, «Разработка способа утилизации зеленого масла – опасного отхода производства технического углерода» /: материалы Международной научно – практической конференции «Технологии обеспечения безопасности здоровья», изд-во ЯГПУ, 2008.-стр.347-349.
2. В.М. Макаров, О.П. Филипова, Е.Н. Комина, «Результаты исследования по проблеме утилизации опасных отходов предприятий Ярославской области» /: Известия Тульского Государственного университета, серия «Науки о Земле», выпуск 5.-2009.-стр.95-99.
3. Е.Н.Комина, В.М. Макаров, «Разработка технологии очистки грунтовых вод, загрязненных фенолом и нефтепродуктами» /: Известия Тульского Государственного университета, серия «Науки о Земле», выпуск 5.-2009.-стр.87-90.
4. Е.Н. Комина, В.М. Макаров, «Загрязнение нефтепродуктом территории сажевого завода и рекомендации по утилизации образующегося отхода»/: материалы межрегиональной научно-практической конференции «Охрана окружающей среды и здоровья населения», Ярославль, 2010.-стр.132-141.
5. Е.Н. Комина, В.М. Макаров, С.М. Капустин, «Использование отхода зеленого масла в качестве пластификатора» /: Вестник РАЕН, том 3.-№3. -стр.103-106.

References

1. Komina E. N, Makarov V. M, Kapustin S.M. The development of ways of recycling of green oil – a hazwaste of manufacture of carbon black. Materials of International theoretical and practical conference “Technology of safety of health”,– Yaroslavl: publishing house JAGPU, 2008. – p. 347 – 349.
2. Makarov V.M, Fillipova O.P, Komina E. N , "Results of studies on hazardous waste management companies Yaroslavl region" /: Proceedings of the Tula State University, a series of "Earth Sciences", Issue 5.-2009. , p.95-99.
3. Komina E. N, V. M. Makarov, "Development of technologies to clean groundwater contaminated with phenol and petroleum products" /: Proceedings of the Tula State University, a series of "Earth Sciences", Issue 5.-2009.-p.87-90 .
4. Komina E. N, V.M. Makarov, "the territory of soot pollution by oil plant and recommendations for disposal of waste generated" /: Materials mezhrigionalnoy scientific-practical conference "Protection of the environment and human health", Yaroslavl, 2010.-p.132-141.
5. Komina E. N, V. Makarov, SM Kapustin, "The use of green waste oil as a plasticizer" /: Journal of Natural Sciences, Volume 3 .- № 3. - p.103-106.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры проектиро-
вания зданий и сооружений Ф.М. Савченко;
Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений Д.В. Бурцев
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand.Tech.Sci., prof. of designing of buildings
and constructions faculty F.M. Savchenko;
Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty D.V. Burtsev
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Ф.М. Савченко, Д.В. Бурцев

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОСТИНИЦ

Представлены проблемы экологии при проектировании гостиниц и методы их решения на примере «эко-гостиниц». Установлено, что этот относительно новый сегмент на рынке гостиничных услуг становится более популярным, поскольку наносит минимальный урон окружающей среде. В России «эко-гостиницы» пока еще не столь востребованы, но интерес к ним все же наблюдается.

Ключевые слова: «эко-гостиницы», «эко-отели», «ответственный туризм», экологический менеджмент, вторичная переработка, утилизация отходов, экономия ресурсов.

F.M. Savchenko, D.V. Burtsev

ECOLOGY PROBLEMS AT DESIGNING OF HOTELS

Ecology problems are presented at designing of hotels and methods of their decision on an example of "eco-hotels". It is established that this rather new segment in the market of hotel services to become more popular as the minimum loss causes to environment. In Russia "eco-hotels" for the present are not so claimed, but interest to them nevertheless is observed.

Keywords: "eco-hotels", «responsible tourism», ecological management, secondary processing, recycling of a waste, economy of resources.

Во всем мире эко-туризм, или, как его еще называют, «ответственный туризм», становится более популярным. Главные аспекты, наиболее характерные для эко-гостиниц, условно можно разделить на две группы: это эффективное управление отходами (их минимизация и утилизация) и сокращение использования различных ресурсов (электричества, воды, закупаемых товаров). Именно эти направления легли в основу эко-политики, причем подобные отели всячески информируют клиентов о мерах, предпринимаемых для того, чтобы проживание стало наиболее экологически безопасным.

Более того, зачастую в процессе сохранения экологии участвует не только администрация гостиницы, но и постояльцы, причем наиболее часто процесс вовлечения клиентов в деятельность в соответствии с принципами экологического менеджмента можно наблюдать в сфере утилизации отходов отеля. Например, в сети Grecotel среди клиентов распространяется специальная листовка с приглашением к сотрудничеству, помогающему превратить гостиницу в самую экологически безопасную в Европе. В частности, в буклете содержится просьба использовать вместо привычных пластиковых пакетов специальные сумки, имеющиеся в каждом номере. Результат налицо: по оценкам сотрудников Grecotel, за последние 10 лет эти

меры предотвратили использование около 2,5 млн. пластиковых пакетов, тем самым значительно сократив количество биологически неразлагаемых отходов.

Более того, на территории гостиницы продукты питания продаются исключительно в таре, пригодной для вторичной переработки или возвращаемой поставщикам. Помимо утилизации отходов, клиентов Grecootel просят быть бдительными – в случае, если они заметят протечку воды. Проблему с электрооборудованием и т. д. они должны незамедлительно сообщить об этом сотрудникам отеля. В отелях группы Accor Hotels (да и во многих других гостиницах мирового уровня), периодичность смены полотенец и постельного белья определяет не администрация, а сам клиент, что позволяет сократить расход стиральных порошков, воды, электроэнергии и соответственно сократить связанные с этим финансовые расходы. Экономия ресурсов и, как следствие, финансовая экономия возможны так же за счет установки менее энергоемкого оборудования или оптимизации работы уже существующего. Так, в отеле Grand Stanford Inter Continental была снижена температура стирки с привычных 90°C до 60°C без ущерба для ее качества. Это позволило ежегодно экономить значительные средства без каких либо финансовых затрат.

Учитывая «человеческий фактор» в вопросе перерасхода электроэнергии – не выключенный вовремя свет или иные энергопотребители, во многих отелях используются специальные устройства, отключающие электроэнергию в пустующем номере. Спектр таких устройств достаточно широк: инфракрасные датчики, электромагнитные ключи, брелоки, которые необходимо вставить в специальный разъем около входной двери, чтобы номер начал подавать электричество. Опыт Hotel Nikko, где используются такие электромагнитные ключи, показывает, что подобная «мелочь» за день экономит электричества на 3% от своей стоимости. Соответственно, срок окупаемости оборудования – всего лишь чуть более двух месяцев.

Случаи использования ключей-карт не единичны – например, в бутик-отеле Orchard Garden работа всех электрических приборов контролируется с помощью магнитного ключа от номера. Тем не менее, у постояльцев есть возможность оставлять на подзарядке ноутбуки или другие электрические приборы, даже если в номере никого нет: все номера оснащены специально выделенными для таких задач розетками. Помимо этого, в комнатах есть отдельные корзины для каждого вида мусора: бумаги, пластика, стекла и т. д. В ванной вся сантехника работает в режиме низкого расходования воды. Косметика и полотенца, предлагаемые гостям, сделаны из экологически чистых материалов, а завтрак состоит из хлеба, масла, джема и кофе, а также разных видов сыров и колбас, при производстве которых не использовались химикаты. Экологически сертифицированные отели тщательно следят за сбережением электроэнергии и воды, а также используют в оформлении интерьеров экологически чистые материалы. В частности, на рынке появилась альтернатива повсеместно распространенным в отелях пластиковым ключ-картам: биоразлагаемые картонные ключ-карты, которые постояльцы смогут отдать на переработку после использования.

Компания Green Key позиционирует свою продукцию как экономичную, экологичную и гигиеничную (не приходится трогать загрязненную ключ-карту, прошедшую через множество рук). Кроме того, обыкновенные пластиковые ключ-карты изготавливаются из поливинилхлорида (ПВХ), который, по данным Greenpeace выделяет ядовитое вещество – диоксин и трудно поддается переработке. Исследования показали, что диоксин вызывает проблемы со здоровьем, и поступает все больше и больше сообщений о его вредоносном воздействии, поэтому применение экологически чистых материалов вполне оправдано. На настоящий момент уже продана четверть миллиона таких ключей.

Одним из главных элементов эффективно функционирующей системы экологического менеджмента является анализ проводимой и планирование будущей деятельности. Для получения наилучших результатов необходимо оценивать эффективность реализованных мероприятий. Среди всей массы отелей на этом поле выделяются отели группы Accor Hotels,

в которых специалистами разработана методика оценки эффективности энерго- и водопотребления, основанная на сравнении теоретически необходимого и реально потребляемого количества электроэнергии и воды. Результаты осуществляемой в рамках системы экологического менеджмента деятельности отелей по энерго- и ресурсосбережению показывают их несомненную экономическую эффективность.

Данные, предоставленные сотрудниками Hotel Nikko, наглядно это демонстрируют. Не сложно заметить, что ежегодная экономия средств составляет от 12 тыс. до 50 тыс. долл. Такие результаты стали возможны благодаря тесному сотрудничеству администрации отеля с факультетом инженерного обслуживания зданий (Department of Building Services Engineering) политехнического университета Гонконга (Hong Kong Polytechnic University). С одной стороны, подобное сотрудничество помогает гостинице решить свои экологические проблемы, а с другой – выполняется один из важнейших принципов, на которых построена система экологического менеджмента: экономия ресурсов и сокращение финансовых вложений.

Однако эко-отели – это не только безотходное производство и экологически чистые продукты питания. По сути, это гостиницы будущего, применяющие новейшие технологии экономии и регенерации воды и электроэнергии.

Так гостиничная группа Inter Continental анонсировала первый стопроцентно экологический отель, который, по мнению специалистов, в будущем должен стать примером для подражания. Гостиницы этого бренда будут использовать для своей инфраструктуры лишь солнечную энергию, а так же смогут обходиться постоянным объемом воды, которая после использования будет очищаться и вновь попадать в водопровод.

Разработчики Innovation Hotel планируют установить на крыше солнечные панели, служащие для нагрева воды. А производить электричество, необходимое для нужд гостиницы будут специальные ветрогенераторы. Небольшие парки, разбитые на крышах, помогут сохранить помещения прохладными в жаркие месяцы и защитят от холода зимой, что экономит энергию, которая потребуется на кондиционирование и обогрев номеров. Вся дождевая вода, упавшая на здание отеля, будет собираться в специальные резервуары, очищаться и использоваться в ваннах и туалетах, а также для мытья посуды.

В отеле будут установлены окна из уже переработанного стекла и мебель из переработанных материалов. При этом гарантировано применение только натуральных компонентов. Например, для спальных матрасов может быть использован конский волос или натуральная шерсть. Еда, оставшаяся на шведских столах, будет герметично упакована и передана в благотворительные фонды, а все бытовые отходы будут отсортированы и отправлены на переработку. Пищевые отходы предполагается перерабатывать в биологическое топливо.

По замыслу авторов концепции, ближайшие несколько лет отели сети Innovation Hotel будут накапливать опыт существования в полностью перерабатываемом и возобновляемом режиме. После этого наиболее удачные решения будут распространены на все гостиницы группы Inter Continental/ Руководство группы уверено, что их гостиницы приобретут небывалую популярность среди клиентов, исповедующих философию ответственного туризма (responsible tourism) – популярной в западных странах идеологии путешествий. Она означает, что если дома человек сортирует мусор, экономно использует воду и электроэнергию, а также управляет автомобилем с нормированным выхлопом или ездит на велосипеде, то и в путешествии он станет руководствоваться такими же принципами.

Кстати, это не утопия – уже сейчас около 200 гостиниц сети Holiday Inn признаны самыми экологически чистыми отелями. Для их строительства затрачивается на 30% меньше материалов, чем для создания аналогичных гостиниц, а различные встроенные системы позволяют экономить до 40% от потребляемой другими отелями энергии. В качестве примера можно привести отель Inter Continental Thalasso Spa на Бора-Бора, в котором для охлаждения помещений используется поднятая из глубин океана ледяная вода, а также Inter Continental

Willard в Вашингтоне, применяющий для своих нужд электричество от ветровых электростанций.

Подводя итоги сказанному, заметим, что в России тенденция строительства эко-гостиниц не имеет таких оборотов, как за рубежом. Это объясняется многими факторами, главный из которых экономический: строительство экологически чистых гостиниц обходится гораздо дороже их «грязных» аналогов, да и проживание в таких отелях сможет позволить себе далеко не каждый. Еще одной причиной, объясняющей столь малое распространение и популярность эко-гостиниц, является более низкий уровень жизни наших граждан, по сравнению с той же Западной Европой или Америкой. К сожалению, мы еще недостаточно обеспечены собственным здоровьем, что бы переплачивать за экологически чистые отделочные материалы или вторично переработанные бытовые и пищевые отходы.

Но, несмотря на эти неблагоприятные факты, становится наглядным стремление как владельцев гостиничного бизнеса, так их клиентов, использовать в своем бизнесе материалы, оборудование и услуги, соответствующие самым высоким экологическим требованиям. А это в свою очередь будет способствовать росту интереса к «эко-гостиницам».

Библиографический список

1. Медник, С. Веб сайт: <http://ekooteli.ru>.
2. Ольхова, А.П. Гостиницы / А. П. Ольхова. – М. : Стройиздат, 1983. – 175с., ил. – (Архитектору проектировщику).
3. Экологическое домостроение. Проблемы энергосбережения./А.В.Аврорин, И.А.Огородников и др. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, ГипроНИИ, АОЗТ “Экодом”, 1997. – 71 с.
4. СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения.

References

1. Mednik, S. Website: <http://ekooteli.ru>
2. Olhova, A.P. Hotels / A. P. Olhova. – M. : Stroyizdat, 1983. – 175p., ill. – (To the architect-designer)
3. Environmental Housing. Problems of energy./A.V.Avronin, I.A.Ogorodnikov ect. – Novosibirsk: SPSL SB RAS, Gipron, JSC “Ecodom”, 1997. – 71 p.
4. SNIP 31-06-2009. Public buildings and constructions.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры отопление и вентиляция
О.В. Тертычный
Россия, г. Воронеж, тел. 8(910)349-67-31
e-mail: Vittorea@ya.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Post-graduate of heating and ventilation faculty
O.V. Tertychnyj
Russia, Voronezh, tel. 8(910)349-67-31
e-mail: Vittorea@ya.ru*

О.В. Тертычный

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ СРЕДСТВАМИ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Приводятся нормативные требования, предъявляемые к проектируемым системам вытяжной противодымной вентиляции. Обосновываются возможности изменения их расчетных параметров, способствующих снижению затрат на вентиляционное оборудование. Предлагаются средства, повышающие эффективность улавливания дымовых газов.

Ключевые слова: вытяжная противодымная вентиляция, клапаны дымоудаления.

O.V. Tertychnyj

INCREASE OF SAFETY OF BUILDINGS BY MEANS OF EXHAUST VENTILATION AGAINST A SMOKE

The standard requirements shown to projected systems of exhaust ventilation against a smoke are resulted. Possibilities of change of their settlement parameters promoting decrease of expenses for the ventilating equipment are proved. The means raising efficiency of catching of smoke gases are offered.

Keywords: exhaust ventilation, valves for smoke removal.

При проектировании зданий массового пребывания людей необходимо учитывать риск возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе и возможность одновременного воздействия различного рода опасных факторов, вызывающих возгорание и стимулирующих развитие пожара. Так как статистика таких случаев неуклонно подтверждает высокую степень их вероятности, то для обеспечения своевременной эвакуации людей следует в соответствии с [1, 2] предусматривать противодымную вентиляцию в зданиях различного назначения.

Вытяжные системы, относящиеся к данному классу вентиляции и призванные удалять продукты сгорания, оборудуются для этой цели клапанами дымоудаления. Количество этих устройств принимается в зависимости от площади помещения (один должен обслуживать площадь не более 900 м²) [1, 2] и максимального радиуса действия 15 м [3]. При этом скорость всасывания газовой смеси ограничивается 20 м/с.

Существующая методика определения производительности систем дымоудаления для помещений, где может возникнуть пожар, предполагает транспортировку продуктов сгорания в количестве, определяемом по выражению [1, 3]

$$G = 676,8 \cdot P_f \cdot y^{1,5} \cdot K_s, \quad (1)$$

где P_f – периметр, м, очага пожара в начальной стадии, принимаемый равным большему из периметров открытых или негерметично закрытых емкостей горючих веществ или мест

складирования материалов в горючей упаковке; y – расстояние, м, от нижней границы задымленной зоны до пола, принимаемое для помещений 2,5 м, или от нижнего края завесы, образующей резервуар дыма, до пола; K_S – коэффициент, равный 1, а для систем с естественным побуждением при одновременном тушении пожара сплинкерными системами - 1,2.

Рекомендуемое для расчетов значение периметра очага возгорания $P_f=12$ м [4], полученное из теории задымления помещения от «точечного источника» горения размерами не более 3х3 м и мощностью не превышающей 5 МВт, относится к малым очагам, встречающимся при чрезвычайных ситуациях не часто. Однако данная величина при подстановке в зависимость (1) способствует получению значительного расхода газовой смеси для системы дымоудаления [5]. В свою очередь это приводит к завышенным сечениям воздуховодов, делаая их прокладку затруднительной при существующем ограничении в свободном пространстве помещений, особенно при проведении их капитального ремонта.

Уменьшить количество удаляемой газовой смеси, включающей продукты сгорания, не снижая показателей по безопасности воздушной среды можно при удалении более концентрированных дымовых газов. Этого можно достичь изменяя конструктивные параметры устройств дымоудаления.

Клапаны дымоудаления современного уровня устанавливаются в вытяжных системах и представляют собой корпус с плоским входным отверстием, снабженным створками, которые в обычном режиме эксплуатации перекрывают его сечение.

Такая конструкция устройства при работающей системе вентиляции обеспечивает равномерное по всем направлениям подтекание к отверстию воздушных масс не зависимо от концентрации в них продуктов сгорания, что приводит к удалению не только дымовых газов, но и большого количества незагрязненного воздуха. Поэтому следует разрабатывать клапаны с выдвижным корпусом, обладающим возможностью разворота входного отверстия к источнику возгорания. Конструкция выдвижного клапана может быть выполнена из отдельных элементов, телескопически соединенных между собой для свободного размещения внутри воздуховода и увеличения его длины в рабочем положении. Последний фактор очень важен для дизайнерских решений, принимаемых для защищаемых помещений.

Клапаны [5], состоящие из отдельных соосно расположенных усеченных конусов, в случае срабатывания пожарной сигнализации выпадают под действием собственного веса из воздуховодов и входят в сцепление своими узкими сечениями, приобретая форму сопла, которое может повысить пропускную способность устройства. Дополнительное несложное конструктивное исполнение подвижности элементов клапана [5] обеспечит разворот его входного сечения в направлении образования дыма.

Рассмотрим влияние параметров устройства дымоудаления указанного типа на режим всасывания. На рис. 1 изображена принципиальная схема рабочего положения устройства без дополнительного смещения его элементов к источнику пожара.

Газовый поток из помещения вначале засасывается в конфузор, в котором можно пренебречь толщиной пограничного слоя по сравнению с его радиусом. Тогда уравнение постоянства расхода будет иметь вид [6]

$$\frac{V}{V_1} = \frac{F_1}{F}, \quad (2)$$

где V , V_1 – скорость газовой смеси в некотором сечении F конфузора и на входе в него, то есть в отверстии площадью F_1 , м/с.

Следовательно, изменение скорости определяется выражением [6]

$$\frac{dV}{dF} = -V_1 \frac{F_1}{F^2} \quad (3)$$

или дифференцируя по x

$$\frac{dV}{dx} = -V_1 \frac{F_1}{F^2} \cdot \frac{dF}{dx} \quad (4)$$

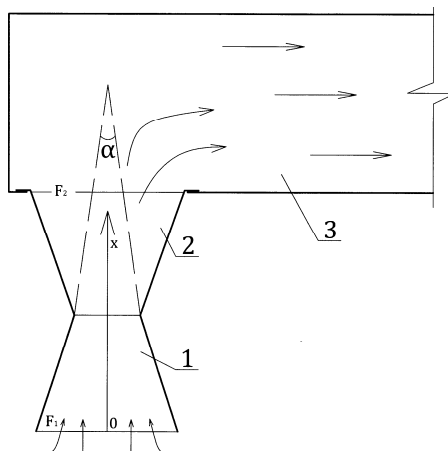


Рис. 1. Схема рабочего положения клапана дымоудаления: 1 – конфузор; 2 – диффузор; 3 - воздуховод

Для круглого конфузора площади сечений равны

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}, \quad F_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (5)$$

где D - диаметр конфузора, м, определяемый зависимостью

$$D = D_1 - 2x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (6)$$

где α – угол конфузора, град.

Поставляя в уравнение (4) выражения (5, 6) получаем

$$\frac{dV}{dx} = 4 \cdot V_1 \frac{D_1^2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\left(D_1 - 2x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)^3} \quad (7)$$

Интегрируя выражение (7) при условии $x=0, V=V_1$ получаем следующее изменение скорости для движения газовой смеси в конфузоре

$$V = V_1 \frac{D_1^2}{\left(D_1 - 2x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)^2} \quad (8)$$

Скорость перемещения газовой смеси в конфузоре с базовым диаметром $D_1=300$ мм и углом $\alpha=10^\circ$, изображенная на рис. 2, и изменение диаметра устройства, также отраженное на рис. 2, позволяют заключить, что при указанных геометрических параметрах элементы клапана целесообразно выполнить длиной от 150 до 200 мм, так как дальнейшее увеличение этого размера может привести к росту потерь давления и нарушению эффекта повышения пропускной способности.

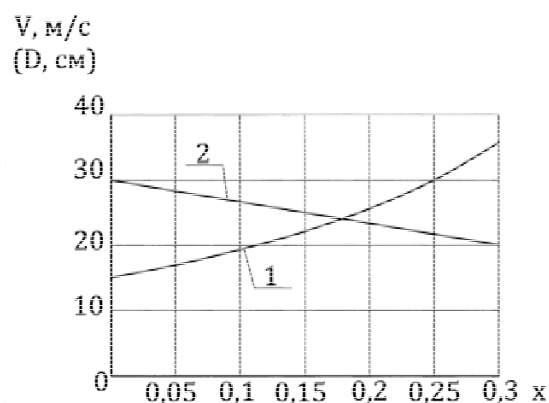


Рис. 2. Изменение скорости газовой смеси (1) и диаметра (2) в конфузоре

При разработке и применении клапанов дымоудаления с аэродинамически обоснованной компактно-раздвижной конструкцией, позволяющей разворачивать его входное отверстие к очагу пожара, достигается отсос более концентрированных продуктов сгорания при меньших расходах транспортируемой газовой смеси в системах вентиляции. При этом интенсивность процесса их ассимиляции в воздухе помещений снижается, что обеспечивает достаточную видимость для эвакуации находящихся в здании людей.

Библиографический список

1. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: ФГУП ЦПП Госстрой России, 1991. - 57 с.
2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: ФГУП ЦПП Госстрой России, 2004. - 53 с.
3. МДС 41-1.99. Рекомендации по противодымной защите при пожаре (к СНиП 2.04.05-91*). -М.: ГУП ЦПП, ГПК НИИ СантехНИИпроект, 2000.- 36 с.
4. Есин В.М., Сидорук В.И., Токарев В.Н. Пожарная профилактика в строительстве. Ч. 1. Пожарная профилактика систем отопления и вентиляции. - М.: ВИПТШ МВД РФ, 1995. - 352 с.
5. Кузнецова Л.В., Тертычный О.В. Вытяжная противодымная вентиляция как средство обеспечения безопасности спасательных работ при чрезвычайных ситуациях// Сборник материалов III Международной выставки - Интернет-конференции «Энергообеспечение и строительство» 18-20 ноября 2009; Часть 2. - Орел: 2009 - С. 160-164.
6. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. - Л.: Машиностроение, 1969. - 524 с.

References

1. BNaR 2.04.05-91/ Heating, ventilation and air-conditioning. - M: 1991. - 57 p.
2. BNaR 41-01-2003. Heating, ventilation and air-conditioning. - M. 2004. - 53 p.
3. MDS 41-1.99. Recommendations on against a smoke to protection at a fire (to BNaR 2.04.05-91*). -M.: 2000.-36 p.
4. Yesin V. M, Sidoruk V. I, Tokarev V. N. Fire preventive maintenance in building. . 1. Fire preventive maintenance of systems of heating and ventilation. - M: 1995. - 352 p.
5. Kuznetsova L.V., Tertychnyj O.V.Vytjazhnaja against a smoke ventilation as means of maintenance of safety of salvage operations at extreme situations//the Collection of materials of III International exhibition - Internet conferences «Power supply and building» on November, 18-20th 2009; the Part 2. - the Eagle: 2009. - P. 160-164.
6. Povx I.L. Technical hydromechanics. - L: mechanical engineering, 1969. - 524 p.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 624.011: 624.042

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования конструкций, оснований и фундаментов Ф.Б. Бойматов
Канд. техн. наук, проф. кафедры проектирования конструкций, оснований и фундаментов П.И. Калугин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Candidate of Tech. Sci., associate professor of the Chair of structures, foundations and bases design F.B. Boymatov
Candidate of Tech. Sci., professor of the Chair of structures, foundations and bases design P.I. Kalugin
Russia, Voronezh, phone +7(4732)71-54-00*

Ф.Б. Бойматов, П.И. Калугин

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА НАГЕЛЬНЫХ ПЛАСТИНАХ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Представлены результаты экспериментальных исследований работоспособности изгибаемых составных деревянных элементов на нагельных пластинах при циклических воздействиях и определения длительную выносливость древесины составных деревянных брусьев на нагельных пластинах.

Ключевые слова: работоспособность, выносливость, усталость, число нагружений.

F.B. Boymatov, P.I. Kalugin

EFFICIENCY OF WOODEN ELEMENTS ON NAILED CONNECTION PLATES UNDER CYCLIC EFFECTS

The results of experimental studies of efficiency curved composite wood elements on nailed plates under cyclic effects are presented. There is determined the long resistance of wood composite timber beams on nailed plates.

Keywords: efficiency, resistance, fatigue, number of loads.

Деревянные конструкции, благодаря малой объемной массе, высокой относительной прочности (отношение расчетного сопротивления к плотности материала) и стойкости при эксплуатации в атмосферных условиях, довольно широко используются в строительстве.

В последние годы широко применялись клееные деревянные конструкции. Однако в некоторых областях были выявлены расслоения клеевых швов строительных конструкций. Использование клеевых шпал и мостовых брусьев приводило к увеличению стоимости железных дорог, и не всегда было надежным. Из-за вырубki лесов в Европейской части РФ стали дефицитны мостовые и переводные брусья, а также шпалы из цельной древесины. Как известно, строительные конструкции во многих случаях наряду со статической нагрузкой подвержены значительным динамическим нагрузкам. Их источниками могут быть транспортные средства, подвесное и крановое оборудование, ветровая нагрузка, воздействие неуравновешенных механизмов и т.п.

Воздействие циклической нагрузки вызывает в материале конструкции усталость, что может привести к ее разрушению. При этом разрушение может произойти при нагрузке значительно меньше той, которую получают из статических испытаний.

Эффективность использования современных стальных соединительных пластин при сплачивании деревянных балок в современном строительстве показана на конференции международного Совета по исследованиям и документации в строительстве (целевая группа C/J/w 18 A/TU 6), проведенной в России в 1992 г.

Цель работы заключалась в проверке сопротивляемости соединений деревянных балок на нагельных пластинах при циклических воздействиях. Для достижения поставленной цели в лаборатории Воронежского ГАСУ были испытаны натурные образцы деревянных составных балок на нагельных пластинах при циклических воздействиях и:

- впервые получены экспериментальные данные по выносливости мостовых деревянных составных балок на нагельных пластинах;
- выполнен анализ работоспособности соединений при циклических воздействиях;
- показана возможность использования теоретических предпосылок А.Р. Ржаницына и А.С. Прокофьева для оценки напряженно-деформированного состояния составных деревянных балок на нагельных пластинах и их выносливости [1].

Важным фактором, характеризующим процесс экспериментального определения предела выносливости образцов, является выбор базы испытаний. При изучении циклической прочности материалов принимаются различные базы испытаний и испытаниях деревянных, каменных и железобетонных элементов на выносливость обычно принимают базу $n = 2 \cdot 10^6$ циклов повторных нагружений, что в большинстве случаев отвечает реальному числу нагружений строительных конструкций при эксплуатации.

Известно, что на предел выносливости существенно влияет коэффициент асимметрии цикла ρ . Поэтому были проведены испытания образцов деревянных балок на нагельных пластинах при коэффициенте асимметрии, характерном в реальной эксплуатации.

Испытания на выносливость проводили, в основном, без остановок пульсатора, чтобы исключить возможное влияние отдыха на выносливость

Усталостные характеристики материала определяются тремя переменными величинами: средним напряжением (τ_{cp}), амплитудой напряжений (τ_a) и числом циклов (n) до разрушения. Усталостные данные могут быть выражены в математической форме:

$$\tau_a = f(\tau_{cp}, n) \quad (1)$$

При этом формула должна удовлетворять определенным условиям, например, сумма среднего напряжения и амплитуда никогда не может превосходить разрушающего напряжения при статическом нагружении.

Разрушение рассматривается как необратимый процесс в материале с начала приложения нагрузки. Разрыв элементарных связей приводит к макроскопическому разрушению материала.

На основе кинетической концепции получены необходимые величины энергии активизации и структурно - чувствительного коэффициента для прогнозирования циклической долговечности. Для инженерных расчетов циклическая долговечность древесины рассмотрена при различных значениях амплитудных напряжений и коэффициента асимметрии на усталостной диаграмме. Откладывая по оси абсцисс средние напряжения цикла в долях кратковременного сопротивления древесины, а по оси ординат соответствующие величины амплитудных напряжений заданной приведенной долговечности, получают математическую зависимость напряжений цикла для произвольной величины коэффициента асимметрии. Средние и амплитудные величины могут принимать значения от нуля до кратковременного сопротивления. Приняты следующие граничные условия: сопротивление древесины не может быть за контуром треугольника, образованного началом координат и точками на осях, соответствующими кратковременному сопротивлению (рис. 1); наклонная линия, соединяющая выше-

названные точки, отвечает кратковременному сопротивлению древесины; параллельная наклонная линия, соединяющая точки на осях, соответствующие статической долговечности, отвечает длительному сопротивлению древесины; учитывая существенное снижение циклической долговечности по сравнению со статической. Считается, что линии усталости должны отклоняться внутрь треугольника от линии статической долговечности и в пределе получается диаграмма выносливости, не зависящая от количества циклов и частоты нагружения. Плюс линий усталости выходит за область треугольника таким образом, что начало линий усталости в зависимости от величины долговечности будет находиться в границах кратковременного и длительного сопротивления древесины. Линии усталости не должны иметь перегибов и кривизны разных знаков; повышение амплитудных напряжений более существенно снижает долговечность, нежели увеличение постоянных напряжений, входящих в величину средних напряжений. Это означает, что тангенс угла наклона линий усталости может находиться в пределах от 0 до 1. Рассматривается произвольная точка кривой $E(x, y)$ (рис.1). Из подобия треугольников CDN и OBN получается:

$$\frac{CD}{(1-x-\epsilon_0)} = \frac{A_0}{(1-\epsilon_0)} \quad CD = \frac{A_0(1-x-\epsilon_0)}{(1-\epsilon_0)} \quad (2)$$

Амплитуда напряжений $CE = (CD + DE) \cdot DE$ составляет некоторую меньшую, чем единица величину - часть DE, которую обозначают:

$$DE = \beta \cdot DF = \beta(CF - CD) = \beta \left[(1-x) - \frac{A_0(1-x-\epsilon_0)}{(1-\epsilon_0)} \right] \quad (3)$$

$$CE = \frac{A_0(1-x-\epsilon_0)}{(1-\epsilon_0)} + \beta \left[(1-x) - \frac{A_0(1-x-\epsilon_0)}{(1-\epsilon_0)} \right] \quad (4)$$

β выражается так, чтобы удовлетворялось граничное условие: $y = 0$ при $x = 0$,

$$\beta = \frac{[x(e+gx)n^e]}{(1+kn^e)} \quad A_0 = \frac{(1+a \cdot n^e)}{(1+c \cdot n^e)} \quad (5)$$

где, $a, \epsilon_0, c, g, e, k$ - константы; n - логарифм числа циклов.

Зависимость (3) принимает вид:

$$y = \frac{A_0 - A_0 \cdot x}{(1-\epsilon_0)} + \beta \left[(1-x) - A_0 + \frac{A_0 \cdot x}{(1-\epsilon_0)} \right] \quad (6)$$

После обозначения

$$P = \frac{A_0}{(1-\epsilon_0)} \quad m = \frac{n^e}{(1+kn^e)} \quad y = gm(P-1)x^3 + m[g(1-A_0) + l(P-1)]x^2 + [ml(1-A_0) - P]x + A_0 \quad (7)$$

Параметры уравнения (7) равны:

$$\begin{aligned} A_0 &= 1,19 - 0,15 \cdot \lg t \\ g &= -0,38 \cdot \exp[0,82(\lg t - 5,29)^2] \\ l &= 0,43 \cdot \exp[0,96(\lg t - 5,20)^2] \\ m &= 2,10 \cdot \exp[-0,60(\lg t - 5,30)^2] \\ P &= 0,42 \cdot \lg t - 0,66(\lg t)^2 - 0,11 \end{aligned} \quad (8)$$

Диаграмма усталостной долговечности (рис. 2), представляющая собой континуум выносливости древесины, позволяет находить амплитудные и средние напряжения при произвольном коэффициенте асимметрии. Решая совместно уравнение (7) и уравнение заданного коэффициента асимметрии через амплитудное и среднее напряжение, получаем

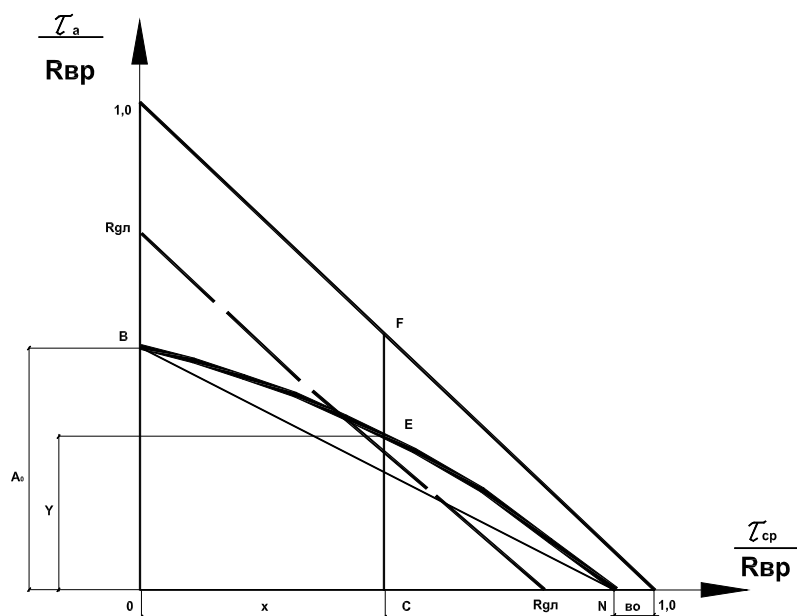


Рис. 1. Усталостная диаграмма

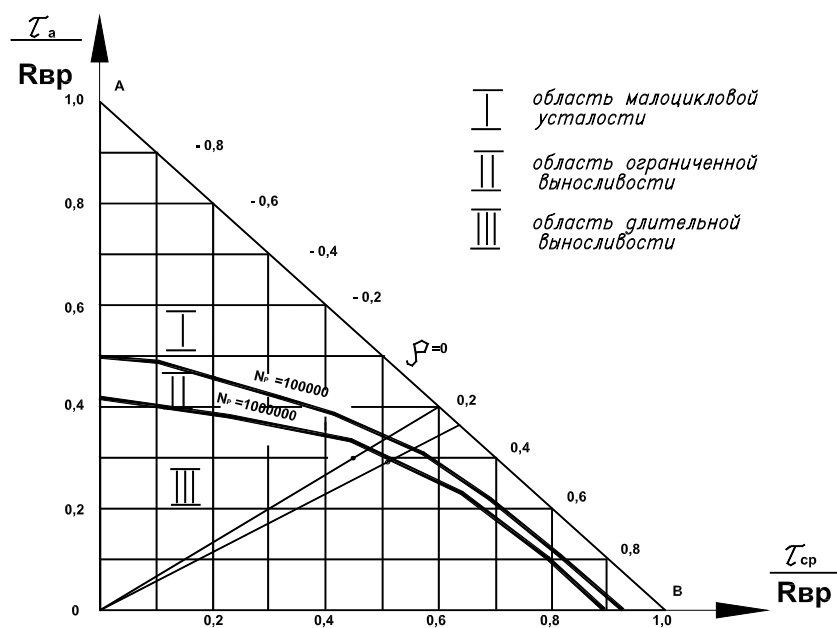


Рис. 2. Диаграмма усталостной долговечности

искомые величины амплитудных и средних напряжений. Область I треугольника отвечает малоцикловой усталости древесины, когда среднее количество нагружений не превышает 50000 циклов. Область II характеризует ограниченную выносливость, которая может быть использована при расчете конструкций со временем нагружения, отвечающим конкретному сроку эксплуатации. Область III включает длительную выносливость древесины, которая соответствует капитальным срокам эксплуатации строительных конструкций. Нижняя линия характеризует длительную выносливость древесины, являясь предельной кривой. Длительная выносливость практически не будет зависеть от количества и частоты циклов нагружения.

Решим уравнение (7) для наших условий испытаний составных брусьев $lgt = 6,3$.

Параметры уравнения (7) при $lgt = 6$ будут равны:

$$A_0 = 0,29; \quad g = -0,47; \quad l = 0,79; \quad m = 1,58; \quad p = 2,17.$$

Уравнение (7) принимает вид:

$$\tau_a = -0,87 \cdot \tau_{cp}^3 + 0,93 \cdot \tau_{cp}^2 + 1,89\tau_{cp} + 0,29 \quad (9)$$

Для $\rho = 0,20$ получаем систему уравнений (9) и

$$1,2\tau_a = 0,8\tau_{cp} \quad (10)$$

Решая совместно (9) и (10), получим:

$$1,31\tau_{cp}^3 - 1,40\tau_a^2 - 1,84\tau_a - 0,29 = 0 \quad (11)$$

Для $\rho = 0,25$ получаем уравнение:

$$1,44\tau_a^3 - 1,54\tau_a^2 - 2,13\tau_a - 0,29 = 0 \quad (12)$$

Решая уравнения (11) и (12) способом Кардано, получаем длительную выносливость древесины составных брусьев равную $\tau_a = 0,46R_{вр.}$; $\tau_a = 0,51R_{вр}$ при $\rho = 0,20$ и $\rho = 0,25$ соответственно [2].

Результаты определения вибропрогибов приведены на рис. 3. Наблюдается значительное различие в величинах максимальных вибропрогибов составных брусьев, сформированных из элементов с максимальными и минимальными модулями упругости.

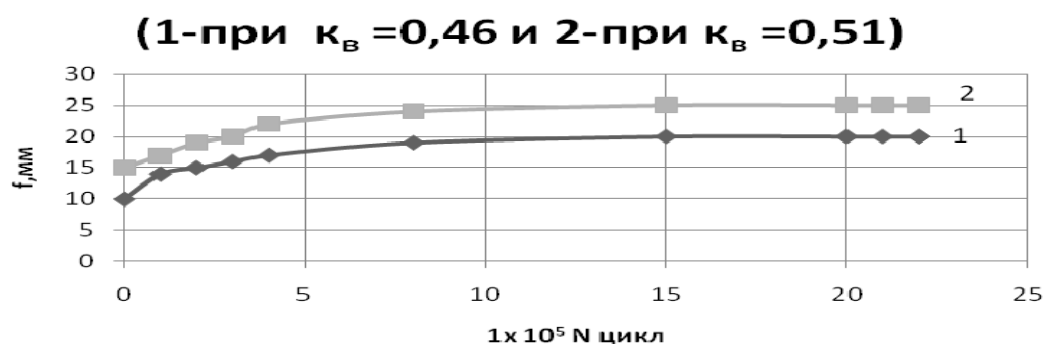


Рис. 3. Кривые виброползучести

Подтвержден затухающий характер увеличения вибродеформаций при циклических испытаниях в эксплуатационном режиме, влияние жесткости составляющих элемента брусьев на максимальную величину вибропрогибов и другие эффекты, установленные при испытаниях первой серии образцов.

Следует отметить, что ни для одного из всех испытанных на выносливость брусьев при эксплуатационных параметрах циклического нагружения не было выявлено признаков разрушения в виде предельного смятия древесины в нагельных гнездах, предельного изгиба нагелей и разрыва волокон древесины в растянутой зоне нижнего бруса составных элементов, что подтверждает теоретический расчет предела выносливости.

Библиографический список

1. Шенгелия А.К., Знаменский Е.М, Прокофьев А.С. и др. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП – II 25-80). М – 1986 –с. 215.
2. Бойматов Ф.Б. Выносливость соединения составных мостовых деревянных брусьев на нагельных пластинах: дис. канд. техн. наук. 05.23.01. – Воронеж, ВИСИ .1996.

References

1. Shengelia A.K., Znamenskii E.M/, Prokofiev A.S., etc. The textbook on the design of timber structures (SNIIP – II 25-80). M – 1986 – 215pp.
2. Boimatov F.B. Resistance of composite bridge wooden beams on nailed connection plates: dissertation of candidate of technical sciences. 05/23/01. – Voronezh. VISI.1996.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Ассистент кафедры железобетонных и
каменных конструкций
Васильев Антон Владимирович
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-53-84
e-mail: v_ay@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Assistant of reinforced-concrete and stone con-
structions faculty
Vasiliev Anton Vladimirovich
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-53-84
e-mail: v_ay@mail.ru*

A.B. Васильев

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕБРИСТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Представлены результаты исследования наиболее экономичных по расходу материалов балочных перекрытий. Перекрытие с осевыми и диагональными балками позволяют повысить жесткость здания как в продольном и поперечном направлениях, так и в диагональном направлениях. Треугольные плиты перекрытия, защемленные осевыми и диагональными балками, обладают резервами прочности.

Ключевые слова: балочные перекрытия, осевые балки, диагональные балки, плита треугольного очертания.

A.V. Vasiliev

RESEARCH OF RELIABILITY RIBBED REINFORCED-CONCRETE FLOORS

The results of research of the most economical on an expense materials of beam floors are presented. Floor with axial and diagonal beams allow to promote building inflexibility both in longitudinal and transversal directions and in diagonal directions. Three-cornered slabs floors, jammed axial and diagonal beams, possess backlogs of strength.

Keywords: beam floors, axial beams, diagonal beams, slab of three-cornered outline.

Возросший в последние годы объем применения монолитных железобетонных перекрытий основан на упрощении конструктивной формы в целях уменьшения трудозатрат при возведении и сокращения сроков строительства [1]. При этом используются перекрытия в виде безбалочной бескапитальной железобетонной плиты, опертой на колонны, которые для обеспечения несущей способности требуют увеличения толщины плиты до 200 мм при расположении колонн с шагом до 6 м в обоих направлениях. Такая конструкция перекрытия оказывается утяжеленной за счет собственной массы, доля которой превышает долю полезной нагрузки. В ней оказывается усложненной проблема обеспечения прочности в зоне сопряжения с колонной. Из-за этого конструкция таких перекрытий оказывается крайне не надежной: имеются случаи их обрушения и усиления с привлечением дополнительных затрат [2].

Традиционное требование непременно снижения собственной массы перекрытий и совершенствования методов расчета их дает экономию в затратах материалов, снижает их собственную массу и повышает надежность эксплуатации. В перекрытиях с плитой, усиленной ребрами достигается снижение толщины плиты до минимума, при сохранении оптимального коэффициента армирования. Перекрытия типа – кессонные, передают нагрузку на опорный контур равномерно и имеют высокую степень статической неопределимости, за счет связи в

каждом пересечении балок и за счет контурного защемления плиты в местах сопряжения с балками. Собственная масса такого перекрытия будет сводиться к минимально возможной и гарантия надежности обеспечивается совершенствованием расчета и армирования.

Перекрытие с диагональными и осевыми балками [3] имеет преимущество: балки опираются непосредственно на колонну, передовая нагрузку от перекрытия к опоре по кратчайшей траектории, что способствует снижению собственной массы конструкции и упрощению расчета. Взаимосвязь диагональных балок обеспечивает резерв прочности за счет перераспределения сил между ними при неравномерности нагружения. Такие перекрытия будут отличаться большей жесткостью здания как в диагональном, так и в поперечном и продольном направлениях. Это конструктивное решение гарантирует надежность главного узла перекрытия посредством примыкания к колонне множества балок. В плите, защемленной по треугольному контуру, угловые зоны острых углов имеют малые расстояния между опорами и остаются практически ненапряженными.

Исследование такого перекрытия проведено автором. Изготовленная модель перекрытия размером $3,0 \times 1,5$ м из двух квадратных ячеек, опираемых на колонны высотой 0,8 м, испытана нагрузкой с контролем деформаций и характера трещинообразования. Установлено, что конструкция хорошо воспринимает равномерно распределенную нагрузку по всей ее поверхности, при этом не достигается появления трещин определяющих характер разрушения треугольных ячеек плит. С целью изучения динамики развития деформаций и трещин в плите треугольного очертания производилось нагружение отдельных треугольных ячеек. Для получения результата, характеризующего предельное состояние треугольных плит, нагрузка в дальнейшем прикладывалась штампом площадью $0,2 \times 0,2$ м, расположенным по месту пересечения биссектрис, то есть самом неблагоприятном для конструкции месте. Характер образования трещин в пяти испытанных ячейках плит по верхней и нижней зонам в зеркальном отображении более характерный представлен на рис.

Основное направление трещин в нижней части плиты, как и предполагалось, идет от центра ее к углам, но без четкого совпадения с биссектрисами углов. В центре плиты нижние трещины начинались в направлении почти параллельном длинной стороне контура (гипотенузе). С удалением от центра их направление меняется и совпадает с биссектрисами углов, но вскоре они разветвляются примерно параллельно сторонам опорного контура, не достигая вершин углов. Верхние трещины плиты образуются возле прямого угла и вблизи диагональных балок (катетов) и развиваются в зависимости от расположения плиты. А именно, если плита крайняя, то трещины отклоняются от диагональных балок и, закругляясь, примерно под углом 90° к диагональным балкам пересекают контурную (осевую) балку приводя ее к излому. Контурная балка испытывает кручение в средней части пролета, что обуславливает этот излом. Если плита примыкает к осевой баке в средней части перекрытия, то верхние трещины в плите образуются возле диагональных и осевой балок, не доходя острых углов закругляются и соединяются, образуя овал, вписанный в треугольный контур. В большинстве случаев, разрушение плиты происходило от продавливания ее по овальному контуру. Раз-

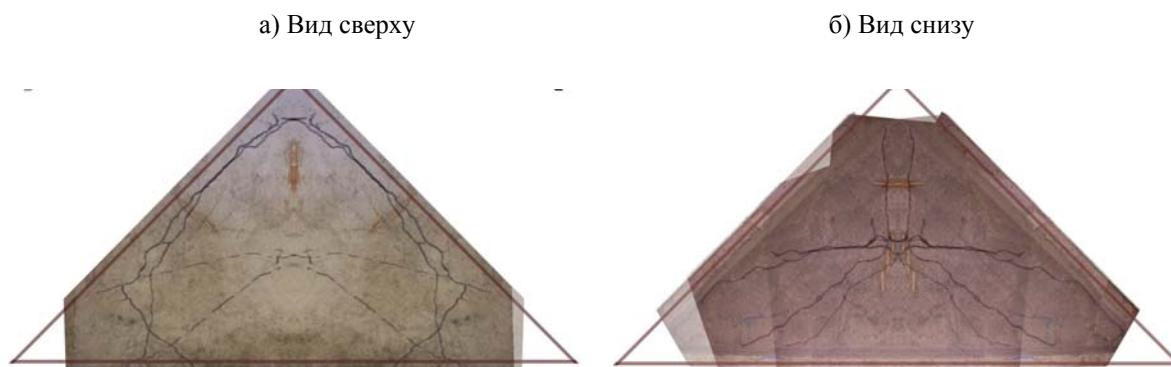


Рис. Общий вид разрушения испытанной плиты

рушающая нагрузка составляла около $6,00 \text{ кН} (600 \text{ кг})$. В качестве грузов использовались мешки с песком весом 25 кг . Низкий коэффициент армирования ($\mu = 0,001$), примененный при изготовлении модели, принимался целенаправленно для снижения испытательной нагрузки. Но даже и при этих условиях реальная нагрузка оказалась выше ожидаемой расчетной в семь раз.

Для исследования сопротивления плиты в верхней опорной зоне осуществлен вариант более неблагоприятного нагружения плиты в двух смежных ячейках треугольного очертания, разделенных диагональной балкой. При таком нагружении у диагональной балки в плитах ожидалось максимальные опорные изгибающие моменты и появление соответствующих деформаций и трещин. Однако трещины в плитах нагруженных ячеек появлялись сначала в нижней зоне, пересекая середины плит по направлению перпендикулярному осевым балкам, и отклоняющимися в сторону пересечения диагональных балок. Разрушающая нагрузка составила около $14,00 \text{ кН} (1400 \text{ кг})$. Вопреки ожиданиям, больших растягивающих напряжений и деформаций в верхней опорной зоне плиты не наблюдалось. Они оказались незначительными, что объяснимо накладкой общей деформации перекрестных балок с максимальным прогибом их в середине, сопровождаемой сжатием в верхней зоне плиты, на деформации растяжения плиты в треугольных ячейках относительно промежуточной опоры (диагональной балки). В сумме эти деформации оказались близкими к нулю.

Выводы.

1. Нагрузка, определявшаяся расчетом при условии образования пластических шарниров в плите треугольного очертания по контуру ее защемления и биссектрисам углов, оказалась заниженной примерно в семь раз.
2. Характер разрушения плиты треугольного очертания, жестко защемленной по контуру, подтвердил предпосылку, что угловые зоны не напрягаются настолько, чтобы в них появлялись трещины. Трещинообразование и предельное равновесие в плите ограничивались средней зоной ее. При нагружении всей поверхности перекрытия плита расположенная в верхней зоне балок в середине ячейки испытывает двухосное сжатие. Это погашает значительную часть растягивающих напряжений по месту примыкания ее к опорному контуру, повышая трещиностойкость верхней зоны. Сопряжение с колоннами таких перекрытий обеспечивает прочность с высокой степенью надежности за счет балок.

Библиографический список

1. Н.И.Ватин, А.Д.Иванов. Сопряжение колонны и безребристой бескапитальной плиты перекрытия монолитного железобетонного каркасного здания – СПб.: Издательство СПбОДЗПП, 2006. – 82 с.
2. С.Н.Карпенко, И.Г.Чепизубов. Способ усиления и расчета усиленных монолитных железобетонных перекрытий / Промышленное и гражданское строительство – М.: Издательство “Промышленное и гражданское строительство”, 2005. – №8 – 27-28 с.
3. Пат. RU2043465. Сборный предварительно напряженный железобетонный каркас здания или сооружения / Н.А.Таирова, В.А.Таиров. – 3 с.

References

1. N.I.Vatin, A.D.Ivanov. Interface of column and flag of ceiling without ribs without a chapter of monolithic reinforced-concrete framework building - SPb.: Publishing house Spbodzpp, 2006. - 82 p.
2. S.N.Karpenko, I.G.Chepizubov. Method of strengthening and calculation of the increased monolithic reinforced-concrete floors / Industrial and civil engineering - M.: publishing House “The Industrial and civil engineering”, 2005. - №8 - 27-28 p.
3. Patent. Ru2043465. Collapsible preliminary tense reinforced-concrete framework of dwelling or building / N.A.Tairova, V.A.Tairov. - 3 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. тех. наук, доц. кафедры городского
строительства и хозяйства Ю.А. Воробьева
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-52-49
e-mail: cccp38@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph.D. in Engineering, Assoc. Prof. of Urban
Construction and Services. Y.A. Vorobyeva
Russia, Voronezh, tel. +7 (4732)71-52-49
e-mail: cccp38@yandex.ru*

Ю.А. Воробьева

АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С РАЗЛИЧНЫМ ИЗНОСОМ

Проведен анализ снижения тепловой защиты ограждающих конструкций зданий в домах с характерным физическим износом. Рассмотрено влияние различных повреждений здания на состояние теплового баланса помещения. Ухудшение тепловой эффективности ограждающих конструкций в процессе старения здания напрямую связано с увеличением затрат на его отопление.

Ключевые слова: тепловая защита, износ зданий, энергосбережение.

Y.A. Vorobyeva

THE ANALYSIS OF DECREASE IN THERMAL EFFICIENCY OF THE PROTECTING DESIGNS OF RESIDENTIAL BUILDINGS WITH DETERIORATION

The analysis of decrease in thermal protection of protecting designs of buildings in houses with characteristic physical deterioration is carried out. Influence of various damages of a building on a condition of thermal balance of a premise is considered. Deterioration of thermal efficiency of protecting designs in the course of building ageing directly is connected with increase in expenses at its heating.

Keywords: thermal protection, deterioration of buildings, power savings.

Для экономического развития жилищно-коммунального сектора России немаловажное значение имеют методы энерго- и ресурсосбережения. Особое внимание следует уделить многоквартирному жилью. Основную часть энергосбережения в многоквартирном доме составляет уменьшение теплотерь за счет утепления ограждающих конструкций, переделка системы отопления для оптимального расходования энергии, не нарушая при этом комфортные условия проживания.

В новых домах энергосберегающие технологии закладываются при строительстве. Дома, эксплуатируемые более десяти лет, не отвечают современным требованиям энерго- и ресурсосбережения, так как построены с учетом устаревших строительных норм. Второй причиной нарушения требований энергосбережения в старых домах, является физический износ ограждающих конструкций. Старение зданий способствует появлению в ограждениях повреждений, трещин и щелей, проникновению влаги в конструкцию, повышенной инфильтрации наружного воздуха, что является причиной снижения теплозащитных свойств ограждений, ухудшения микроклимата помещения и, как следствие, повышению энергозатрат на его отопление [1]. Теплоизоляционные качества наружных ограждений зависят не

только, а иногда и не столько от свойств строительных материалов, сколько от физического износа, влажности и воздухопроницаемости ограждений в целом.

С целью выявления воздействия физического износа на тепловую эффективность ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий проводилось их техническое обследование в соответствии с [2]. Объектами обследования послужили 24 дома с кирпичными и 23 дома с панельными стенами, при среднем сроке эксплуатации кирпичных домов 35, а панельных 28 лет. Жилые здания выбирались по периодам постройки, показателям износа ограждающих конструкций и материалам стен. Общей целью натурных исследований тепловой эффективности жилых зданий явилось получение достоверных данных о фактическом состоянии ограждающих конструкций, причинах, обуславливающих данное состояние, сведений о тепловой эффективности слабых мест для разработки мероприятий по сокращению потребления энергии в процессе эксплуатации дома и соответствия его требованиям энергосбережения.

При анализе данных было получено, что соотношение количества трещин в кирпичных и панельных зданиях при среднем износе ограждающих конструкций 25 % имеет соответственно значения 40 % и 60%. В кирпичных домах встречается растрескивание и расслоение кладки под окнами, у карнизов, множественные трещины по всему зданию. В панельных зданиях происходит в основном разгерметизация швов стыковых элементов, составляющая 20 % от суммарного количества трещин. Значительное повышение инфильтрации воздуха в холодный период года происходит через подоконные стыки – до 30 % от всех щелей.

При натурном обследовании было выявлено, что физический износ монтажных швов, стыков панелей и оконных блоков, образование щелей и трещин в ограждении значительно понижает температуру внутренних поверхностей стен и внутреннего воздуха, снижает теплозащитные характеристики ограждающих конструкций, а так же увеличивает затраты тепла на отопление.

Для оценки теплового баланса помещения с учетом влияния трещин и щелей на температуру внутреннего воздуха производились обследования пятиэтажных жилых зданий серии 1-447С с износом ограждающих конструкций 15 и 35%, оборудованных различными системами панельно-лучистого отопления, а так же отоплением с нагревательными приборами - конвекторами. Замеры температуры внутреннего воздуха производились на первом, третьем, четвертом и пятом этажах при температуре наружного воздуха в холодный период года от минус 10 до минус 15 °С. Полученные результаты сравнивались с нормативными значениями, согласно которым перепад температуры воздуха в различных точках обслуживаемой зоны жилых зданий не должен превышать более 2 °С для оптимальных показателей и 3 °С - для допустимых. На рис. 1, 2 представлены температуры воздуха по высоте помещения, измеренные в зоне окна – у наружной стены и в центральной части помещения.

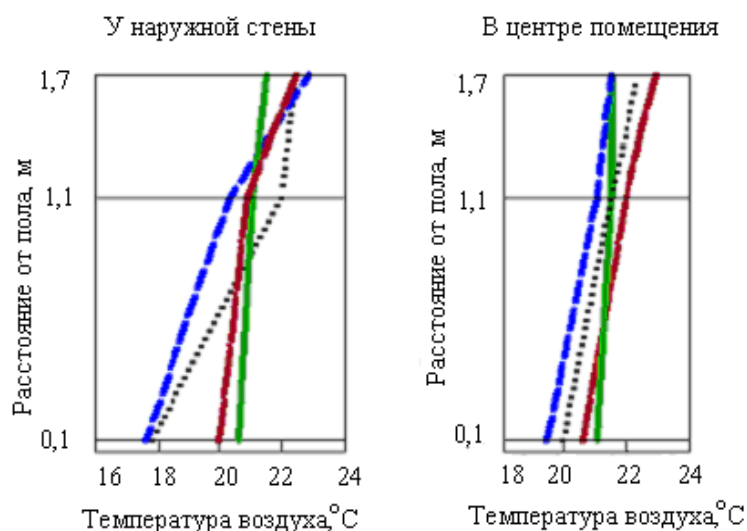


Рис. 1. Распределение температуры воздуха по высоте помещения при износе здания 15 %

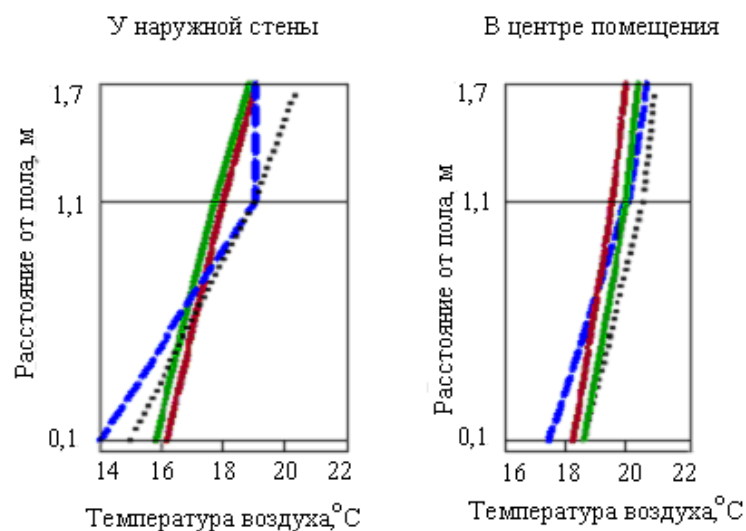


Рис. 2. Распределение температуры воздуха по высоте помещения при износе здания 35 %

— — — в помещениях 1 этажа — — — в помещениях 4 этажа
..... в помещениях 3 этажа — — — в помещениях 5 этажа

По данным проведенного исследования (рис. 1,2) можно сделать вывод, что при износе 35 % и наличии трещин и щелей температура внутреннего воздуха у пола превышает допустимые значения и значения, полученные в помещениях с износом ограждающих конструкций 15% на 3...4°C, что объясняется понижением температуры ограждающей поверхности в результате образования щелей и трещин. Изменение температуры по высоте помещения в точках 2, 3 для разных этажей имеет отличия. На первом, третьем этажах здания с износом 35 % температура у поверхности пола ниже допустимой. Такой перепад температур объясняется повышенной инфильтрацией холодного воздуха через щели или трещины и эффективной работой системы отопления.

Дома построенные более десяти лет назад утеплены гораздо хуже современных. Продолжительность эксплуатации обследуемых домов 20-40 лет при нормативном сроке 100 лет. Поэтому необходимо предусмотреть дополнительную теплоизоляцию рассматриваемых зданий. Утепление уменьшает не только теплопотери, но и конденсат в плохо утепленных домах. Модернизация теплозащиты здания дает возможность снизить энергозатраты на отопление.

Библиографический список

1. Воробьева Ю.А. Влияние процесса старения ограждающих конструкций и инженерных систем жилых зданий на микроклимат помещений / Ю.А. Воробьева.- автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.03/. -Воронеж, 2006.-18с.
2. ВСН 53-86р. Правила оценки физического износа жилых зданий. -М.: Стройиздат, 1988. -30с.

References

1. Vorobyeva Y.A.influence of process of ageing of protecting designs and engineering systems of residential buildings on a microclimate of premises / Y.A. Vorobyeva. the author's abstract of the dissertation of Cand.Tech.Sci.: 05.23.03/. - Voronezh, 2006.-18с.
2. DBN53-86p. Rules of an estimation of physical deterioration of residential buildings.-М.: Stroyizdat, 1988.- 30с.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, старший преподаватель
кафедры проектирования зданий и соору-
жений А.Н. Гойкалов;
канд. техн. наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций
С.Н. Золотухин
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)58-45-58
e-mail: margo1725@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Cand.Tech. Sci., Senior teacher of a
Department of design buildings and
constructions A.N. Goykalov;
Cand.Tech. Sci., associate professor of
reinforced concrete and stone structures
department S.N. Zolotuhin.
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)58-45-58
e-mail: margo1725@yandex.ru*

А.Н. Гойкалов, С.Н. Золотухин

ПРИМЕНЕНИЕ КОСВЕННОГО АРМИРОВАНИЯ В НАРУЖНЫХ СТЕНАХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ В ВИДЕ КЛАДКИ ИЗ МЕЛКИХ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

Изложены результаты экспериментально-теоретических исследований кладки из газосиликатных блоков, армированной сварными сетками при сжатии. Выявлен эффект увеличения несущей способности, обусловленный стеснением поперечных деформаций за счет косвенного армирования.

Ключевые слова: теплозащита, энергосбережение, кладка из газосиликатных блоков, косвенное армирование, повышение несущей способности кладки.

A.N. Goykalov, S.N. Zolotuhin

APPLICATION OF INDIRECT REINFORCING IN EXTERNAL BEARING WALLS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS EXECUTED IN THE FORM OF A LAYING FROM SMALL CELLULAR-CONCRETE BLOCKS.

The authors describes the theoretical and experimental studies of the brickwork with net reinforcing elements under the influence of short axial compressive loads. He notes the effect of the increase in bearing capacity, caused by the constraint of transversal strains due to the indirect reinforcement.

Keywords: heat-shielding, the power savings, laying from gas-silicate blocks, indirect reinforcing, increase of bearing ability of a laying.

Большинство современных жилых зданий выполняется из различных видов бетонных и каменных конструкций. За последнее время значительно возросла роль ячеистых бетонов, которые находят все более широкое применение, не только как теплоизоляционный, но и как эффективный конструкционный материал для несущих и ограждающих конструкций жилых зданий. Наиболее широкие исследования ячеистых бетонов производились в 1950 - 1970 г. г. в период их массового внедрения и освоения промышленного производства, однако использовались они, в основном, как самонесущий теплоизолирующий материал в конструкциях и элементах, исключаяющих восприятие внешней нагрузки.

В свете реализации новых общероссийских нормативов по теплозащите и энергосбережению зданий происходит пересмотр традиционных конструктивных решений наружных стен и переоценка эффективности стеновых материалов.

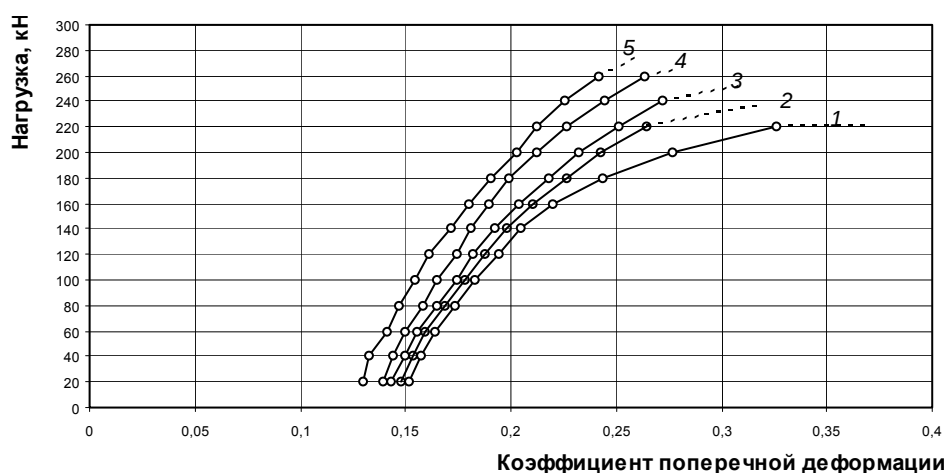
Применение газосиликатных блоков в несущих конструкциях ограничено малой изученностью данного материала как конструкционного материала. В настоящее время высотность проектируемых зданий с несущими стенами в виде кладки из газосиликатных блоков ограничена пятью этажами [1].

Практика применения газосиликатных блоков с пониженной маркой по средней плотностью D показала возможность образования магистральных трещин в несущих стенах (рисунок 1) при меньших значениях напряжений σ в кладке от ее расчетного сопротивления R .



Рис. 1. Появление трещин в кладке из газосиликатных блоков под опорой перемычки

Исследования, проведенные в Воронежском Государственном архитектурно-строительном университете в 2002-2005 годах [2] с крупномасштабными моделями кладки из газосиликатных блоков позволяют судить о возможности применения этого материала в несущих конструкциях, повысив их несущую способность косвенным армированием. Воздействие бокового давления, создаваемого поперечными сетками на нагруженный опытный элемент, меняет условия возникновения и развития трещин. Арматурные стержни сварных сеток, расположенных в горизонтальных растворных швах опытного элемента, обладая значительно большим модулем упругости, чем кладка, препятствуют развитию деформаций опытного элемента в поперечном направлении и, тем самым, создают напряжения бокового обжатия. Появление и развитие трещин в кладке из газосиликатных блоков происходило при нагрузке порядка 0,9 от разрушающей, поскольку в качестве камня применен автоклавный силикатный материал, разрушение которого носит хрупкий характер [3]. Сдерживающее влияние поперечных деформаций опытного элемента сетками можно проследить по характеру изменения коэффициента поперечной деформации (рисунок 2).



1 – $\mu_{xy} = 0$, 2 – $\mu_{xy} = 0,06$, 3 – $\mu_{xy} = 0,12$, 4 – $\mu_{xy} = 0,19$, 5 – $\mu_{xy} = 0,27$.
Рис. 2. Влияние процента косвенного армирования μ_{xy} на коэффициент поперечной деформации опытных элементов

Расчетная формула прочности армированной кладки R_{sk} , с учетом полученного из опытов коэффициента эффективности $K=1,66$ армирования кладки сетками и результатов статистической обработки этих данных имеет следующий вид:

$$R_{sk} = R + \frac{1,66 R_s \mu_{xy}}{100}$$

где: R – расчетное сопротивление неармированной кладки из газосиликатных блоков (по СНиП СНиП II-22-81); R_s – расчетное сопротивление арматуры сеток с учетом коэффициента условия ее работы $\gamma=0,17$;

μ_{xy} – процент косвенного армирования сетками.

Как показывает обширная строительная практика и проведенные исследования, даже при достаточной несущей способности стен из газосиликатных блоков, помимо конструктивных требований указанных в [1] рекомендуется применение армирования горизонтальных швов кладки по всей высоте стен. Это не позволит развитие сквозных магистральных трещин, ведущих к обрушению несущих конструкций в виде каменной кладки стен из газосиликатных блоков.

Библиографический список

1. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов / ЦНИИСК им.Кучеренко, М. , 1987. - 98 с.
2. Гойкалов, А.Н. Несущая способность стен из мелких ячеистобетонных блоков с косвенным армированием / А.Н.Гойкалов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2005, №12. – С.20-21.
3. Чернышев, Е.М. Повышение сопротивления ячеистого бетона хрупкому разрушению / Чернышев Е.М., Крохин А.М. // Бетон и железобетон. - 1979, № 5. – С. 18-19.

References

1. Recommendations about application building small blocks from cellular-concrete / CRIBS them. Kucherenko, M. , 1987.-98 p.

2. Goykalov, A.N. Bearing ability of walls from small cellular-concrete blocks with indirect reinforcing / A.N. Goykalov // Building materials, the equipment, technologies XXI century, 2005, №12. - P.20-21.

3. Chernyshev, E.M. Increase of resistance of cellular concrete to fragile destruction / Chernyshev E.M., Krokhnin A.M. // Concrete and ferro-concrete. - 1979, №5. - P. 18-19.

УДК 624.15

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. зав. кафедрой
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов П.И. Калугин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Candidate of Tech. Sci., Professor, Head of
Department of structures, foundations and
bases design P.I. Kalugin
Russia, Voronezh, phone +7(4732)71-54-00*

П.И. Калугин

К УЧЕТУ НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМИРОВАННОСТИ ГРУНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ОСАДОК ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ

Обосновывается необходимость расчета деформаций оснований за пределами линейной деформируемости грунтов. Анализируются факторы, влияющие на величину осадки при решении нелинейных задач. Рассматриваются инженерные методы расчета осадок оснований при нагрузках, находящихся за пределами прямой пропорциональности.

Ключевые слова: нелинейные модели деформируемости грунтов, приближенные методы расчета деформаций.

P.I. Kalugin

ACCOUNTING NONLINEAR DEFORMATION OF SOILS IN THE CALCULATION OF FOUNDATION SETTLEMENT

In the paper the necessity of calculating the foundation deformation outside the linear strain of soils is presented. The paper also presents the analysis of the factor affecting the magnitude of settlement in the solution of nonlinear problems. Engineering methods of calculating bases settlement in relation to loading outside the direct proportionality are considered.

Keywords: nonlinear models of deformation, approximate methods for calculating strain.

Современная механика грунтов развивается в двух направлениях: первое - совершенствование классических методов расчетов деформаций оснований, базирующихся на положениях теории линейной деформируемости грунтов при условии, что полное давление под подошвой фундамента не превышает расчетного сопротивления грунта ($p \leq R$), второе – разработка нелинейных моделей, более полно учитывающих поведение грунтов под нагрузками. Второе направление в последнее время приобретает все большее практическое значение, особенно при проектировании фундаментов больших размеров при значительных нагрузках от сооружений.

Линейные методы расчета деформаций оснований не позволяют:

- вести расчет осадок оснований фундаментов при давлении, превышающем расчетное сопротивление грунта;
- учесть влияние прочностных характеристик грунта φ и C на изменение деформаций оснований;
- выявить влияние заглубления и жесткости фундамента;
- определить долю осадки фундаментов, развивающуюся за счет пластических деформаций основания;
- провести расчет оснований по деформациям с учетом прочностных и деформационных характеристик в зависимости от вида напряженного состояния.

Часто, особенно при строительстве на плотных грунтах, бывает, что рассчитанные осадки оказываются намного меньше их предельных значений ($S < S_u$).

Теория линейного деформирования грунта справедлива в ограниченном диапазоне нагрузок ($p \leq R$). Эти задачи решает линейная механика грунтов. Как известно, в основании в процессе загрузки развиваются зоны предельного равновесия, взаимодействующие с областью грунта, находящейся в допредельном состоянии. Когда все основание переходит в предельное напряженное состояние, расчет ведется по теории предельного равновесия. Теория предельного равновесия позволяет определять предельные нагрузки на основания, но не дает возможности рассчитывать соответствующие им осадки. Таким образом, расчет деформаций оснований в диапазоне нагрузок от $p=R$ до $p=P_U$ с помощью этих теорий не может быть выполнен. Однако практика требует определения деформаций во всем диапазоне нагрузок. Эти решения основываются на нелинейной механике грунтов.

Наиболее простая нелинейная модель грунта – упругая идеально пластическая среда использует те же характеристики грунта, что и модель линейно-деформируемой среды.

Однако расчет осадок оснований фундаментов за пределами линейной деформируемости грунтов ($p > R$) сложен, связан со значительными математическими трудностями и выполняется только численными методами с использованием ЭВМ.

В настоящее время сформировались две модели расчета нелинейной деформируемости грунта:

- нелинейно-упругая модель основания, базирующаяся на нелинейных зависимостях между напряжениями и деформациями (физическая нелинейность) и деформациями и перемещениями (геометрическая нелинейность). Для решения нелинейных задач используется метод последовательных приближений, который заменяет метод интегрирования.
- упругопластическая модель грунта, представляющая упругую, идеально пластическую среду, то есть в допредельном состоянии грунт рассматривается как сплошная линейно-деформируемая среда, переходящая с дальнейшим нагружением в предельное (пластическое) состояние.

В основе упругопластического подхода лежит раздельное описание упругих и пластических деформаций различными физическими зависимостями. Этот путь имеет существенный недостаток – он не позволяет учитывать нелинейность в упругой области деформирования.

Целесообразность использования в расчетах осадок оснований нелинейных методов подтверждается возможностью одновременного учета прочностных и деформационных характеристик грунта, формы подошвы фундамента, его жесткости и заглубления, характера приложения нагрузки при давлениях, превышающих расчетное сопротивление грунта.

Доказано, что эффективность расчета оснований с использованием нелинейных моделей возрастает с уменьшением прочностных и деформационных характеристик грунтов, уменьшением глубины заложения подошвы фундамента и увеличением внешней нагрузки.

Решение смешанных упругопластических задач позволяет объединить существующие методики расчета оснований по двум группам предельных состояний в одну с едиными предпосылками, принимаемыми для упругопластической среды [1].

При решении нелинейных задач важно выявлять факторы, влияющие на величину осадки. Так, осадка фундаментов на естественном основании зависит от следующих факторов:

$$S = f(p, b, E, \nu, \varphi, c, \gamma, d, w), \quad (1)$$

где p - среднее давление по подошве фундамента;
 E, ν - модуль общей деформации и коэффициент Пуассона грунта;
 φ, c - угол внутреннего трения и удельное сцепление грунта;
 w - коэффициент, зависящий от формы подошвы фундамента, его жесткости и толщи сжимаемого слоя.

Если в качестве основных параметров принять осадку линейно-деформируемой среды грунта S_0 и его удельный вес γ , то превышение осадки фундамента, подсчитанной для упругопластической модели, в сравнении с моделью линейно-деформируемого слоя выразится зависимостью:

$$\frac{S}{S_0} = f\left(\varphi \cdot \frac{c}{\gamma, S_0}, \frac{d}{S_0}\right) \quad (2)$$

По величине отношения $\frac{S}{S_0}$ можно судить о влиянии различных факторов на формирование осадки фундаментов за счет пластических деформаций основания. Следовательно, это отношение может служить критерием возможности применения теории линейно-деформируемой среды или целесообразности использования нелинейных методов. Анализ выполненных расчетов показывает, что величина пластических деформаций уменьшается с уменьшением отношения сторон фундамента $\eta = \frac{l}{b}$, с увеличением размеров подошвы фундамента, глубины его заложения, угла внутреннего трения и удельного веса грунта. При ширине подошвы фундамента $b > 10$ м и угле внутреннего трения грунта $\varphi \geq 30^\circ$ отношение $\frac{S}{S_0} \approx 1$, т.е. в этом случае правомочно использование теории линейно-деформируемой среды

для расчета деформаций основания. При $\frac{S}{S_0} \geq 3$ необходимо расчет по деформациям проводить с использованием нелинейных моделей грунта. Нелинейные модели можно использовать для анализа влияния различных факторов на изменения осадки фундаментов, в том числе при давлениях, превышающих расчетное сопротивление грунта R , а также в сочетании с линейными методами для оценки напряженно-деформированного состояния оснований.

Однако при определенных допущениях и при правильных исходных предпосылках можно использовать приближенные инженерные методы расчета осадок при нагрузках, находящихся за пределами прямой пропорциональности, которые дают вполне приемлемые результаты.

Одна из наиболее распространенных условных моделей выделяет две составляющие осадки, из которых первая зависит от уплотнения в вертикальном направлении, вторая – от поперечных деформаций грунта. Последние находятся путем приближенного решения смешанной задачи, проводя расчеты с учетом нелинейности грунтовой среды и наличия в основании локальных областей предельного равновесия, когда до исчерпания его несущей способности еще далеко.

В процессе уплотнения грунта имеют место как объемные, так и сдвиговые деформации.

При $\rho \leq \rho_u$ объемные деформации уплотнения происходят под воздействием нормальных напряжений. Когда $R \leq \rho \leq P_u$ (вторая фаза деформаций), осадка возрастает преимущественно вследствие поперечных деформаций грунта (уплотнения в поперечном направлении).

Если принять среднее давление под подошвой фундамента $R \leq \rho \leq P_u$ и ввести соответствующий коэффициент условий работы, то максимальное значение этого давления во многих случаях определится из условия $S \leq S_u$. Такой подход особенно целесообразен в случаях, когда нет общего выпирания грунта на поверхность, а графики «нагрузка-осадка» характеризуются отсутствием вертикального падения кривой и явно выраженных точек перелома даже при больших нагрузках.

Полная осадка может быть найдена на основе упрощенной схемы К.Терцаги, расчленяющей осадку на составляющие, зависящие соответственно от уплотнения в вертикальном направлении S_w и поперечных деформаций грунта S_u .

Тогда

$$S = S_w + S_u \quad (3)$$

Эта схема построена на допущении, что вертикальная нагрузка передается столбу грунта, ограниченному цилиндрической поверхностью, проходящей через периметр фундамента (несущий столб грунта). Вблизи подошвы фундамента такая передача нагрузки имеет место при давлениях $p > R$, когда под краями фундамента образуются зоны предельного равновесия. При этом, вследствие перераспределения давления (оно под фундаментом возрастает) вся нагрузка до некоторой глубины приходится на несущий столб. Под действием этой нагрузки происходит уплотнение несущего столба в вертикальном направлении и расширение в поперечном направлении, что приводит к уплотнению окружающего массива грунта и возникновению дополнительной осадки. В действительности эти явления происходят одновременно, и частицы грунта под фундаментом движутся по криволинейным траекториям.

Составляющая осадки S_w вычисляется обычными методами теории линейно-деформируемой среды. Возможность определения полной (остаточной) осадки по формуле (3) с учетом поперечных деформаций грунта подтверждается многочисленными опытами.

Затем при давлениях $R \leq \rho \leq P_u$ находится дополнительная осадка S_u фундамента. При этом учитывается возможность повышения R . Поскольку под краями фундамента грунт находится в состоянии предельного равновесия, то радиальное давление, передаваемое несущим столбом, приводит к уплотнению грунта в той части зоны предельного равновесия, которая непосредственно примыкает к несущему столбу. Наблюдаемое при этом изменение объема грунта ΔV можно определить как расширение первоначальной цилиндрической полости диаметром $2b$ и высотой, соответствующей глубине зоны предельного равновесия. Дополнительная осадка будет равна:

$$S_u = \frac{\Delta V}{\pi \cdot b^2} \quad (4)$$

Расчет осадок оснований фундаментов по нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями в интервале давления $R \leq \rho \leq P_u$ можно производить по приближенному методу, предложенному М.В. Малышевым [2]. Суть метода заключается в том, что используется аналогия между кривыми «осадка-нагрузка» и «деформация-напряжение». Принимается, что при $\rho \leq R$ зависимость между осадкой и нагрузкой линейна. При $\rho \leq P_u$ осадка считается равной бесконечности. Тогда, если найти некоторую функцию, описывающую криволинейный участок зависимости осадки от нагрузки в интервале от $p = R$ до $p = \rho_u$, то задача может быть решена. Исходя из этих соображений, Малышев предложил формулу для расчета осадки S_p за пределами линейной зависимости, т.е. при $p > R$:

$$S_p = S_R \cdot \frac{(P_u - R) \cdot (p - R)}{(R - \sigma_{zg,o}) \cdot (P_u - P)}, \quad (5)$$

где S_p - осадка основания при давлении $p=R$, соответствующая началу образования областей пластических деформаций;
 P_u - предельное сопротивление грунта основания, определяем как отношение вертикальной составляющей силы предельного сопротивления к приведенной площади подошвы фундамента;
 $\sigma_{zg,o}$ - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента.

Формула (5) справедлива для однородного напластования грунтов в пределах глубины определяемой по формуле (6).

$$S_u = \frac{S_R \cdot \bar{E}}{\beta \cdot \rho_0}, \quad (6)$$

где S_R - то же, что в формуле (5);
 $\bar{E}$ - среднее значение модуля деформации грунтов основания в пределах сжимаемой толщи;
 β - безразмерный коэффициент, равный 0,8;
 ρ_0 - Дополнительное вертикальное давление на основание.

Сравнение расчетной осадки по формуле (5) с экспериментальной показывает их достаточно хорошую сходимость, что позволяет рекомендовать данный метод расчета осадки для фундаментов мелкого заложения за пределом линейной зависимости между напряжениями и деформациями в грунте.

Расчет осадки данным методом удобно выполнять в следующей последовательности.

Сначала вычисляется осадка любым методом при $p = R$. Если при этом оказывается, что $\rho < \rho_u$, то назначается новая, меньшая ширина фундамента и для нее определяется новое значение среднего давления P , которое будет уже больше R . Для нового размера фундамента определяется значение ρ_u и по формуле (5) рассчитывается осадка S_p . При этом необходимо выполнение условия $S_p \leq S_u$.

Этот метод позволяет объединить обе группы предельных состояний для расчета осадок фундаментов.

Библиографический список

1. Пилигин А.В., Казанцев С.В. Проектирование оснований и фундаментов с учетом упругопластических свойств грунтов. – Красноярск.: КГУ, 1990. – 165 с.
2. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83*). – М.: Стройиздат, 1986. – 414 с.

References

1. Pilyagin A.V., Kaantsev S.V. The design of bases and foundations in consideration of elastoplastic properties of soils. – Krasnoyarsk.: KGU, 1990. – 165pp.
2. The textbook on the design bases of buildings and structures (SNiP 2.02.01.-83*). –M. Stroiizdat, 1986. – 414 pp.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. зав. кафедрой
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов П.И. Калугин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Candidate of Tech. Sci., Professor, Head of
Department of structures, foundations and
bases design P.I. Kalugin
Russia, Voronezh, phone +7(4732)71-54-00*

П.И. Калугин

О ПРОЕКТИРОВАНИИ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Рассмотрены проблемы проектирования оснований и фундаментов в условиях плотной городской застройки. Проанализированы основные причины развития дополнительных деформаций. Предлагаются коэффициенты эффективности различных мероприятий по уменьшению дополнительных деформаций.

Ключевые слова: дополнительные деформации оснований, коэффициенты эффективности мероприятий.

P.I. Kalugin

THE DESIGN OF BASES AND FOUNDATIONS IN DENSE BUILDING

The paper discusses the problems concerning the design of bases and foundations in urban environment. Main reasons for the development of additional strains have been examined. The author proposes coefficients of the effectiveness of various measures to reduce the additional strain.

Keywords: the additional strain bases, coefficients of the effectiveness of various measures.

В настоящее время в нашей стране сложилась тенденция к поэтапной поквартальной реконструкции наиболее перспективных кварталов городов.

В этих условиях возникла необходимость строительства вблизи или пристройки новых зданий к существующим. Безопасные решения могут быть приняты только на основе учета взаимного влияния возводимых и существующих зданий. Опыт показывает, что строительство новых зданий вблизи или вплотную к существующим зачастую приводит к дополнительным неравномерным деформациям оснований существующих зданий.

Так, Единые Европейские Нормы (EVROCODE-7 «Geoteshnics») возведение зданий на структурно неустойчивых грунтах в условиях плотной городской застройки относят к наиболее сложной геотехнической категории и указывают на трудности решения этой задачи.

Исследования Т.А. Коновалова, С.Н. Сотникова, В.Г. Симагина, П.В. Вершинина, А.И. Полищука позволили установить, что существующие здания и сооружения неодинаково реагируют на возведения вблизи них новых зданий. Главными причинами этого являются:

- чувствительность конструкций зданий к неравномерным осадкам, которая зависит от конструктивной схемы здания, технического состояния несущих конструкций, срока эксплуатации и физического износа;

- инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительной площадки, которые определяются деформируемостью основания;

- технология производства работ по устройству оснований и фундаментов новых зданий.

С.Н. Сотников предложил в качестве критерия воздействия возводимого здания на существующую застройку использовать значения дополнительных деформаций существующих зданий. Предельно допустимые значения дополнительных деформаций были определены в зависимости от конструктивной схемы, материала стен, технического состояния здания на основе анализа результатов наблюдений за деформациями существующих зданий при возведении в непосредственной близости к ним новых зданий. Однако методика определения дополнительных деформаций существующих зданий, вызванных влиянием нового здания, в настоящее время отсутствует. Действующие нормативные документы (СНиП 2.02.01-83*, СП 50-101-2004) кроме указания о том, что «при расположении реконструируемого сооружения рядом с существующим сооружением, следует производить проверку его влияния на это сооружение» [2, 3]. Дополнительные осадки существующих зданий возникают в результате трех главных причин:

1. строительно-технологические воздействия на грунты основания существующего здания – дополнительная строительно-технологическая осадка;
2. изменения напряженного состояния существующего здания при загрузении грунта новым зданием – дополнительная осадка уплотнения;
3. воздействия технологического оборудования, размещенного в новом здании, на основания существующих зданий – дополнительная эксплуатационная осадка.

Наиболее опасна строительно-технологическая осадка, поскольку всегда неравномерна и учесть ее расчетом практически невозможно.

Дополнительные осадки от изменения напряженного состояния оснований существующих зданий – дополнительные осадки уплотнения – возникают в основном вследствие формирования вокруг возводимого здания осадочной воронки, размеры которой в плане соизмеримы с глубиной сжимаемой толщи H_c . Существующие здания, оказавшиеся в пределах осадочной воронки, получают дополнительные неравномерные осадки, зависящие от чувствительности этих зданий к деформациям и давления на грунт от проектируемого здания. Если это давление не меньше давления от существующих соседних зданий, новое здание рекомендуется относить от существующих на расстояние $L \geq H_c$ (H_c – сжимаемая толщина основания) [4]. При $L \geq 0,5H_c$ влияние нового здания обычно невелико и может быть учтено расчетом.

При необходимости возведения здания на расстоянии $L < 0,5H_c$ от существующих зданий минимальное безопасное расстояние будет зависеть от инженерно-геологических условий площадки, технического состояния конструкций существующих зданий, способа разработки грунта, технологии устройства фундаментов и ряда других факторов.

Наибольшая неравномерность осадок территории, примыкающей к новому зданию, проявляется на удалении до $0,2H_c$ от новых зданий. При удалении от $0,2$ до $0,5H_c$ обычно возникают перекосы конструкций с образованием в стенах существующих зданий наклонных трещин.

О степени влияния различных факторов на поведение существующей застройки, вызванной влиянием нового строения, в настоящее время достаточных данных нет.

Техническое состояние эксплуатируемых зданий оценивается по различным методикам [3]. Предлагаются различные категории оценки. Но в целом они не противоречат друг другу, а в совокупности дополняют друг друга и позволяют назначать предельно допустимые дополнительные деформации существующих зданий. Натурные исследования позволяют по известным осадкам возводимого здания прогнозировать дополнительные деформации зданий существующей застройки и, в зависимости от их значения, уже на стадии инвестиционного проекта определять эффективность различных мероприятий по снижению влияния возводимого здания на окружающие постройки или назначать минимально допустимый разрыв между существующими и возводимым зданиями.

Для этого рекомендуется ввести коэффициенты эффективности различных мероприятий по уменьшению дополнительных деформаций (дополнительной осадки и перекоса на

участке примыкания). Эти коэффициенты представляют собой отношения дополнительных деформаций существующих зданий без применения мероприятий к дополнительным деформациям с выполнением мероприятий (Кэф). Так, предварительное усиление конструкций существующих зданий тяжами в уровнях перекрытий показывает, что эффективность применения тяжей по максимальной дополнительной осадке $K_{эф1}=1,12 \dots 1,15$, а эффективность тяжей, препятствующих перекосу $K_{эф2}=1,17 \dots 1,20$. Для определения эффективности закрепления грунтов основания проводились эксперименты по закреплению грунтов сначала под существующим зданием, потом под новым зданием. Грунт под существующим зданием закреплялся для упрочнения грунтового массива и уменьшения его деформативности, что в итоге приводит к уменьшению деформаций старого здания. Закрепление грунта под возводимым зданием выполнялось с целью уменьшения его осадки.

Как известно, изменение величины осадки нового здания влияет на изменение величины дополнительных деформаций существующего здания. Глубина закрепления грунта варьировалась от 50 до 100 % мощности сжимаемой толщи. Анализ экспериментов показал, что максимальной эффективности можно добиться закреплением грунтов возводимого здания. Так, при глубине закрепления, равной 50 % H_c , коэффициент эффективности по дополнительной осадке при среднем давлении по подошве здания $P=250$ кПа составляет $K_1=1,16$. При глубине закрепления сжимаемой толщи, равной 100% H_c , коэффициент эффективности $K_{эф1}=2,60$, а коэффициент эффективности по дополнительному перекосу $K_{эф2}=1,25$. Закрепление грунтового основания также уменьшает развитие воронки оседания, хотя недостаточно влияет на уменьшение дополнительного перекоса.

Для изменения напряженного состояния грунта под существующим зданием таким образом, чтобы напряжения от влияния нового здания не получили опасного развития в основании старого здания, а вызванная ими дополнительная осадка не имела опасных последствий применялся разьединительный шпунтовый ряд. Он является незаменимым элементом основания. Разьединительный шпунт обеспечивает:

- крепление стенок строительных котлованов, прежде всего тех, которые разрабатываются ниже подошвы фундаментов существующих зданий;
- возможность устройства котлованов без откосов, особенно в стесненных условиях существующей застройки;
- сохранение уровня подземных вод на исходных отметках при водоотливе из разработанных котлованов, а также предотвращение развития плывуных явлений и суффозии;
- существенное уменьшение дополнительных осадок территории, окружающей проектируемое здание.

При разделении шпунтом оснований существующего и возводимого здания необходимо, чтобы перемещение шпунта было существенно меньше осадки возводимого здания. Для этой цели шпунтины должны заглубляться в подстилающий слой плотных грунтов на такую глубину, при которой сила трения, удерживающая шпунт от вдавливания, была бы больше силы отрицательного трения, вызывающей его внедрение в грунт совместно с оседающим новым зданием.

Шпунтовая стенка должна идти вдоль всей линии примыкания фундамента возводимого здания к существующему и с каждой стороны иметь «шпоры» длиной в плане не менее $1/4$ сжимаемой толщи. Они необходимы для предотвращения влияния нового здания на существующее. Эффективность шпунта можно повысить, если его поверхности обмазать антифрикционными покрытиями.

Коэффициент эффективности разделения основания шпунтовым рядом по максимальной дополнительной осадке от девятиэтажного дома при среднем давлении $P=160$ кПа $K_{эф1}=8,90$. Примерно такое же значение коэффициента эффективности от шестнадцатиэтажного жилого дома при давлении по подошве фундаментной плиты $P=260$ кПа ($K_1=8,95$). Коэффициент эффективности по перекосу от девятиэтажного дома $K_{эф2}=2,50$, от шестнадцати-

этажного здания $K_{\text{эф}}=23,20$. Таким образом, разделительный шпунтовый ряд оказывает существенное влияние на деформированное состояние существующего здания и является наиболее эффективным мероприятием, как по уменьшению дополнительной осадки, так и по уменьшению дополнительного перекоса. Разъединительный шпунтовый ряд изменяет также и напряженное состояние основания нового дома, обеспечивая более равномерное развитие его осадки. Шпунт не рекомендуется применять в водонасыщенных песках и при большой глубине кровли плотных грунтов.

Для учета совместной работы возводимых и существующих зданий в условиях плотной застройки необходимо иметь расчетную схему «возводимые здания – грунтовое основание – существующее здание», учитывающую историю загрузки основания, влияние различных факторов на поведение расчетной схемы и методику назначения мероприятий по снижению влияния возводимого здания на существующую застройку. Установлено, что между дополнительными деформациями оснований и повреждениями конструкций существует функциональная зависимость. От правильного назначения допустимых повреждений конструкций непосредственно зависит достоверность оценки технического состояния эксплуатируемых зданий. Каждому интервалу физического износа зданий соответствует свое значение снижения несущей способности и предельно допустимые деформации оснований. Полученные экспериментальные данные позволяют по известным осадкам строящихся зданий прогнозировать дополнительные деформации зданий существующей застройки. Установлено также, что самыми существенными факторами, влияющими на дополнительные деформации существующих зданий, являются давление по подошве возводимого здания и расстояние между зданиями.

Наиболее часто применяемые мероприятия по степени технической эффективности (по возрастающей) для уменьшения негативного влияния возводимого здания на сложившуюся застройку: увеличение прочности и жесткости надфундаментных конструкций тяжами, увеличение расстояния между зданиями (консольный фундамент), закрепление грунтов основания, разъединительная шпунтовая стенка.

Применение современных методов для оценки возможного влияния возводимого здания на существующую застройку на этапе инвестиционного проекта не целесообразно из-за большой трудоемкости и высокой стоимости. Однако создание системы, уже на стадии проектирования определяющей степень негативного воздействия проектируемого здания на окружающую застройку, и позволяющей назначать комплекс мероприятий для снижения этого воздействия до допустимых пределов, является насущной задачей.

Библиографический список

1. Сотников С.Н. О дополнительных совместных деформациях зданий и оснований, возникающих при строительстве в районах плотной застройки.//Основания, фундаменты и механика грунтов, 1984, № 4.
2. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений. М., 1986.
3. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. М., 2005.
4. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. М., 2000.

References

1. Sotnikov S.N. Additional joint deformations of buildings and bases, arising from the construction in built-up areas.//Bases, foundations and soil mechanics , 1984, № 4.
2. SNiP 2.02.01-83*. Foundation of buildings and structures. M., 1986.
3. SP 50-101-2004. The design and installation of bases and foundations of buildings and structures. M., 2005.
4. Konovalov P.A. Bases and foundations of reconstructed buildings. M., 2000.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф. каф. организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью В.Я. Мищенко*

Ассистент кафедры организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью Д.А. Драпалюк

Соискатель кафедры организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью Е.А. Солнцев

Ассистент кафедры организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью Ю.М. Зубцова

Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)76-40-08

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

D.Sc. in Engineering, Prof. of Construction organization, examination and premises Management Department V.Y. Mishchenko

Assistant Lecturer of Construction organization, examination and premises Management Department D.A. Drapalyuk

The competitor of Construction organization, examination and premises Management Department E.A. Solntsev

Assistant Lecturer of Construction organization, examination and premises Management Department Y.M. Zubtsova

Russia, Voronezh, tel. +7(4732)76-40-08

В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Ю.М. Зубцова, Е.А. Солнцев

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ И РАЗВИТИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Научная новизна обусловлена возможностью использования в качестве теоретических основ исследования и проектирования строительного производства концептуально-методологического имитационно-моделирующего принципа, моделирующий подход позволяет за счет качественного изменения методов исследования существенно повысить эффективность принимаемых технических решений, использовать принцип обратной связи, является на стадии проектирования единственным средством всестороннего экономического исследования надежности оценки и общего уровня ОТН строительного производства.

Ключевые слова: имитационно-моделирующего принципа, моделирующий подход, исследования надежности.

V.Y. Mischenko, D.A. Drapalyuk, Y.M. Zubtsova, E.A. Solntsev

PROVISION TO ORGANIZING TECHNOLOGICAL RELIABILITY DURING REPRODUCTION AND DEVELOPMENT BUILDING OBJECT

Scientific novelty is conditioned by possibility use as theoretical foundation of the study and designing building production conceptual and methodological simulation-prototyping principle, prototyping approach allows to account of the qualitative change the methods of the study greatly to raise efficiency taken technical decisions, use the principle to feedback, is on stage of the designing the single facility of the all-round economic study to reliability of the estimation and general level organizing technological reliability building production.

Keywords: simulation-prototyping principle, prototyping approach, studies to reliability.

Основа строительного искусства с самых древних времен заключалась в обеспечении функциональной пригодности строительных объектов, их безаварийности, безопасности, устойчивости, долговечности, надежности.

Основы теории надежности расчета сооружений были сформулированы в 20-х годах, а систематическая ее разработка началась в 50-х годах и развивалась применительно к несущим конструкциям, определяющим безопасность эксплуатации строительных объектов.

Изучение надежности и долговечности зданий является весьма актуальной проблемой. Этому вопросу посвящен ряд работ, из которых следует отметить исследования А. А. Гусакова [1], Б.Г. Бердичевского [2], В. Д. Райзера [3], А.Г. Ройтмана [4], Д.С. Авиромы [4], и других авторов.

Важно отметить, что в строительной механике понятию отказа соответствует понятие предельного состояния конструкций и сооружений. При этом изучаются различные виды предельных состояний: обрушение, опрокидывание, потери устойчивости и равновесия сжатых элементов, хрупкое разрушение и т. п.

Учет такого разнообразия взаимодействия строительных конструкций и внешней среды не позволил ограничиться понятиями и методами математической теории надежности и привел к разработке теории надежности строительных конструкций, изложенной в трудах В. В. Болотина и основанной на представлении поведения конструкции как случайного процесса, а предельного состояния как случайного выброса из области допустимых состояний.

Если надежность и безаварийность конструктивных решений зданий и сооружений как соответствие их проекта фактической реализации всегда были в центре внимания зодчих и строителей, то надежность организационных, технологических, экономических и управленческих решений начала интересовать строителей лишь в последние годы в связи с возрастающей сложностью строительных систем.

Надежность, как одно из базовых понятий кибернетики, требует уточнения с позиций общей теории систем. Термин надежность может быть применен только к результату деятельности системы, которая может быть сколько угодно ненадежной. Более того, практика показывает, что надежность результата обычно достигается за счет пластичности, гибкости, перестройки, т.е. ненадежности системы. Поэтому в дальнейшем под надежностью системы будем понимать надежность результата.

В строительстве — условия и закономерности связаны не только со сложностью, вероятностным характером, динамичностью и иерархичностью систем, но и с рядом специфических обстоятельств, таких, как значительная длительность производственного цикла, необходимость осуществлять пространственное членение фронта работ (выделять ярусы, захватки и др.), учитывать многовариантность технологий и взаимозаменяемость методов производства работ и ресурсов, сравнительно большие размеры допусков, неподвижность и разобщенность выпускаемой продукции, подвижность исполнителей, обязанность привлечения к работе большого числа субподрядных организаций, имеющих другую ведомственную подчиненность. Кроме того, здесь особо существенно влияние природных условий (грунты, рельеф местности, климат, погода), чрезвычайно велико разнообразие ресурсов и продукции, обязательна организация работы звеньями и бригадами и т. д. Все эти обстоятельства не зависят от принятой системы управления; в то же время степень их учета системой управления существенно влияет на ее эффективность. [5] Следует особо подчеркнуть главную отличительную особенность систем строительного производства их организационный характер, объединение в производственном процессе не только технических систем (конструкции, зданий, машин), но и социологических систем (рабочих, ИТР). Взаимодействие этих систем между собой и с внешней средой носит вероятностный характер, который, однако, до последнего времени не учитывается организационно-технологической документацией по возведению зданий и комплексов, основанной на детерминированной нормативной базе (СНиП, ЕРЕР, ЕНиР и др.) Основа решения этих проблем должна быть заложена в автоматизированных системах проектирования возведения.

Очевидно, необходимо изучение специфики систем строительного производства, многочисленных и разнообразных организационно-технологических сбоев, дестабилизирующих производство факторов, а также принципов взаимодействия сбоев и факторов.

Рассмотрение надежности как устойчивости многочисленных специфических качеств строительных систем по отношению ко всем возможным возмущениям требует системотехнического рассмотрения проектирования, изготовления, транспортировки, возведения, функционирования и других этапов «жизни» строительных систем.

Решение рассмотренных проблем на основе развития исследований в указанных направлениях позволит создать принципиально новую методологию проектирования возведения в условиях автоматизированных систем, повысить до любого заданного уровня надежность принимаемых проектных и организационно-технологических решений и обеспечить тем самым ОТН намечаемых плановых показателей продолжительности, трудоемкости и себестоимости строительства.

Рассмотрим возможность использование в качестве теоретических основ исследования и проектирования строительного производства концептуально-методологического имитационно-моделирующего принципа.

Моделирующий подход позволяет за счет качественного изменения методов исследования существенно повысить эффективность принимаемых технических решений. В строительном производстве с его сложными организационно-технологическими системами математическое моделирование становится единственно возможным методом исследования. Поскольку системы проектирования и возведения строительных объектов, безусловно, относятся к классу наиболее сложных систем как по своей структуре, так и по функционированию, для описания и исследования строительных систем оправдано применение и синтезирование всех разработанных в настоящее время видов математического моделирования.

Возможности всех методов математического программирования и некоторых других методов математического описания систем и решения задач оптимизации их функционирования часто оказываются недостаточными для математически корректного описания модели системы, законов ее функционирования, критериев управления многих современных систем, количество и сложность которых возрастает.

Это в первую очередь относится к сложным системам строительного производства, при моделировании которых часто не удастся отразить такие характерные черты, как наличие элементов непрерывного и дискретного действия, нелинейные связи между элементами, наличие детерминированных и вероятностных элементов и т. д.

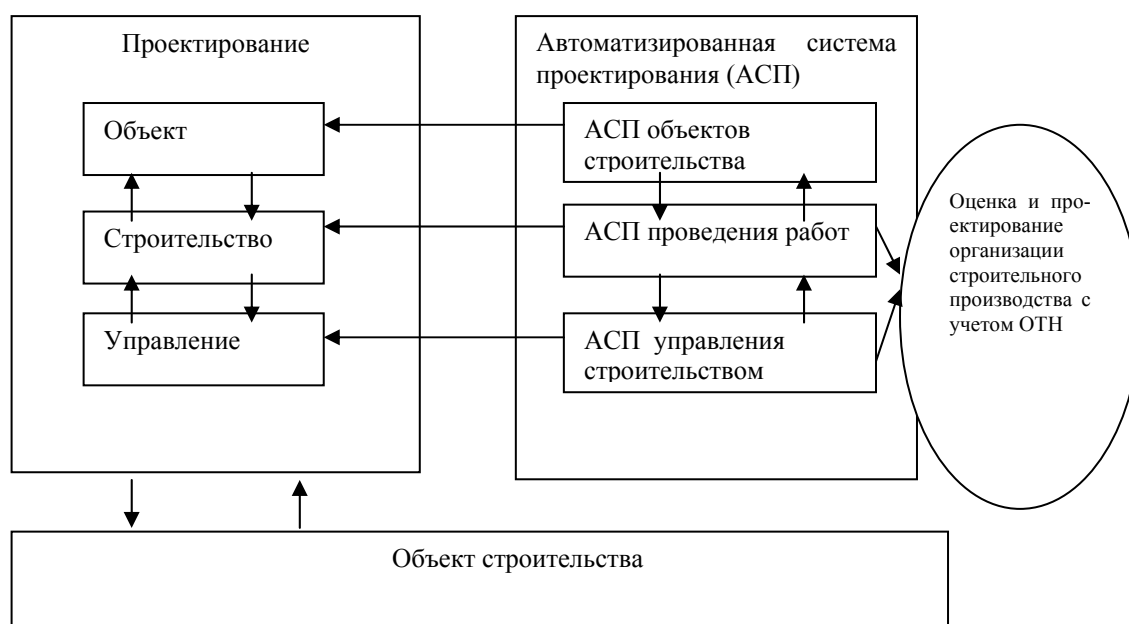


Рис.

Теоретические работы в этой области системотехники позволяют утверждать, что автоматизированные системы проектирования должны включать не только проектирование строительной части объектов и комплексов, но также проектирование организационно-технологических решений по их возведению и управлению строительством.

В качестве системообразующего результата в АСП должен быть рассмотрен объект, построенный с заданными технико-экономическими характеристиками в процессе реализации проекта (см. рис.). В качестве элементов АСП, содействующих достижению указанного результата, могут быть рассмотрены три укрупненные системы:

АСПОС — автоматизированная система проектирования объектов строительства, которая может делиться на такие элементы как, «Город», «Промзона», «Здание», «Строительные конструкции» и др.;

АСППР — автоматизированная система проектирования проведения работ, т.е. организационно-технологических решений строительства зданий и сооружений (методов производства работ, структуры потоков, календарных планов и др.);

АСПУС — автоматизированная система проектирований управления строительством, т.е. реализации решений первых двух систем.

К наиболее важным общесистемным проблемам могут быть отнесены:

разработка теоретических и методологических основ логической, информационной, математической совместимости ЛСПОС, ЛСПВ и АСПУС;

создание логических, математических этих систем и АСП в целом, адекватных процессам их проектирования и функционирования;

разработка организационно единой структуры проектно строительной деятельности, способной решать многоотраслевые задачи создания крупных объектов и комплексов.

Проблемы оценки и проектирования организации строительного производства с учетом организационно-технологической надежности рис.1 синтезируют многие теоретические, методологические и практические проблемы проектирования и управления в строительстве.

Решение этих проблем, а следовательно, повышение эффективности строительства возможно лишь на основе системной оценки проектов.

В настоящее время могут быть предложены лишь некоторые методологические принципы системной оценки проектов.

Один из них основан на использовании исходного положения теории функциональных систем — системообразующей роли результата. Поскольку иерархия систем—это иерархия результатов, отбор и согласование локальных и глобальных критериев оптимизации должны быть проведены путем изучения иерархии критериев и их взаимодействия, устранения излишних степеней свободы, которые не способствуют достижению заданного результата. Такой рабочий принцип позволяет уже сейчас, до разработки математической теории согласования локальных и глобальных критериев, целенаправленно отбирать для оценки проектных решений показатели эффективности отдельных частей и проекта в целом.

Как известно, в современной теории оптимизации критерий может быть только скалярной величиной, поскольку оптимизация осуществима лишь по одному параметру даже при выражении критерия функционалом от многих параметров. В практике же проектирования всегда стоят «многокритериальные» задачи, требующие оптимизации по нескольким параметрам на основе векторного критерия оптимизации, так как каждый проект является компромиссом между отдельными многочисленными показателями разных подсистем проекта: объемно-планировочными и конструктивными решениями, технологией эксплуатации здания, изготовления, транспортирования и монтажа конструкций и т.д. Поэтому, как правило, в качестве основного принимается вариант, который, не являясь оптимальным ни в одной из рассматриваемых подсистем, обеспечивает оптимальность всего проекта в целом.

При оценке проектных решений, в силу специфики строительного производства, обратная связь, осуществляемая на основе обобщения опыта строительства, весьма замедленна и малоэф-

фективна. Поэтому создание моделей, позволяющих эффективно использовать принцип обратной связи, является на стадии проектирования единственным средством всестороннего экономического исследования надежности оценки и общего уровня организационно технологической надежности строительного производства.

Библиографический список

1. Гусаков А.Л. Веремеенко С.А., Гинзбург А.В. и др. Организационно-технологическая надежность строительства. М., 1994, 471 с.
2. Бердичевский Б.Г., Резник С.А., Этенко В.П. Прогнозирование надежности в системе качества жилища. В кн. «Качество и точность в сборном строительстве жилых домов». Сб. тр. ЦНИИЭП жилища, М., 1983.
3. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. АСВ, М., 1998, с. 302.
4. Ройтман А.Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. М Стройиздат, 1985, 174 с.
5. В.И. Рыбальский. Основные принципы, опыт и перспективы создания АСУ в строительстве. Кишинев, 1972 (Оргстрой)

References

1. The Gander A.L. Veremeenko S.A., Ginzburg A.V. and others Organizing-technological reliability construction. M., 1994, 471 s.
2. Berdichevskiy B.G., Reznik S.A., Etenko V.P. The Forecasting to reliability in system quality of houses. In kn. "Quality and accuracy in assembly construction vein houses". Sb. tr. CNIIEP houses, M., 1983.
3. Rayzer V.D. The Theory to reliability in building designing. ASV, M., 1998, s. 302.
4. Roytman A.G. Reliability design exploited buildings. M Stroyizdat, 1985, 174 s.
5. V.I. Rybaliskiy. The Cardinal principles, experience and prospects of the creation CAD in construction. Kishinev, 1972 (Orgstroy)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф. кафедры организации
строительства, экспертизы и управления
недвижимостью В.Я. Мищенко
Ассистент кафедры организации строи-
тельства, экспертизы и управления недви-
жимостью Н.А. Понявина
Ст. преподаватель кафедры организации
строительства, экспертизы и управления
недвижимостью А.Н. Назаров
Россия, г.Воронеж, тел. +7(4732)76-40-08;
e-mail: oseun@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc. in Engineering, Prof. of Construction
organization, Examination and Management of
the real estate Department V.Ya. Mishchenko
Assistant Lecturer of Construction organization,
Examination and Management of the real estate
Department N.A. Ponyavina
The senior teacher of chair of the organization
of building, examination and management of the
real estate Department A.N. Nazarov
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)76-40-08;
e-mail: oseun@yandex.ru*

В.Я. Мищенко, Н.А. Понявина, А.Н. Назаров

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Рассмотрены основополагающие вопросы формирования организационно-технологической системы объектов городской недвижимости с позиции многокритериального отбора оптимальных организационно-технологических решений с окончательным отбором наиболее устойчивого варианта. Достаточно подробно рассмотрены характерные признаки устойчивого варианта организационно-технологической системы, что позволило выделить несколько критериев для ее оптимизации. По рассмотренным ограничениям формализована обобщенная модель работы управляющей компании.

Ключевые слова: моделирование, организационно-технологическая система, факторное пространство, организационно-технологическая надежность, инжиниринговая группа.

V.Y. Mishchenko, N.A. Ponyavina, A.N. Nazarov

MODELLING OF STEADY ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL SYSTEM OF REPRODUCTION OF THE CITY INFRASTRUCTURE

Basic questions of formation of organizational-technological system of objects of the city real estate from a position многокритериального selection of optimum organizational-technological decisions with definitive selection of the steadiest variant are considered. Characteristic signs of a steady variant of organizational-technological system that has allowed to allocate some criteria for its optimisation are in detail enough considered. On the considered restrictions the generalised model of work of the operating company is formalized.

Keywords: modelling, organizational-technological system, factorial space, organizational-technological reliability, inginiring group.

В последнее время особое внимание уделяется вопросам организации реконструкционных и ремонтно-восстановительных работ существующего жилого и нежилого фонда, а также объектов городской инфраструктуры в аспекте изменяемости экономической ситуации. Также актуальны вопросы бюджетирования системы планово-предупредительных и текущих ремон-

тов объектов недвижимости. В этой связи формирование надежной и устойчивой организационно-технологической системы в рамках строительных организаций являющихся организациями - участниками процессов воспроизводства городской недвижимости и инфраструктуры в условиях изменяемого факторного пространства, требует особого рассмотрения.

В моделировании планирования ремонтно-строительных работ в настоящее время можно различить два сложившихся подхода. Это балансовые модели, увязывающие потребности и наличные ресурсы, и оптимизационные модели, цель которых – нахождение наилучшего решения в соответствии с поставленной задачей [1].

Однако формирование факторного пространства обусловлено складывающейся ситуацией, в которой происходит развитие организационно – технологической системы и её текущим состоянием. Таким образом, насколько точно сформировано факторное пространство, настолько предлагаемая модель организационно-технологической системы будет адаптивна и устойчива к изменениям производственно – экономической ситуации (рис. 1).

В процессе выполнении ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ на объектах недвижимости предприятия, осуществляющие ремонт и реконструкцию объектов, испытывают негативное влияние факторов внешней и внутренней среды, которые приводят к потерям надежности и отклонениям в объемах и продолжительности работ.

Устойчивые ситуации функционирования организационно-технологической системы формируются при выполнении условия $\Delta K_p < \Delta K_{орг}$. При условии $\Delta K_p > \Delta K_{орг}$ организационно-технологическая система находится в неустойчивом положении, происходят потери ресурсов из-за избыточной надежности работ по сравнению с надежностью предприятия, и требуется повышение организационно-технологической надежности (ОТН) организации для перехода в устойчивый вариант.

Моделирование совмещения надежности технологических процессов ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ преследует цель нахождения таких рациональных параметров планов работ, которые увязывают в единую систему показатели надежности организации, работ и условий выполнения работ. В результате этого находится такое распределение технологических процессов, при котором показатели надежности работы конкретной организации и ее подразделений были бы (в увязке с надежностью работ) или близки к оптимальным (рациональным) показателям.

При планировании капитального ремонта жилищного фонда и инфраструктуры города необходимо обеспечить своевременное проведение ремонтно-восстановительных работ и эффективное использование финансовых средств, в связи с этим в ходе исследования разработана экономико-математическая модель с многокритериальной оптимизацией перспективного плана капитального ремонта и предложена схема ее решения с использованием возможностей генетических алгоритмов [2,3].

Надежность организации является варьируемой величиной при проектировании. Найти оптимальное значение надежности организации, ее численность и квалификационный состав бригад и есть одна из задач моделирования совмещения надежности технологических процессов.

Моделирование осуществляют в следующей последовательности: 1. Согласно смете на объект формируют комплексы технологических процессов, с учетом принятого варианта конструктивных решений по нулевому циклу, стенам, кровле и т.д. 2. Составляется исходная информация по каждому виду работ: показатели надежности, продолжительность работы и выполнение норм. 3. Осуществляют моделирование, в процессе которого оценивают влияние надежности на продолжительность работы с минимумом непроизводительных затрат времени.

Моделирование предусматривает построение циклограммы зависимостей продолжительности работ от показателей надежности и рассмотрение основных вариантов выполнения работ в условиях превышения показателей надежности организации над показателями надежности работ (устойчивый вариант), превышения показателей надежности работ над показателями надежности организации (неустойчивый вариант), совмещения показателей надежности работ и организации (оптимальный вариант) (рис. 2). Полученная циклограмма позволяет определять возможные отклонения в объемах и продолжительности работ в результате изменений надежности работ.

№ п/п	Характеристика	Ограничения	Постоянные факторы	Переменные факторы
A_1	Надежность выполнения ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ на объектах недвижимости	объем работ, характеристика ОПР объектов недвижимости, характеристика ОКР объектов недвижимости, нормативный срок выполнения работ	технология выполнения работ, трудоемкость выполненных работ, сложность работ, однотипность работ, количество одновременно выполняемых работ, режим работы бригад, уровень сборности (заводской готовности) материалов и конструкций, качество работ	степень отклонения от стандартов качества, частота нарушений последовательности работ, доля ручного труда, уровень механизации работ, частота отклонения в трудозатратах, степень выполнения объема работ в установленные сроки, степень учета отказов при монтаже, степень нарушений в режиме работ
A_2	Надежность организации, выполняющей ремонтно-восстановительные и реконструкционные работы на объектах недвижимости	производственная мощность подразделения, гибкость технологии, степень износа машин и оборудования, система оплаты труда, профессионально-квалификационный состав рабочих, уровень специализации	количество подразделений в организации, степень обеспеченности машинами и механизмами, способность к изменениям в технологии работ, интенсивность работ, уровень концентрации трудовых коллективов на объекте, уровень концентрации ресурсов на объекте, уровень организации поточного строительства	скорость перемещений и концентрации трудовых коллективов на основных переделах, уровень текучести кадров, уровень трудовой дисциплины, степень выполнения работ собственными подразделениями (без подрядчиков), доля работ по результатам участия тендерах, степень ритмичности потребления ресурсов
A_3	Надежность организационно-технологической ситуации выполнения работ	характеристика природно-климатических условий, характеристика национально-бытовых условий в регионе, действующее законодательство в регионе и РФ	размещение объектов недвижимости и их удаленность от основной базы, дальность перемещения ресурсов, степень заболеваемости рабочих, равномерность поставки ресурсов, развитость временной строительной инфраструктуры на объектах недвижимости, плановая продолжительность работ на объектах недвижимости, сезонность выполнения работ, длительность циклов работ	время перемещения ресурсов, степень надежности поставок ресурсов, доля своевременности поставок, частота перемещений ресурсов, время разворачивания работ, рассредоточенность объектов, гибкость оргструктуры организации, способность к внедрению новых технологий в организации, применение штрафных санкций за нарушение сроков и качества работ

Рис. 1. Факторное пространство, влияющее на организационно-технологическую надежность ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ на объектах недвижимости

В качестве одного из критериев оптимизации показателей надежности, отражающего эффективное использование финансовых средств, может рассматриваться разница между увеличением рыночной стоимости здания и затратами на его капитальный ремонт, которая отражает принцип вклада, используемый в оценке недвижимости. Вторым критерием, отражающим

жающим своевременность проведения ремонтных работ, может служить соблюдение нормативных сроков капитального ремонта жилых зданий. Практическая реализация предлагаемой модели тесно взаимосвязана с вопросами организации структуры инжинирингового обеспечения поточной реконструкции и создания организационно – технологической системы реконструкции и ремонтов объектов городской инфраструктуры.

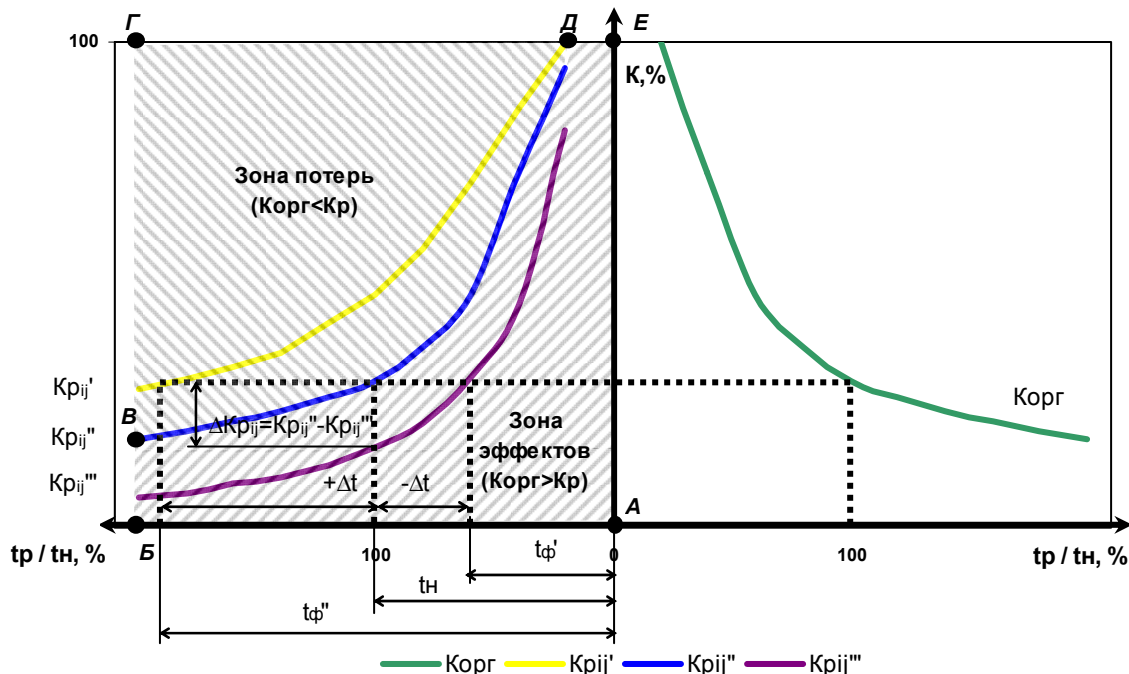


Рис. 2. Влияние степени совмещения показателей надежности работ и организации на продолжительность ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ

Условные обозначения:

t_p – расчетная продолжительность работ;

t_n – нормативная продолжительность работ;

K_{ip} – коэффициент надежности работ;

K_{iorg} – коэффициент надежности организации;

$+\Delta t$, $-\Delta t$ – увеличение или уменьшение, соответственно, продолжительности выполнения работ по сравнению с нормативными показателями;

Зона АБВДЕ – зона эффектов, где обеспечивается устойчивый вариант выполнения ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ на объектах недвижимости;

Зона ВГД – зона потерь, где реализуется неустойчивый вариант выполнения ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ на объектах недвижимости.

Тогда оптимизационная задача планирования капитального ремонта жилищного фонда крупного города может быть представлена в следующем виде:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{t=0}^{T-\tau_i} x_{it} (v_{it} - r_{it}) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$G = \sum_{i=1}^n x_{it} (t_{il} - t_{if}) \rightarrow \min \quad (2)$$

где T – длительность периода планирования; x_{it} – переменная, принимающая значение 1, если i -тое здание подлежит ремонту в момент времени t , и 0, если не подлежит; v_{it} – прирост стоимости i -го здания в результате проведения ремонта в момент времени t ; τ_i – продолжительность ремонта i -го здания; r_{it} – затраты на ремонт i -го здания в момент времени t ; t_{il} – нормативный срок начала ремонта i -го здания; t_{if} – плановый срок начала ремонта i -го здания; n – количество жилых зданий в городе.

Данная оптимизационная задача решается при следующих ограничениях (бюджетирование):

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=0}^{T-\tau_i} x_{it} r_{it} \leq F \quad (3)$$

$$\max_{\forall t} \sum_{i=1}^n m_{it} \leq M \quad (4)$$

где F - объем финансирования капитального ремонта на период планирования; M – максимальное количество одновременно проводимых ремонтов.

Процесс реконструкции и ремонта объектов инфраструктуры г.Воронежа требует значительных усилий по корректировке и восстановлению технической документации, процедур, процессов в целях обеспечения поточной организации производства реконструкционных и ремонтных работ. Эта деятельность тесно взаимосвязана с вопросами организационной структуры инжинирингового обеспечения поточной реконструкции и разработки оптимальной организационно-технической модели реконструкции и ремонтов объектов городской инфраструктуры.

Анализ существующей ситуации, сложившейся на предприятиях и организациях коммунального хозяйства г.Воронежа, имеющих отношение к реконструкции и ремонту объектов городской инфраструктуры показал, что некоторые функции между существующими предприятиями и организациями слабо формализованы, либо вообще не поддаются формализации. Современная организационно-технологическая система управления ремонтами зданий должна иметь возможность прогнозирования состояния на основании накопленных за время эксплуатации данных о техническом состоянии конструктивных элементов. Целью организационно-технологической системы ремонта зданий по фактическому состоянию является повышение надежности и снижение эксплуатационных расходов. При этом необходимые ремонтно-строительные работы производятся в зависимости от фактического технического состояния конкретного объекта, предполагаемого изменения его состояния в процессе эксплуатации, уровней надежности управляющей компании [3].

В этой связи одним из перспективных направлений является формирование такой организационной структуры, как инжиниринговый холдинг, который мог бы аккумулировать в себе работы по инжиниринговому обеспечению поточной реконструкции и ремонту объектов инфраструктуры, в частности теплоэнергетического хозяйства.

Предлагаемый алгоритм работы управляющей компании или инжиниринговой группы представлен на рис. 3.

В процессе мониторинга состояния элементов зданий инженер по эксплуатации фиксирует физический износ сменяемых элементов и контролирует наличие критических дефектов несменяемых элементов. В случае выявления критических дефектов несменяемых элементов специализированная организация проводит инструментальное обследование и дает рекомендации по капитальному ремонту несменяемых элементов.

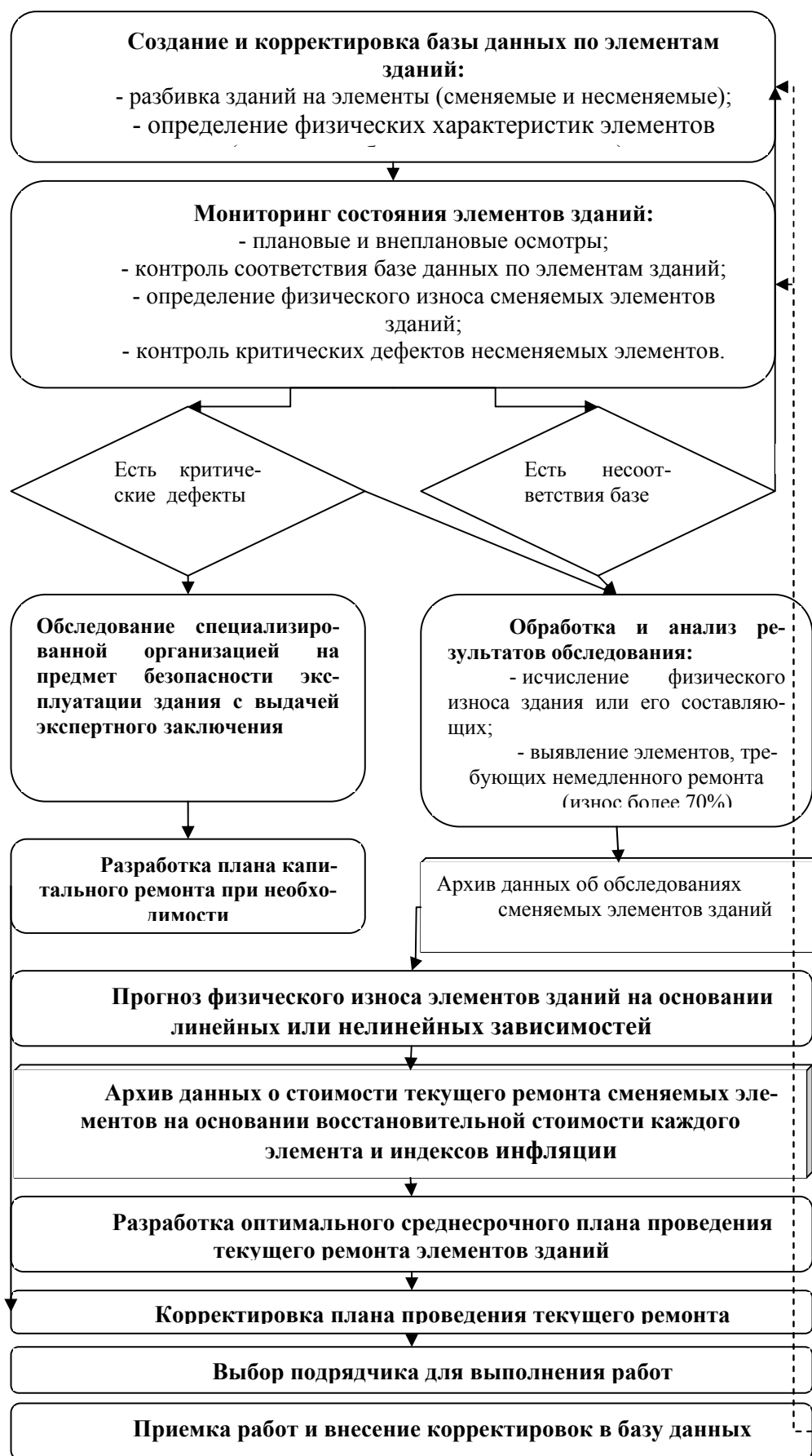


Рис. 3. Алгоритм работы управляющей компании

Библиографический список

1. Хрусталеv Б.Б. Основные направления становления и эффективного развития регионального инвестиционно-строительного комплекса: Монография. – Пенза: ПГАСА, 2001. – 251 с.
2. Ситдиков С.А. Управление капитальным ремонтом жилищного фонда города. – СПб.: Изд-во «ЛЕЙЛА», 2008. – 232 с.
3. Ситдиков С.А. Экономико-организационный механизм управления капитальным ремонтом жилищного фонда в крупном городе. // СПб.: СПбГИЭУ, 2008.- 191 с.

References

1. Khrustalyov B.B. Core of a direction of formation and effective development of a regional investitsionno-building complex: Monography. - Penza: ПГАСА, 2001. - 251 pp.
2. Sitdikov S.A. Management major repairs of available housing of a city. - SPb.: Publishing house "LAILA", 2008. - 232 pp.
3. Sitdikov S.A. Economic the mechanism of management of available housing major repairs in a big city. //SPb.: SPbGIEU, 2008. - 191 pp.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф. каф. организации
строительства, экспертизы и управления
недвижимостью В.Я. Мищенко
доцент кафедры организации строительст-
ва, экспертизы и управления недвижимо-
стью Д.И. Емельянов
Соискатель кафедры организации строи-
тельства, экспертизы и управления недви-
жимостью Е.А. Солнцев
Старший преподаватель кафедры органи-
зации строительства, экспертизы и управ-
ления недвижимостью А.Н. Назаров
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)76-40-08

Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc. in Engineering, Prof. of Construction
organization, examination and premises
Management Department V.Y. Mishchenko
The senior lecturer of chair of the organization
of building, examination and management
Department D.I. Yemelyanov
The competitor of Construction organization,
examination and premises Management
Department E.A. Solntsev
The senior teacher of chair of the organization
of building, examination and management
Department A.N. Nazarov
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)76-40-08

В.Я. Мищенко, Д.И. Емельянов, Е.А. Солнцев, А.Н. Назаров

ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ И УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПАНИЙ

Планирование работ по технической эксплуатации объектов недвижимости – одна из сложнейших многофакторной задач, решение которой возможно только на основе адекватного аппарата моделирования. Предлагаемая в статье методика моделирования использует иерархическую, которая позволяет снизить трудоемкость разработки планов производства работ для разных уровней управления, а также её целесообразно использовать и при формировании организационной структуры управляющей компании.

Ключевые слова: планирование работ, матрично-сетевая модель, организационная структура, управляющая компания.

V.Y. Mischenko, D.I. Emeliyanov, E.A. Solntsev, A.N. Nazarov

PLANNING OF ACTIVITY AND ORGANIZING STRUCTURE OF CONTROLLING COMPANIES

Planning of the work on technical usage object to premises - one of the the most complex многофакторной of the problems, decision which possible on base of the identical device of modeling only. Proposed in article methods modeling uses hierarchical, which allows to reduce labour content of the development plan construction for miscellaneous level management, as well as her(its) reasonable use and when shaping the organizing structure controlling companies.

Keywords: planning the work, matrix-network model, organizing structure, controlling company.

Экономическая эффективность деятельности управляющих компаний напрямую зависит от качества планирования работ по технической эксплуатации объектов недвижимости и рациональной организационной структуры самой компании.

Сложность задачи планирования работ по капитальному и текущему ремонту, а также реконструкции объектов недвижимости заключается в оперировании большим количеством параметров, имеющих разную природу. Среди них можно отметить следующие:

- Последовательность включения объектов (в зависимости от приоритетности, наличия ресурсов, назначением и т.п.);
- Интенсивность выполнения ремонтно-строительных работ различными подрядными организациями;
- Взаимосвязь работ (возможность их совместного выполнения и наличие технологических и организационных перерывов).

Изменение любого из этих показателей в значительной степени влияет на продолжительность ремонтно-строительных работ и формирование графиков потребления материальных и трудовых ресурсов.

Основным критерием оценки этих планов является максимально-эффективное использование всех ресурсов управляющей компании. Что обуславливает применение поточных методов выполнения работ.

Задача совмещения ремонтно-строительных работ при формировании планов производства работ является одной из самых актуальных. Выполнение работ на объектах поточными методами предполагает, что все РСР и работы по содержанию объектов недвижимости разделены на захватки. Это означает, что степень совмещения работ определяется количеством захваток (или объектов). Непрерывный и равномерный поток требует, чтобы все бригады работали на одинаковых по объему захватках с одинаковой интенсивностью.

В реальной практике программа управляющей компании включает в себя большое количество разнообразных объектов, работы на которых ведутся с различной интенсивностью.

При анализе опыта организационно-технологического проектирования видно, что создание детального плана производства работ очень трудоемкая и сложная задача, даже при использовании автоматизированных систем проектирования большие сложности возникают с подготовкой исходных данных, такие планы производства работ графики малоприспособны для практического применения так как из-за большого количества информации их трудно анализировать. По этому в основном создаются планы на укрупненные блоки работ. Но такие планы имеют существенный недостаток: по ним практически не возможно решать задачи оперативного управления.

Описанная ниже методика, базирующаяся на использовании матрично-сетевой модели [1], на наш взгляд помогает избавиться от указанных недостатков.

На первом этапе создается матрица коэффициентов совмещения из укрупненных блоков работ, таких как: ремонтно-строительные работы, работы по содержанию и т.д.

По рассчитанному на основе такой матрицы плану производства работ легко отслеживаются взаимосвязи между работами, так как число работ как правило не превышает тридцати.

На втором этапе каждый укрупненный блок детализируется на отдельные работы, которые также связываются между собой коэффициентами совмещения, и при необходимости можно получить план производства работ на отдельный укрупненный блок работ.

Если требуется план производства работ на выполнение отдельных операций какого-то вида работ то создается матрица коэффициентов совмещения элементами которой являются отдельные операции, для создания такой матрицы необходимо воспользоваться технологической картой. На рисунке 1 приведена иерархическая структура матриц коэффициентов совмещения плана производства работ.

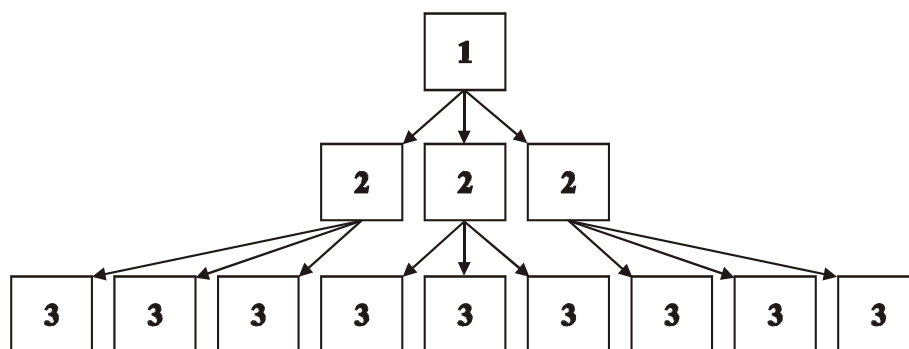


Рис. 1. Иерархическая структура матриц коэффициентов совмещения

- 1- матрица коэффициентов совмещения из укрупненных блоков работ;
- 2- матрицы коэффициентов совмещения описывающие укрупненные блоки работ;
- 3- матрицы коэффициентов совмещения детально описывающие каждый процесс.

Применение этой методики позволяет снизить трудоемкость процесса подготовки исходных данных (размерность каждой отдельной матрицы коэффициентов совмещения сравнительно невелика, что существенно упрощает процесс), на выходе получаются графики различной степени детализации, которые легко читаются (при необходимости можно получить графики отдельно по каждой интересующей работе), что часто требуется для решения управленческих задач разного уровня.

Аналогичную методику целесообразно использовать и при формировании организационной структуры управляющей компании, так как система управления объектами недвижимости состоит из большого числа взаимосвязанных элементов.

Взаимодействие всех элементов системы управления недвижимостью можно отразить оргограммой отражающей все организационные взаимосвязи (рис. 2).

Причем эта модель будет удобнее в использовании и построении, если ей придать иерархический характер, т.е. модель первого уровня будет состоять из основных элементов системы (отражать взаимосвязи между предприятиями и организациями осуществляющими управление, обеспечение функционирования и обслуживания объектов недвижимости) и предназначаться для высшего звена управления (управление всем проектом);

Модели второго уровня должны отражать взаимосвязи между основными подразделениями внутри каждого основного элемента системы модели первого уровня и предназначаться для руководителей каждого предприятия или организации входящей в общую систему;

Модели третьего уровня предназначаются для руководителей подразделений предприятий и организаций входящих в модели второго уровня, и отражают взаимосвязи между звеньями этих подразделений и т.д.



Рис. 2. Обобщенная модель организационных взаимосвязей участников управления недвижимостью

Применяя такую методику построения модели системы управления недвижимостью, возможно применять для всех участников процесса общие критерии оценки их деятельности, основными из которых будут экономическая эффективность функционирования и поддержания отвечающего современным требованиям состояния объектов недвижимости. Так же применение иерархической модели позволит упростить процесс подготовки исходных данных, так как каждая организация или предприятие входящие в систему будет выполнять свою часть, которая будет включена в общую модель.

Система мониторинга входящая в общую систему управления недвижимостью как подсистема по формированию исходных данных о объемах работ по содержанию объектов недвижимости должна быть напрямую связана с системой осуществляющей планирование этих работ, действия которой должны быть подчинены жестким требованиям максимизации использования ресурсов для повышения эффективности всем процессом управления недвижимостью.

Библиографический список

1. Мищенко В. Я., Емельянов Д. И. Общие принципы построения календарных планов на основе матрично-сетевых моделей. // Строительство и недвижимость. Актуальные проблемы экономики, управления, технологии. Межвуз. сб. науч. тр. ВГАСУ – Воронеж, 2001, с. 112 – 118.

References

1. Mischenko V. YA., Emeliyanov D. I. General principles of the building calendar plan on base matrix-network modely. // Construction and premises. The Actual problems of the economy, management, technologies. Mezhvuz. sb. nauch. tr. VGASU - Voronezhsh, 2001, s. 112 - 118.

*Воронежский государственный
архитектурно – строительный университет
Доцент кафедры железобетонных и каменных
конструкций Н.Г. Назаренко;
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-53-84
e-mail: gbkk@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior lecturer of reinforced concrete and
stone constructions faculty N.G.Nazarenko;
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-53-84
e-mail: gbkk@vgasu.vrn.ru*

Н.Г. Назаренко

К ПРИМЕНЕНИЮ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИПЕРБОЛОИДНОЙ ФОРМЫ ВРАЩЕНИЯ

На примере конструкции сетчатого свода приводится обоснование возможности применения пустотелых стержневых элементов в форме гиперboloида вращения в сетчатых железобетонных конструкциях взамен элементов сплошного поперечного сечения.

Ключевые слова: пустотелый стержневой элемент, гиперboloидная форма вращения.

N.G. Nazarenko

FOR USE IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES CORE ELEMENT HYPERBOLOID FORMS OF ROTATION

For example, construction mesh arch provides the rationale for the possibility of using hollow core elements in the form of a hyperboloid in the mesh reinforced concrete structures instead of the elements of a solid cross-section.

Keywords: hollow core element, a form of hyperboloid of revolution.

Использование элементов гиперboloидной формы вращения можно обнаружить в различных областях человеческой деятельности: при создании гончарных и стеклянных изделий, в устройствах для шлифовки линз [1] и др. Очертание боковых поверхностей некоторых музыкальных инструментов также представляет форму гиперboloида вращения. Известно применение в большепролетном переходе газопровода через реку Амударью опорных элементов в виде тороидальных роликов, боковая поверхность которых близка к гиперboloиду вращения. Благодаря этому снизились контактные и внутренние напряжения в стенке трубопровода в месте контакта [2]. В карбюраторах автомобильных двигателей подобное очертание имеют камеры, где происходит распыление бензина.

Аналогичное можно обнаружить и в природной среде, например, стволы некоторых растений, а также строение костей живых существ близки к гиперboloидной форме вращения.

В приведенных примерах показано сходство конструктивных систем, применяемых в человеческой деятельности и взятых из природы по одному из признаков – по формообразованию в виде гиперboloида вращения. При этом, в ряде случаев сходство проявляется еще и в том, что рассматриваемые конструктивные системы являются пустотелыми.

В строительной практике гиперboloид вращения и гиперболический параболоид, образованные прямолинейными элементами, почти одновременно в 19 веке стали применять каталонский архитектор Антони Гауди в Испании и выдающийся русский инженер Шухов Владимир Григорьевич в России [1].

Гауди использовал гиперболический параболоид (гипар) – перекошенную плоскость седловидной формы для конструкций стен, сводов кирпичных построек (при оформлении зданий в Барселоне, перекрытия школы Саграда Фамилия).

Применение гиперboloида вращения и гиперболического параболоида в строительстве является выгодным по сравнению с другими конструкциями по двум причинам: седловидная форма тонкостенным пространственным конструкциям придает им большую устойчивость, во-вторых, эти поверхности могут быть образованы с помощью прямолинейных элементов.

В.Г. Шухов на конструкцию башни в виде гиперboloида вращения получил патент (№ 1896 от 12 марта 1899г. на привилегию от 11 января 1896 года).

Шухов В.Г. в 1896 году первую башню в форме гиперboloида вращения построил в Нижнем Новгороде на территории Всероссийской выставки.

В России по проектам В.Г. Шухова подобные конструкции были применены в качестве опор для водонапорных башен и для опор линий электропередач.

В 1933 году в Москве на Шаболовке была построена известная телевизионная башня высотой 160 м.

В дальнейшем конструкции в форме гиперboloида вращения стали широко использовать при строительстве градирен и резервуаров для водонапорных башен, выполняемых в железобетоне. Армирование этих конструкций выполняется прямолинейными арматурными элементами, имеющими небольшой наклон к вертикальной оси.

Представляется целесообразным в некоторых железобетонных конструкциях стержневые элементы также выполнять в виде гиперboloида вращения, см. рисунок. Например, в безраскосных фермах в стойках применение гиперboloидной формы вращения наиболее оптимально соответствует их статической работе, кроме того, применение пустотелых элементов ведет к уменьшению расхода бетона и к снижению веса фермы и, в конечном счете, это ведет к снижению расходов на транспорт и монтаж.

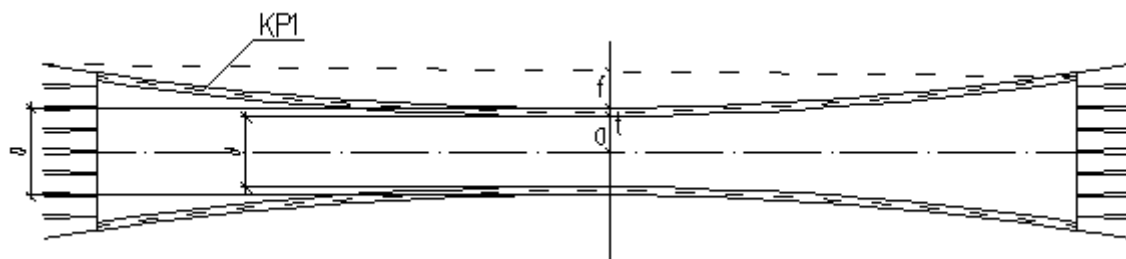


Рис. Пустотелый железобетонный элемент сетчатого свода в форме гиперboloида вращения в разрезе

Водонапорные башни обычно располагаются ближе к потребителю, поэтому они должны обладать архитектурной выразительностью. В связи с этим представляется предпочтительным ствол водонапорных башен выполнять из железобетонных элементов в виде однополостных гиперboloидов вращения.

По той же причине выгодным будет применение пустотелых железобетонных элементов гиперboloидной формы вращения в качестве стержневых элементов в сетчатых сводах [4].

Более подробно рассмотрим применение пустотелых железобетонных элементов гиперboloидной формы вращения в сетчатых сводах.

Известно, что сетчатые своды по сравнению с обычными железобетонными перекрытиями обладают меньшей массой, следовательно, они могут быть рекомендованы как в новом строительстве, так и для использования в проектах реконструкции существующих зданий.

На первом этапе проектирования сетчатого свода назначают его основные параметры:

- пролет L , м;
- длину B , м;
- очертание дуги свода (круговое или по квадратной параболе);
- стрелу подъема – f , м;
- способ восприятия распора;
- конструкцию кровельного покрытия свода.

Если пролет и длину свода можно считать заданными, то остальные параметры многовариантны.

Оценка вариантов обычно производится по приведенным затратам. Однако, немаловажным, а в некоторых случаях основным параметром, является архитектурная выразительность конструктивного решения свода, поэтому применение гиперболоидной формы стержневых элементов свода может быть обоснованным.

Несколько замечаний о параметрах свода. Стрела подъема свода влияет на длину дуги и, следовательно, на размеры элементов ячеек свода. От стрелы подъема свода зависят усилия в элементах ячеек свода и распор (горизонтальная составляющая опорных реакций).

Обычно очертание дуги свода назначают круговым или по квадратной параболе. При очертании дуги по окружности упрощается назначение размеров ячеек сетчатого свода. Однако, при загрузке временной (снеговой) нагрузкой, особенно половины пролета, в элементах свода возникают изгибающие моменты, которые при этом максимальные значения имеют место в четверти пролета. При очертании дуги свода по квадратной параболе полное нагружение свода временной распределенной нагрузкой приводит к безмоментному состоянию. Изгибающие моменты в элементах свода в этом случае возникают лишь при нагружении временной нагрузкой половины пролета.

К наиболее распространенным способам восприятия распора от цилиндрического свода можно отнести следующие:

1. передача распора на соседние здания;
2. передача распора на затяжки;
3. передача распора на пилоны;
4. передача распора непосредственно на фундаменты.

По продольным сторонам здания свод может опираться на отдельные колонны (пилоны), на бортовые элементы или на стены.

Наиболее экономичным является передача распора на затяжки, так как при этом получаются наиболее легкие фундаменты. Недостатком такого способа восприятия распора является то, что низко расположенные затяжки уменьшают полезную высоту пространства под сводом.

В связи с этим в конструкции свода предлагается нетрадиционный способ восприятия распора. Целью данного предложения является увеличение полезного объема проектируемого помещения, перекрываемого сводом, посредством образования свободного пространства под сводом благодаря тому, что затяжки, соединяющие противоположные опорные части свода, обрываются в средней части пролета и распоры от затяжек передаются на замкнутые подборы.

Конструктивно элементы затяжек и подборов могут выполняться из стержневых элементов. В этом случае целесообразным является устройство подвесного потолка, прикрепляемого к этим элементам.

Кроме такого решения возможен вариант использования мембраны для восприятия распора от свода, при этом в средней части пролета также предусматриваются проемы. В этом случае в мембране совмещаются функции несущей и ограждающей конструкции.

Применение в своде пустотелых железобетонных элементов вместо традиционных элементов сплошного поперечного сечения является выгодным с точки зрения уменьшения

их материалоемкости. Кроме того, применение в сетчатом своде стержневых элементов гиперболоидной формы вращения с возможностью их обозрения изнутри через проемы, образованные замкнутыми подборами, придает внутреннему интерьеру помещений повышенную архитектурную выразительность и своеобразие.

Библиографический список

1. Шухов, В.Г. Искусство конструкции [Текст]. - М.: Изд-во «Мир».1994. – 192 с.
2. Борисов, Б.Н. О рассеивании энергии в опорных частях трубопровода при колебаниях несущих конструкций висячего перехода газопровода. - ЦИНИС. Реф. информ. Сер.7, - М., 1973, вып. 4(45).
3. Лебедев, Ю.С. Архитектура и бионика [Текст]. 2-е изд.-М., Стройиздат, 1977 - 221 с.
4. Назаренко, Н.Г. О конструировании цилиндрического сетчатого свода из пустотелых железобетонных элементов. Первая международная научно-практическая конференция. Оценка риска и безопасность строительных конструкций. Тезисы докладов. Том 2. Россия, Воронеж, 9-10 ноября 2006 г.

References

1. Shukhov, V.G. Art Design [Text]. - M.: Izdatel'stvo "Mir" .1994. - 192 pp.
2. Borisov, B.N. On the energy dissipation in the reference section of the pipeline with vibrations s bearing structures overlying the transition of the pipeline. - Cinis. Ref. Inform. Ser.7, - M., 1973, vol. 4 (45).
3. Lebedev, Y.S. Architecture and bionics [Text]. 2 ed. - M., Stroiizdat 1977 - 221 pp.
4. Nazarenko, N.G. The construction of a cylindrical mesh of a set of hollow concrete elements. First International Scientific and Practical Confer-ence. Risk assessment and safety of building structures. Abstracts. Volume 2. Russia, Voronezh, 9-10 November 2006 y.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Старший научный сотрудник кафедры
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов Н.С. Сова
Старший научный сотрудник кафедры
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов И.Ш. Алирзаев
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior researcher of the Chair of Designing
Constructions, Bases and Foundations
N.S. Sova
Senior researcher of the Chair of Designing
Constructions, Bases and Foundations
I.Sh. Alirzaev
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-54-00*

Н.С. Сова, И.Ш. Алирзаев

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КОЛОНН ПОД НАГРУЗКОЙ

Рассматриваются некоторые варианты усиления стальных колонн под нагрузкой. Приводится характер распределения усилий в поперечных связях, препятствующих отрыву элементов усиления от основной конструкции.

Ключевые слова: усиление колонн, распределение усилий.

N.S. Sova, I.Sh. Alirzaev

CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF REINFORCING STEEL COLUMNS AT THE LOAD

Some variants of strengthening columns at the load are considered. The form of reinforcement distribution in transverse brace, preventing tearing reinforcement off the main structure, is given.

Keywords: column reinforcement, reinforcement distribution.

Многолетний опыт технических обследований зданий предприятий химической промышленности показывает, что часто усиления требует не конструкция в целом, а лишь наиболее поврежденные элементы или узлы, что подтверждает целесообразность их усиления под нагрузкой. По данным кафедры ПКОиФ ВГАСУ до 80 % обследованных стальных колонн несущих каркасов обследованных зданий ОАО «Воронежсинтезкаучук» имели повреждения, причем 75 % этих повреждений составили износы с поражением металла коррозией на уровне опорных баз и перекрытий. Усиление колонн под нагрузкой обычно является экономически более выгодным и технически целесообразным, так как предварительная разгрузка вызывает необходимость частичного или полного приостановления производственных процессов. С другой стороны, усиление колонн под нагрузкой чрезвычайно сложно и зависит от многих факторов, как конструктивного характера, так и технологического порядка. Схемы усиления колонн могут быть различными и диктуются степенью повреждения усиливаемых участков, технологическими и

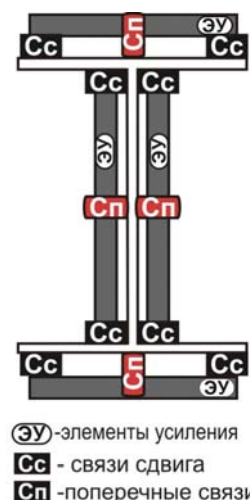


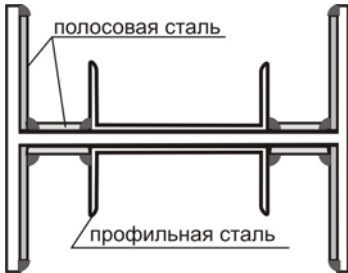
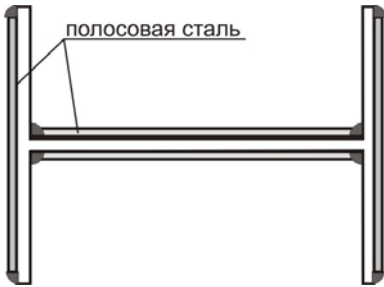
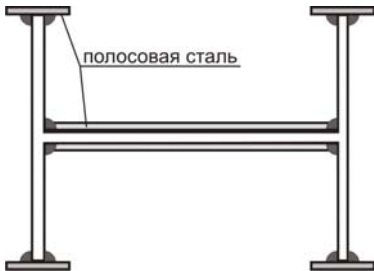
Рис.1. Схема усиления

конструктивными соображениями (удобства присоединения элементов усиления, обеспечение передачи на них усилий, удобства производства сварочных работ, уменьшение сварочных прогибов и т.д.).

На основе проведенных комплексных работ по обследованию конструкций и накопленного опыта для восстановления несущей способности колонн были рассмотрены варианты усиления, приведенные в таблице. Во всех вариантах усиление сечений достигается посредством присоединения и включения в совместную с основным стержнем работу элементов усиления из полосовой или профильной стали. В предлагаемых вариантах угловые вертикальные швы (связи сдвига) воспринимают сдвигающие усилия, а электрозаклепки (поперечные связи) препятствуют отрыву элементов усиления от основной конструкции (рис. 1). Концы деталей усиления выносятся за пределы максимальных напряжений усиливаемого элемента. После окончательного закрепления элементов усиления и контроля качества швов производится антикоррозионная защита неокрашенных частей усиливаемой колонны и элементов усиления.

Таблица

Характерные повреждения и типовые варианты усиления баз колонн

Поврежденные колонны	Варианты усиления	Усиленные колонны
		
		
		

Присоединение элементов усиления с помощью сварки – зачастую технологически наиболее приемлемый способ усиления. Однако наложение сварных швов приводит к возникновению сварочных напряжений и деформаций. Неравномерности деформаций отдельных волокон, вызванные наличием мощного точечного источника тепла, приводят к дополнительному выгибу элементов в результате сварки. Действующие нормативные документы не предусматривают учета влияния сварочных напряжений и деформаций, а сварочные прогибы предлагают устранять технологическими мерами. Однако при усилении недемонтированных конструкций эти меры практически неосуществимы. Появление зон термопластичности при сварке связано с включением части сечения из работы, что может в отдельных случаях привести к потере несущей способности элемента в процессе усиления.

Во избежание сварочных напряжений и деформаций отработана специальная технология, которая предусматривает определенную последовательность и режим усиления. При усилении элементы усиления предварительно прижимаются к усиливаемой колонне с помощью струбцин. После прижатия элементов усиления осуществляется их прихватка на сварке.

Прихватки накладываются в местах расположения фиксаторов. Предварительная сборка элементов на сварочных прихватках обеспечивает совместную работу основного стержня и элементов усиления и приводит к резкому уменьшению сварочных прогибов. Прихватки воспринимают незначительные сдвигающие усилия, возникающие вследствие приращения прогибов стержня и изменения его жесткости при последующем наложении связующих швов. Затем приступают к наложению основных связующих сварных швов. Сварка выполняется электродом диаметром не более 4 мм от середины элемента к краям обратно-ступенчатым способом (длина ступени -150-200 мм), при котором отдельные швы – ступени выполняются в направлении, обратном общему направлению сварки. Сущность этого способа заключается в том, что деформации от предыдущих швов снижаются при выполнении последующих швов. Все сварные швы выполняются в несколько проходов. При этом общее направление сварки в последующем проходе меняется на противоположное.

Одним из наиболее важных условий сокращения сварочных напряжений в конструкциях при выполнении усиления является назначение минимальных катетов швов. Однако определение усилий в соединениях является статически неопределимой задачей. Стальные колонны, усиленные под нагрузкой увеличением их сечения, становятся «внутренне» статически неопределимыми, и нахождения усилий, перемещений и напряжений в сечениях невозможно без учета особенностей их деформирования.

Для определения параметров электрозаклепок необходимо определить усилия в них. Податливость поперечных связей значительно превышает возможности деформации сдвига и поперечного растяжения материала соединяемых элементов, в этом случае усиливаемый элемент можно рассматривать как составной элемент на упругоподатливых связях, какими являются электрозаклепки. Во время работы усиленного элемента в поперечных связях возникают усилия, являющимися функциями координат. Сосредоточенный сдвиг вдоль разделяющей плоскости равен разности смещения волокон усиливающих и усиливаемых элементов (рис. 2).

В качестве основной системы рассмотрим элементы, между которыми связи сдвига удалены и заменены касательными усилиями. За лишние неизвестные принимаем равнодействующие касательных усилий. Для перехода от систем линейных алгебраических уравне-

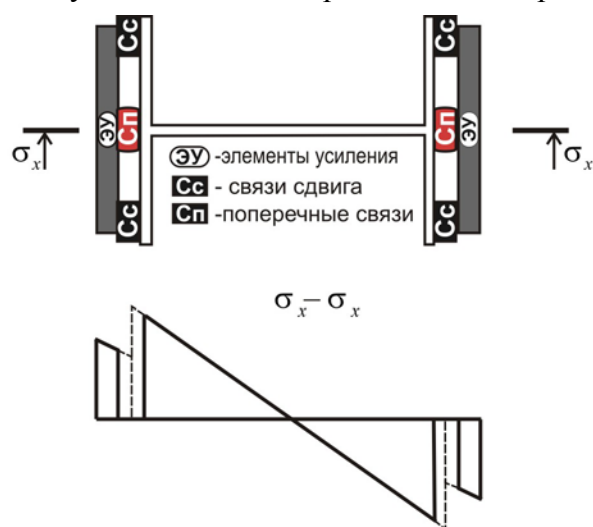


Рис.2. Сосредоточенный сдвиг напряжений

ний, выражающих взаимодействия отдельных дискретных связей по длине одного и того же шва к одному дифференциальному уравнению допускаем что, элементы усиления и усиливаемая конструкция соединены непрерывно распределенными связями. Для определения величины сдвига в сечении x по i -му шву через внешние силы пользуемся уравнением [2]:

$$\frac{T''}{\zeta} = \gamma T + \Delta, \quad (1)$$

где

$$\gamma = \Delta_{11} = \frac{1}{E_1 F_1} + \frac{1}{E_2 F_2} + \frac{c^2}{\sum EI}, \Delta = \Delta_{10} = -\frac{N_1^0}{E_1 F_1} + \frac{N_2^0}{E_2 F_2} - \frac{M^0 c}{\sum EI}, \sum EI = E_1 I_1 + E_2 I_2 -$$

суммарная жесткость усиленного элемента, M^0 - изгибающий момент основной системы, N_1^0 и N_2^0 - нормальные усилия в элементах, c - расстояние между центрами тяжести двух смежных элементов,

Решение исходного уравнения имеет вид [3]:

$$T = C_1 \cdot sh \lambda x + C_2 \cdot ch \lambda x + \frac{\zeta}{\lambda} \int_0^x \Delta(t) \cdot sh \lambda (x-t) dt, \quad (2)$$

где $\lambda = \sqrt{\varepsilon \gamma}$, C_1 и C_2 - произвольные постоянные.

Как видно из выражения (2) для сдвигающих усилий, степень затухания функций вдоль элементов усиления зависит от параметра λ . На участках $\lambda_1 x > \chi$ (на уровне опорной плиты) усилия в поперечных связях практически исчезают. Это означает, на этих участках усиленный стержень работает как монолитный элемент, и сдвиги по всем швам равны нулю. Следовательно, все поперечные связи должны быть сосредоточены на противоположных торцах элементов усиления.

Библиографический список

1. Б.К.Немчинов, Н.С.Сова, И.Ш.Алирзаев. Экспертиза строительных конструкций зданий химических предприятий и некоторые способы восстановления их работоспособности /Тез.докл. Первая международная научно-техническая конференция «Оценка риска и безопасность строительных конструкций».-Воронеж,2006.- С.207-210.
2. А.Р. Ржаницын. Составные стержни и пластинки.-М.: Стройиздат, 1986.-305 с.
3. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том.3. Под ред. И.А. Биргера и Я.Г. Пановко .-М.: Машиностроение, 1968.-305 с.

References

1. B.K. Nemchinov, N.S.Sova, I.Sh. Alirzaev. Analysis of structural elements for chemical Enterprises and Some Means of Renewing Their Operation / Report Abstracts. First International Scientific Conference in «Risk Evaluation and Building Constructions Safety».-Voronezh,2007.- p.207-210.
2. A.R. Rzhantsyn. Composite Bars and Plates.-M.: Stroyisdat, 1986.-p.305
3. Strength, Stability, Vibrations. Handbook in three volumes. V.3. Edited by I.A. Birger and Ya.G. Panovko.-M.: Machine-building, 1968.-p.305.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Старший научный сотрудник кафедры
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов Н.С. Сова
Старший научный сотрудник кафедры
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов И.Ш. Алирзаев
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior researcher of the Chair of Designing
Constructions, Bases and Foundations
N.S. Sova
Senior researcher of the Chair of Designing
Constructions, Bases and Foundations
I.Sh. Alirzaev
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-54-00*

Н.С. Сова, И.Ш. Алирзаев

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫХ ТАБЛИЧНЫХ ФОРМ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Приводятся систематизированные табличные формы, которые позволяют совместить оформление результатов технического обследования зданий и сооружений с процессом их получения.

Ключевые слова: техническое обследование, систематизированные табличные формы.

N.S. Sova, I.Sh. Alirzaev

APPLICATION OF SYSTEMATIZED TABULAR FORMS IN TECHICAL INSPECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Systematized tabular forms that permit to combine designing the results of technical inspection of buildings and structures and the process of their obtaining are given.

Keywords: technical inspection, systematized tabular forms.

Результаты обследований зданий и сооружений содержат такой огромный массив разбросанной информации, что их осмысление и анализ без систематизации практически невыполнимы. Принято считать, что систематизация и документирование результатов обследования являются заключительным этапом экспертизы и к нему следует приступать лишь тогда, когда уже известны результаты полевых работ, лабораторных исследований и проверочных расчетов. Часто систематизацией в процессе обследований пренебрегают, в некоторых случаях из-за перегруженности работой по сбору информации. В процессе обследования всегда трудно найти время для рутинной работы по систематизации. В результате позднее требуются гигантские усилия, чтобы привести к структурированному, единообразному виду массивы разрозненных сведений, с трудом поддающихся анализу. Кроме того, смысл важных пометок в полевом журнале, очевидный на следующий день после измерений, может полностью изгладиться из памяти через определенное время.

Когда результаты исследований систематизируются и оформляются по мере накопления, весь процесс обследования становится прозрачным, сотрудничество специалистов облегчается, а у руководителя работ появляется возможность контролировать процесс обследования. Именно систематизация может показать недостаточность собранных сведений, заставив вернуться к предыдущим этапам обследования. В процессе систематизации заполняются пробелы в сборе информации, что в конечном итоге обуславливает более достоверные ре-

зультаты о техническом состоянии конструкций. Кроме того, для систематизации может потребоваться знание каких-либо дополнительных обстоятельств или деталей, важность которых трудно предвидеть во время сбора информации. Таким образом, систематизация должна начинаться параллельно со сбором информации.

В работе [1] приводятся рабочие таблицы, которые позволяют совместить оформление результатов обследования с процессом их получения и облегчают анализ поступающей информации. Таблицы составляются после ознакомления с проектно-технической документацией и предварительного осмотра на стадии составления плана предстоящих детальных обследований и заполняются в процессе их реализации. С помощью табличных форм заранее создаются «ящички» для входящей информации. В процессе обследования в соответствующих ячейках составленных таблиц систематически накапливаются результаты полевых работ, лабораторных исследований, проверочных расчетов и т.д.

Схематически модель процесса обследования с применением рабочих таблиц выглядит следующим образом:

- составление краткой характеристики объекта или сооружения с перечислением всех конструктивных элементов;
- составление рабочих таблиц для конструктивных элементов;
- заполнение рабочих таблиц по результатам полевых работ, лабораторных исследований и проверочных расчетов;
- составление ведомости дефектов и повреждений на основе рабочих таблиц;
- составление итоговых сводных таблиц для всего объекта или сооружения на основе рабочих таблиц.

Здание или сооружение на начальном этапе разбивается на элементы, и для каждого элемента в соответствии с программой обследования составляются рабочие таблицы. В рабочих таблицах выделяются главные моменты: конструктивные решения, исполнения и отклонения технического состояния. Имеющиеся отклонения при этом систематизируются по четырем группам:

- связанные с изготовлением конструкции;
- связанные с возведением конструкции;
- вызванные нарушениями правил эксплуатации;
- обусловленные недостатками проектных решений и изменением норм.

Рабочие таблицы представляют собой упорядоченную последовательность вопросов, которые направляют внимание экспертов на наиболее распространенные отклонения. В рабочих таблицах перечисляются основные распространенные недопустимые отклонения для соответствующей конструкции. Полнота рабочих таблиц зависит от целей, характера, ответственности и сложности работ по обследованию. При составлении рабочих таблиц выявляются основные контуры объема предстоящих работ по детальному обследованию конструкций в каждом конкретном случае в зависимости от технического задания заказчика и цели детального обследования. Многочисленность возможных дефектов и повреждений таковы, что все отклонения невозможно учесть в рамках рабочих таблиц. В случае обнаружения непредвиденных отклонений в процессе обследования соответствующие таблицы дополняются. Рабочие таблицы не заменяют специальные знания, они являются дополнительным накопителем памяти, который пробуждает знание в нужный момент времени. Поэтому базовые таблицы следует рассматривать не как набор жестких правил, а как систему ориентиров. Описания отклонений должны быть даны понятным техническим языком и изложены достаточно кратко. При составлении таблиц устанавливается последовательность конструкций с учетом их взаимосвязи: сначала фундаменты, затем элементы каркаса, стен, перекрытий и т.д. Каждая рабочая таблица получает свой номер, который состоит из двух цифр. Первая

цифра обозначает номер корпуса или блока, вторая — номер таблицы. Использование этой системы нумерации позволяет легко ориентироваться в структуре отчета.

Специалисты, осуществляющие обследование, выезжают на объект с готовыми таблицами. Составленные, частично заполненные и распечатанные таблицы используются как полевой журнал. Информация, получаемая экспертами в результате полевых и лабораторных исследований, систематизируется по соответствующим блокам рабочих таблиц. По мере выявления информации в соответствующих блоках структурной схемы эксперт делает необходимые пометки о наличии или отсутствии конкретного дефекта и повреждения. В случае обнаружения экспертами непредвиденных отклонений таблицы дополняются соответствующей информацией. Пустые, незаполненные информацией клетки выступают в роли своеобразного сигнала о необходимости поиска недостающей информации. Материалы, подтверждающие достоверность и объективность представленной в таблицах информации, приводятся в приложениях, где собраны необходимые графические материалы, проверочные расчеты, акты вскрытий и испытаний и т.д. На эти материалы делаются соответствующие ссылки в таблицах. Такое разбиение обеспечивает два уровня изложения материала: краткие качественные изложения в основном тексте и более детальные количественные результаты в приложениях. Благодаря использованию такого рода структуры, выявленная значимая информация для каждого конструктивного элемента окажется четко систематизированной. При помощи такой схемы также легко увидеть возникшие противоречия между отдельными, уже установленными фактами, и принять решение об осуществлении дополнительного обследования. Кроме того, с применением табличных форм появляется возможность оперативной переработки большого объема информации, по мере ее накопления.

Рабочие таблицы являются первичными документами. На их основе составляются вторичные документы. Все отклонения, выделенные в рабочих таблицах, последовательно копируются в дефектную ведомость, где имеется на них ссылка. При составлении ведомости дефектов и повреждений необходимо придерживаться избранного порядка рабочих таблиц. Содержимое ведомости дефектов и повреждений должно быть строго увязано с рабочими таблицами и иметь точные постраничные ссылки, позволяющие читателю найти необходимые подробности. Такое соответствие обеспечивает проверку корректности вводимой информации в дефектной ведомости. По результатам рабочих таблиц, составленных для всех несущих и ограждающих элементов зданий или сооружений, составляется итоговая сводная таблица с оценкой их технического состояния. Собранные воедино результаты позволяют объективно получить на их основании обоснованные выводы о техническом состоянии здания или сооружения в целом. В сводной таблице на основании обработки полученных данных исходных таблиц техническое состояние конструкции классифицируется по 5 категориям согласно эксплуатационной надежности и долговечности. Собранные воедино результаты позволяют объективно получить на их основании обоснованные выводы о техническом состоянии здания или сооружения в целом.

Библиографический список

1. Заключение экспертизы промышленной безопасности грунтов основания, фундаментов и надземных конструкций здания цеха ДК -1 ОАО «Воронежсинтезкаучук». – Воронеж. ВГАСУ 2009. –307 с.

References

1. Conclusion of experts examination of soil basis, foundations and above-ground structures safety of Voronezh Joint Stock Company Rubber Synthesis plant. – Voronezh. VGUACE 2009. – p.307

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Ассистент кафедры проектирования конст-
рукций, оснований и фундаментов*

С.И. Фонова

*Канд. техн. наук, проф. кафедры проектиро-
вания конструкций, оснований и фундаментов
В.М. Алексеев*

*Канд. техн. наук, проф. заведующий кафедрой
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов П.И. Калугин*

Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering*

*A Post Graduate of the Department of
Structural, Basements and Foundation*

Design S.I. Fonova

*Candidate of Tech. Sci., professor of the
Chair of structures, foundations and bases
design V.M. Alekseev*

*Candidate of Tech. Sci., Professor, Head of
Department of structures, foundations and
bases design P.I. Kalugin*

Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-54-00

С.И. Фонова, В.М. Алексеев, П.И. Калугин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ НА НАБИВНЫЕ СТОЛБЧАТЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Рассматриваются экспериментальные исследования морозного пучения
грунтоцементных набивных столбчатых фундаментов.

Ключевые слова: грунтоцемент, морозное пучение, столбчатые фундаменты.

S.I. Fonova, V.M. Alekseev, P.I. Kalugin

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE IMPACT OF SOIL FROST HEAVING ON RAMMING PIER FOUNDATION

In the paper experimental studies of frosty heaving of soil-cement ramming pier
foundations are considered.

Keywords: soil-cement, frosty heaving, pier foundations.

Опыт строительства малоэтажных зданий показывает, что довольно часто конструкции подвергаются значительным деформациям. К числу основных причин деформаций зданий относятся воздействие морозного пучения грунтов на фундаменты при промерзании оснований и осадка фундаментов при оттаивании грунтов. Указанные причины вызывают значительные повреждения конструкций, а в ряде случаев приводят здания в аварийное состояние.

В процессе зимнего промерзания на фундаменты зданий и сооружений возможно действие двух категорий сил пучения: обусловленных смерзанием пучинистого грунта с вертикальными стенками фундамента и нормальных сил пучения, начинающих действовать, когда граница промерзания опускается ниже подошвы фундамента.

Первая категория сил для обычных фундаментов достаточно исследована и расчетные величины их приведены в ВСН 29-85, ВСН 29-88 [1,2]. Нормальные же силы практически не исследованы, хотя они во многих случаях являются причиной деформаций и даже разрушения конструкций и сооружений в целом.

Были проведены натурные исследования процессов развития сил морозного пучения на поверхности грунта и действующих на столбчатые фундаменты при различных ступенях нагружения.

Наблюдения за динамикой морозного пучения грунта на уровне дневной поверхности и различной глубине показали, что высота пучения резко уменьшается с глубиной и на каждом горизонте имеет определенную закономерность.

Суглинистые грунты с начальной влажностью выше влажности на границе раскатывания способны пучиниться до 30-40 мм за сезон. При этом на глубине 0,4 м высота пучения значительно снижается и не превышает 6-7 мм. При промерзании грунта до 0,8-1,0 м в наших климатических условиях пучение практически прекращается на глубине 0,6-0,7 м.

Природа касательных сил, действующих на боковой поверхности фундамента, кроется в пучинистых свойствах грунта и в смерзании его с телом фундамента.

Сила смерзания фундамента с грунтом определяется средним значением прочности смерзания и размером его поверхности, прилегающей к мерзлому грунту. Прочность смерзания зависит от температуры, вида и влажности грунта, а также характера обработки поверхности бетона фундамента. Наши исследования показали, что прочность смерзания непостоянна в течение зимы и не одинакова по высоте фундамента. Наибольшую величину она имеет у поверхности земли и равна нулю на глубине 0,8-0,9 м. Максимальная прочность смерзания при полном увлажнении грунтов составляет 0,003 МПа.

Наши исследования показали, что изменение фазового состава воды в промерзающем грунте происходит главным образом в определенной зоне, ниже которой процесс кристаллизации еще не начался, а выше – практически не закончился. В природе нет строгой границы между твердомерзлым слоем грунта и талым, а протекает процесс именно в этой зоне, толщина которой незначительна до 0,5-10 см. Этот переходный слой называется зоной интенсивного пучения. В слое интенсивного пучения всегда появляются напряжения, которые принято называть относительными нормальными силами пучения данного грунта.

В пласте твердомерзлого грунта, расположенном выше этой зоны, пучение практически прекращается. Если ранее замороженный пласт поднимается, то это происходит под действием относительных нормальных сил морозного пучения, развивающихся в зоне интенсивного пучения.

Набивные фундаменты, возводимые на грунтах, склонных к пучению, могут воспринимать касательные напряжения, развивающиеся при промерзании грунта ниже подошвы фундамента. Эти напряжения возникают в результате действия относительно нормальных сил, присущих зоне интенсивного пучения грунта. Поэтому располагать набивные столбчатые фундаменты в зоне сезонного промерзания грунтов недопустимо.

Если же для отдельных временных сооружений это может быть принято, то допустимая глубина промерзания грунта ниже подошвы фундамента определится из следующего выражения, выведенного из условия равновесия приложенных к фундаменту сил.

$$h = r(\sqrt{n} - 1) \quad (1)$$

где $n = \frac{\sigma_0}{\sigma_1}$; r – радиус подошвы фундамента; σ_0 – напряжения в плоскости подошвы фундамента; σ_1 – относительная нормальная сила морозного пучения.

При этом должно быть соблюдено условие

$$P < N$$

где P – нормальная сила, действующая на подошву фундамента; N – нагрузка на грунт от веса сооружения и фундамента.

$$P = \pi(R + h)^2 \sigma_1 \quad (2)$$

где R – радиус подошвы фундамента; h – расстояние от верхней границы зоны интенсивного пучения до подошвы фундамента.

В связи с этим в задачу исследований входило выявить оптимальную глубину заложения столбчатых набивных фундаментов в климатических инженерно-геологических условиях Центрально-Черноземного региона.

Так как вследствие смерзания боковой поверхности фундамента с грунтом основания величина сил выпучивания зависит от нагрузки приложенной к фундаменту, естественно, возникает вопрос каковы максимальные силы пучения.

Физико-механические свойства грунтов участка представлены в таблице 1.

Таблица 1

Деформации осадок и пучения опытных фундаментов

Характеристика опытного фундамента	Расположение реперных точек на обресе фундамента	Номера точек	Абсолютные отметки нивелируемых точек и дата наблюдений										
			21.X-2006г	23.XII-2006г	±	22.II-2007г	±	16.III-2007г	±	30.III - 2007г	30.IV-2007г	20.V – 2007г.	±
Фундамент d=0,5м H=1,8м Нагружен P _{пр} =25т		1	99,232	99,232	0	99,224	-8	99,224	-8	99,223	-9	99,222	-10
		2	99,244	99,242	-2	99,234	-10	99,234	-10	99,233	-11	99,232	-12
		3	99,238	99,237	-1	99,231	-7	99,2275	-10,5	99,228	-10	99,227	-11
		4	99,246	99,245	-1	99,238	-8	99,2375	-8,5	99,237	-9	99,236	-10
Фундамент d=0,5м H=1,8м Не нагружен		5	99,418	99,418	0	99,420	+2	99,419	+1	99,417	-1	99,417	-1
		6	99,435	99,433	-2	99,435	0	99,435	0	99,435	0	99,435	0
		7	99,436	99,434	-2	99,437	+1	99,436	0	99,436	0	99,436	0
		8	99,425	99,425	-1	99,426	+1	99,425	-1	99,426	-1	99,426	-1

В таблице 2 приведены данные наблюдений за деформациями суглинистого грунта при пучении и осадками фундаментов.

Таблица 2

Физические показатели свойств грунтов

Глубина отбора, м	Наименование грунта	ρ_{ss} , г/см ³	ρ , г/см ³	W, %	e	S _r	W _L	W _p	J _p
0,6	Раст. грунт чернозем	2,60	1,57	18,63	0,965	0,51	22,9	6,9	16
0,8		2,65	1,63	13,50	0,843	0,42	32,6	19,6	13
1,0		2,63	-	5,27	-	-	34,3	20,9	13,4
2,0	Суглинок	2,68	1,86	18,29	0,706	0,69	31,5	15,0	16,5

Каждый из фундаментов оборудовался четырьмя реперными точками. Один был нагружен предельной нагрузкой $P=25$ т, другой не нагружен и передавал нагрузку на грунт основания только за счет собственного веса.

Наблюдения за осадками велись в течение двух лет при помощи нивелирования реперных точек.

Результаты проведенных опытов, теоретические исследования и натурные наблюдения за динамикой развития сил пучения промерзающих грунтов позволяют сделать следующие выводы:

1. Главными факторами, обуславливающими величину деформаций пучения и значения нормальных и касательных сил, выпучивающих фундамент, являются состав грунта, физические его свойства, условия промерзания, конструктивные особенности фундамента и характер внешней нагрузки.

2. Силы пучения при глубине заложения фундаментов 1,8м и диаметре подошвы 0,5м, даже при самом невыгодном гидрогеологическом режиме, в грунтовых условиях ЦЧО погашаются собственным весом фундамента.

3. В случае нагружения фундамента предельной нагрузкой, деформации осадок протекают и в зимний период в момент развития максимальных касательных сил выпучивания. Однако, в течение определенного времени осадки фундамента стабилизируются и затухают.

Библиографический список

1. Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах. ВСН 29-85/ Госагропром СССР. – М., 1985.

2. Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий. ВСН 40-88/ Госагропром СССР. – М., 1988.

References

1. The design of shallow-lying foundations of rural low-rise buildings on heaving soils. VSN 29-85 Gosagroprom USSR. – M., 1985.

2. The design and installation of foundations of soil-cement for rural low-rise buildings. VSN 40-88/ Gosagroprom USSR. – M., 1988.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 691.175.746:699.86

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования промыш-
ленных и гражданских зданий Л.И. Гулак;
Магистрант кафедры проектирования про-
мышленных и гражданских зданий
В.В. Авраамов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior lecturer of industrial and civil buildings
faculty L.I. Gulak;
Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty V.V. Avraamov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Л.И. Гулак, В.В. Авраамов

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ДЛЯ УТЕПЛЕНИЯ СТЕН В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрен вопрос применения теплоизоляционного материала пенополистирола с точки зрения его эффективности и безопасности при эксплуатации. Проведен анализ физико-технических и экологических характеристик материала. Затронуты проблемы пожарной и экологической небезопасности и долговечности материала.

Ключевые слова: тепловая защита зданий, пенополистирол, пожарная безопасность, экологическая безопасность, долговечность.

L.I. Gulak, V.V. Avraamov

ANALYSIS TO EFFICIENCY OF THE USING POLYSTYRENE FOAMS FOR WINTERIZING WALLS IN MODERN CONSTRUCTION

The Considered question of the using heat insulation material polystyrene foams with standpoint of its efficiency and safety at usages. The Organized analysis physico-technical and ecological features of the material. The Touched problems fire and ecological insecure and longevity of the material.

Keywords: heat protection of the buildings, polystyrene foams, fire safety, ecological safety, longevity.

Когда в середине семидесятых годов прошлого века случился первый мировой энергетический кризис, во многих странах развернулись широкомасштабные работы по повышению уровня тепловой защиты зданий, так как 70 % тепловой энергии из каждого здания и до 40 % тепловой энергии из трубопроводов уходит в атмосферу.

С такими потерями тепловой энергии нельзя было мириться в дальнейшем, особенно при переходе на рыночные отношения. Это стало толчком для выхода Федерального закона «Об энергосбережении» и разработки и введения Приложения № 3 к СНиПу II-3-79 «Строительная теплотехника». Последний нормативный документ трансформировался в дальнейшем в СНиП 23-02-03 «Тепловая защита зданий»

Введение новых требований по теплозащите зданий привело к широкому использованию различных теплоизоляционных материалов. Самую большую нишу – до 80 % - занял наиболее распространённый в настоящее время теплоизоляционный материал – пенополи-

стирол, являющийся одним из представителей класса пенопластов. Появилось в стране много предприятий, изготавливающих этот материал. Нередко его стали изготавливать кустарным образом. Пенополистирол стал применяться как для наружной теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, так и изнутри, и при использовании колодцевой и слоистой кладок.

В настоящий момент пенополистирол производят по следующим основным способам:

- Прессовый пенополистирол (производится во множестве стран под разными торговыми марками, отечественные аналоги – ПС-1, ПС-4)
- Беспрессовый пенополистирол (отечественные аналоги – ПСБ (Пенополистирол Суспензионный Беспрессовый), ПСБ-С (Пенополистирол Суспензионный Беспрессовый Самозатухающий))
- Экструзионный пенополистирол (отечественные аналоги ЭППС – Пеноплекс, Техноплекс)
- Автоклавный пенополистирол (отечественных аналогов нет)
- Автоклавно-экструзионный пенополистирол (отечественных аналогов нет)

Все разновидности имеют одинаковый химический состав основного полимера - полистирола и могут различаться по химическому составу лишь добавками: порообразователями, пластификаторами, антипиренами и др.

Целью данной статьи является не исследование различных конструктивных решений с использованием пенополистирола, а ознакомление читателей с физико-техническими и экологическими характеристиками пенополистирола.

У пенополистирола существуют три неотъемлемых отрицательных свойства, исходящих из его природы, к которым надо относиться просто осторожно, с пониманием этих процессов. Во-первых, это пожарная опасность. Во-вторых, это недолговечность. И в-третьих, это экологическая небезопасность. Эти свойства требуют дополнительных исследований.

На практике проблема пожарной опасности пенополистиролов обычно рассматривается с двух точек зрения: опасности собственно горения материала и опасности продуктов термического разложения и окисления материала. Одной из главных опасностей, возникающих при использовании пенополистирола при утеплении жилых зданий, является то, что это горючий материал, который имеет высокую токсичность и дымообразующую способность. К тому же продукты горения пенополистирола серьезно отравляют окружающую среду даже на большом расстоянии от места пожара.

Состав продуктов горения пенополистирола

Наименование токсичных летучих веществ, выделяющихся при горении пенополистирола	м ² /г
СО (оксид углерода)	70,5
СО ₂ (диоксид углерода)	2142,7
HCN (синильная кислота)	11,8
С ₆ Н ₅ ОН (фенол)	0,01
N ₂ O (оксид азота)	1,18
CH ₃ -C(O)-CH ₃ (ацетон)	0,53
С ₆ Н ₆ (бензол)	4,9
С ₈ Н ₈ (стирол)	0,31

Важное значение имеет толщина слоя теплоизоляции из пенополистирола. В некоторых европейских странах толщина теплоизоляционного слоя из пенополистирола не превышает 3,5 см. Ведь чем тоньше слой горючей теплоизоляции, тем она безопаснее в пожарном

отношении. В нашей стране во многих системах слой теплоизоляции из пенополистирола достигает 10-30 см.

Опасной особенностью горения полистирола заключается в том, что оно происходит с выделением едкого густого черного дыма (предельная концентрация продуктов горения - 5 мг/м³). Этот дым раздражает слизистые оболочки и вызывает токсическое отравление. Для предотвращения этого в пенополистирол добавляются антипирены. Однако тлеющий пенополистирол столь же опасен в плане выделения продуктов горения, как и пылающий. При этом воспламенение пенополистирола неизбежно в любом случае. Единственное преимущество пенополистирола с антипиренами в том, что это произойдет не через секунды после начала пожара, а через несколько минут.

Чтобы понять недостатки материала, необходимо рассмотреть свойства пенополистирола с точки зрения физической химии. Пенопласты представляют из себя дисперсные полимерные системы. Поэтому неизбежно пенопласты не только являются органическими соединениями, но и имеют весьма высокую поверхность контакта с кислородом воздуха. Органическое соединение находясь на воздухе будет неизбежно окисляться кислородом. Причём, так как пенопласты неизбежно имеют максимально возможную поверхность, то и окисляться они будут с максимальной скоростью по сравнению с аналогичными, но монолитными массивными полимерами. Естественно, что с ростом температуры скорость окисления будет только возрастать. Поэтому все пенопласты являются пожароопасными материалами. И, наконец, если пенопласты неизбежно окисляются даже при комнатных температурах, то продукты такого окисления негативно воздействуют на окружающую среду. Исходя из изложенного следует, что все пенопласты неизбежно обладают тремя негативными эксплуатационными свойствами: недолговечностью, пожароопасностью и экологической небезопасностью.

Пенополистирол в условиях естественной эксплуатации на воздухе (колебания температуры от минус 30 до плюс 30°C, отсутствия света и прямого попадания осадков) подвергается химическому взаимодействию с кислородом воздуха. При этом в окружающую среду выделяются бензол, толуол, этилбензол, а также ацетофенон, формальдегид, метиловый спирт. Кроме того, в окружающую среду, особенно в начальный период эксплуатации, выделяется стирол как следствие неполной полимеризации, так и продукты деполимеризации.

Широкое применение пенополистирола при теплоизоляции стен изнутри привело к быстрому накоплению влаги между ограждающей конструкцией и утеплителем, к появлению плесневых грибов, а в дальнейшем к заболеванию проживающих в таких домах людей.

Парадокс в том, что с точки зрения теплофизики полимерные утеплители действительно самые эффективные теплоизоляторы. Это было бы бессмысленно отрицать. Но когда речь идет о жилье, о таком продукте строительного производства, с которым человеку предстоит общаться ежедневно много часов в течение десятилетий – здесь одних, даже самых фантастических теплофизических свойств, слишком мало. Здесь главное – безопасность, долговечность, ремонтпригодность.

Исходя из самой сущности полимеризационных пластмасс, не следует забывать о неизбежности деструкции (лат. *Destructio* - разрушение) полистирола. Деструкция полимеров – разрушение макромолекул под действием тепла, кислорода, света, проникающей радиации, механических напряжений, биологических и других факторов. В результате деструкции уменьшается молекулярная масса полимера, изменяется его строение, физические и механические свойства, полимер становится непригодным для практического использования.

Продолжительность процессов деструкции пенополистирола занимает от года до двух десятков лет. Поэтому определить количество продуктов деструкции при современном уровне знаний процессов не представляется возможным. На воздухе при обычных температурах происходит обязательное изменение химического строения полимеров под воздействием кислорода воздуха, т.е. происходит окислительная деструкция.

Пенополистирольные материалы при работе в наружных ограждающих конструкциях представляют эффективную теплоизоляцию, подверженную изменению в результате естественной замены газа в порах на воздух на стадиях изготовления панелей, воздействия несовместимых материалов и случайных эксплуатационных факторов, выражающихся в применении для ремонтов фасадов красок, содержащих летучие углеводородные соединения. Таким образом, на естественную деструкцию пенополистирола дополнительно накладываются влияния технологических и эксплуатационных случайных факторов. Поэтому естественный процесс старения пенополистирола, медленно происходящий во времени, сильно ускоряется.

При ускорении окислительного или теплового процессов создаются возможности протекания разнообразных химических реакций в результате чего наблюдается резкое снижение физико-механических свойств не только пенополистирольных плит, но и прилегающих материалов. В этом случае предсказание срока службы пенополистирольных плит как теплоизоляционного материала из-за случайных факторов воздействия в наружном ограждении сильно затруднено. В настоящее время не существует общепризнанной методики прогноза долговечности пенополистирола, используемого в качестве утеплителя строительных объектов.

До введения новых норм по теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий проблема методики оценки долговечности пенополистирола не стояла из-за малого объёма его применения. Например, в трёхслойных железобетонных панелях и стенах с гибкими металлическими связями было достаточным иметь толщину пенополистирольных плит 4-9 см в зданиях. Согласно новым нормативам толщину пенополистирольного слоя в стенах и панелях с гибкими металлическими связями приходится увеличивать соответственно до 15-30 см. При повышенной толщине утеплителей в стенах возрастают усадочные явления и температурные деформации, что приводит к образованию трещин, разрывам контактных зон с конструкционными материалами, изменяется воздухопроницаемость, паропроницаемость и, в конечном счёте, снижаются теплозащитные качества наружных ограждающих конструкций.

При активном применении пенополистирола в многослойных строительных конструкциях совершенно не принимается во внимание значительное несоответствие сроков службы утеплителя и зданий, в ограждающие конструкции которых замурован пенополистирол. Прогноз долговечности пенополистирола, полученный по методам разных авторов, даёт разительное расхождение результатов – от 10-12 до 60-80 лет. Каких-либо доказательств в пользу больших сроков пока нет. А вот доказательств в пользу малых сроков – очень много. Необходимо к конструкциям, содержащим пенополистирол любого типа, предъявить жесткие требования по ремонтнопригодности, установив, что применение пенополистирола в недоступных для его замены местах зданий недопустимо.

При разработке мер по устранению основных недостатков пенополистирола, он может стать идеальным утеплителем.

Библиографический список

1. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
2. А.Н. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко и др. Пожарная опасность строительных материалов. –М, Стройиздат, 1988
3. Стандарт организации СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»
4. Блази В. Мир строительства. Справочник проектировщика. Строительная физика. Москва. 2004.
5. Санитарно-химический анализ пластмасс. Л. Химия. 1977. Стр. 179, 180.

6. Деструкция. Энциклопедия полимеров. Том 1 (А-К) Под ред. В.А.Каргин. Справочник: в 3-х т. — М., “Советская энциклопедия”, 1972., с.685-688

7. Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли А.В. Пенополистирол. Ресурс и старение. Долговечность конструкций. Строительные материалы. 2002. № 5. Стр. 33-35.

References

1. SNIP 23-02-2003 "Heat protection of the buildings"

2. A.N. Baratov, R.A. Andrianov, A.YA. Korolichenko and others Fire danger building materials. -М, Stroyizdat, 1988

3. Standard to organizations STO 00044807-001-2006 "Heat protection characteristic barrier design of the buildings"

4. Blazi V. World construction. The Reference book of the designer. The Building physics. Moscow. 2004

5. Sanitary-chemical analysis of plastic. L. Chemistry. 1977. P.. 179, 180.

6. Destruction. The Encyclopedia polymer. That 1 (А-К) Under edit. V.A.KARGIN. Reference book: in 3-h t. - М., "Soviet encyclopedia", 1972., s.685-688

7. Yasin YU.D., YAsin V.YU., Li A.V. Penopolistirol. The Resource and aging. Longevity design. The Building materials. 2002. 5. P.. 33-35.

УДК 614.842.83

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры теплогазоснабжения
Л.В. Кузнецова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(920)494-90-08
e-mail: Vittorea@ya.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Post-graduate of heat-and-gas supply faculty
L.V. Kuznetsova
Russia, Voronezh, tel. 8(920)494-90-08
e-mail: Vittorea@ya.ru*

Л.В. Кузнецова

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК СРЕДСТВО ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассматривается влияние свойств теплоизоляционных материалов на создание энергоэффективных систем защиты зданий, обеспечивающих в том числе защиту строительных конструкций от воздействий вызываемых внешних климатическими условиями и чрезвычайными ситуациями.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, защита строительных конструкций, энергоэффективность зданий.

L.V. Kuznetsova

HEAT-INSULATING MATERIALS AS MEANS OF ACHIEVEMENT OF POWER EFFICIENCY OF BUILDINGS AND PROTECTION OF BUILDING DESIGNS

Influence of properties of heat-insulating of materials on creation of power effective systems of protection of the buildings providing including protection of building designs from influences caused external environmental conditions and emergency situations is considered.

Keywords: heat-insulating materials, protection of building designs, power efficiency of buildings.

Во время отопительного сезона неизбежно происходят потери тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции, в том числе сквозь стены, которые могут составлять от 30 до 80% всей теряемой энергии. По статистическим данным на отопление здания в год требуется 22 -23 литров мазута на 1 кв. м площади [1]. Применяемые системы теплоизоляции позволяют снизить эти показатели, а соответственно и затраты, более чем в 5 раз. Используемые в этом случае теплоизоляционные материалы окупают себя не только снижением затрат на теплоснабжение, но и сокращением толщины наружных стен, что в свою очередь приводит к расширению внутренней площади здания. При грамотном подходе 1 погонный метр наружной стены, включающей теплоизоляционный материал, увеличивает жилую площадь на 0,125 кв. м. При площади 120 кв. м выигрыш составляет 5,5 кв. м, а это около 5% прибавки в полезной площади помещений при условии обеспечения лучших теплозащитных свойств ограждений. Результат будет еще более очевиден, если рассматриваемую прибавку площади оценить в ее рыночной стоимости.

Не утепленные или некачественно изолированные, наружные стены способствуют большому расходу энергии и создают в помещении дискомфортный микроклимат. Соприкасаясь с холодными поверхностями ограждений, воздух в помещения интенсивно охлаждает-

ся и опускается вниз. Это воспринимается как сквозняк и может вызвать простуду. В случае применения эффективного теплоизоляционного материала разница в температурах воздуха и поверхности стены так мала, что воздух охлаждается незначительно, не вызывая сквозняков. Холодные наружные ограждения в помещениях, воздух которых характеризуется повышенной влажностью, способствуют образованию конденсата (особенно в области "мостиков холода"), с последующим намоканием элементов конструкции и снижением их эксплуатационных параметров. Что оказывает отрицательное влияние на самочувствие и здоровье жильцов.

Возникновение перечисленных проблем можно предотвратить, если предусмотреть эффективное утепление наружных ограждений. При применении для фасадов зданий минераловатных плит в качестве теплоизоляционных материалов в том числе значительно снижаются шумовые нагрузки, оказывающие влияние на психическое состояние людей. В помещениях здания, при применении эффективной системы теплоизоляции постоянно сохраняются комфортный тепло-влажностный режим. Благодаря хорошей дышащей способности минераловатного теплоизоляционного материала в утепленных помещениях царит атмосфера свежести, сравнимая с микроклиматом в деревянных зданиях. Зимой и летом в них тепло, свежо и уютно. Даже зимой, при отключении отопления, тепло в здании сохраняется длительное время, а летом в знойные солнечные дни стены не прогреваются до высоких температур.

На сегодняшний день на Российском рынке представлено значительное многообразие теплоизоляционных материалов и поэтому, выбор подходящего утеплителя требует тщательного анализа качества для предстоящих условий эксплуатации. Чтобы предусмотреть эффективную изоляцию, следует учитывать ряд важных факторов. Теплоизоляция имеет различные характеристики и отличается по областям применения. Следовательно, чтобы не ошибиться с выбором, необходимо знать технические параметры, которыми обладает тот или иной теплоизоляционный материал.

В первую очередь применяемая теплоизоляция классифицируется по температуростойкости. Вид используемого материала подбирается в соответствии с типом возводимого помещения и необходимыми требованиями по пожаробезопасности. Температуростойкость теплоизоляции оказывает существенное влияние на срок службы материала. Теплоизоляция с высокой температуростойкостью отличается более долгим сроком эксплуатации без потери качеств [2].

Важным свойством утеплителей является низкое поглощение (сорбция) водяного пара, то есть паропроницаемость. Водяной пар, замещая воздух в порах утеплителя, способствует ухудшению теплотехнических характеристик теплоизоляции, при этом максимально допустимый уровень показателя в соответствии с нормами составляет 2%. Если теплоизоляционный материал подобран правильно, то проблема повышенной влажности не будет влиять на режимы эксплуатации наружных ограждений.

Для конструкции вентилируемой фасадной системы огромное значение имеет воздухопроницаемость утеплителей. Это связано с тем, что, наравне с естественной возникает и принудительная конвекция в прослойке вентилируемой фасадной системы, что приводит к увеличению теплопотерь. Согласно рекомендациям максимально допустимый показатель воздухопроницаемости для теплоизоляционных материалов в конструкции вентилируемых фасадов должен не превышать $60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{Па})$ [3]. В том случае теплоизоляция гарантирует защиту здания от коррозии и повреждений, связанных с высокой влажностью воздушной среды. Несмотря на популярность навесных вентилируемых фасадов их конструктивное исполнение характеризуется повышенной пожарной опасностью. Эффективной мерой повышения термического сопротивления ограждающей конструкции в случае если теплоизоляционный материал не соответствует необходимому показателю огнестойкости, является увеличение его толщины либо применение диффузионных мембран [4].

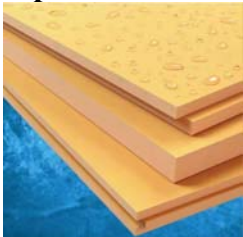
Еще одна важная особенность, которую необходимо учитывать при выборе утеплителя, его химическая стойкость. Это немаловажно, если теплоизоляционные материалы ис-

пользуются в различных сетях или теплотрассах, где существует риск попадания масел, растворителей или других агрессивных веществ. Теплоизоляция с высокой химической стойкостью не подвержена вредному воздействию растворителей, масел и других органических компонентов, входящих в состав красок, растворов и прочих смесей а также жидкостей, применяемых в ремонте и строительстве.

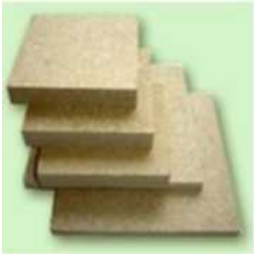
Существуют и другие характеристики, которым должны отвечать теплоизоляционные материалы. Это низкая теплопроводность, длительный срок эксплуатации, высокотехнологичный способ монтажа, и т.д. Немаловажный фактор – это цена материалов. В табл. представлены технические характеристики наиболее широко применяемых утеплителей.

Таблица

Свойства и технические условия применения теплоизоляционных материалов

Материал	Способ получения	Назначение	Достоинство	Форма выпуска
Экструдированный пенополистирол 	теплоизоляция из полистирола, полученная особым способом, с помощью экструдера	для теплоизоляции фундамента, подземных частей сооружений, стен, плоских кровель, наливных полов, морозильных камер.	легкость, влагостойкость, паронепроницаемость, морозостойкость, прочность на сжатие, экологичность, выгодная цена, пожароустойчивость	Производится толщиной 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 мм.
Минвата 	теплоизоляция на основе минерального (базальтового) волокна	минвата для теплоизоляции полов, перекрытий, перегородок, стен, скатных и плоских кровель, технических конструкций и тп	негорючесть, звукоизоляция, хорошее сопротивление теплопередаче, паропроницаемость ("дышит"), экологичность, выгодная цена.	Производится в виде плит, матов с фольгой и без, цилиндров.
Стекловолокно (стекловата) 	теплоизоляция из штапельного стекловолокна	для утепления перегородок, полов между лагами, скатных кровель и тп.	легкое, экономичное, поглощает шум, экологично, негорючее	плиты, маты с фольгой и без, цилиндры
Пенопласт 	теплоизоляция полученная вспениванием полистирола при температурной обработке с добавлением антипирена	для утепления стен, фасадов с последующим оштукатуриванием, полов под стяжку, плоских кровель и тп.	лёгкость, удобство монтажа, низкая цена. Недостаток: горючесть	плиты различного размера

Свойства и технические условия применения теплоизоляционных материалов

Материал	Способ получения	Назначение	Достоинство	Форма выпуска
Плиты из вспученного вермикулита 	горячее пресование из композиции на основе вспученного вермикулита, жидкого стекла и неорганических целевых добавок	защита стальных конструкций, конструкционно-отделочные материалы	Экологически чистые, высокая кислотостойкость, огнестойкость; экологически чистый материал; звукопоглощение; теплоизоляция; прекрасный декоративный вид.	плиты различного размера толщиной 20, 25, 40, 50 мм
Системы утепления фасадов  1-кирпичная кладка утепляемой стены; 2-теплоизоляционный материал; 3-гидроветрозащитная пленка 4-облицовка фасада.	монтируются из нескольких слоев с помощью металлических направляющих	широко применяются при строительстве новых зданий, а также при реконструкции домов в связи с энергосбережением; часто применяется в индивидуальном строительстве; монтируется в теплое время.	экологичны, обеспечивают хороший микроклимат помещений, низкая теплопроводность, легкость, влагостойкость, паронепроницаемость, морозостойкость.	Возможна облицовка всех конфигураций фасадов

Следует особо отметить что, в связи с вступлением регламента от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [5] и с учетом высоких темпов развития стройиндустрии для повышения огнестойкости возводимых сооружений требуется создание новых высококачественных тепло- и огнезащитных материалов, дефицит которых в настоящее время испытывает строительный рынок. Не смотря на рост строительного производства, остается такая особая категория зданий, как памятники архитектуры, ремонтные работы для которых должны быть также направлен на повышение их энергоэффективности за счет утеплений наружных строительных конструкций с внутренней стороны. Такая схема тепловой изоляции не является оптимальной, но применяя в этом случае материалы устойчивые к воздействию высоких температур, достигается дополнительная защита конструкции при чрезвычайных ситуациях, что обеспечивает более надежную сохранность фасадов зданий. Поэтому, исходя из существующих тенденций развития строительного производства, наиболее перспективными теплоизоляционными материалами являются те, которые сочетают в своих свойствах низкую теплопроводность и высокую огнестойкость [6].

Библиографический список

1. Пашков В.А. «Минпласт»- огнезащита XXI века. //Пожарная безопасность в строительстве//, 2009, №4.- С.22-25.
2. Конышев А.П. Базальт побеждает огонь //Пожарная безопасность в строительстве//, 2009, №2.- С.34-35.3
3. Требования к теплоизоляции в конструкции вентилируемой фасадной системы. //Пожарная безопасность в строительстве//, 2009, №5.- С.65-67.
4. Рубинов М.М. Повышение предела огнестойкости строительных конструкций и инженерных коммуникаций. //Пожарная безопасность в строительстве//, 2009, №6.- С.34-37.
5. Федеральный закон от 22.07.2008г., №123-ФЗ //Технический регламент о требованиях пожарной безопасности// - 84с.
6. Кузнецова Л.В., Щукина Т.В. Влияние огнестойкости конструкций на локальную пожарную и экологическую безопасность районов интенсивного строительства // Международная научно-практическая конференция №11 Высокие технологии в экологии//, 2008, Воронеж – С. 276-280.

References

1. Pashkov V. A "Minplast" - fire barrier the XXI centuries.//Fire safety in building//, 2009, №4. - P.22-25.
2. Konyshev A.P. basalt wins fire//Fire safety building//, 2009, №2. -P.34-35.3
3. Requirements to a thermal protection in a design of ventilated front system.//Fire safety in building//, 2009, №5. - P.65-67.
4. M.M.Povyshenie's rubies of a limit of fire resistance of building designs and engineering communications.//Fire safety in building//, 2009, №6. - P.34-37.
5. The federal law from 22.07.2008г., №123-FL //Technical regulations about requirements of fire safety// - 84 p.
6. Kuznetsova L.V., Schukin T.V. Influence of fire resistance of designs on local fire and ecological safety of areas of intensive building//the International scientifically-practical conference №11 high technologies in ecology//, 2008, Voronezh - P. 276-280.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К-т технических наук, доцент кафедры тех-
нологии строительных изделий и конструкций
А.В. Уколова
Ассистент кафедры технологии строитель-
ных изделий и конструкций А.А. Резанов
Студент 4-го курса строительно-
технологического факультета П.Л. Шубин
Россия, г. Воронеж, тел. 8(910)340-59-17
e-mail: rezanovss@mail.ru*

*The Voronezh state university of architecture
and constructions
C.T.S. engineering science, the senior lecturer of
chair of technology of building products and
A.V. Ukolova 's designs
The assistant to chair of technology of building
products and A.A. Rezanov 's designs
The student of 4th course of building-
technological faculty P.L. Shubin
Russia, Voronezh, bodies 8(910)340-59-17
e-mail: rezanovss@mail.ru*

А.В. Уколова, А.А. Резанов, П.Л. Шубин

КОМПОЗИЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА ОАО «ОСКОЛЬСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

Статья посвящена теоретическим и практическим исследованиям возможностей использования сталеплавильного шлака ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» при производстве композиционных материалов. Определены условия активизирующие шлак. Установлен рациональный состав цементной наполненной шлаком системы, обеспечивающей практическую и экономическую эффективность ее применения. На сырьевой смеси оптимального состава с использованием сталеплавильного шлака получен теплоизоляционный неавтоклавный ячеистый бетон плотностью 500кг/м³.

Ключевые слова: композит, сталеплавильный шлак, активация, гидратационная активность, ортосиликат, структура.

A.B. Ukolova, A.A. Rezanov, P.L. Shubin

COMPOSITE BUILDING MATERIAL ON THE BASIS OF STEEL-SMELTING SLAG OF OPEN SOCIETY «OSKOLSKY ELECTROMETALLURGICAL INDUSTRIAL COMPLEX»

Article is devoted theoretical and practical researches of possibilities of use of steel-smelting slag of Open Society «Oskolsky electrometallurgical combine» by manufacture of composite materials. Conditions making active slag are defined. The rational structure of the cement system filled with slag providing practical and economic efficiency of its application is established. On a raw mix of optimum structure with use of steel-smelting slag cellular concrete with density 500kg/m³ is received not in an autoclave.

Keywords: a composite, steel-smelting slag, activation, hydrations activity, ortosilicate, structure.

Получение эффективных композиционных строительных материалов с использованием шлаковых отходов является актуальной задачей не только с позиции экономии традиционных вяжущих и энергоресурсов, но и с точки зрения защиты окружающей среды [1]. Особый интерес в данном направлении представляет применение сталеплавильных шлаков, которых накопилось в различных регионах значительное количество, а их использование на сегодня минимально. Их применение имеет специфику и требует серьезного изучения.

Сталеплавильные шлаки по минералогическому составу в основном представлены силикатами и алюмосиликатами кальция. Зачастую принятая система охлаждения шлаков приводит к силикатному распаду вследствие полиморфного превращения $\beta\text{-C}_2\text{S}$ в $\gamma\text{-C}_2\text{S}$, который сопровождается саморассыпанием. Модификация $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ не обладает гидратационной активностью, однако представляется возможным активизировать твердение ортосиликатов кальция химическим и термическим воздействием. При нагревании $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ в присутствии примесных компонентов могут протекать фазовые превращения минерала с получением более активных форм. Известно, что растворение в $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ 0,2 молей CaO способствует повышению гидратационной активности этой модификации в такой мере, что приближает ее по реакционной способности к $\beta\text{-C}_2\text{S}$ [2].

Если в структуре $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ произойдет замещение Si^{4+} на Al^{4+} , а также комплексов $[\text{SiO}_4]^{4-}$ на $[\text{SO}_4]^{2-}$, и будут присутствовать крупные катионы (Na, K, Ca, Mg), то это будет способствовать образованию $\beta\text{-C}_2\text{S}$ и его стабилизации. Известно, что если при структурных превращениях действуют силы совместного сжатия и сдвига, то структурные изменения происходят в направлении $\gamma \rightarrow \beta\text{-C}_2\text{S}$. Установлено, что длительное измельчение в вибромельнице приводит к частичному образованию $\beta\text{-C}_2\text{S}$ [2].

В данной работе изучалась возможность использования композиционных вяжущих на основе сталеплавильного шлака ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат». Исследования проводились по трем направлениям: изучение составов сырьевой смеси, активизирующих сталеплавильный шлак; температурных воздействий и механизма перехода $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ в активную форму; возможность применения шлака в качестве наполнителя к цементу. В качестве сырьевых материалов использовались: шлак электросталеплавильного производства Оскольского электрометаллургического комбината, который был размолот до удельной поверхности 300-350 м²/кг; гипс строительный Новомосковского комбината с удельной поверхностью 400 м²/кг; портландцемент марки 400 и известь негашеная активностью 80%, скоростью гашения 5 мин, размолотая до удельной поверхности 300 м²/кг (по ПСХ-2).

Минералогический состав шлака ОЭМК характеризовался наличием в основном следующих соединений: $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ – гамма модификация двухкальциевого силиката; $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ – окерманит; $\text{Ca}_2\text{MgFe}_2\text{O}_6$ – кальциймагний феррит; $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ – двухкальциевый феррит; Fe_3O_4 – магнетит.

Согласно вышеприведенному минералогическому составу шлак представлен минералами, практически не обладающими гидравлическими свойствами. Содержание $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ в рассматриваемом шлаке достигает 50-60%. По модулю основности он относится к высокоосновным.

Изучено влияние составов сырьевой смеси на повышение активности шлака, которое оценивалось по прочности при сжатии микробетона, прошедшего тепловлажностную обработку при температуре 95 °С. Продолжительность изотермической выдержки при этом составила 6 часов. После ТВО образцы выдерживались сутки в естественных условиях и испытывались на прочность при сжатии. При исследовании был применен метод планирования 3-х факторного эксперимента. Варьируемыми параметрами приняты дозировки: портландцемента (x_1); гипса (x_2), извести (x_3). Уровни варьирования независимых переменных представлены в таблице.

Таблица

Уровни варьирования независимых переменных

Уровни варьирования переменных	Значения переменных, %		
	Портландцемент (x_1)	Гипс (x_2)	Известь (x_3)
Основной уровень	5	5	10
Нижний уровень	0	0	0
Верхний уровень	10	10	20

Получена функциональная зависимость:

$$y = 2,3 - 1,79x_1x_2 - 1,38x_1x_3 + 1,63x_2x_3$$

Оптимальный состав содержал: гипса – 10%, извести 20%, остальное сталеплавильный шлак. При этом прочность микробетона плотностью 1600 кг/м³ составила 3,9 МПа. Контрольные образцы, изготовленные на шлаке без добавок, имели пастообразное состояние. Выполненные исследования позволили заключить, что комплексные добавки из гипса и извести активизируют сталеплавильный шлак. Однако, чтобы увеличить марку вяжущего, необходим дополнительный высокотемпературный обжиг шлака.

На основании анализа литературных данных установлено, что при нагреве шлака до 1425⁰С, содержащего в основном γ -C₂S, изменяется внутренняя структура этого минерала, в частности степень полимеризации тетраэдрических групп [SiO₄]⁴⁻, координационное число катионов Ca²⁺, Mg²⁺, Al²⁺ и др. Переход γ -C₂S в активную форму сопровождается поворотом тетраэдров SiO₄, смещение анионов кальция и изменением его координационного числа от 6 до 8 и более. В решетке старой матрицы наблюдается рост кристаллов β -C₂S. Зародыши новой фазы возникают преимущественно в дефектных областях кристаллической решетки матрицы. Перечисленное не противоречит литературным данным [2].

При третьем направлении была изучена размалываемость шлака. Установлено, что по сравнению с кварцевым песком, он лучше размалывается, а поверхность получается более пористая. Исследована возможность использования шлака ОЭМК в качестве наполнителя к цементам. Рациональная тонина помола для шлака при этом равна 300 м²/г, так как она соизмерима с удельной поверхностью портландцемента. Дозировка шлака, как наполнителя в цемент, варьировалась от 5 до 40%. Установлено, что при введении наполнителя в количестве 5-20% прочность цементного камня практически не уменьшается.

Вероятно, при таком содержании наполнителя создаются наилучшие условия протекания процессов гидратации, часть воды адсорбируется пористыми шлаковыми частицами внутрь зерна, а в более поздние сроки постепенно вступает в процесс гидратации. На поверхности зерен протекают химические реакции с образованием тонкой гелевидной пленки кремниевой кислоты, которая вступает в реакцию с образованием субмикроструктурных гидратных фаз, которые уплотняют структуру цементного камня и дополнительно связывают отдельные зерна композиции, что не противоречит литературным данным [4].

С применением полученного шлакосоудержающего вяжущего изготовлен пенобетон со средней плотностью 470 кг/м³ и 540 кг/м³ и пределом прочности при сжатии 0,55 и 1 МПа соответственно. Полученный материал отличается качественной макроструктурой с равномерным распределением пор, что подтверждает выполненный морфометрический анализ шлифов материала с использованием разработанной нами методики, заключающейся в компьютерной обработке цифровых изображений шлифов ячеистого бетона с автоматическим подсчетом основных характеристик макроструктуры: среднего диаметра пор, распределения пор по размерам, толщины межпоровых перегородок. Написанная для этих целей программа с достаточно высоким уровнем точности позволяет описывать поровое пространство ячеистого бетона.

Выполненные исследования позволяют заключить, что комплексная добавка из гипса и извести активизирует шлак. Высокотемпературный обжиг шлака превращает неактивную форму ортосиликата кальция в активную. Применение наполненной шлаком цементной системы эко-

номически и практически целесообразно в количестве 5-15%. Получен пенобетон плотностью 500 кг/м³ с прочностью 1,2 МПа, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 25485-89 [5].

Библиографический список

1. Денисов Г.Н. и др. Открытое письмо председателю Правительства Российской Федерации М.М. Касьянову // Строительная газета 2003, №48, с. 3.
2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцемент // Стройиздат, - М., 1974. – с. 325.
3. Белов Н. В. Кристаллохимия силикатов с крупными катионами // АН СССР, - М., 1961. – с.67.
4. Кашибадзе Н.В. Шлак Оскольского электрометаллургического комбината, как заполнитель для сухих смесей //Сб. тр. междунар. научно-технич. конф. «Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов». Пенза, 2008. – с.69-71.
5. ГОСТ 25485-89. Бетоны ячеистые. Технические условия.

References

1. Denisov G. N, etc. the Post card to the chairman of the Government of the Russian Federation M.M.Kasyanov//the Building newspaper 2003, №48, with. 3.
2. Butt J.M., Timashev V.V. Portlandtsement//Stroyizdat, - M, 1974. - with. 325.
3. Belov N.V. Kristallohimija of silicates with large cations//AH the USSR, - M, 1961. - с.67.
4. Kashibadze N.V.slag Oskolsky of electrometallurgical industrial complex, as a sealer for dry blends//the Receiving tank of works. The international scientific and technical conference «New power- and saving resources high technologies in production of building materials». Penza, 2008. - s.69-71.
5. State standard 25485-89. Concrete cellular. Technical specifications.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К.т.н., доцент кафедры материаловедения и
технологии строительных материалов
Т.И. Шелковникова
Аспирант О.В. Никишова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-52-35
e-mail: tschelk@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
C.E., Associate professor of material science
and technology of building materials
Department T.I. Shelkovnikova
Postgraduate student O.V. Nikishova
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-52-35
e-mail: tschelk@mail.ru*

Т.И. Шелковникова, О.В. Никишова

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Выполнен сравнительный анализ свойств теплоизоляционных материалов: пенополистирола, минераловатных изделий, пенобетона, газосиликата и пеностекла. Был проведен теплотехнический расчёт, рассмотрены вопросы долговечности, пожаро-, био- и экологической безопасности сравниваемых материалов.

Ключевые слова: пенополистирол, минераловатные изделия, пенобетон, газосиликат, пеностекло.

T.I. Shelkovnikova, O.V. Nikishova

HEAT ENGINEERING AND ECOLOGICAL PROPERTIES OF HEAT-INSULATING MATERIALS

The comparative analysis of properties of heat-insulating materials: expanded polystyrene, mineralo-wadded products, foam concrete, fume-silicate and foamglass were made. The heat engineering calculation has been spent; durability questions, fire-, bio- and ecological safety of compared materials are considered.

Keywords: expanded polystyrene, mineralo-wadded products, foam concrete, fume-silicate, foam glass.

При выборе теплоизоляционных материалов требуется не только решать проблему энергосбережения, сокращая теплопотери через ограждающие конструкции, но и уделять внимание вопросам долговечности, пожаро-, био- и экологической безопасности.

Целью данной статьи является анализ и сравнение свойств наиболее распространенных теплоизоляционных материалов: пенополистирола, минераловатных изделий, пенобетона, газосиликата и пеностекла. Для этого был проведен теплотехнический расчёт, позволивший определить толщину вышеперечисленных материалов, обеспечивающую требуемое сопротивление теплопередаче стен, исходя из количества градусо-суток отопительного периода для города Воронеж [1-3]. Результаты расчёта, приведенные в таблице 1, показали, что наиболее рациональным, с точки зрения термического сопротивления, оказалось применение пенополистирола и минераловатных изделий.

Таблица 1

Сравнительные характеристики теплоизоляционных материалов [1-3]

Название	Физико-механические свойства		Толщина слоя материала, м	Толщина слоя материала внутри кирпичной стены, м
	$\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³	λ , Вт/(м·°C)		
Пенополистирол	15-150	0,028-0,052	0,083-0,153	0,057-0,107
Минеральная вата	25-250	0,034-0,082	0,12-0,24	0,07-0,17
Пенобетон и газосиликат	300-1000	0,11-0,52	0,32-1,53	не применяется
Пеностекло	200-400	0,07-0,11	0,21-0,32	0,144-0,23
Кладка из силикатного кирпича	1800	0,7	2,1	-

Оценить эффективность использования теплоизоляционных материалов, опираясь только на результаты теплотехнического расчёта, невозможно, так как необходимо использовать комплексный подход, учитывающий изменчивость характеристик материалов во времени и безопасность их применения. С этой целью выполнен анализ стабильности физико-механических и химических свойств, долговечности и экологической безопасности сравниваемых материалов. Рассмотрим свойства каждого из материалов более подробно.

Пенополистирол (пенопласт) - лёгкий ячеистый материал, состоящий из вспененного и затвердевшего полистирола. Во время пожара пенополистирол плавится, его сплав воспламеняется при температуре 310 °С. Опасной особенностью плавления и горения полистирола является то, что при температуре более 160 °С он подвергается интенсивной термоокислительной деструкции, разлагаясь до высокотоксичного стирола. Дым, который при этом выделяется, раздражает слизистые оболочки и вызывает токсическое отравление [4].

Полимеры постоянно разлагаются не только под действием тепла, но и под влиянием света, кислорода, озона, воды, механических воздействий и ионизирующих излучений, потому что процесс полимеризации пенополистирола проходит только на 97-98 %, и, более того, он обратим. Полистирол относится к равновесным полимерам, поэтому даже при обычных условиях эксплуатации он находится в термодинамическом равновесии со своим высокотоксичным мономером – стиролом. В случае сдвига термодинамического равновесия в сторону стирола, последний выделяется в окружающую среду и накапливается в организме человека.

Практика показывает, что долговечность ограждающих конструкций, выполненных с использованием пенополистирола, составляет от 13 до 43 лет, что несопоставимо с проектным временем эксплуатации капитальных зданий.

Исходя из вышеизложенного, пенополистирол обладает такими негативными эксплуатационными свойствами, как пожаро- и экологическая опасность, недолговечность.

Минеральная вата – материал, состоящий из системы переплетенных между собой оплавленных волокон, не имеющих шероховатостей. Гладкая поверхность способствует низкому трению волокон между собой, что вызывает их смещение и проседание утеплителя. Для получения полужестких и жестких минеральных плит используется прием закрепления волокон полимерными материалами, наиболее распространенными из которых являются: поливинилацетат, фенолоформальдегидные и мочевино-формальдегидные смолы, фенолоспирты. Свойства вышеперечисленных материалов приведены в таблице 2.

Все рассматриваемые связующие характеризуются невысокой температурой использования, при достижении которой в материалах происходят необратимые процессы, сопровождающиеся интенсивным выделением токсичных веществ. Кроме того, из фенолоспиртов, фенолоформальдегидных и мочевиноформальдегидных смол даже в обычных условиях про-

исходит постоянное выделение свободного формальдегида, оказывающего раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки. Фенолоспирты и фенолоформальдегидные смолы также выделяют пары фенола, отрицательно действующие на нервную систему, вызывающие отравления и являющиеся одной из причин онкозаболеваний [5].

Полимеры склонны к деструкции, вызванной их старением, в результате чего прочность связи волокон минераловатных изделий снижается, волокна слеживаются, возникает неоднородность теплоизоляционного слоя, эффективность конструкции значительно снижается. Этими процессами обусловлен прогнозируемый срок службы минеральных плит менее тридцати лет.

Изделия из минеральной ваты обладают следующими негативными эксплуатационными свойствами: отсутствием фиксированной формы, экологической опасностью, обусловленной использованием полимерных материалов для закрепления волокон, нестабильностью свойств, вызываемой деструкцией связующего, и, как следствие, недолговечностью.

Пенобетоны, в случае их эксплуатации в сухом состоянии в неагрессивной среде, могут служить долгое время. В Санкт-Петербурге были проведены обследования зданий, построенных в первой половине двадцатого века. Было установлено, что пенобетонные конструкции, прослужившие более шестидесяти лет, сохранили эксплуатационную пригодность [7].

Пенобетон обладает высокой микропористостью, что способствует конденсации влаги в нём, ухудшению теплоизоляционных свойств и морозостойкости, а следовательно, уменьшению сроков эксплуатации. Скорость процесса разрушения пенобетона зависит от степени проникновения в него влаги, воздуха и других агрессивных сред. Высокая пористость пенобетона не всегда приводит к высокой проницаемости, так как существуют пенообразователи, при использовании которых образуемые поры представляют собой замкнутые пузырьки.

Пенобетон неавтоклавного твердения, получивший широкое применение в малоэтажном индивидуальном строительстве, имеет ряд недостатков: он медленно твердеет, оседает и расслаивается при формовании, требует длительной выдержки перед распалубкой и имеет невысокую прочность (проектная прочность достигается в сроки, значительно превышающие 28 суток). Готовые изделия имеют повышенную влажность и усадку, снижающие трещиностойкость; наблюдается нестабильность показателей плотности и прочности [7].

Исходя из вышеизложенного, для пенобетона характерны следующие негативные свойства: недолговечность при эксплуатации в состоянии, отличающемся от сухого, или при нахождении в агрессивной среде; в случае неавтоклавного твердения - длительное время достижения проектной прочности, повышенная влажность в этот период, неоднородность.

Газосиликат – ячеистый силикатный бетон, широко применяемый в качестве материала для устройства ограждающих конструкций в малоэтажном и каркасном домостроении.

Исследованиями установлено, что в наружных стенах из газосиликатных панелей и блоков, построенных в 60-х годах прошлого века, произошли значительные изменения химического состава, структуры и прочности при сжатии, повышение средней плотности, уменьшение термического сопротивления и снижение трещиностойкости. Прогнозируемый остаточный ресурс надежной работы газосиликата зависит от качества его производства, влажностных условий эксплуатации, толщины и степени защищенности наружной поверхности конструкций и ограничивается, в основном, продолжительностью обеспечения допустимой трещиностойкости, которая изменяется во времени наиболее значительно по сравнению с другими эксплуатационными характеристиками. Газосиликат, изготовленный с соблюдением всех технологических требований и надежно защищенный от внешних воздействий в течение всего срока эксплуатации, может использоваться более 150 лет, в противном случае – менее продолжительности службы капитальных зданий [8].

Таблица 2

Свойства материалов, используемых в качестве связующего при изготовлении минераловатных изделий [5,6]

Название	Формула	Температура использования, ° С	Токсичность	Способность к саморазложению	Негативное воздействие
1. Поливинилацетат	$[-CH_2-CH(OCOCH_3)-]_n$	при 180 – деструкция с выделением уксусной кислоты; при 120 – необратимое течение	не токсичен	-	пары оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей
2. Фенолоформальдегидные смолы	$[-C_6H_3(OH)-CH_2-]_n$	при 250-280 – деструкция; до 100 – температура использования	твердые смолы токсичны, выделяют пары фенола и формальдегида, аммиак (при использовании его в качестве катализатора), анилин (при использовании его в качестве модифицирующей добавки)	выделение свободных фенола и формальдегида	пары фенола действуют на нервную систему, вызывают острые и хронические отравления; формальдегид оказывает общее токсическое действие на организм человека, раздражает кожу и слизистую оболочку дыхательных путей; аммиак вызывает слезотечение, при больших концентрациях – судороги и удушье; анилин поражает нервную систему, вызывает отравления
3. Мочевина – формальдегидные смолы	$N=CH_2 \ C=O \ NH_2 - HOCH_2NH \ C=O \ NH_2$	до 120 – температура использования	мочевина - формальдегидные смолы токсичны	выделение свободного формальдегида	формальдегид оказывает общее токсическое действие на организм человека, раздражает кожу и слизистую оболочку дыхательных путей
4. Фенолоспирты	$(OH-C_6H_5-CH_2-OH)_n$	при 60-100 – плавление	фенолоспирты токсичны, при переработке выделяют пары фенола и формальдегида	выделение свободных фенола и формальдегида	фенолоспирты оказывают раздражающее действие на кожу и слизистую оболочку дыхательных путей; пары фенола действуют на нервную систему, вызывают острые и хронические отравления, являются одной из причин онкозаболеваний; формальдегид оказывает общее токсическое действие на организм человека, раздражает кожу и слизистую оболочку дыхательных путей

Исходя из вышеизложенного, газосиликат обладает следующими негативными свойствами: недолговечностью при отсутствии или повреждении защиты от внешних воздействий, изменением в процессе эксплуатации химического состава и физико-механических свойств.

Пеностекло – пористый материал, получаемый спеканием смеси стекольного порошка с газообразователем. Термическая обработка материала при производстве приводит к завершению химических процессов, связанных с газовыделением. Пленки стекла, разделяющие ячейки, получаются в результате плавления материала и не обладают микропористостью, а значит, не могут сорбировать влагу, снижающую морозостойкость изделий. Пеностекло обладает высокими теплоизоляционными свойствами, прочностью, пожаро- и экологической безопасностью, паро-, газо- и влагонепроницаемостью, устойчивостью к агрессивным средам и температурам в интервале от -50 °С до +600 °С, долговечностью, неизменностью физико-механических характеристик во времени. Оно не гниет, не поражается насекомыми и грызунами, легко поддается механической обработке и монтажу.

Показателем, по которому пеностекло уступает другим рассматриваемым материалам, является стоимость его кубического метра. Однако необходимо учитывать, что эксплуатационные затраты у пеностекла отсутствуют, так как его долговечность сопоставима со сроком службы капитальных зданий, что помогает экономить на периодических ремонтах по восстановлению теплоизоляции.

Пеностекло является негорючим и экологически чистым материалом, что должно способствовать его широкому применению при строительстве жилых и общественных зданий. Положительный экологический эффект может оказывать не только применение пеностекла, но даже и само его производство: сырьём при получении пеностекла могут послужить использованная стеклотара и битое стекло. Стеклобой – засоряющий почву неразлагающийся отход, переработка которого в производстве промышленных материалов позволяет решать экологические проблемы, получая положительный эффект не только от утилизации одного из компонентов ТБО, но и от возможности снижения добычи природных ресурсов [9].

Многие иностранные государства считают использование пеностекла одним из приоритетных направлений в строительстве и осваивают его производство в промышленных объемах. Россия, однако, утратила собственное промышленное производство пеностекла, поэтому интенсивно развивающимися направлениями строительного материаловедения в нашей стране должны стать разработка надежной технологии и создание типового оборудования, обеспечивающие получение пеностекла с заданными и стабильными свойствами.

Библиографический список

1. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты зданий–М.: Госстрой РФ, 2001.
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий – М.: Госстрой РФ, 2003.
3. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология – М.: Госстрой РФ, 2003.
4. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения - М.: Асс. "Пожнаука", 2004. Ч. 1, - 713 с.
5. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности – Л.: Госхимиздат, 1963.– 833с.

6. Химическая энциклопедия, ред. Кнунянц И. Л.- М.: «Советская энциклопедия», 1988.
7. Сахаров Г.П. Эффективные материалы с повышенными теплозащитными и строительно-эксплуатационными свойствами. Сборник докладов международной научно-практической конференции «Поробетон-2005» - Белгород, 2005.- 144с.
8. Чернышов Е.М., Власов В.В., Баутина Е.В. Прогнозирование полного и остаточного ресурсов ограждающих конструкций из ячеистого бетона – Ростов-на-Дону: 2007. – 194с.
9. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В. Получение и свойства эффективных материалов на основе стеклобоя. Кровельные и изоляционные материалы, №1'2007.

References

1. BA 23-101-2000. Projecting of thermal protection – M.: State building of RF, 2001.
2. BC 23-02-2003. Thermal protection of buildings – M.: State building of RF, 2003.
3. BC 23-01-99*. Building climatology – M. State building of RF, 2003.
4. Korolchenko A.Y., Korolchenko D.A. Fire- and explosion hazard of substances and materials and features of their extinguishing - M.: Ass. «Fire science», 2004. P. 1, - 713p.
5. Chemical encyclopaedia, ed. Knunyants I.L. - M.: «Soviet encyclopaedia», 1988.
6. Lazarev N.V. Unhealthy substances in industry-L: State chemical publishing house, 1963.
7. Sakharov G.P. Effective materials with improved heat-insulating, constructive and operational properties. Conference Proceedings of international scientific and practical conference «Poreconcrete-2005» - Belgorod, 2005.- 144p.
8. Chernyshov E.M., Vlasov V.V., Baytina E.V. Prediction of full and residual resources of protection constructions made of porous concrete - Rostov-on-Don: 2007. – 194p.
9. Shelkovnikova T.I., Baranov E.V. Reception and properties of efficient materials on basis of waste of glass. Roofing and insulating materials, №1'2007.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 712.4: 692.4

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доцент Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования зданий и
сооружений В.О. Исанов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior Teacher T.V. Bogatova;
Undergraduate of Designing of buildings
and constructions faculty V. Isanov
Russia, Voronezh, tel. 8(4723)774-339*

Т.В. Богатова, В.О. Исанов

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С ЗЕЛЕНЫМИ КРЫШАМИ

Представлены примеры отечественного опыта применения зеленых крыш, рассмотрены нормативные документы, принципы озеленения кровель и конструктивные особенности, проанализированы перспективы использования данной технологии в отечественной практике.

Ключевые слова: кровля, озеленение, экология, дренаж, гидроизоляция.

T.V. Bogatova, V.O. Isanov

ANALYSIS OF NATIVE EXPERIENCE OF ARCHITECTURAL-TYPOLOGICAL FORMATION OF SOCIAL BUILDINGS WITH GREEN ROOFS

There are examples of native experience of using green roofs, normative documents, principles of planting roof coverings and constructive peculiarities, perspectives of using the given technology in native are analyzed.

Keywords: roof covering, planting (landscape gardening), ecology, drainage, waterproofing (hydraulic seal).

В современном мире все большее распространение получает урбанизация. Данное явление влечет за собой ухудшение экологической ситуации, малоприспособленность городской среды для полноценного проживания людей и живых существ вообще. Уже в 1960-е годы стало уделяться внимание проблемам, связанным с ухудшающейся экологической обстановкой, а также быстрым сокращением площадей озеленения в крупных городах. Возникла потребность в искусственной организации природных пространств. Одним из наиболее значимых методов решения описанной проблемы может явиться применение зеленых кровель [1].

В Европе зеленые кровли получили широкое распространение, в то время как у нас ситуация с внедрением этой технологии оказалась не такой однозначной. Примеры озеленения кровель остаются единичными.

Проект комплекса культурно-бытового обслуживания населения с многоуровневой автостоянкой «Горка». Автор – Федор Дубинников. Данный проект с озелененной кровлей стал лауреатом премии «Авангард» на выставке «АРХ Москва-2009». Наклонные этажи автостоянки позволяют избежать пандусов и рамп. Эксплуатируемая зеленая кровля паркинга образует городской парк и площадь. Функции зданий, расположенных над парковкой в парке

направлены на удовлетворение каждодневных потребностей жителей соседних кварталов – магазины, кафе, бытовые услуги.

Здания связаны с автостоянкой не только коммуникациями, но еще и представлены в виде небольших павильонов и стоек прямо на этажах паркинга. Здесь можно купить журналы, еду, выпить кофе, сдать вещи в химчистку и т.п., что делает этажи автостоянки обитаемыми, удобными и полезными, а также неразрывно связанными с расположенными выше зданиями и парком [2].



Рис. Проект комплекса культурно-бытового обслуживания населения с многоуровневой автостоянкой «Горка»

В Москве на одном из зданий нового Арбата был посажен газон общей площадью 2,7 тысяч квадратных метров и стоимостью 20 миллионов рублей. Проект по озеленению столицы и созданию экологических уголков был давно запланирован, но его реализации помешал финансовый кризис.

Зеленая крыша на Арбате была сконструирована не в эстетических целях, а призвана поглощать пыль и бороться с загазованностью воздуха. Это пример серьезной озабоченности властей экологическими проблемами в мегаполисе.

Несмотря на малый опыт в отечественной практике, существует ряд нормативной документации ориентированной на территорию Москвы. Данные источники основаны на европейском опыте (главным образом Германии) и все патентные материалы принадлежат зарубежным разработчикам.

Наиболее важными из рассматриваемых направлений являются два: растительный субстрат и дренажные элементы.

Озеленяемые кровли делятся на два типа, в зависимости от способа озеленения и вида эксплуатации:

1. Интенсивные, озеленение которых включает в себя не только небольшие растения, но и кустарники и деревья. При этом конструкция здания должна выдерживать от 150 до 750 кг на кв. м, что накладывает серьезные ограничения на использование этого способа. При высокой прочности конструкций кровли, возможно устройство клумб, водоемов, высадка деревьев лиственных и хвойных пород (до 4 м высотой), выкладка дорожек, установка скамеек. Крупным растениям и деревьям требуется значительный плодородный слой (более 1 м), слой дренажа (не менее 20 см), кроме того, необходимо предусмотреть систему автоматического полива.

2. Экстенсивные, озеленение которых предполагает только травяной покров или размещение растений в специальных емкостях с почвенным субстратом. Доступ людей на такую крышу-газон не предполагается. Ходить можно только по специальным дорожкам. Озеленение особого ухода не требует. Используются почвопокровные растения, хорошо переносящие разницу температур и недостаток влаги: седумы, камнеломки, некоторые луковичные или просто газонные травы.

Конструкция зеленой кровли в общем случае состоит из:

- гидроизоляционный слой (полимерные кровельные мембраны (ЭПДМ, ПВХ) в связи с их высокой климатической, химической, биологической стойкостью и долговечностью;
- дренажный слой. Выполняет функции первичной или дополнительной корневой защиты, обеспечивает отвод воды. В зависимости от типа растительности применяют высокопрочные рулонные материалы на основе HDPE, в менее ответственных случаях – плиты из перфорированного полистирола или засыпку гравием;
- фильтрующий слой предназначен для предотвращения засорения дренажа частицами растительной почвы. В качестве фильтрующего слоя может быть использован геотекстиль;
- почвенный слой с растительностью.

Используют растения только с мочевидной (горизонтальной) корневой системой (повышенная устойчивость растений). Для крупных насаждений могут создаваться растительные ямы или шахты, которые размещают внутри чердака (или технического этажа). Это дает возможность при необходимости обеспечить обогрев корневой системы, оставляя растения зимовать на крыше [3].

При всех достоинствах данного направления, встречаются скептические взгляды авторитетных отечественных архитекторов на перспективы его развития. По словам директора Государственного музея архитектуры Давида Саркисяна, незапланированные изыски, появляющиеся после завершения строительства дома, отрицательно скажутся на его состоянии: «Ведь при проектировании архитекторы предусматривают обычную крышу...». Речь идет о том, что конструкции кровель зданий советской постройки предусматривают нагрузки только до 400кг на кв. м.

Профессор Московского архитектурного института Вячеслав Глазычев считает, что использование крыш и чердаков под нужды города и людей - это своеобразный переход на следующую ступень цивилизованности. Однако в отечественной практике в этом направлении предпринято мизерное количество шагов.

Стоит сказать, что только в Нью-Йорке насчитывается более 8000 зеленых кровель. В Германии существуют федеральные законы, которые обязывают проводить озеленение крыш.

Из выше изложенного материала можно сделать вывод, что озеленение крыш – это очень перспективное и многообещающее направление в строительстве. Существует острая необходимость применения рассмотренной технологии в условиях современных российских городов.

Библиографический список

1. Журнал «КРОВЛИ» #3 (22) 2009, С.24-25;
2. Журнал «КРОВЛИ» #5 (24) 2009, С.15;
3. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. ОАО Моспроект. Москва, 2001, С.21
4. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. ОАО Моспроект, Москва 2001, С.33

References

1. Magazine "ROOFS" #3 (22) 2009, P.24-25;
2. Magazine "ROOFS" #5 (24) 2009, P. 15;
3. Manual on gardening and landscaping of residential roofing and general government buildings, underground and semi-underground garages, civil defense and other installations. OJSC Mosproject. Moscow, 2001, P.21
4. Manual on gardening and landscaping of residential roofing and general government buildings, underground and semi-underground garages, civil defense and other installations. OJSC Mosproject. Moscow, 2001, P.33

УДК 728.1-056.266(1-87)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет*

Доц. Т.В. Богатова;

*Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений О.В. Суворова*

Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

Senior lecturer T.V. Bogatova;

*Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty O.V. Suvorova*

Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339

Т.В. Богатова, О.В. Суворова

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДОМОВ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ

Представлены исследования объемно-планировочных решений зданий для инвалидов. Установлено, что потребности инвалидов требуют увеличения площади помещений и благоустройства городской территории. Приведены рекомендации по проектированию домов для инвалидов.

Ключевые слова: проектирование, инвалид, доступность.

T.V. Bogatova, O.V. Suvorova

THE ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE OF ARCHITECTURALLY- TYPOLOGICAL FORMATION OF HOUSES FOR INVALIDS

Researches of space-planning decisions of buildings for invalids are presented. It is established that requirements of invalids demand increase in the area of premises and an accomplishment of city territory. Recommendations about designing of houses for invalids are resulted.

Keywords: designing, the invalid, availability.

Невозможно, будучи здоровым человеком, представить себе все трудности, с которыми сталкивается инвалид, вынужденный передвигаться с помощью коляски. Непреодолимые препятствия подстерегают его на каждом шагу, начиная с квартиры, где коридоры и дверные проемы слишком узки для прохода коляски, а ваннами и туалетами невозможно пользоваться без посторонней помощи. На лестнице инвалида поджидают ступеньки, по которым ему никогда не спуститься самостоятельно, и лифты, в которых не помещается коляска. На улице - не лучше: высокие бордюры тротуаров, тяжелые двери магазинов, общественный транспорт, в который и здоровому человеку забраться непросто.

По данным ООН, каждый десятый житель планеты имеет инвалидность. Кроме того, существуют другие группы маломобильного населения: временно нетрудоспособные, пешеходы с детскими колясками, беременные женщины и т.п. К этой же категории относятся люди преклонного возраста и дети, мобильность и координация движений которых ограничены вследствие возрастных особенностей. С большими трудностями ориентируются люди с ослабленным зрением и слепые.

Проблема обеспечения комфортного проживания маломобильных групп населения была актуальна во все времена. Однако, вопросы проектирования и строительства безбарьерной среды в различных странах были затронуты в разные периоды времени.

Первый и наиболее известный «Дом инвалидов» (фр. L'hôtel national des Invalides) был построен во Франции в самом центре Парижа в 1676 г. В 1670 году король Франции Людовик XIV принял решение построить богадельню для увеченных и состарившихся солдат. Руководство работами в парижском пригороде Грэнель (Grenelle) было поручено придворному архитектору Либералю Брюану. В 1710 году «Дом инвалидов» содержал 1500 жильцов, а к концу XVIII века превратился в «город в миниатюре». Его населяли 4000 ветеранов, работавшие в сапожной и гобеленной мастерских. Постепенно «Дом инвалидов» приобрел значение музея. Сегодня там проживает сотня пенсионеров и инвалидов французских войск.

Одной из прогрессивных форм расселения и обслуживания маломобильных групп населения и инвалидов является территориальный центр. Большой интерес представляют проекты подобных центров в следующих странах: США, Англия, Швеция, Франция и Германия.

Центр обычно состоит из нескольких зон, расположенных на одном участке, и предназначен для различного по состоянию здоровья контингента людей.

Разнообразие вариантов проектов территориальных центров и их объем основывается на реальной потребности населения в различных формах социального обслуживания, что способствует удовлетворению не только материальных, но и духовных потребностей лиц, относящихся к маломобильным группам населения. Центр обычно включает отделения постоянного проживания, если в этом есть необходимость, дневного пребывания с помещениями культурно-бытового назначения, медицинского обеспечения, клубы по интересам, фитнес-центры, спортивные залы, защищенные от солнца террасы, кафе, рестораны, различные киоски.

Наиболее интересен проект реабилитационного центра на 200 мест в г. Грабын (Чехия), включающий в себя учреждения социального обеспечения инвалидов, нуждающихся в постоянном уходе и медицинском обслуживании, жилой дом на 100 квартир для семейных инвалидов, работающих на близлежащем предприятии и 20-квартирный дом для обслуживающего персонала. Здесь инвалидов обучают различным профессиям, пользованию вспомогательными приспособлениями, ведению домашнего хозяйства и т.п. Отделение трудотерапии рассчитано на 200 рабочих мест. Общественно-культурная зона включает большой зал универсального назначения, библиотеку, столовую для инвалидов и персонала.

В остальных зарубежных странах можно выделить следующие проекты: центр обслуживания для престарелых в г. Ганновере на ул. Гайбельштрассе (Германия); центр обслуживания для людей преклонного возраста Marina Vista (США, штат Калифорния); комплекс домов с квартирами для маломобильных групп населения в г. Эрлангене (Германия) и т.д.

В Великобритании вопросы проектирования и строительства безбарьерной среды были затронуты и рассмотрены в 2000 году, в результате чего были сформулированы основные нормы и правила формирования доступного жилья для инвалидов. Среди них можно выделить:

1. Обеспечения свободного доступа инвалидных колясок.
2. Установка поручней.
3. Увеличение площади санитарно-технических помещений.
4. Нормируемое расположение электрических выключателей.
5. Освещение проходов.
6. Доступ к точкам контроля отопления, электроэнергии и газа, а также наличие отдельных регулирующих приборов в каждой комнате.
7. Обеспечение охраны и безопасности.
8. Предоставление телефонных точек.
9. Использование энергоэффективных систем, огнестойких и высокоэкологических материалов.

В США были разработаны проекты специализированных библиотек. Такие библиотеки имеют меньшие площади читальных залов, а также обязательно размещение в них студий

звукозаписи, осуществляющие функцию озвучивания печатных произведений, записывая голос диктора на пленку или другой носитель. С целью создания акустически приглушенной среды предусматривается усиленная звукоизоляция в перекрытии последнего этажа и размещение вентилируемых систем на противоположном по отношению к студии конце кровли, запроектированных на отдельном фундаменте с амортизатором.

Еще одной особенностью проектирования специализированных библиотек является организации «линейного движения людей», что упрощает запоминание структуры внутренней среды слепыми. Внутреннее «публичное пространство» здания должно иметь закругленные углы и быть спроектировано по «принципу предсказуемости».

Для упрощения ориентации незрячих вдоль стен в интерьерах всех помещений располагаются волнистые перила. Для отделки пола рекомендуется использовать рельефную резиновую плитку, препятствующую скольжению. К наиболее ярким примерам специализированных библиотек можно отнести региональную библиотеку штата Мэриленд (США), здание Нью-Йоркской специализированной библиотеки и региональную библиотеку штата Иллинойс (США).

В рассмотрении вопросов проектирования доступной среды для инвалидов не отстают и страны ближнего зарубежья, например, Украина. В октябре 2000 года в Харькове ICTA Europe (International Commission for Technology and Accessibility Europe) провела международную конференцию «Проблемы безбарьерной архитектуры в странах СНГ». ICTA Europe – это европейская группа экспертов в области технологий реабилитации. Данная конференция была посвящена вопросам проектирования и реконструкций городской среды: улиц и элементов благоустройства. Были сделаны следующие выводы.

Если при организации автомобильного и пешеходного движения предусматриваются подземные переходы, то для инвалидов на колясках необходимо в этом случае устраивать пандусы с уклоном 6% (но не более 10%). Пандус, который должен компенсировать перепад высот в 4 метра, имеет длину 67 метров. В исторических центрах городов выполнить это сложно, поэтому возникает необходимость оборудования мест перепада высот специальными устройствами для подъема и спуска инвалидов.

Ширина тротуара должна быть не менее двух метров. Прямо и четко проложенные тротуары улучшают ориентацию, что очень важно для людей со слабым зрением или слепых. Стеклянные витрины, афишные тумбы и другое подобное оборудование следует устанавливать на цоколях для возможности узнавания их слепыми. На трассах с интенсивным движением тротуары нужно отделять озелененной полосой шириной не менее двух метров.

Вдоль тротуаров на расстоянии 200-300 метров друг от друга следует устраивать скамейки для отдыха. Покрытия тротуаров, пешеходных пространств должны быть безопасными (не скользким, а также колеса колясок и трости не должны проваливаться в различного рода зазоры). Бордюрный камень в местах пешеходных переходов должен быть снижен до 2,5-3 см, чтобы инвалид на коляске мог преодолеть эту преграду.

В нашей стране еще в 90-е года 20 века разработаны различные нормативные документы и рекомендации по проектированию окружающей среды, зданий и сооружений с учетом потребности инвалидов и других маломобильных групп населения, в которых собраны основные аспекты доступности, в том числе и опыт проектирования других стран. Можно также напомнить о необходимости обеспечения не только доступной, но достаточно экологичной среды обитания как для инвалидов, так и для всего человечества.

Библиографический список

1. Карманова И. «Проектирование для слабых». Будмайстер 2002 №23/24 С. 44-45.
2. Эдвардс Брайен, Фишер Бидди. "Библиотеки и изучение информационных центров". – Нью-Йорк: Архитектурная Пресса, 2002.
3. Интернетсайт www.derevodom.com/show_88.html
4. Интернетсайт www.chicagoreader.com // Chicago Reader
5. Интернетсайт www.archidose.org // A weekly doze of architecture.
6. Интернетсайт www.asg-architects.com // Ayers Saint Gross Architects
7. Интернетсайт www.2france.ru/index.shtml?/curiosite/51
8. Интернетсайт <http://www.ehow.com/>
9. Интернетсайт <http://www.dsipkr.ru/press/004/>.

References

1. Karmanova I «Designing for weak». Будмайстер 2002 №23/24 With. 44-45.
2. Edwards Bryan, Fisher Biddi. "Libraries and studying of information centres". – New York: the Architectural Press, 2002.
3. Internetpage www.derevodom.com/show_88.html
4. Internetpage www.chicagoreader.com//Chicago Reader
5. Internetpage www.archidose.org//A weekly doze of architecture.
6. Internetpage www.asg-architects.com//Ayers Saint Gross Architects
7. Internetpage www.2france.ru/index.shtml?/curiosite/51
8. Internetpage <http://www.ehow.com/>
9. Internetpage <http://www.dsipkr.ru/press/004/>.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры проектиро-
вания зданий и сооружений Ф.М. Савченко;
Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений Т.А. Демидова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., prof. of the designing of
buildings and constructions faculty
F.M. Savchenko;
Undergraduate of the designing of buildings
and constructions faculty T.A. Demidova
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Ф.М. Савченко, Т.А. Демидова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САНАТОРИЕВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Представлены принципы проектирования зданий санаториев с точки зрения экологической безопасности. Дан необходимый состав помещений, их наиболее выгодное расположение относительно друг друга, приведены приемы композиции, требования к земельным участкам. Затронута проблема сохранения ресурсов земли, почвенно-растительного слоя, вопрос рекультивации земли.

Ключевые слова: состав помещений, приемы композиции, почвенно-растительный слой, рекультивация.

F. M. Savtchenko, T. A. Demidova

DESIGNING THE SANITARIUMS WITH PROVISION FOR ECOLOGICAL REQUIREMENTS

The Presented principles of the designing the buildings of the sanitariums with standpoint of ecological safety. It Is Given necessary composition of the premiseses, their the most profitable location comparatively each other, brought acceptance to compositions, requirements to earth area. The Touched problem of the conservation resource land, soil-vegetable layer, the question recultivated of the land.

Keywords: composition of the premiseses, acceptance to compositions, soil-vegetable layer, recultivated.

Для профилактического лечения и отдыха населения сооружаются санатории, дома отдыха, курортные гостиницы и другие оздоровительные учреждения. Лечение и отдых в этих учреждениях осуществляются при помощи природных факторов (солнца, воздуха, моря). Санатории, расположены в наиболее благоприятных по природно-климатическим условиям районах.

Санаторий – основное лечебно-профилактическое учреждение, где, в отличие от больниц, лечение проводится в основном природными средствами (минеральными водами, лечебными грязями и др.) в сочетании с оптимальными условиями для отдыха взрослых, детей и подростков. Медицинский профиль (специализация) санаториев зависит от лечебных средств курорта и установленных для него медицинских показаний.

Условия организации отдыха и лечения в зданиях курортно-оздоровительных учреждений и их комплексов обуславливают функциональную необходимость и наличие в них следующих групп помещений: приемно-вестибюльной; спальных; предприятий общественного питания; культурно-массового и спортивно-оздоровительного обслуживания; лечебных; хозяйственно-бытовых помещений (см. рис).

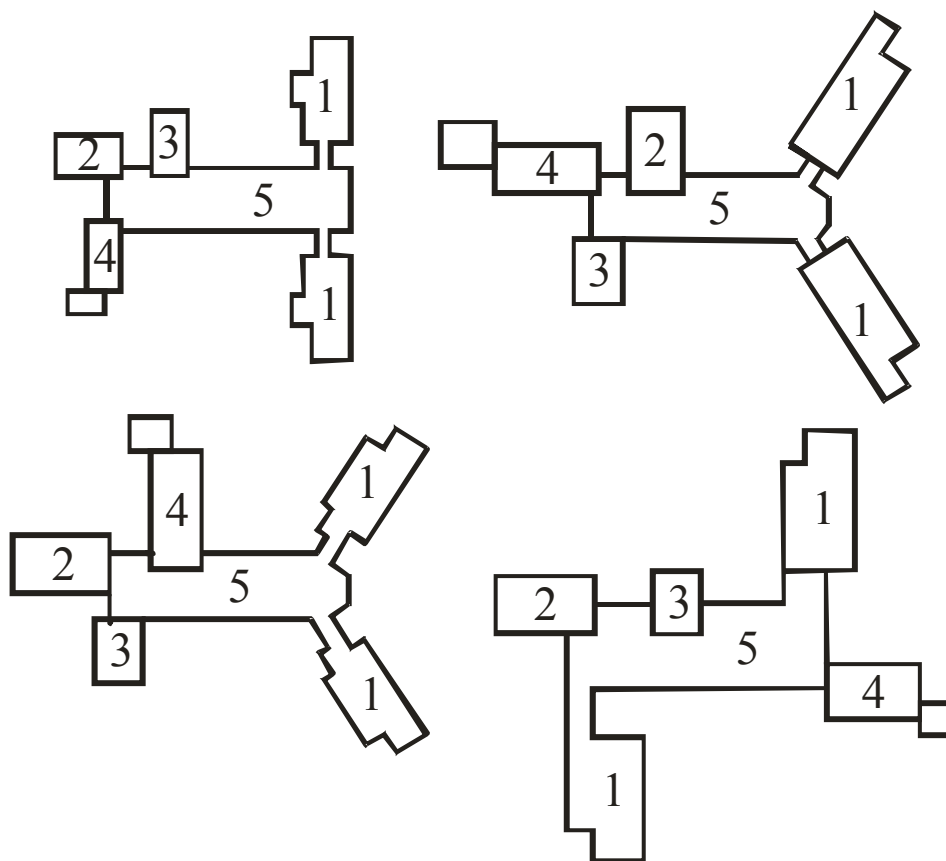


Рис. Схемы размещения различных групп помещений: 1- спальня корпус; 2- столовая; 3- зрительный зал; 4- лечебный блок; 5- приемно-вестибюльный блок

В практике проектирования и строительства санаториев, как правило, используются следующие приемы композиции: централизованный прием, когда все группы помещений располагаются в пределах единого корпуса; блочный прием, при котором отдельные группы помещений, размещенные в обособленных зданиях, примыкают друг к другу или образуют сложную пространственную композицию, будучи связаны друг с другом теплыми переходами; павильонный прием, характерен расположением отдельных групп помещений в несвязанных между собой автономных зданиях.

Большое влияние на выбор композиционного приема оказывают природно-климатические условия. Необходимость сквозного проветривания наряду с потребностью в оптимальной ориентации в районах с жарким влажным климатом обуславливает применение в спальнях корпусах односторонней застройки, а также больших лоджий и широких проемов. Существенное влияние на выбор композиции в современных условиях рекреационных территорий может оказывать рельеф застраиваемого участка.

Композиция санаториев создается в результате всестороннего и максимального изучения особенностей местной природной среды; выбор композиционного решения отдельного учреждения или комплекса должен быть определен в рамках общего архитектурного замысла курортной или рекреационной зоны в целом. Рациональная взаимосвязь помещений с учетом благоприятной ориентации спальных комнат и требований современной технологии служит функциональной основой для окончательного выбора композиционного решения здания.

Площадь земельного участка на одно место рекомендуется принимать $120-170 \text{ м}^2$. На участке предусмотреть следующие зоны: зданий и помещений со спальными помещениями, столовой и культурно – массового обслуживания, открытых площадок спортивного назначения и массовых мероприятий, хозяйственной (склады, навесы, овощехранилища, гаражи). Ме-

жду зонами следует предусматривать защитные полосы зеленых насаждений шириной 25м. На участок должно быть два въезда, в том числе один в хозяйственную зону. Участок должен удовлетворять санитарно – гигиеническим требованиям и иметь хотя бы небольшой уклон для стока поверхностных атмосферных вод. Санитарные разрывы от спального корпуса должны быть не менее: от летних открытых киноплощадок, танцевальных площадок и спортивных сооружений – 50м; от хозяйственной зоны – 100м; от автостоянок в зависимости от количества мест (до 30 мест – 50м, от 31 до 100мест - 75м, от 101 до 200 мест – 100м, при этом норма площади на 1 легковой автомобиль – 25 м², а на 1 автобус 50 м²). Ориентацию окон спальных комнат следует принимать во всех климатических районах на Ю, ЮВ. В отдельных случаях допускается до 40% количества спальных мест окна проектировать на С и З.

При выборе земельного участка необходимо учитывать, что земля это наше главное богатство. Эффективность использования земельных ресурсов зависит от многих участников строительного конвейера: изыскателей, работников экспертизы, проектировщиков. Можно назвать несколько факторов, позволяющих обеспечить экономию ресурсов земли: рекультивация и сохранение почвенно-растительного комплекса (позволяет сохранить почву для будущего озеленения территории), борьба с эрозией и оползнями, использование подземного пространства и др. Желательно расположить участок с наветренной стороны, согласно розе ветров. Рекомендуются применять зеленые кровли и фасады (использование плоских крыш как зимних садов, применение различных вьющихся растений для озеленения фасадов и др.).

Большое значение имеет также сохранение на строительных площадках зеленых насаждений. Поэтому при разработке проектов строительства и рекультивации земель необходимо сделать детальную инвентаризацию имеющихся зеленых насаждений. Отсутствие на застраиваемых участках древесной растительности (по сравнению с площадями, где она есть) увеличивает на 0,3-0,4% строительные затраты. Посадка дерева в возрасте 17-20 лет с комком земли 1,5х1,5х0,6 м стоит около 10тыс. рублей, в возрасте старше 30 лет - 20тыс.рублей. Причем 15-40% посадок не приживается, так как при выкапывании теряется более 80% корней. Таким образом, каждое сохраненное взрослое дерево позволяет сэкономить свыше 30 тыс. рублей. Поэтому сохранение существующей растительности имеет большое значение, как с точки зрения защиты зеленых насаждений, так и со стороны экономии денежных средств.

Архитектура учреждений отдыха, проделавшая за относительно небольшой срок значительный путь своего развития, находится ныне на качественно новом этапе. Переход к комплексному строительству не только создает предпосылки организации отдыха населения на более высоком уровне, но и позволяет решать сложные экологические проблемы благодаря бережному отношению к природе и стремлением к органической связи с ней вновь создаваемой архитектурно-пространственной среды.

Библиографический список

1. Авдоткин Л.Н. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985. – С.512-531
2. Тетиор А.Н. Строительная экология – Киев УМК ВО, 1991. – С.212
3. Савченко Ф.М. Проблемы современного проектирования и строительства – Воронежский политехнический институт, 1986. – С.24-26.

References

1. Avdotiin L.N. Architectural designing the public buildings - M.: Stroyizdat, 1985. - S.512-531
2. Tetior A.N. Building ecology - Kiev UMK VO, 1991. - S.212
3. Savchenko F.M. Problems of the modern designing and construction -Voronezh polytechnic institute, 1986. - S.24-26

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. геол.-мин. наук, доц. кафедры
проектирования конструкций, оснований и
фундаментов А.Я. Шевцов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-54-00*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Candidate of Tech. Sci., associate professor
of the Chair of structures, foundations
and bases design A.Y. Shevtsov
Russia, Voronezh, phone +7(4732)71-54-00*

А.Я. Шевцов

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОЕНИЯ 2-ОЙ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ТЕРРАСЫ Р. ВОРОНЕЖ ГОРОДОВ ЛИПЕЦКА И ВОРОНЕЖА

Рассматривается геологическое строение 2-ой левобережной террасы р. Воронеж городов Липецка и Воронежа. Установлено, что терраса различается категориями сложности инженерно-геологических условий.

Ключевые слова: категории сложности инженерно-геологических условий, фундаменты.

A.Y. Shevtsov

THE COMPARATIVE FEATURE OF THE CONSTRUCTION OF THE SEKOND LEFT COAST FLUVIAL TERRACE OF THE VORONEZH RIVER THE CITY OF LIPETSK AND THE VORONEZH CITY

It Is Considered qeoloqical construction of the second left coast fluvial terrace of the Voronezhriver cities Voronezh and Lipetsk. It Is Installed that the fluvial terrace differs category of difficulties engineering-qeoloqical conditions in this cities.

Keywords: cateqories of difficulties engineering-qeoloqical conditions, foundations.

2-я левобережная терраса является основным геоморфологическим элементом р. Воронеж, ярко выраженным по простиранию и ширине.

В ее пределах на территории областных городов Липецка и Воронежа ведется интенсивное строительство.

В геологическом строении террасы принимают участие аллювиальные верхнечетвертичные отложения (Q_3), представленные песками и суглинками, залегающими на песках неогена. Сверху они перекрыты почвенно-растительным слоем и насыпными грунтами.

Среди литологических разновидностей грунтов, вскрытых буровыми скважинами до глубины 15 м, в пределах города Липецка выделяются:

1. Грунт насыпной (t_4) залегает с поверхности, абсолютные отметки 107 – 108.5 м, мощность слоя колеблется от 0.4 до 4.4 м. Грунт слежавшийся, характеризуется неоднородным составом и сложением, представлен смесью песка, чернозема, щебня известняков, шлака и с примесью растительных остатков. Плотность (ρ) – 1.81 – 1.87 г/см³.

2. Чернозем(pd_4) залегает с поверхности, толщина слоя изменяется от 0.2 до 0.5 м, представлен супесчаным черноземом с плотностью (ρ) – 1.78 г/см³

3. Песок средней крупности (aQ_3) залегает на глубине 0.2 – 2.0 м, абсолютные отметки кровли 106.3 – 108.2 м, толщина 0.2 – 2.2 м. Пески кварцевые белые, беловато – желтые, средней плотности. Малой степени водонасыщения с глубины 1.8 м насыщенные водой

Пески имеют следующие значения физико – механических характеристик: плотность (ρ) – 1.70 г/см³, плотность скелета грунта (ρ_d) – 1.60 г/см³, коэффициент водонасыщения (Sr) – 0.25, коэффициент пористости (e) – 0.65, удельное сцепление (C) – 1.0 кПа, угол внутреннего трения (φ) – 35°, модуль деформации (E) – 30 МПа

4. Суглинок (a-fQ₃) залегает на глубине 1.6 – 3.8 м, абсолютные отметки кровли слоя 104.3 – 106.7 м, толщина колеблется от 0.2 до 3.9 м. суглинки тяжелые с пятнами ожелезнения и линзами песков, твердые, полутвердые, в обводненных местах до текучепластичных.

Суглинки имеют следующие значения физико – механических характеристик: число пластичности (J_p) – 14 %, плотность (ρ) – 2.01 г/см³, коэффициент пористости (e) – 0.64, удельное сцепление (C) – 48.0 кПа, угол внутреннего трения (φ) – 19°, модуль деформации (E) – 18 МПа.

5. Песок мелкий (aQ₃) залегает на глубине 2.8 – 6.2 м, абсолютные отметки кровли слоя 101.8 – 104.9 м, толщина изменяется от 3.5 м до 11.9 м. Пески кварц – полевошпатовые желтовато – серые, средней плотности с редкими линзами суглинков и супесей.

Пески имеют следующие значения физико – механических характеристик: плотность (ρ) – 1.77 г/см³, плотность скелета грунта (ρ_d) – 1.68 г/см³, коэффициент пористости (e) – 0.63, удельное сцепление (C) – 2.0 кПа, угол внутреннего трения (φ) – 32°, модуль деформации (E) – 28 МПа.

6. Песок средней крупности (aQ₃) залегает на глубине 8.0 – 12.8 м, абсолютные отметки кровли слоя 95 – 100.3 м, толщина до 5.9 м. Пески кварцевые, серые желтовато – серые, средней плотности, с редким залеганием линз песков мелких, насыщенные водой и имеют следующие значения физико – механических характеристик: плотность (ρ) – 1.70 г/см³, плотность скелета грунта (ρ_d) – 1.60 г/см³, коэффициент пористости (e) – 0.65, удельное сцепление (C) – 1.0 кПа, угол внутреннего трения (φ) – 35°, модуль деформации (E) – 30 МПа.

В гидрогеологическом отношении территория характеризуется наличием подземных грунтовых вод. Грунтовые воды вскрываются на глубинах 1.6 – 3.8 м, что соответствует абсолютным отметкам 104.7 – 107.6 м. Вскрытый водоносный горизонт выдержан по площади, приурочен к 1 – ой надпойменной террасе и гидравлически связан с р. Воронеж. По результатам химического анализа грунтовые воды не агрессивны для бетона нормальной плотности на цементе всех марок.

Второй водоносный горизонт грунтовых вод прослеживается в песках средней крупности с глубины 12.0 – 14 м.

Следовательно, инженерно – геологические условия 2 – ой левобережной террасы р. Воронеж г. Липецка следует отнести к III –ей (сложной) категории из – за наличия 2 – х выдержанных водоносных горизонтов.

Геологический разрез 2 –ой левобережной террасы территории г. Воронежа в обобщенном виде следующий:

1. Грунт насыпной (t₄) представлен смесью песка, чернозема супесчаного, обломков кирпичей, бетона, гумусированного материала. Толщина слоя колеблется от 1.1 до 4.8 м.

2. Песок мелкий (aQ₃) залегает на глубине 2.2 – 6.5 м, толщина изменяется от 0.8 м до 2.4 м. Пески кварц – полевошпатовые желтовато – серые, средней плотности. В нижней части разреза слабо обводнены. Толщина “верховодки” 0.2 м.

3. Суглинок (aQ₃) залегает на глубине 2.9 - 3.8 м, толщина колеблется от 0.5 до 0.8 м. Суглинки коричневые с пятнами ожелезнения, тугопластичные, в обводненных местах до текучепластичных.

4. Песок мелкий (aQ₃) залегает на глубине 5.5 – 8.5 м, толщина изменяется от 2.0 м до 2.8 м. Пески кварц – полевошпатовые желтовато – серые, с пятнами ожелезнения средней плотности

5. Суглинок (aQ₃), толщина колеблется от 0.4 до 0.5 м. Суглинки коричневые с линзами песков, тугопластичные и текучепластичные.

Таблица

Значения показателей физико-механических свойств грунтов

Номер ИГЭ	Номенклатура грунтов	Плотность, г/см ³	Плотность частиц грунта, г/см ³	Плотность скелета грунта, г/см ³	Влажность природная, W, %	Влажность на границе текучести, W _L , %	Влажность на границе пластичности, W _p , %	Число пластичности, Ip, %	Показатель текучести, J _L	Коэф. пористости, e	Коэф. водонасыщения, S _r	Уд. сцепление, C п, кПа	Угол внутреннего трения, φ н, град.	Модуль деформации, E, МПа	Усл. расчетное сопротивление, R ₀ , кПа
1	Грунт насыпной без уплотнения малой степени водонасыщения	1,45	2,65	1,33	9,0					0,99	0,24			14	64
2	Песок мелкий средней плотности малой степени водонасыщения практически непучинистый	1,76	2,66	1,66	6,44					0,61		2	30	30	300
3	Суглинок тугопластичный среднепучинистый	2,04	2,71	1,71	18,6	23,8	13,05	10,03	0,50	0,58		32	23	23	260
4	Песок средней крупности средней плотности малой степени водонасыщения практически непучинистый	1,70	2,65	1,65	3,34					0,60	0,13	1,5	36,5	35	400

6. Песок средней крупности (aQ_3) залегает на глубине 8.0 – 15 м, толщина более 7.0 м. Пески кварцевые, беловато – серые, средней плотности, с редким залеганием линз песков мелких, насыщенные водой.

Значения показателей физико – механических характеристик грунтов приведены в таблице.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием подземных вод типа “верховодки” и грунтовых.

“Верховодка” развита локально в песках мелких и связана с маломощными прослоями суглинков, залегающих в верхних частях разреза.

Грунтовые воды выдержаны по простиранию и вскрываются на глубинах 14.5 – 16 -18 м. Водовмещающими грунтами служат пески средней крупности. Водоупор до глубины 15 – 18 м скважинами не вскрывается.

Таким образом, 2 – я левобережная терраса р. Воронеж разнородна по строению, происхождению грунтов и гидрогеологическим условиям.

В строении террасы реки г. Липецка в верхней части разреза прослеживается относительно мощный слой суглинков твердых и полутвердых, являющихся продуктами перемыыва флювиогляциальных отложений. С этим слоем связано формирование горизонта грунтовых вод, для которых он является водоупором.

Наличие двух горизонтов подземных вод позволяет инженерно - геологические условия этой территории отнести к сложным, то есть к 3 категории.

По этой причине лучшим вариантом для зданий и сооружений могут служить свайные фундаменты.

При устройстве фундаментов мелкого заложения необходимо производить водопонижение.

В строении террасы реки г. Воронежа в верхней части разреза прослеживаются два маломощных относительно выдержанных прослоя суглинков тугопластичных, текучепластичных аллювиального происхождения с которыми связано формирование подземных вод типа “верховодки”, которая развита на территории локально. Толщина “верховодки” в зависимости от времен года колеблется от 0.1 м до 0.3 м.

Выдержанный водоносный горизонт подземных вод приурочен к пескам средней крупности и залегает на глубине от 14.5 м.

В отличие от разреза 2 –ой левобережной террасы Липецка инженерно – геологические условия террасы г. Воронежа можно отнести к 2 – ой, то есть средней категории сложности.

По этой причине вариантами для зданий и сооружений могут служить фундаменты мелкого заложения как отдельно стоящие, так и ленточные, а также свайные фундаменты.

Библиографический список

1. Шевцов А.Я. Об инженерно – геологических условиях территории г. Воронежа. /Труды 11-ой международной научно-практической конференции “Высокие технологии в экологии”. – Воронеж: Изд.-во ВГАУ, 2008.

References

1. Shevtsov A.Y. About geological and engineering condition of the territory of the Voronezh./ Works of the 11 international scientifically and practice conference “High technology in ecology”. –Voronezh: publishers in VQAU, 2008.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 628.218

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф. кафедры гидравлики,
водоснабжения и водоотведения, Заслужен-
ный работник высшей школы РФ В.Ф. Бабкин
Канд. техн. наук, доцент кафедры
гидравлики, водоснабжения и водоотведения
И.В. Журавлева
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-50-48
e-mail: IRA_J@list.ru*

*Voronezh State university of Architecture and
Civil Engineering
D.E., professor of faculty
The deserved worker of the higher school of the
Russian Federation V.F. Babkin
Candidate of Technical Sciences, docent
of faculty I. V. Zhuravleva
Russia, Voronezh, ph. +7(4732) 71-50-48
e-mail: IRA_J@list.ru*

И.В. Журавлева, В.Ф. Бабкин

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРИ НОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДОВ

Дан анализ тенденции развития городской застройки и влияния её на разви-
тие и пересмотр параметров систем водоснабжения и водоотведения.

Ключевые слова: сеть водоотводящая, водопроводная, насосные станции, экология, перепланировка улиц,
коридор для устройства инженерных коммуникаций, реконструкция, технологии и конструкции.

I.V. Zhuravleva, V.F. Babkin

THE DECISION OF QUESTIONS OF SYSTEMS OF WATER SUPPLY AND WATER REMOVAL AT NEW BUILDING AND RECONSTRUCTION OF CITIES

Keywords: a network water-allocating, water, pump station, ecology, re-planning of streets, corridor for the device of
engineering communications, reconstruction, technologies and designs.

Развитие современных городов и их инфраструктуры должно выполняться в условиях комплексного решения организационных, экономических, управленческих и инженерно-технических задач в жилой и промышленной зонах, чтобы обеспечить комфортные жилищные условия, удовлетворить социальные и культурно-эстетические потребности граждан. В существующих городах активно перепланируют улицы, городские магистрали для удобства транспортного обеспечения. Нельзя забывать и о решении вопросов экологии окружающей среды, обеспечении населения качественной питьевой водой, сохранении зон санитарной охраны водоёмов и коммунальных объектов [4]. При разработке генеральных планов населённых пунктов следует оставлять коридоры для устройства инженерных коммуникаций, в том числе инженерных сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения хозяйственно-бытовых и ливневых стоков.

Важное место в городском хозяйстве имеет нормальная работа систем водоснабжения и канализации, с обязательным обеспечением необходимых требований к качеству питьевой

воды и уровню очистки сточных вод. Должна быть снижена уязвимость источников водоснабжения от техногенных воздействий и решены вопросы санитарной очистки города с организацией работы мусороперерабатывающих заводов, установок для таяния снега и предприятий для переработки биологических отходов.

При разработке планов стратегии развития города целесообразно учитывать новые инженерные технологии: локализацию источников водоснабжения и канализации, внедрение водо- и энергосберегающих технологий в производственных объектах и жилых комплексах.

Существующие системы водоснабжения и водоотведения (ВВ) находятся в стадии эксплуатации от 50 до 80 лет и более. Длительный срок эксплуатации показал, что надёжность работы систем ВВ не достаточно высокая, а качество питьевой воды, в ряде случаев, не отвечает требованиям ГОСТа и СанПиНа. На основании эксплуатационных данных были выявлены основные причины низкой надёжности систем ВВ:

1) проекты существующих систем выполнены по старым нормативным документам, которые со временем пересматриваются в сторону ужесточения требований;

2) в эксплуатации находятся сооружения, проекты и строительство которых выполнены по старым типовым проектам, сохранившим все недостатки: низкое гидравлическое совершенство конструктивных элементов, за это время многие элементы системы поменяли свою характеристику;

3) на очистных станциях сточных вод используются не достаточно эффективные процессы биологической и биохимической очистки;

4) высокий износ сетей и сооружений, многие из которых эксплуатируются без выполнения каких-либо капитальных ремонтов в течение многолетней работы;

5) низкое качество строительства систем ВВ, т.к. строительством их занимаются общестроительные организации, а не специализированные;

6) отсутствие пуско-наладочных работ, из-за ликвидации пуско-наладочных организаций;

7) сравнительно низкий уровень эксплуатации систем ВВ, т.к. практически отсутствуют специальные учебные заведения, которые готовили бы профессиональные кадры рабочих;

8) неадекватность принятой в расчёты модели реальным условиям системы. При проектировании систем ВВ в основу гидравлических расчётов были положены аналитические зависимости, которые справедливы только для условия равномерного и установившегося движения. В реальных условиях, режим движения воды в напорных и в безнапорных трубопроводах имеет неустановившийся режим движения жидкости. Поэтому принятые в основу расчёта формулы не достаточно объективно отражают влияющие на работу системы факторы;

9) отсутствие законодательной базы, которая позволила бы обеспечить высокую степень надёжности работы сооружений с учётом экономического фактора. Необходимо совершенствовать законодательную систему, которая могла бы предусматривать механизм ликвидации всех недостатков, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией систем ВВ. А также отражать условия применения новых технологий, материалов и оборудования, с целью повышения надёжности, эффективности и энергосбережения системы.

Для повышения производительности и эффективности работы существующих сетей и сооружений ВВ целесообразно осуществить их реконструкцию с использованием наиболее прогрессивных материалов, технологических приёмов и новых конструктивных элементов.

Процесс реконструкции существующих систем ВВ должен отвечать следующим требованиям:

- малые затраты времени;
- минимальные затраты материалов и др. средств,
- минимальная себестоимость работ;
- обеспечение более высокого качества работы сооружений и систем;
- повышение гидравлических характеристик системы;

- достижение системой ВВ современных требований, не противоречащих правовым основам Российской Федерации.

При расчёте реконструируемых систем подачи и распределения воды требуется решить следующие вопросы:

- оптимально распределить нагрузки между насосными станциями, питающими водопроводную сеть;
- правильно подобрать насосы и составить экономичный график их работы при различных режимах водопотребления;
- рассчитать совместную работу насосов и водопроводной сети для проверки обеспечения подобранными насосами при намеченном режиме работы всех водопотребителей требуемым расходом воды под необходимым напором в час расчетного водопотребления;
- определить требуемую высоту расположения и регулирующий объем бака водонапорной башни или других напорно-регулирующих сооружений.

В современных условиях реконструкции старых сформированных кварталов с привязкой высотных зданий в кварталах с меньшей этажностью старой застройки, уплотнённой *точечной застройкой* требуется грамотно отнестись и к реконструкции сопровождающих их сетей. Хотя, на первый взгляд, инфраструктура в подобных кварталах сформирована, и коммуникации рассчитывать и проектировать не надо, что даёт застройщику удешевить строительство. Однако это ложное мнение. В проекты реконструкции старых кварталов должны закладываться затраты на работы по проверке пропускной способности существующих сетей, обследование их на предмет целостности, изношенности, изменения гидравлических характеристик и возможности их восстановления.

Сформированные градостроительной политикой и существующей застройкой *водопроводные сети* населённого пункта зачастую требуют реконструкции с существенным изменением характеристик, позволяющих обеспечить наиболее приемлемые условия дальнейшей их эксплуатации, такие как водо- и энергосбережение; выявление и снижение потерь воды, связанных с утечками; повышение культуры труда, привлечения квалифицированных кадров, сокращение коэффициентов отказа оборудования и повышения надёжности системы, снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций и безопасной эксплуатации объектов.

Решить поставленные вопросы можно за счёт ряда приёмов:

1) В настоящее время при гидравлическом расчёте распределительной водопроводной сети используется методика, которая может дать экономический эффект только при сравнительно низкой стоимости электроэнергии. Повышение цен на электроэнергию, требует нового подхода к гидравлическому расчёту и конструированию водопроводных сетей. Наиболее рациональным может оказаться тот способ, при котором скорость транспортирования воды по водораспределительной сети не будет превышать 1 м/с, т.к. при $v < 1$ м/с *величина потери напора на местные сопротивления* по ф-ле (1) будут значительно *сокращены*.

$$h_w = \zeta v^2 / (2g), \quad (1)$$

здесь ζ - безразмерный коэффициент сопротивления; v - средняя скорость, м/с; g - ускорение свободного падения м/с².

2) Для снижения общих энергозатрат при подачи воды потребителям, целесообразно не только *снизить скорость движения воды, но и уменьшить потери напора на трение по длине водоводов*:

$$h_f = \lambda l v^2 / (2gd), \quad (2)$$

здесь λ - коэффициент гидравлического сопротивления трения;
 d - диаметр трубопровода.

за счёт реновации труб – восстановлению внутренней поверхности, создания меньшей шероховатости путём нанесения цементно-песчаного раствора или протяжки полиэтиленового рукава.

3) Снижение энергозатрат может быть достигнуто и за счёт совершенствования самой системы водораспределения. Для этого в крупных городах или населённых пунктах, расположенных вдоль водоёма на значительном расстоянии $L > 15 \dots 20$ км, целесообразно устраивать зонные системы водоснабжения. Это достигается укладкой специальных водоводов от существующих напорных водоводов насосных станций 2-го подъёма для подачи воды в каждую зону с минимальными свободными напорами. В каждой зоне можно предусмотреть свои регулирующие резервуары питьевой воды, в которые вода может подаваться равномерно в течение суток, а подача к потребителю, принадлежащему данной зоне, может осуществляться повысительными насосами, которые будут иметь меньшую величину напора и расхода, чем при транзите воды через всю сеть.

При наличии в населённом пункте нескольких источников водоснабжения, которые обеспечивают подачу питьевой воды в единую кольцевую водопроводную сеть, наиболее целесообразно произвести реконструкцию городской водопроводной сети за счёт выбора зон влияния каждого водозабора на городскую сеть.

4) Выполнение комплексной системы диспетчерского управления системой водоснабжения и канализации целесообразно вести в 4 – 5 этапов по районное, с дальнейшим подключением к центральному диспетчерскому пункту.

На I этапе обследуются объекты автоматизации, и составляется план диктующих точек для технического задания. Объекты укомплектовываются и наполняются минимальным диспетчерским оборудованием.

II этап. На первичных станциях выполняется минимальный уровень автоматизации.

III этап. Первичные станции связываются с основной районной. Т.е. на этом этапе заканчивается автоматизация районного масштаба.

IV этап. Оборудуется центральный диспетчерский пункт, выводится информация с районных узлов, выделяется скоростной канал связи.

V этап. Общая отладка системы. Обучение обслуживающего персонала.

При выполнении проекта реконструкции *водоотводящих сетей* необходимо обращать внимание на следующие показатели и характеристики сети:

- год заложения сети, диаметр, наполнение, уклон, материал труб, все потери напоров по длине и местные сопротивления;
- статистику по засорению данных участков сети, частоту их ремонтов, прочисток, промывок;
- расходы стоков, на которые были рассчитаны трубы при укладке и новые расходы, которые планируется пропускать в перспективе;
- по расходам (максимальному, среднему и минимальному) следует проверить скорости и наполнения до и после реконструкции. Если намечается явное переполнение трубопроводов, следует рассматривать вопрос о замене существующих труб на новые.

Новые жилые микрорайоны располагаются, главным образом, в *периферийных районах* города и в зависимости от рельефа местности, весь расход из самых удалённых точек города транспортируется на очистную станцию по протяжённым сетям. Время пробегания сточных вод от крайних, центральных и ближайших к очистной станции участков городской сети будет разное.

Отвод сточных вод от периферийных районов города ведётся зачастую перекачкой. *Режимы работы РНС, КНС, ГКНС часто в пределах города не согласованы.* Кроме того, согласно [5, п.5.18] вместимость приёмного резервуара насосной станции принимают по минимуму, рассчитывая на 5-минутную максимальную производительность одного из насосов. Это не сокращает неравномерность поступления стоков в последующую сеть, а иногда (чаще в малых городах при неграмотном подборе насосного оборудования на ГКНС) увеличивает её, создавая неблагоприятные гидравлические условия сети на время сбора стока в резервуар и время отключения насосных агрегатов [1, с.187-192].

Стабилизировать работу сети после КНС можно за счёт

- устройства резервуаров накопителей-усреднителей перед КНС. Такой приём обеспечит регулирование и равномерную подачу сточных вод насосами круглые сутки, даже при неравномерном притоке стоков;

- анализа режимов работы РНС, КНС и ГКНС и изменения их режимов, исключая наложения максимальных расходов. Для этого вероятно будет необходимо заменить насосное оборудование другим, с подходящими технологическими характеристиками. Стабилизация подачи расходов сточных вод на всех участках самотечной сети позволит не только повысить их пропускную способность за сутки, но и улучшить транспортирующую способность потока;

- выбора режима работы сетей с учётом размывающих донных скоростей [1, с.183-187; 2, с. 66-70], при выборе транспортирующей способности потока.

Особенно ощутимым экономическим эффектом будут отличаться показатели станции очистки сточных вод, которые традиционно рассчитываются на максимальный часовой расход стоков. Стабилизация подачи сточных вод на очистку позволит на действующих очистных станциях повысить суточную пропускную способность на 30...40 % и одновременно улучшить качество очистки, без дополнительного строительства сооружений. В конечном итоге уменьшится вероятность загрязнения водоёмов, т.е. существенно снизится концентрация загрязнений в очищенных сточных водах, выпускаемых в водоём.

Библиографический список

1. Научно-технические проблемы систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения: Межвуз. сб. науч. тр./ ВГАСА. – Воронеж, 2000. - С. 183-192.
2. Научно-технические проблемы систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения: Межвуз. сб. науч. тр./ ВГАСА. – Воронеж, 2002. - С. 61-70.
3. Патент РФ № 2138317. Резервуар-накопитель// Алексеев М.И., Бабкин В.Ф., Журавлев В.Д., Журавлева И.В. – М.: Рос-кое агентство по патентам и товарным знакам. Бюл. № 27 от 27.09.1999.
4. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: Учеб. Пособие для вузов/ Под общей ред. П.Г. Грабового и В.А.Харитонов. – М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект» 2006. – 624 с.
5. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения/ Госстрой России – М.: ГУП ЦПП, 1986. – 72с.

References

1. Scientific and technical problems of systems теплогазоснабжения, ventilation, vodosnab-zhenija and water removals: Interhigh school. The collection of the scientific tr./VGASA. Voronezh, 2000. - P. 183-192.
2. Scientific and technical problems of systems теплогазоснабжения, ventilation, vodosnab-zhenija and water removals: Interhigh school. The collection of the scientific tr./ VGASA Voronezh, 2002. - P. 61-70.
3. The patent of the Russian Federation № 2138317. The tank-store // Alekseev M.I., Babkin V.F., Zhuravlev V.D., Zhuravleva I.V. M.: grew-which agency under patents and trade marks. bulletin.№ 27 from 27.09.1999.
4. Reconstruction and updating of the developed building of a city: Studies. The grant for high schools / Under the general editor P.G.Grabovogo and V.A.Haritonova. M: Publishing houses “ACB” and “The real project” 2006. - 624 p.
5. BUILDING NORMS AND RULES 2.04.03-85. Building norms and rules. The water drain. External networks and constructions. M.: Stroyizdat. 1986. - 72 p.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Старший преподаватель кафедры проекти-
рования промышленных, гражданских зданий
и сооружений Р.Н. Зорин
Магистрант кафедры проектирования про-
мышленных, гражданских зданий и сооруже-
ний И.В. Съянов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(910)246-10-70;
e-mail: groznyj@bk.ru

Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior lecturer in department of industrial
engineering, civil buildings and structures
R.N. Zorin
Magister department of industrial engineering,
civil buildings and structures I.V. S'yanov
Russia, Voronezh, tel. 8(910)246-10-70;
e-mail: groznyj@bk.ru

Р.Н. Зорин, И.В. Съянов

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

Даны основные понятия о вентилируемом фасаде. История появления на
российском рынке. Рассмотрены популярные системы вентилируемых фасадов
крупнейших отечественных производителей.

Ключевые слова: вентилируемый фасад, система “U-kon”, система “NAVEK”.

R.N. Zorin, I.V. S'yanov

ANALYSIS OF CONTEMPORARY of VENTILATED FACADES

Given the basic concepts of ventilated facades. Origin of the Russian market. We
consider the popular system of ventilated facades of major domestic manufacturers.

Keywords: ventilated façade, the system “U-kon”, the system “NAVEK”.

Вентилируемые фасады российскому потребителю стали известны совсем недавно. За
небольшой промежуток времени они нашли широкое применение как при постройке нового
дома, так, что очень важно, и при реконструкции старого.

Вентилируемый Фасад – современный, эргономичный метод облицовки зданий, по-
зволяют придать зданию эстетичный вид в кратчайшие сроки.



Рис. 1. Конструкция ВФ

Принципиальное конструктивное решение вентилируемого фасада состоит в следую-
щем. На существующей стене с помощью анкерных дюбелей устанавливают кронштейны,
предназначенные для прикрепления к ним направляющих, расположенных взаимно перпен-

дикулярно (вертикально и горизонтально). Направляющие служат для крепления элементов облицовки, которые образуют фасад здания или стену – экран. [1]

Теплоизоляционный материал закрепляют на существующей стене с помощью тарельчатых дюбелей. Толщину теплоизоляционного слоя определяют на основе теплотехнического расчета с учетом влияния теплопроводных включений. Между экраном и теплоизоляционным слоем предусмотрен воздушный зазор, основное назначение которого - защита теплоизоляционного слоя от влаги, образующейся как при конденсации водяного пара, поступающего в зазор из эксплуатируемого здания, так и за счет атмосферных воздействий. [1]

Одной из основных предпосылок широкого использования в современном строительстве стеновых ограждающих конструкций с вентилируемым фасадом является уверенность в их высоких теплозащитных свойствах, которые позволяют удовлетворить современные высокие требования по теплозащите зданий. [2]

Российские строители впервые близко познакомились с навесными вентилируемыми фасадами чуть меньше двадцати лет назад - в самом начале 90-х годов, благодаря активной деятельности немецкой фирмы “POLYALPAN”. Однако позже гораздо большее распространение получили навесные фасады в конструкциях с более тонкими стенами. Строителям потребовались системы, имеющие многовариантную толщину теплоизоляционного сердечника.

Сегодня свои услуги предлагают более десятка европейских производителей. При этом каждая фирма разработала системы, имеющие те или иные достоинства и недостатки для конкретного объекта. Системы вентилируемых фасадов, отличающихся системой крепежа, материалами, используемыми теплоизоляторами и архитектурными возможностями.

Но в последние годы начали конкурировать с западными производителями и российские фирмы. Все чаще в европейской части страны можно увидеть здания с вентилируемыми фасадами, отечественного производства.

Рассмотрим популярные системы от крупнейших российских производителей.

1) Компания “U-kon system”

Начав свою деятельность в 1994 г. с производства ограждающих алюминиевых конструкций, компания быстро охватила рынок в своем регионе, а в настоящее время является одним из крупнейших игроков на рынке НВФ в России.

Компания разработала свыше 20 систем с возможностью применения вариативных способов крепления под каждый вид облицовки. [3] Рассмотрим некоторые из них (рис. 2):

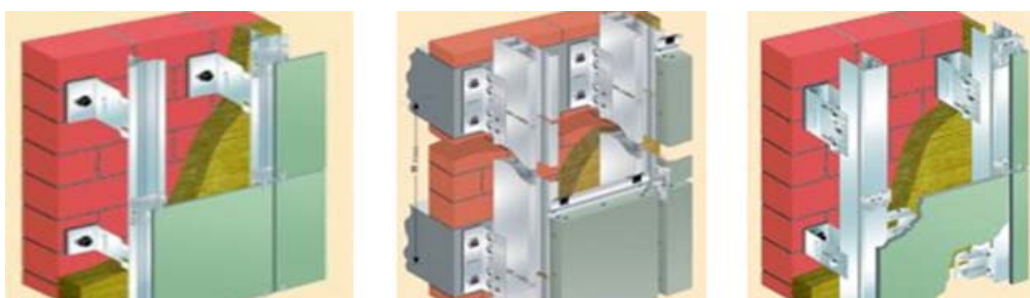


Рис. 2. Системы фирмы “U-kon” – “АТС-102szH”, “АТС-246” и Система “LT-247”

- Система “LT-247”, относится к группе серии LIGHT

Серия LIGHT относится к типу подконструкций на основе L-образного кронштейна и Т-образной направляющей: LT. Система состоит из несущего кронштейна и опорного кронштейна. Кронштейны крепятся к стене при помощи устойчивых к коррозии, анкеров. Крепление осуществляется через алюминиевую шайбу, которая увеличивает надежность данного соединения. Для предотвращения образования «мостиков холода» и исключения контакта материала стены и кронштейнов, под кронштейны устанавливаются терморазрывы из полипропилена.

Система “LT-247” предназначена для видимого крепления плоских облицовочных панелей: плит керамического гранита и фиброцементных панелей. [3]

- Система “ATC-102szH”, относится к группе серии U-kon High

U-kon High – для высотных зданий с повышенной ветровой нагрузкой, а также для зданий со стеновым заполнением из материалов с низкой несущей способностью.

Система “ATC-102szH” решает следующие проблемы:

- крепление любого вида облицовки
- минимизация прогибов и напряжений от нагрузок
- передача нагрузки с облицовочных панелей на основной каркас
- направляющая устанавливается с пролётом от перекрытия до перекрытия
- восприятие вырывающих усилий
- минимизация мостиков холода [3]

- Система “ATC-246”, одна из последних новинок компании, впервые “ATC-246” была представлена компанией “Юкон Инжиниринг” на стенде U-kon во время Московской международной строительной и интерьерной выставке “MosBuild-2008”.

Система “ATC-246” создана для крепления плит керамического гранита и натурального камня, видимыми или невидимыми способами. За счет разработанной новой технологии, возможно, неограниченно комбинировать керамический гранит различных форм, размеров и фактур в одной или разных плоскостях, для реализации оригинальных архитектурных решений. Конечный результат зависит исключительно от фантазии архитектора. [3]

2) Компания “NAVEK”

“NAVEK” была основана в 1998 году в Казани, начав свою деятельность как поставщик комплектующих навесных фасадных систем. В период с 2002 по 2004 гг. благодаря мобилизации конструкторских, инженерных и организационных ресурсов, а также используя всю полученную от профильной деятельности прибыль, нам удалось разработать и запустить серийный выпуск фасадной системы, которая получила название “NAVEK”. [3]

Совершенствование инженерных решений систем “NAVEK” заключается в следующем:

- Надежность: применение стали в фасадных системах, по сравнению с алюминием, имеем значительно меньший коэффициент температурной деформации и лучшую пожаростойкость. Применение двухконтурных систем, т.к. они имеют больший запас прочности и в отличие от одноконтурных систем. И при “слабом” закреплении одного кронштейна происходит оптимальное перераспределение нагрузок на систему, практически без влияния на ее несущую способность.
- Долговечность: коррозионно-стойкие стали обеспечивают срок службы фасада до 50 лет.
- Технологичность: в двухконтурных системах “NAVEK” шаг крепления облицовки полностью “развязан” с шагом крепления стеновых кронштейнов. Это облегчает выравнивание плоскости фасада и “прощает” неточности при монтаже. [4]

Рассмотрим популярные системы “NAVEK” (рис. 3):

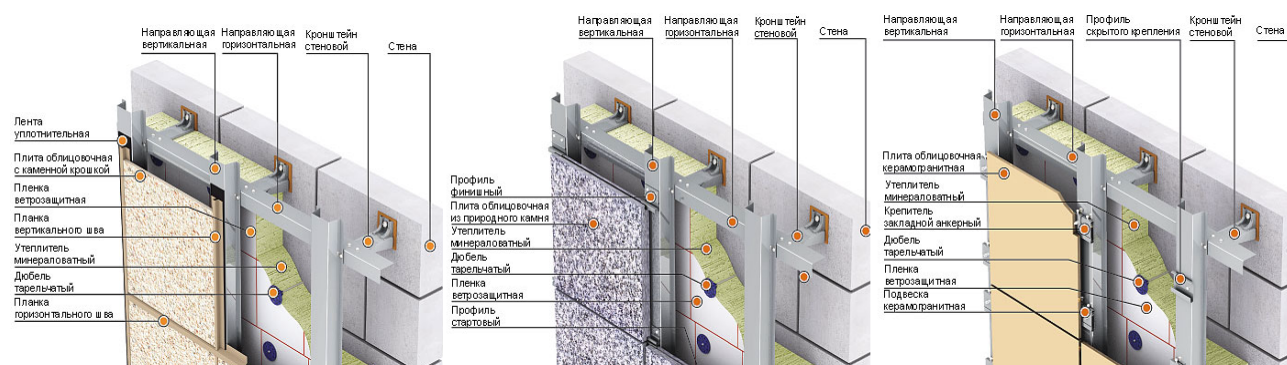


Рис. 3. Системы фирмы “NAVEK” – “Navek-010”, “Navek-030” и “Navek-050”

- “Navek-010” для крепления листовых облицовочных материалов.

Позволяет использовать фибро- и асбестоцементные плиты с декоративной поверхностью. В качестве крепежных изделий используются саморезы или вытяжные заклепки, окрашенные в цвет поверхности плиты.

Возможны варианты исполнения системы: с открытыми межплиточными швами и с применением декоративных планок заполнения горизонтальных и вертикальных швов. [4]

- “Navek-030” имеет скрытый способ крепления облицовочных плит из натурального природного камня.

Особенностью является сплошной несущий профиль из коррозионно-стойкой стали. Используется усиленный кронштейн, что позволяет снизить необходимое число кронштейнов в системе с 7-8 до 3-4 шт./кв.м. Узлы системы полностью удовлетворяют требования пожарной безопасности, включая зону оконных проемов. Система наилучшим образом подходит для облицовки объектов премиум-класса. [4]

- “Navek-050” имеет скрытый способ крепления керамогранитных плит.

Элементы крепежных изделий не выступают на лицевую часть фасада. Материалом несущих направляющих и элементов навески плиты является нержавеющей сталь, отвечающая всем требованиям пожарной безопасности конструкции. Система применяется на любых зданиях высотой до 75 м.

Важным моментом является оригинальный узел регулировочного винта подвески для регулировки зазора. Узел имеет усиленную многовитковую резьбовую часть, облегчая подготовку элемента к монтажу и повышая прочность и надежность всего узла.

На фасадные работы с системами “NAVEK” более чем на 150 объектах во многих городах большинства регионов России. [4]

Все чаще в европейской части страны можно увидеть здания с вентилируемыми фасадами отечественного производства. Причем причина этого не только в том, что отечественные производители способны поставить вполне сопоставимые по качеству с западными системы, но в 2 - 3, а иногда и более раз дешевле.

Скорость возведения фасада и его качество зависят не столько от качества самих фасадных элементов, сколько от сопровождающего их сервиса. Элементы фасадных систем - товар, как правило, штучный, изготавливаемый чаще всего непосредственно для конкретного здания и монтируемый обычно специалистами фирмы-изготовителя или под их контролем.

Территориальная же близость производителя от строящегося объекта позволяет предоставить более качественное обслуживание. Вполне вероятно, что доля российских производителей фасадных систем на отечественном строительном рынке будет возрастать.

Библиографический список

1. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции // М., Госстрой России, 2004. – с. 2-3.
2. Гагарин В. Г., Козлов В. В., Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК. 2004.- №2
3. Официальный сайт компании “U-kon system” //http://www.u-kon.ru/
4. Официальный сайт компании “NAVEK” //http://navek.ru/

References

1. Facade heat insulation system with air gap. Recommendations for the composition and content of documents and materials submitted for technical evaluation of the suitability of products // M., Gosstroy Russia, 2004. - With. 2-3.
2. Gagarin, VG, Kozlov VV, Calculation of thermal insulation of facades with ventilated air gap // AVOK. 2004. - № 2
3. Official website of "U-kon system" // http://www.u-kon.ru/
4. Official website of "NAVEK" //http://navek.ru/groznyj@bk.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 728.1:662.997

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доц. Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений Я. С. Бондарук
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Senior lecturer, T.V. Bogatova;
Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty Y. Bondaruk
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Т.В. Богатова, Я.С. Бондарук

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДОМОВ С СОЛНЕЧНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Представлены исследования влияния применения солнечных батарей на повышение энергоэффективности жилых зданий. Установлено, что применение солнечных батарей позволяет сократить до 70% энергии на отопление и горячую воду. Приведены рекомендации по применению солнечных батарей и основные правила проектирования солнечных домов.

Ключевые слова: солнечные батареи, энергосбережение, альтернативные источники энергии.

T.V. Bogatova, Y.S. Bondaruk

ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE IN ARCHITECTURAL AND TIPOLOGICAL FORMING OF BUILDINGS WITH SOLAR BATTERIES

Researches of solar batteries application influence on increasing of residential buildings power efficiency are presented. It was established that application of solar batteries permits to decrease energy on heating and hot water up to 70%. Recommendations for solar batteries application and basic rules of solar houses engineering are introduced.

Keywords: solar batteries, power efficiency, alternative energy sources

Повышение энергоэффективности зданий в последние десятилетия стало одним из основных направлений развития строительной индустрии. За рубежом начало разработок по улучшению теплозащиты эксплуатируемых зданий явилось следствием энергетического кризиса 70-х годов, и с 1976 года в большинстве зарубежных стран нормируемые величины теплозащиты конструкций увеличились в 2 - 3,5 раза. В настоящее время процесс этот не замер на месте: требования к используемым теплоизолирующим материалам постоянно повышаются, ужесточаются нормативы теплопроницаемости и смежных параметров отдельных строительных конструкций и сооружений в целом.

Теплоизоляция зданий и сооружений преследует несколько практических, целей: повышение уровня комфортности, тепло- и звукоизоляции, экономию топливных ресурсов и сокращение эксплуатационных расходов. Однако в концепцию энергоэффективного дома входит не только изоляция конструкций при помощи теплоизолирующих материалов, но и специфические инженерные решения системы вентиляции и теплоснабжения.

Для развития концепции энергосберегающего дома, безусловно, необходимо опираться на богатый опыт эксплуатации различных зданий. Очевидно, что энергоэффективность здания определяется совокупностью многих факторов. Исследования показывают, что при эксплуатации традиционного многоэтажного жилого дома через стены теряется до 40% тепла, через окна - 18%, подвал - 10%, крышу - 18%, вентиляцию - 14%. Поэтому свести теплопотери к минимуму возможно только при комплексном подходе к энергосбережению.

В зарубежной практике уже довольно активно используются альтернативные источники энергии. Вот один из многих примеров зданий, где используется энергия солнечной радиации для отопления и подачи горячей воды

Солнечный дом Шмида. В солнечном доме Шмида 70% энергии на отопление и горячую воду производят коллектор площадью 62 м² и резервуар объемом 12 м. Семья Шмидов из Регенсбурга отапливает дом солнечной энергией и лишь небольшим количеством дров.

С зимы 2004 года семья Шмидов живет в солнечном доме, который на 70% отапливается энергией солнца. Оставшаяся часть приходится на котел, работающий на щепе, мощностью 20 кВт. Томас Шмид ведет учет расходов. «В наш второй отопительный сезон, холодной зимой 2005/6, мы первый раз затопили 14 ноября, а в последний раз – 5 марта,» - вспоминает он. Система солнечно-древесного отопления не только сохраняет его деньги, но и не наносит вред окружающей среде.

Если пройти вдоль дома с северной стороны (рис.1), то нельзя даже предположить, что сзади скрывается «солнечная электростанция» (рис.2). Две двери на террасу и большие окна пропускают в дом солнечный свет, что позволяет пассивно использовать солнечную энергию. А на крыше установлен солнечный коллектор размером 62 квадратных метра. Крыша с углом наклона 60 градусов больше напоминает фасад.



Рис. 1. Дом Шмида, г. Регенсбург. Северный фасад



Рис. 2. Дом Шмида. Вид солнечных батарей

Преимуществом крутого ската крыши является то, что зимой солнце стоит практически вертикально к крыше и накопитель поглощает особенно много солнечного тепла. С середины февраля по середину марта семья Шмид обходится лишь солнечной энергией для отопления жилой площади в 220 квадратных метров. В темное время года котел дает дополнительное тепло накопителю, чей объем составляет 12 кубических метров, и тепло аккумулируется внутри дома.

Сведения о солнечном доме Шмида:

Дом жилой площадью 220 м², с подвалом

Строение из кирпича с внешней изоляцией и обшивкой досками в разбежку

Площадь коллектора 62 м²

Угол наклона коллектора 60 градусов

Накопитель: швейцарский накопитель объемом 12 м³

Высота 7,8 м, двухступенчатая система разгрузки/загрузки

Распределение тепла: стеновое панельное отопление и «теплый пол»

Дополнительное отопление: котел, работающий на щепе, мощностью 20 кВт

Потребность в топливе: от 3 до 5 стер (складочный кубический метр) дров.

Рекомендации по применению солнечных батарей

Первым этапом проектирования солнечного дома считается выбор оптимальной формы здания. Как правило, рекомендуется компактная, близкая к квадрату форма плана с минимальным периметром наружных стен.

Показателем компактности служит коэффициент, равный отношению площади наружных стен к внутреннему объему здания. Для уменьшения поверхности наружных стен могут использоваться цилиндрические, полусферические и другие нетрадиционные формы.

Особое значение при проектировании солнечного дома приобретают планировка участка и правильная ориентация. Для эффективного использования солнечной радиации южная стена или кровля жилого дома должны облучаться прямыми солнечными лучами с 9.00 до 15.00 даже в самый неблагоприятный день. Для этого солнцевоспринимающий фасад должен быть ориентирован на юг с отклонением не более чем на $10..20^\circ$.

При детальном проектировании зданий (ориентация, инсоляция и т. д.) должны также учитываться по возможности энергетические требования. Солнечные дома необходимо проектировать очень тщательно, и этот принцип должен соблюдаться в мельчайших деталях.

Вот основные правила, которых следует всегда придерживаться:

- строить с учетом климата и изучать естественные условия;
- проект, не учитывающий сохранение энергии, в большинстве случаев не имеет успеха и всегда неэкономичен;
- хорошая инсоляция всего здания обеспечивает снижение его энергетических потребностей;
- значение R для стен и крыши должно составлять не менее 5;
- применять по возможности тройное остекление;
- располагать отверстия и солнечные коллекторы с южной стороны и правильно ориентировать здание;
- избегать затенения южного фасада здания;
- учитывать, что технически и конструктивно многократное использование энергии всегда находит применение в доме (отработанная вода, освещение и т. д.);
- предусматривать защиту дома от холодного ветра (деревьями, склонами, тепловыми буферными зонами и т. д.);
- тщательно рассчитывать оптимальное соотношение между объемом здания и наружной поверхностью (максимально возможный объем при наименьшей поверхности);
- предусматривать проектирование тепловой буферной зоны (т.е. двойные двери, крытые террасы и др.);
- использовать редкое физическое явление экзотермии (теплоотдачи);
- использовать термические свойства аккумуляторов здания с точки зрения оптимального решения резервуара для возмещения дневных (ночных) теплопотерь и удовлетворения сезонных тепловых энергетических требований;
- учитывать оптимальное соотношение комфортной, автономной и наружной энергий;
- уменьшать теплопотери через окна, увеличивая величину R (окно днем обеспечивает нас меньшим количеством тепла, чем теряет его ночью.).

Применение данных решений на территории нашей страны

К сожалению, Россия в вопросе развития "солнечного" домостроения продолжает отставать от индустриального мира, хотя ее климатические условия позволяют строить "солнечные" здания во многих регионах. Еще 20 лет назад в Московском архитектурном институте был создан первый отечественный эскизный проект загородного "солнечного" дома, который так и не был реализован.

Сегодня, правда, фронт работ по строительству "солнечных" зданий расширился. Этому способствует деятельность созданного в 1994 году в Москве "Интерсолцентра", вскоре ставшего ассоциированным членом ОРЕТ. Его задача - интеграция с ЮНЕСКО и другими

международными организациями, а также мониторинг российских проектов по "солнечному" дому, включенных в Мировую солнечную программу на 1996-2005 годы. По инициативе "Интерсолцентра" и при поддержке Минтопэнерго и Министерства промышленности, науки и технологий России в 1996 году был организован Московский солнечный саммит, а в 1999 году прошли Международный конгресс и выставка "Бизнес и инвестиции в области воспроизводимых источников энергии в России".

Не так давно в Московском государственном строительном университете была разработана программа "Солнечный дом" и создан проект жилого дома "СОЛ-1" (руководитель - архитектор Т. В. Захарова), получивший золотую медаль на международной выставке "Жилище-99". В этом проекте использованы исключительно элементы пассивной системы энергосбережения: две стены Тромба, гравийные накопители тепла в полуподвальном помещении, массивные полы, перекрытия и стены. Хорошим аккумулятором тепла служат сад и теплица, расположенные на втором этаже. По расчетам, в жилище, построенном по проекту "СОЛ-1", только в зимнее время придется пользоваться дополнительными источниками тепла, расход которых сокращен на 70%. Проект наш, российский, однако первый объект по "СОЛ-1" будет построен в Германии, хотя в перспективе собираются возводить подобные дома и в южных районах России. Кроме этого у нас разработан проект СЭС мощностью 1,5 МВт для детского санатория в Кисловодске, а в Калмыкии уже ведется строительство подобной станции. Успешно работают над "солнечной" программой НПО "Астрофизика" и АО "Ставропольэнерго", создавшие автономные гелиоэнергетические установки и блочные модульные электростанции с параболическими концентраторами и зеркалами, оснащенными системами слежения за Солнцем. Наконец-то появился план "солнечной" деревни в Краснодарском крае. Фирма "Солнечный ветер" (г. Краснодар) и завод "Красное знамя" (г. Рязань) готовы поставить для нее солнечные модули и фотоэлементы. И все же по сравнению с тем, что делается в области солнечной энергетики в западных странах, - это капля в море. А ведь наша промышленность и проектные институты давно готовы внести свою лепту в мировую копилку разработок по "солнечному" домостроению. Это и тепловые коллекторы, и высокоэффективные фотоэлементы, и изделия из специально обработанной влаго- и огнестойкой древесины.

Возможно, российские "солнечные" дома, особенно в сельской местности, будут больше тяготеть к деревянным конструкциям, чем на Западе, где дерево в большом дефиците. Но основная концепция энергосберегающего дома, по-видимому, должна быть единой - в Европе ли, в Америке или на необъятных просторах России. Нужна технологическая совместимость элементов "солнечного" дома, изготавливаемых у нас и в других странах. Мы должны интегрироваться в зарубежное производство, иначе безнадежно отстанем и будем вынуждены покупать "солнечные" дома за границей, где уже сейчас 1 м² гелиоколлекторов, поставляемых западными фирмами, стоит в среднем 400 долларов.

Солнечная энергетика еще в самом начале пути. Ее вклад в общее мировое энергопотребление не превышает 0,1%, а среди возобновляемых источников ей принадлежит около 1%. Но технический прогресс, достигнутый в этой области за последнее десятилетие, так велик, что специалисты дают весьма оптимистические прогнозы: уже к середине XXI века солнечная энергетика наряду с другими возобновляемыми источниками (геотермальные и приливные станции, ветровые турбины и др.) может занять ведущее положение в мире.

Что касается "солнечного" домостроения, то, как считает автор проекта "СОЛ-1" Т. В. Захарова, "энергосберегающие "солнечные" дома должны стать не только источником экономии средств, но и предметом моды". Тогда солнечная энергия войдет в каждый дом и на смену сегодняшним задымленным городам придут чистые и светлые. Очень хотелось бы, чтобы это "солнечное половодье" пришло и в нашу страну.

Библиографический список

1. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. – М.: Высш. шк., 1991. – 255 с.: ил.
2. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табушников, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
3. Интернетсайт www.ppu21.ru
4. "Наука и жизнь" № 12, 1985 г
5. "Наука и жизнь" № 6, 2000 г. и № 8, 2001 г.

References

1. Belyaev V.S., Khohlova L.P. Designing of the energy economical and energy active of the civil buildings. – M.: Hight sch., 1991. – 225 p.: ill.
2. Tabunshikov, U.A. The power effective buildings / U.A. Tabunshikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin. – M.: AVOK-PRESS, 2003. – 200 p.
3. Internetpage www.ppu21.ru
4. "Science and life" #12, 1985
5. "Science and life" #6, 2000 and #8, 2001

*Воронежский государственный
архитектурно – строительный университет
Канд.тех. наук, доцент кафедры
железобетонных и каменных конструкций
С.Н. Золотухин;
Магистрант кафедры железобетонных и ка-
менных конструкций Е.В. Сысоева
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-53-84
e-mail: gbkk@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand.Sci.Tech., senior lecturer of reinforced
concrete and stone constructions faculty
S.N. Zolotuhin;
Master of reinforced concrete and stone
constructions faculty E.V. Sysoeva
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-53-84
e-mail: gbkk@vgasu.vrn.ru*

С.Н. Золотухин, Е.В. Сысоева

ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ Г. ВОРОНЕЖА

Представлены результаты исследований из сборно-монолитного железобетона, различных конструктивных схем каркасов зданий. Выполнено технико-экономическое сравнение нескольких видов каркаса. Более подробно рассмотрены каркасные железобетонные конструкции с натяжением арматуры в построечных условиях.

Ключевые слова: сборный железобетон, монолитный железобетон, каркас, арматура.

S.N. Zolotuhin, E.V. Sysoeva

POWER SAVINGS QUESTIONS AT A CHOICE OF CONSTRUCTIVE SCHEMES OF SKELETONS OF MANY-STOREYED BUILDINGS IN C. VORONEZH

The results of studies precast reinforced concrete, structural schemes of various building frames. Produced technical and economic comparison of several kinds of frame. More detailed consideration of reinforced concrete frame construction with tension reinforcement in its construction conditions.

Keywords: prefabricated concrete, monolithic construction, carcass, reinforcement.

История массового строительства из сборного железобетона начинается с середины 50-х годов. Начало этого периода в России неразрывно связано с именем Н. С. Хрущева. Его волевым решением перед строителями была поставлена задача: найти решение жилищной проблемы, особенно острой в послевоенные годы. И такое решение в короткие сроки было найдено в индустриализации домостроительного производства, превращении строительства в механизированный процесс сборки зданий и сооружений из укрупненных изделий. Тогда же начал издаваться журнал «Бетон и железобетон», который оказал большую помощь в пропаганде последних достижений науки и техники, обмену опытом научно-исследовательских коллективов, передовыхстроек и заводов железобетонных изделий. Однако, существенным недостатком строительства зданий из сборного железобетона является перерасход материалов, приводящий к увеличению стоимости строительства.

В западных странах строительная отрасль пошла по пути развития домостроения из монолитного железобетона. Здесь до 1960 г.в связи с недостатком жилья основным фактором для строительных предприятий являлась скорость строительства. При этом отодвигались на второй план вопросы качества жилья, комфортности проживания в нем, затратности его

эксплуатации. Здания строились однообразные по архитектуре, но отличались от зданий из сборного железобетона относительной дешевизной[1].

Внедрение опыта монолитного домостроения в нашей стране столкнулось с рядом проблем, вызванных особенностями российского климата, где 5 месяцев в году наружный воздух имеет минусовую температуру, что потребовали серьезных проектных и технологических решений по отработке узлов наружных стен, обеспечивающих защиту от промерзания, повышенного внимания и перерасхода затрат энергии при производстве работ в зимнее время. Кроме этого, наличие созданной ранее производственной базы сборного домостроения позволяла резко повысить эффективность конструктивных схем сборных железобетонных каркасов с использованием предварительно напряженных элементов в построечных условиях.

В настоящее время в практике российского домостроения наиболее отработаны 6 видов конструктивных схем каркасных сборно-монолитных зданий:

1. Связевой каркас межвидового применения 1.120-1/87.
 2. Каркас с безбалочными безкапитальными перекрытиями «КУБ - 2.5».
 3. Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением плиты – несъемной опалубки $\delta=6\text{мм}$ (патент №2107784).
 4. Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением пустотной плиты;
 5. Монолитный безригельный каркас с шагом колонн 6 м.
 6. Универсальная архитектурно - строительная система серии Б-1.020.7 (Белорусская) [2].
- Сравнительные характеристики каркасов приведены в таблице.

Таблица

Технико-экономическое сравнение сборно-монолитных каркасов многоэтажных зданий

Вид каркаса	Приведенная толщина перекрытия (см)	Расход стали на 1м ² перекрытия (кг)	Доля монолитного бетона на перекрытие (м ³)	Расход сборного ж/б на 1м ² общей площади
Связевой каркас межвидового применения 1.120-1/87	14,7	14,2	0,01	0,27
Каркас с безбалочными безкапитальными перекрытиями «КУБ - 2.5»	16	20,2	0,02	0,25
Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением плиты – несъемной опалубки $\delta=6\text{мм}$ (патент №2107784)	14,6	9,8	0,08	0,12
Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением пустотной плиты	14,2	8,8	0,015	0,17
Монолитный безригельный каркас с шагом колонн 6 м	16	13,46	0,214	0
Универсальная архитектурно - строительная система серии Б-1.020.7 (Белорусская)	14,2	14,6	0,06	0,18

При внешней схожести готовых каркасов, выстроенных по этим конструктивным схемам, они отличаются технологией изготовления несущих элементов, их монтажа и экономическими параметрами.

Из таблицы видно, что связевой каркас межвидового применения 1.120-1/87 является одним из лучших. На сегодняшний день каркасные железобетонные конструкции с натяжением арматуры в построечных условиях - перспективное направление строительства жилых и общественных зданий. В данном направлении успешно ведется строительство в г. Воронеже. Возводятся 10-ти и 16-ти этажные жилые дома с различными блокировками секций, сеткой колонн каркаса 4,2х4,2 м.

Особенностью данного проекта является конструктивная схема. Пространственная система несущих рам каркаса образуется колоннами, плитами перекрытия и бортовыми элементами, расположенными по наружным осям здания. Система каркасных конструкций относится к безригельной, т.к. соотношение высоты сечения ригеля к его пролету составляет 1/24.

Сборные элементы в данной конструкции объединяются между собой в процессе возведения здания без закладных элементов и сварочных работ, а только за счет предварительного напряжения высокопрочной арматуры - в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Для пропуска канатов в колоннах предусмотрены отверстия, см. рис 1.

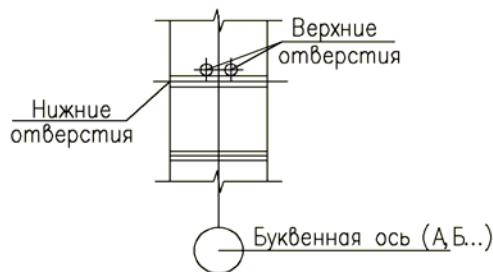


Рис. 1. Узел сопряжения колонны с ригелем

«Ригели» рам образуются бортовыми частями примыкающих панелей перекрытий по всем внутренним осям, бортовыми частями панелей перекрытий и бортовыми элементами - по наружным осям, совместно с бетоном замоноличивания зазора между ними. Таким образом, сечение «условного ригеля» представляет собой сборно-монолитный элемент, сборные части которого обжаты гранями колонн, а в монолитной части располагаются напряженные канаты класса К7, рис.2. Зазоры в местах примыкания панелей перекрытий к колоннам (места передачи обжатия) до натяжения канатов заделываются тяжелым мелкозернистым раствором класса В30 [3].

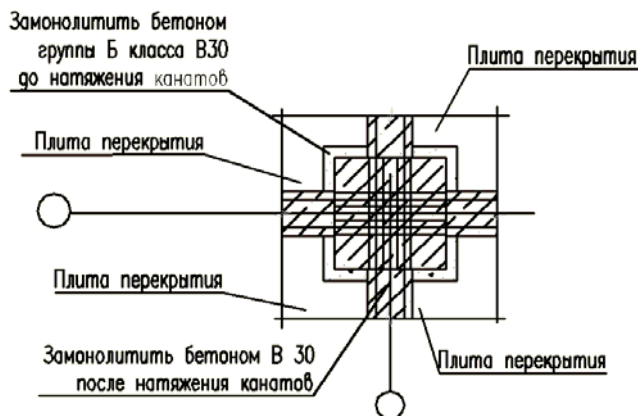


Рис. 2. Узел примыкания колонны с плитами перекрытия

Соотношение сил трения, возникающих в узлах каркаса вследствие предварительного напряжения и реакций от вертикальных расчетных нагрузок, обеспечивает значительные коэффициенты запаса на сдвиг и делает излишним применение традиционных способов опирания перекрытий на ригели и соответственно ригелей на колонны. При этом отсутствует необходимость устройства железобетонных или металлических поперечных консолей, закладных деталей и выпусков арматуры, а также их сварки. В данной каркасной схеме предусмотрены диафрагмы жесткости и ядра жесткости для восприятия нагрузок.

Преимущества данной конструкции очевидны:

- общая экономия материальных и трудовых ресурсов в пределах 36% по сравнению с крупнопанельными или монолитными каркасными зданиями;
- универсальность при минимальной номенклатуре, технологичность производства изделий при их высокой оборачиваемости;
- сейсмостойкость;
- возможность производства работ в зимнее время;
- возможны разнообразные архитектурно-планировочные решения;
- повышение качества выполняемых работ;
- улучшение условий труда рабочих;
- повышение индустриальности строительства;
- значительное снижение затрат энергии при производстве работ в зимнее время.

В результате на 1 м² используется меньше стали и бетона. Общий расход стали снижен до 10-40%, бетона и трудоемкости - до 20% и общей стоимости до - 25%.

Но к недостаткам каркасных зданий, возводимых по данной серии в г. Воронеж, относится пролет рам (4,2м), что сдерживает строительство подземных паркингов в жилых и общественных зданиях. Одним из основных преимуществ предварительного железобетона является экономическая эффективность при перекрытии пролетов больших, чем 6м. Поэтому, основным направлением дальнейших исследований является разработка вариантов каркаса, позволяющих перекрывать пролеты 6м, 7,2м, 9м.

Библиографический список

1. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции [Текст] : Учеб. для вузов. - 5-е изд., перераб. и доп. / В.М. Бойков; Стройиздат. - М., 1991. - 767 с.
2. СНиП 2.03.01-84 Бетонные и железобетонные конструкции [Текст]. – М. 1989.
3. Шембаков, В.А. Сборно-монолитное домостроение [Текст] / В.А. Шембаков - Чебоксары, 2005 г.

References

1. Reinforced concrete structures: total heading: textbook for high school. – №5 – М.: build publisher, 1991. – 767 p.: il.
2. SNiP 2.03.01-84*. Concrete and reinforced concrete structures. – М.: Gosstroif of USSR, 1989. – 86 p.
3. «Prefabricated and monolithic housing construction» Shimbacov V.A.–Chebocsary, 2005y.

УДК 721.011.1:697.7

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Магистрант кафедры отопления и
вентиляции В.А. Мургин;
Студентка факультета инженерных
систем и сооружений Н.В. Кузнецова
Россия, г.Воронеж, тел 8(4732)64-77-87;
e-mail: murginv@rambler.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
The master of chair of heating and ventilation
V.A. Murgin;
The student of faculty of the engineering
Systems and constructions N.V. Kuznetsova
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)64-77-87;
e-mail: murginv@rambler.ru*

В.А. Мургин, Н.В. Кузнецова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИЙ СОЛНЦА И ВЕТРА ДЛЯ БЕСПЕРЕБОЙНОГО АЛЬТЕРНАТИВНОГО СНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Рассматривается целесообразность использования сезонных солнечных водонагревателей, работающих в период с марта по сентябрь, а также солнечных энергоустановок совместно с ветровыми.

Ключевые слова: солнечная энергия, энергия ветра, альтернативное энергообеспечение зданий.

V.A. Murgin, N.V. Kuznetsova

USE OF THE SUN AND WIND FOR THE UNINTERRUPTED ALTERNATIVE SUPPLY OF BUILDINGS

The expediency of use of the seasonal solar water heaters working during the period from March till September, and also solar installations together with the wind is considered.

Keywords: a solar energy, a wind power, alternative power supply of buildings.

Рост потребления топливных ресурсов и сокращение их запасов вынуждает активно проводить энергосберегающие мероприятия и использовать возобновляемые экологически чистые источники энергии. К ним, в полной мере относятся ветровая и солнечная энергии, являющиеся наиболее доступными для многих климатических регионов России.

Одновременное энергообеспечение зданий обозначенными альтернативными способами, позволяет достичь их взаимозаменяемости при нестабильных климатических условиях и, тем самым, обеспечить бесперебойное снабжение объектов.

Возможности использования экологически чистой практически повсеместно доступной возобновляемой энергии солнечного излучения привлекают все большее внимание специалистов. В соответствии с прогнозами уже в течение ближайших 15-20 лет возобновляемые источники энергии должны занять заметное место в мировом энергетическом балансе, обеспечивая замещение истощающихся запасов органического топлива и экологическое оздоровление окружающей среды.

В среднем, в зависимости от климатических условий и широты местности, поток солнечного излучения на земную поверхность составляет от 100 до 250 Вт/м², достигая пиковых значений в полдень при ясном небе, практически в любом (независимо от широты) месте, около 1000 Вт/м² [1]. В условиях средней полосы России солнечное излучение «приносит» на поверхность земли энергию эквивалентную примерно 100 - 150 кг у. т/(м² год) [1]. Поэто-

му перед разработчиками и создателями различного вида солнечных установок стоит задача наиболее эффективно «собрать» этот поток энергии и преобразовать его в требуемый вид при наименьших затратах на альтернативную систему. Простейшим и наиболее дешевым способом использования солнечной энергии является нагрев бытовой воды в плоских тепловых коллекторах.

Солнечный коллектор данного типа имеет плоский корпус, теплоизолированный с тыльной стороны и боковых поверхностей, внутри которого помещена тепловоспринимающая металлическая или пластиковая панель, окрашенная для лучшего поглощения солнечного излучения в темный цвет или покрытая специальным оптическим селективным покрытием, хорошо поглощающим и мало излучающим волны в инфракрасной области. Панель, закрытая сверху светопрозрачным ограждением, выполненном в один или два слоя стекла или прозрачного стойкого под воздействием ультрафиолета пластика, имеет каналы, по которым движется нагреваемая вода и затем направляется в теплоизолированный бак. За световой день циркуляция воды в контуре солнечный коллектор – бак-аккумулятор может происходить неоднократно, обеспечивая ее подогрев до необходимого уровня, который зависит от соотношения между объемом бака и площади поглощающих панелей, а также от климатических условий. Циркуляция воды в замкнутом контуре солнечного коллектора может осуществляться принудительно с помощью маломощного насоса или естественным образом за счет разности гидростатических давлений в столбах холодной и нагретой воды. В последнем случае бак должен располагаться выше верхней отметки солнечного коллектора.

В климатических условиях средней полосы России солнечные водонагревательные установки могут эффективно использоваться различными потребителями в бытовых целях в течение 6-7 месяцев в году (март/апрель - сентябрь). Для нагрева 100 литров воды солнечная установка должна иметь 2-3 м² солнечных коллекторов. Такая водонагревательная установка в летнее время обеспечит ежедневный нагрев воды до температуры не менее 45°C с вероятностью 70-80%. Общий КПД гелиосистемы составляет [2]

$$\eta_s = \eta_k \eta_T n + \eta_k \eta_A (1 - n), \quad (1)$$

где n – соотношение потребляемой энергии Q_{Π} к полученной в солнечном коллекторе Q_K ,

$n = \frac{Q_{\Pi}}{Q_K}$; $1 - n = \frac{Q_A}{Q_K}$ - доля аккумуляирования тепловой энергии (Q_A) от полученной в сол-

нечном коллекторе (Q_K); η , η_A , η_T – соответственно КПД гелиоустановки и отдельных ее устройств: аккумулятора тепловой энергии и теплообменника, передающего теплоту от теплоносителя, нагреваемого в плоском коллекторе, к воде, которая направляется к потребителю. Степень улавливания солнечного излучения определяется конструктивными особенностями коллектора и местом его установки, что отражается на его КПД η_k и на работе всей системы в целом.

Как с энергетической, так и с экономической точек зрения для создания бытовых солнечных водонагревателей целесообразно использовать простейшие солнечные коллекторы с одним прозрачным ограждением. В конструкции поглощающих панелей следует использовать элементы солнечных батарей, и наряду с выработкой тепловой энергии получать при интенсивном излучении и электрическую. Тогда общий КПД установки с учетом изначального предназначения - получать горячую воду возрастет.

Для успешного продвижения солнечных водонагревателей на российский рынок необходима разработка технических решений и применение новых материалов, обеспечивающих при высоком качестве и долговечности снижение стоимости солнечных водонагревателей по крайней мере до 70-100 долларов в расчете на 1 м² солнечного коллектора. В этом случае при замещении водонагревателей солнечной установкой срок её окупаемости составит не более 2-3 лет [3].

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) достигли сегодня уровня коммерческой зрелости и в местах с благоприятными скоростями ветра могут конкурировать с традиционными источниками электроснабжения. Из всевозможных устройств, преобразующих энергию ветра в механическую работу, в подавляющем большинстве случаев используются лопастные машины с горизонтальным валом, устанавливаемым по направлению ветра. Намного реже применяются устройства с вертикальным валом.

Установка ВЭУ оказывается целесообразной только в местах, где среднегодовые скорости ветра достаточно велики.

КПД достигает для лучших ветровых колес примерно 0,45. Это означает, например, что ветровое колесо с длиной лопасти 10 м при скорости ветра 10 м/с может иметь мощность на валу в лучшем случае 85 кВт. Общий КПД системы энергообеспечения при использовании ВЭУ составляет

$$\eta^B = \eta_V n + \eta_V \eta_A^B (1 - n), \quad (2)$$

где n – соотношение энергии, направляемой в сеть для потребления $\mathcal{E}_C$, и полученной от альтернативной установки $\mathcal{E}_B$, $n = \frac{\mathcal{E}_C}{\mathcal{E}_B}$; $1 - n = \frac{\mathcal{E}_A}{\mathcal{E}_B}$ – соотношение энергии, направляемой

для аккумуляирования $\mathcal{E}_A$ при незначительном потреблении в сети, и полученной от ветровой установки $\mathcal{E}_B$; η_V , η_A^B – КПД, соответственно, ветрового колеса и аккумулятора.

Наибольшее распространение из установок, подсоединяемых к сети, сегодня получили ветроэнергетические установки с единичной мощностью от 100 до 500 кВт. Удельная стоимость ВЭУ мощностью составляет сегодня около 1200 долл/кВт и имеет тенденцию к снижению.

Расчетная скорость ветра для больших ВЭУ обычно принимается на уровне 11-15 м/с. Как правило, чем больше мощность агрегата, тем на большую скорость ветра он рассчитывается. Однако в связи с непостоянством скорости ветра большую часть времени ВЭУ вырабатывает меньшую мощность. Считается, что если среднегодовая скорость ветра в данном месте не менее 5-7 м/с, а эквивалентное число часов в году, при котором вырабатывается номинальная мощность не менее 2000, то такое место благоприятно для установки крупной ВЭУ и даже ветровой фермы.

Автономные установки киловаттного класса, предназначенные для энергоснабжения сравнительно мелких потребителей, могут применяться и в районах с меньшими среднегодовыми скоростями ветра.

Сегодня в некоторых промышленно развитых странах установленная мощность ВЭУ достигает заметных значений. Так, в США установлено более 1,5 млн. кВт ВЭУ, в Дании около 3% потребляемой страной энергии производится ветровыми установками. На лидирующих позициях в таком альтернативном энергообеспечении находятся Швеция, Нидерланды, Великобритания и Германия.

По мере совершенствования оборудования и увеличения объема их выпуска стоимость ВЭУ, а значит, и стоимость производимой ими энергии снижаются. Если в 1981г. стоимость электроэнергии производимой ВЭУ, составляла примерно 30 американских центов за кВт.ч, то сегодня она составляет 6-8 центов.

В развивающихся странах интерес к ВЭУ связан в основном с автономными установками малой мощности, которые могут использоваться в населенных пунктах, удаленных от систем централизованного электроснабжения или при перебоях в сети. Такие установки уже сегодня конкурентоспособны с дизелями, работающими на привозимом топливе. Однако в непостоянство скорости ветра заставляет применять аккумуляторы или резервную установку на органическом топливе.

Любая автономная система, в том числе и ветроэлектрическая, работает независимо от сети централизованного энергоснабжения. В этих условиях ВЭУ может функционировать

самостоятельно и использоваться как дублер любого другого генератора или применяться в сочетании с другими энергетическими установками в качестве компонента комбинированной системы энергоснабжения. Такие системы используются для подъема воды или для электро-снабжения домов, ферм или производственных помещений малых предприятий. Как правило, маломощные автономные ВЭУ генерируют постоянный ток для заряда АБ. Система содержит инвертор для преобразования постоянного тока в переменный с напряжением 230 В. В настоящее время в России получили распространение такие ветроэнергетические установки мощностью до 0,5 кВт. Разработаны и используются опытные образцы ВЭУ мощностью 2,5; 5; 8 и 10 кВт. Более мощные системы, используемые, например, для электроснабжения нескольких объектов, обычно генерируют переменный ток.

В России имеется многолетний положительный опыт применения водоподъемных ветроустановок на пастбищах в степных или пустынных районах без устройств аккумуляции и резервных источников питания (бензиновых или дизельных электростанций).

Приоритетным направлением развития ветроэнергетики в России на ближайшее время будет автономное использование малых и средних ВЭУ в отдаленных регионах Крайнего Севера, так как там сосредоточены основные ветроэнергетические ресурсы страны, низкая плотность населения, отсутствуют крупные электрические сети и имеется около 17 тыс. малых населенных пунктов, где целесообразно использовать ВЭС для целей энергоснабжения. В 1996-1998 г.г. в Мурманской и Архангельской областях установлены первые автономные ВЭУ мощностью 10 кВт.

Очевидно, что ключевым фактором, определяющим выбор между применением автономной энергетической системы и проведением линий электропередачи (ЛЭП) от объекта к сетям централизованного энергоснабжения, является конкурентоспособность стоимостных характеристик ВЭУ в сравнении с подключением к сети.

Электрическая энергия может быть получена и за счет преобразования солнечного излучения фотоэлектрическими батареями (ФБ). Несмотря на довольно высокую, в настоящее время, стоимость ФБ, их использование совместно с ВЭУ в некоторых случаях может быть эффективным. Поскольку зимой существует большой потенциал ветра, а летом в ясные дни максимальный эффект можно получить, используя ФБ, то сочетание этих ресурсов оказывается выгодным для потребителя.

Библиографический список

1. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г. Анализ показателей эффективности использования солнечных водонагревательных установок// Сантехника, отопление, кондиционирование. - 2004. - № 5. - С. 106-107.
2. Щукина Т.В. Солнечное теплоснабжение зданий и сооружений: Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т., Воронеж, 2007 – 120 с.
3. Сотникова О.А., Чудинов Д.М. Экономическая эффективность использования солнечных систем горячего водоснабжения// АВОК. - 2007. - № 2. - С. 88-94.

References

1. Popel O. S, Frid S.E., Kolomiets JU.G. Analys of indicators of efficiency of use of solar water-heating installations//the Sanitary technician, heating, air-conditioning. - 2004. № 5. - P. 106-107.
2. Schukina T.V. Solar a heat supply of buildings and constructions: Voronezh. State Arh.-build. University, Voronezh, 2007 - 120 p.
3. Sotnikova O. A, CHudinov D.M. Economic efficienc of use of solar systems of hot water supply//AVHAC. - 2007. - № 2. - P. 88-94.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р. техн. наук, проф. кафедры городского
строительства и хозяйства Э.В. Сазонов
e-mail: frida@comch.ru
Канд. техн. наук, проф. кафедры городского
строительства и хозяйства В.Н. Семёнов
e-mail: svn@vgasu.vrn.ru
Аспирант кафедры городского строительства и
хозяйства А.В. Лукьяненко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-52-49
e-mail: Lukjanenko.Ann@yandex.ru*

*Voronezh state university of architecture
and Civil Engineering
D.Sc. in Engineering, the professor of Civil
building and facilities A.V. Sazonov
e-mail: frida@comch.ru
D.E., the professor of Civil building and
facilities V.N. Semenov
e-mail: svn@vgasu.vrn.ru
Student of post-graduate course of Civil
building and facilities A.V. Lukianenko
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-52-49
e-mail: Lukjanenko.Ann@yandex.ru*

Э.В. Сазонов, В.Н. Семёнов, А.В. Лукьяненко

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ТЕПЛОНАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В работе рассмотрены экологические аспекты оптимизации общего расхода условного топлива в тепловой сети, включающей последовательно связанные тепловые насосы, пиковый источник тепловой энергии и подпитывающие энергоисточники. В качестве переменных оптимизации выбирались температуры конденсации рабочих сред в тепловых насосах.

Ключевые слова: оптимизация, тепловые насосы, температура конденсации, условное топливо, горячее водоснабжение, энергозатраты, экологические аспекты, вредные выбросы.

A.V. Sazonov, V.N. Semenov, A.V. Lukianenko

ECOLOGICAL ASPECTS OF OPTIMIZATION WORKING OF HEAT PUMPS' EQUIPMENT

This article deals with the ecological aspects of optimization of the total consumption of standard coal in the heat network, which includes currently jointed thermal pumps, topping source of heat energy and feeding source of energy. As parameters of optimizations there have been chosen the temperatures of condensation of working surroundings in heat pumps.

Keywords: optimization, heat pump, temperature of condensation, standard coal, heat supply, topping source, hot water supply, power inputs, ecological aspects, detrimental emission.

Важность и необходимость повышения энергетической эффективности хозяйственного комплекса государств в настоящий момент является первоочередной задачей. На пути роста энергетики встает ряд проблем, таких как: ограниченность невозобновляемых источников энергии, повышение цен на энергоносители, прогрессирующее загрязнение окружающей среды и др. В настоящее время возросли экологические требования, предъявляемые к зданиям и сооружениям. Ужесточились требования к срокам окупаемости вновь вводимых в эксплуатацию объектов, заметно изменилось соотношение цен на энергоносители. Улучшение экологической обстановки и уменьшением затрат в области жилищно-коммунального комплекса можно обеспечить за счёт проведения мероприятий по энергосбережению. Одним из таких меро-

приятый может быть создание новых методов использования возобновляемых энергоресурсов (ВЭР), а именно использованию в системах горячего водоснабжения тепловых насосов (ТН).

К основному преимуществу теплонасосного оборудования с экологической точки зрения можно отнести, что это экологически чистый метод горячего водоснабжения, т.к. не производится эмиссия CO_2 , NO_x и других выбросов, приводящих к нарушению озонового слоя и кислотным дождям.

Для обеспечения требуемой тепловой нагрузки могут использоваться теплонасосные системы горячего водоснабжения (ТСГ), в которых первичным источником теплоты служат тепловые насосы. Оптимизация работы данного оборудования требует кардинального пересмотра оценки многих технико-экономических показателей ТСГ. А способы оптимизации работы ТСГ, поиска современных, энергосберегающих технических решений далеко не исчерпаны.

Технико-экономические показатели теплонасосной системы горячего водоснабжения зависят от ряда факторов. Важнейшими из них являются тепловая мощность и конструкция тепловых насосов (ТН), температуры кипения и конденсации рабочего вещества ТН, температурный уровень и тип системы горячего водоснабжения, степень замещения тепловым насосом расчетной тепловой нагрузки, энергоэкономические параметры низкопотенциального источника теплоты, надежность работы. Оптимизация значения этих показателей зависят от исходных данных. А именно, продолжительности отопительного сезона, расчетной температуры наружного воздуха, вида и стоимости топлива и электроэнергии и др. Анализ рассматриваемых систем показывает [1], что инженерные методы оптимизации технико-экономических показателей теплонасосных систем горячего водоснабжения разработаны недостаточно, что снижает возможность проектирования и производства высокоэффективных систем.

Оптимальное распределение тепловых нагрузок между основным и пиковым источниками теплоты в децентрализованных системах горячего водоснабжения является актуальной технико-экономической задачей. Опыт использования тепловых насосов в системах горячего водоснабжения, в которых они выполняли бы функцию основного источника теплоты, в нашей стране практически отсутствует, но по методике оптимизации подобных систем выполнено значительное количество работ, некоторые из них указаны в [2, 3]. Согласно принятой в РФ методике технико-экономических расчетов оптимальный вариант выбирался по минимуму приведенных затрат, определяемых для каждого из сравниваемых вариантов. Данная методика связывает выбор того или иного технического решения с экономическим интересом инвестора, ставя этот выбор в зависимость от существующей на данный момент тарифной, ценовой и налоговой политики, таможенного законодательства и других факторов, которые с течением времени могут меняться. Поэтому в настоящее время нет универсальной, не требующей в каждом конкретном случае адаптации для рассматриваемой задачи, методики обоснования эффективности применения ТН, не зависящей от экономической и политической ситуации в стране. Ее разработка во многом осложнена отсутствием единой типовой методики технико-экономических расчетов, утвержденной на государственном уровне. Вполне очевидно, что для принятия долгосрочных технических решений необходимы устойчивые критерии, которые в полной мере отражали бы технико-экономические преимущества предлагаемого варианта.

Сокращение расхода топлива и общая его экономия в системах горячего водоснабжения с теплонасосными установками (ТНУ) зависят, в частности, от температуры нагрева сетевой воды в конденсаторе ТН. Данная температура определяет соотношение тепловых мощностей ТНУ и пиковой котельной (ПК) (Рисунок). От этого зависят капиталовложения в систему горячего водоснабжения, годовое число часов использования установленной электрической мощности ТНУ, затраты на электроэнергию и другие технико-экономические показатели. В связи с этим, возникает задача определения оптимальной температуры конденсации рабочего вещества $T_k^{\text{опт}}$ в конденсаторе ТН, от которой зависит как температура сетевой воды после конденсатора, так и общее распределение суммарной тепловой нагрузки системы между ТНУ и пиковым источником теплоты.

Уменьшение расхода условного топлива при обеспечении заданной тепловой нагрузки даст возможность обеспечить не только экономию денежных средств на горячее водоснабжение по сравнению с традиционными схемами системы, но и повысить уровень экологической безопасности, уменьшить вредные выбросы в окружающую среду.

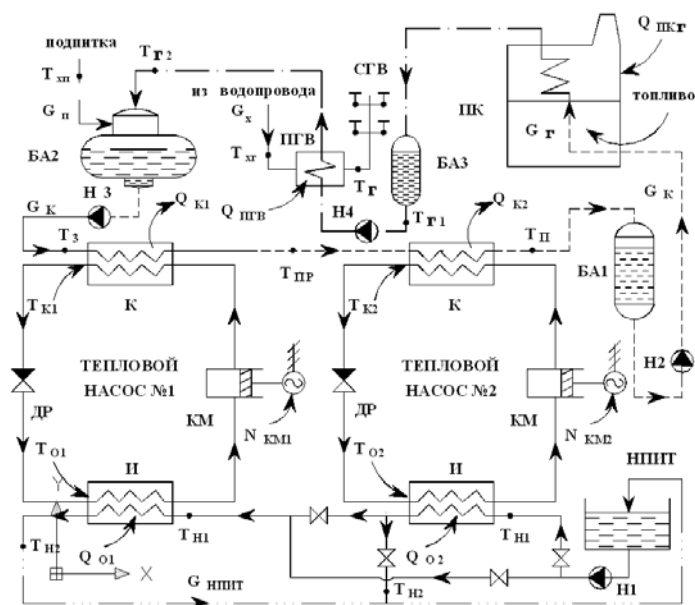


Рис. Принципиальная схема теплонасосной станции для системы горячего водоснабжения на базе двух тепловых насосов:

К– конденсатор; И– испаритель; НПИТ– низкопотенциальный источник теплоты; ПК– пиковая котельная; СГВ– система горячего водоснабжения; Н1 –насос в системе НПИТ; Н2– сетевой насос №1; Н3– сетевой насос №2; Н4– насос в системе СГВ; БА1, БА2, БА3– баки-аккумуляторы нагретой в ТН воды, обратной сетевой воды и горячей воды в СГВ, соответственно; ПГВ–подогреватель горячей воды; Q_K – теплопроизводительность конденсатора ТН, кВт; Q_O – тепловая нагрузка испарителя ТН, кВт; $Q_{ПКО}$, $Q_{ПКГ}$ – тепловая мощность пиковой котельной (обеспечивающей, соответственно, тепловые нагрузки системы СГВ), кВт; $Q_{ПГВ}$ – тепловая нагрузка подогревателя ПГВ, кВт; $G_{НПИТ}$ – массовый расход воды в системе НПИТ, кг/с; G_G , G_K , G_X – массовые расходы теплоносителя: теплоносителя в системе СГВ, теплоносителя, проходящего через конденсатор ТН и холодной воды, соответственно, кг/с; $T_{K1, K2}$ – температура конденсации рабочего вещества ТН-1 и ТН-2, соответственно, К; $T_{O1, O2}$ – температура испарения рабочего вещества ТН-1 и ТН-2, соответственно, К; T_{H1} , T_{H2} – температура НПИТ на входе в испаритель и на выходе из испарителя ТН, соответственно, К; $T_{Г1}$, $T_{Г2}$ – температура теплоносителя до и после подогревателя горячей воды ПГВ, соответственно, К; T_3 , $T_{ПР}$, $T_{П}$ – температура теплоносителя до и после конденсатора ТН1 и после конденсатора ТН2, соответственно, К; $T_{Г}$ – температура горячей воды в системе СГВ (у абонентов), К; $T_{ХГ}$ – температура холодной воды, К.

Библиографический список

1. Д. Рей, Д. Макмакл Тепловые насосы. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
2. Е. В. Репецкая, Д. М. Терентьев. Потенциал энергосбережения объектов коммунальной инфраструктуры // Всероссийская школа-семинар молодых ученых и специалистов "Энергосбережение – теория и практика". – 2006. – С 25 – 31.
3. Е. Г. Гашио Комплексный подход и логистика территориального энергохозяйства: единство технических, организационно-экономических и информационных решений. – М.: 2004. – 152 с.

References

1. D. Rey, D. Macmacl Heat pump. – M.: Energoizdat, 1982. – 224 p.
2. I. V. Repetzka, D. M. Tepentev. The potential of energy-savings' objects of municipal infrastructure// All-Russian shool- seminar young scientists and specialists "Energy savings – theory and practice ". – 2006. – P 25 – 31.
3. I. G. Gashow composite approach and logistics of territorial's energy economy: unanimity of technical's, economic-organizing's and information's solutions. – M.: 2004. – 152 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой проек-
тирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений Л.С. Амирханян
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer, head
of designing of buildings and constructions
faculty E.E. Semenova;
Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty L. Amirkhanyan
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Э.Е. Семенова, Л.С. Амирханян

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ НА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ШИРОКОКОРПУСНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Представлены исследования влияния объемно-планировочного решения на энергосбережение на примере ширококорпусных жилых зданий. Установлено, что за счет ширины корпуса может быть сэкономлено от 30 до 40% тепла на отоплении при равных термических сопротивлениях и окон, и балконных дверей, и наружных стен.

Ключевые слова: объемно-планировочное решение, энергосбережение, ширококорпусные жилые здания.

E.E. Semenova, L.S. Amirkhanyan

THE INFLUENCE OF SPACE-PLANNING DECISION ON THE POWER SAVING ON EXAMPLE OF THE LARGE-CASE RESIDENTIAL BUILDINGS

Researches of the influence of space-planning decision on the power savings on an example of the large-case residential buildings are presented. It is established that at the expense of width of the case can be saved from 30 to 40 % of heat on heating at equal thermal resistance and windows, both balcony doors, and external walls.

Keywords: the space-planning decision, the power saving, the large-case residential buildings.

Эксплуатационное энергопотребление существующих жилых и общественных зданий в России примерно в 3 раза превышает аналогичные показатели в технически развитых странах со сходными природно-климатическими характеристиками.

Активная полемика, энергосберегающие программы, теоретические разработки, образцы оборудования, экспериментальные объекты, осуществляемые в последние 10-15 лет, пока не оказали практического влияния на энергоемкость городов и поселений, но создали реалистичные предпосылки для снижения энергопотребления зданий и сооружений.

Удельные теплотери в зданиях по экспертным оценкам распределяются следующим образом: до 40% – за счет организованной и неорганизованной инфильтрации нагретого воздуха, до 30% – за счет недостаточного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, до 30% – за счет нерационального расходования горячей воды и нерегулируемого режима эксплуатации систем отопления.

Основные причины нерационального расходования тепловой энергии:

- недостатки архитектурно-планировочных и инженерных решений отапливаемых лестничных клеток и лестнично-лифтовых блоков;
- несовершенство нерегулируемых систем естественной вентиляции;

- низкое качество и неплотности сопряжения деревянных оконных переплетов и балконных дверей;
- недостаточное теплоизоляционное качество наружных стен, покрытий, потолков подвалов и светопрозрачных ограждений;
- отсутствие приборов учета, контроля и регулирования на системах отопления и горячего водоснабжения;
- чрезвычайно развитая сеть наружных теплотрасс с недостаточной или нарушенной тепловой изоляцией;
- устаревшие, и в большинстве непроизводительные, типы котельного оборудования;
- отсутствие действенного механизма материальной заинтересованности энергопотребителей в ее экономии;
- крайне недостаточное использование нетрадиционных и вторичных источников энергии.

Существенное влияние на удельные теплопотери в жилых и общественных зданиях оказывают их объемно-планировочные решения и, в частности, соотношение площади ограждающих конструкций к общей площади зданий, соотношение площади оконных проемов к площади наружных стен, конфигурация зданий в плане, размещение их на рельефе и относительно сторон света.

Рекомендуемые решения для снижения теплопотерь:

- переход на проектирование и строительство ширококорпусных жилых домов с сокращением на 20–30% удельной площади ограждающих конструкций на квадратный метр площади жилья;
- использование ширококорпусных домов при вторичной застройке реконструируемых кварталов, в том числе с возведением ширококорпусных домов вторичной застройки на месте существующих двух-пятиэтажных домов без их сноса, но с одновременной реконструкцией и продлением жизненного цикла до уровня новых зданий.

Ширококорпусные дома представляют собой качественно новый класс жилища, с применением которых положительно решается ряд актуальных проблем современного массового жилищного строительства.

Исследуем влияние объемно-планировочного решения на энергосбережение на примере ширококорпусных жилых зданий путем установления соотношения между площадью вертикальных наружных ограждений к площади здания. Для выявления закономерности изменения площади вертикальных наружных ограждений в зависимости от изменения ширины корпуса на основе проектных материалов примем ряд условных зданий, прямоугольной в плане формы, в пределах одного этажа площадью 400, 600, 1000, 2000, 3000, 4000, более 4000 кв.м. Диапазон поэтажной площади зданий практически достаточен для реального проектирования, а в данном случае – для моделирования искомых закономерностей. Прямоугольная форма плана соответствует минимальной площади вертикальных наружных ограждений для данной площади этажа.

По каждому из принятых для анализа зданию подсчитываем в пределах одного этажа площадь вертикальных наружных ограждений при его ширине 12, 15, 18 и 21 м. Приняв за базисную ширину здания 12 м, что соответствует узкокорпусному, определим относительное соотношение площади ограждений (в процентах) при изменении ширины корпуса от 12 до 21 м.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. В рассмотренном диапазоне зданий с площадью этажа от 400 и более кв.м и шириной корпуса от 12 до 21 м включительно применение ширококорпусной системы может обеспечить сокращение площади вертикальных наружных ограждений, в теоретическом максимуме, до 43 %.

Данные расчетов графически проиллюстрированы на рисунке.

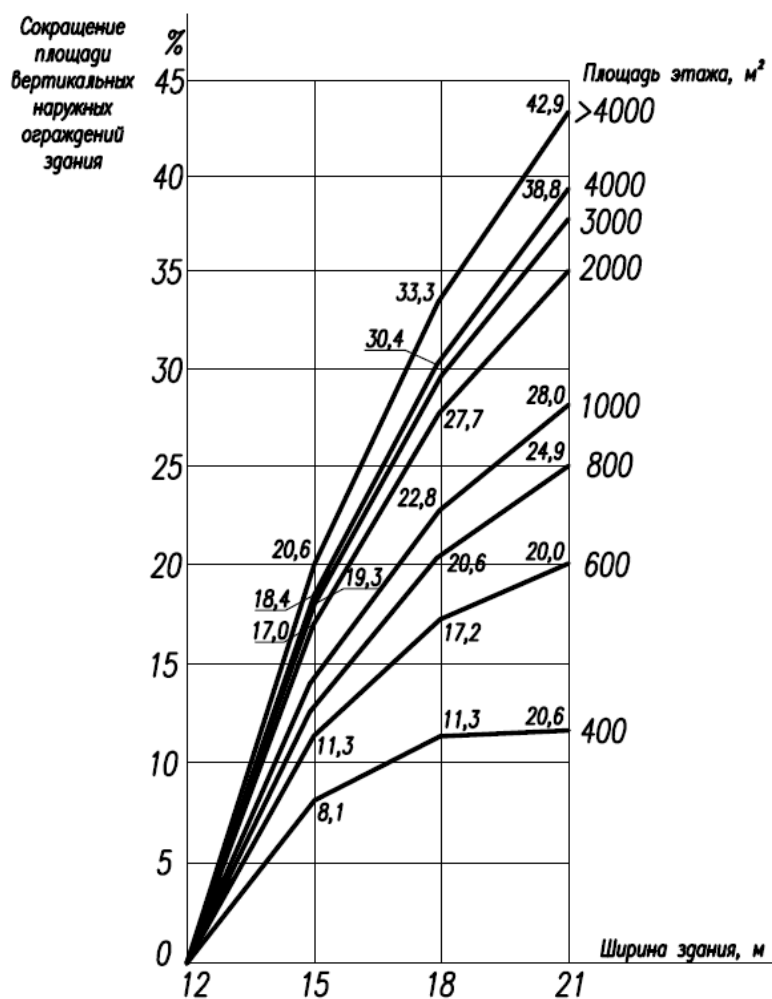


Рис. Сокращение площади вертикальных наружных ограждений жилого здания при увеличении его ширины с 12 до 21 м

Эффективность применения ширококорпусной системы интенсивно возрастает по мере увеличения площади этажа. Так, при постоянной ширине корпуса 21 м для площади этажа 400 кв.м. сокращение площади наружных ограждений не превысит 12 %, для площади этажа 600 кв. м – составит 20 %, для площади этажа 800 кв.м – 25 %.

Исследуя этот вопрос, мы увидели, что только за счет ширины корпуса, которая может колебаться от традиционных 12 до 16 м, может быть сэкономлено от 30 до 40% тепла на отоплении при равных термических сопротивлениях и окон, и балконных дверей, и наружных стен. При этом на каждый квадратный метр общей площади приходится меньшая площадь наружной стены или оконных и балконных заполнений, зато увеличиваются площадь покрытия, перекрытия над подвалом и ширина торца здания.

Библиографический список

1. Булгаков, С.Н. Энергоэкономичные ширококорпусные жилые дома XXI века / С.Н. Булгаков, А.И. Виноградов, В.В. Леонтьев.- М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2006. - 296 с.
2. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табушников, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

References

1. Bulgakov, S.N. The power economic large-case residential buildings of the XXI century/ S.N. Bulgakov, A.I. Vinogradov, V.V. Leontiev.- M.: Publishing house Association of building high schools, 2006. - 296 p.
2. Tabunshikov, U.A. The power effective buildings / U.A. Tabunshikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin. – M.: AVOK-PRESS, 2003. – 200 p.

УДК 69.059.38:725.51:628.8

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой проек-
тирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений И.А. Кондель
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer, head
of designing of buildings and constructions
faculty E.E. Semenova;
Master's designing of buildings and
constructions faculty I.A. Kondel
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Э.Е. Семенова, И.А. Кондель

ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МИКРОКЛИМАТА НОВЫХ И РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ ЗДАНИЙ БОЛЬНИЦ

Изложена концепция проектирования современных и реконструкции зданий больниц старой постройки с точки зрения обеспечения комфортных условий и хорошего психологического состояния пациентов. Если в самом начале строительства энергоэффективных зданий основной интерес представляло изучение мероприятий по экономии энергии, то со временем центр тяжести переносится на изучение проблемы эффективности использования энергии и приоритет отдается тем энергосберегающим решениям, которые одновременно способствуют повышению качества микроклимата.

Ключевые слова: микроклимат, тепловой режим, энергетическая эффективность.

E.E. Semenova, I.A. Kondel

THE EKOLOGO-POWER APPROACH TO CREATION MICROCLIMATE NEW AND RECONSTRUCTED BUILDINGS OF HOSPITALS

Conception of planning of modern and reconstruction of old building of hospitals is expounded from the point of view of providing of comfort terms and good psychological state of patients. If in beginning of building of energyeffective building basic interest was presented by the study of measures on the economy of energy, then in course of time the centre of gravity is carried on the study of problem of efficiency of the use of energy and priority gives oneself up to those energy-saving decisions, which assist upgrading of microclimate simultaneously.

Keywords: microclimate, thermal mode, power efficiency.

У многих из нас вошло в привычку часто и подолгу рассуждать о проблемах экологии и о том, насколько наше здоровье зависит от состояния окружающей среды. Но эти разговоры,

как правило, вращаются вокруг глобальных тем - таких, как озоновые дыры, вредные выбросы в атмосферу, засорение промышленными предприятиями рек и морей. Между тем, на хорошее самочувствие человека и на удовлетворительное состояние его здоровья гораздо в большей степени влияют не перечисленные глобальные экологические проблемы, а повседневные факторы, о которых мы задумываемся нечасто. Например, такие как микроклимат и качество воздуха в помещении, где мы находимся долгое время. Речь идет о том, чем мы дышим.

Помещения здания изолированы от внешней среды ограждающими конструкциями, что позволяет создать в них определенный микроклимат. Поддержание искусственного климата в помещении – важная, но не простая задача в связи с многообразием конструктивно-планировочных решений зданий, изменчивостью атмосферных воздействий, повышением уровня требований к устойчивости комфортных условий и стремлением к экономному расходованию топлива. Строительная теплофизика, которая рассматривает вопросы теплового, воздушного и влажностного состояний внутренней среды здания, в настоящее время превратилась по существу в самостоятельный раздел строительной науки.

Для строительства зданий любого назначения применяют новые теплоизоляционные, облицовочные и конструкционные материалы с разнообразными и иногда недостаточно изученными физическими свойствами. Серьезного внимания требует вопрос регулирования микроклимата в помещениях зданий с облегченными ограждениями и большими световыми проемами.

Проектирование теплового режима помещения в здании имеет ввиду рассмотрение в совокупности следующих вопросов:

- 1) теплообмена и аэродинамики потоков в ограниченном объеме помещений;
- 2) оптимизации и обеспеченности необходимых микроклиматических условий в помещении;
- 3) установления характеристик наружных климатических воздействий на здание;
- 4) тепло-, влаго- и воздухопередачи через наружные ограждения, а также в зданиях и инженерных системах обеспечения микроклимата;
- 5) режима работы и регулирования систем отопления, охлаждения и вентиляции помещений с учетом нестационарности процессов в расчетные зимние и летние периоды и их изменчивости в течение года.

Расчетные тепловые условия в помещении назначаются в зависимости от его функционального назначения и санитарно-гигиенических требований. Для большинства жилых и общественных зданий эти условия приблизительно одинаковы. Однако кроме санитарно-гигиенических и технологических требований, определяющих внутренние тепловые условия, которые должны быть выдержаны в течение отопительного периода, важным во всех случаях является вопрос о степени обеспеченности заданных внутренних условий.

В таких зданиях, как больницы, родильные дома, детские ясли, требуется высокая степень обеспеченности заданных тепловых условий. Эти условия должны выдерживаться в них при любых погодных условиях возможных в районе строительства.

Здания больниц являются крупными потребителями энергии, при этом энергия используется множеством систем и установок таких учреждений. По оценке иностранных специалистов, возможно снижение затрат энергии на климатизацию и освещение таких зданий от 20 % (оценка немецких специалистов) до 44 % (оценка голландских специалистов) [2].

Снижение затрат энергии на 10% может быть достигнуто при помощи простых энергосберегающих мероприятий, не требующих значительных капитальных затрат. Примером подобных мероприятий является отключение неиспользуемых осветительных приборов, системы вентиляции, другого оборудования, а также снижение освещенности или воздухообмена до минимально допустимых уровней (но без ущерба для здоровья или комфорта людей, находящихся в здании). Другие простые энергосберегающие мероприятия заключаются в регулярном обслуживании оборудования и приборов (замена воздушных фильтров, чистка

осветительных приборов, контроль и своевременная замена уплотнений в трубопроводах, проверка термостатических вентилей и т. д.)

Более значительного снижения затрат энергии можно достичь при помощи мероприятий, требующих капитальных затрат и изменений в конструкциях здания.

Больницы относятся к зданиям с постоянным пребыванием людей, в которых необходимо обеспечивать чистый воздух, необходимую температуру и влажность. Больница обычно представляет собой достаточно крупное здание, в котором необходим тщательный контроль параметров микроклимата помещений. Часто в больницах требуются резервные источники энергоснабжения для гарантированного обеспечения здания энергией. За рубежом для энергоснабжения больниц обычно используются автономные источники теплоснабжения.

Большинство больничных зданий построено по типовым проектам. При проектировании больниц приоритетным направлением является обеспечение требуемых параметров микроклимата помещений.

Теплозащитные характеристики ограждающих конструкций больничных зданий должны обеспечивать требуемую температуру в помещениях здания в холодный и теплый периоды. Нормативные документы разных стран обычно регламентируют сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания – стен, покрытия, светопрозрачных ограждающих конструкций.

Температура помещений в больницах обычно на 1 - 4 °С выше, чем в зданиях другого назначения. В европейских странах типичная температура больничных палат в холодный период составляет 22 °С. В теплый период ограничивается максимальная температура, обычно до 26 °С.

В зданиях больниц наиболее ответственными по качеству воздушной среды являются помещения операционных, для которых должно обеспечиваться выполнение следующих требований:

- препятствие распространению болезнетворных бактерий воздушным путем;
- создание для больного и персонала операционной максимального условия теплового комфорта;
- препятствие образованию статического электричества и устранение риска взрыва газов, применяемых при наркозах.

В помещениях операционных круглый год необходимо поддерживать температуру 20 – 23 °С при высокой относительной влажности 50 – 60 %, при которой не образуется статического электричества. В теплый период года температуру воздуха в помещении операционной не рекомендуется поднимать выше 23 °С, так как операции проводятся в резиновых перчатках, в марлевых повязках, шапочках на голове и брючных костюмах, что создает дополнительные трудности отведения тепло- и влаговыделений от работающих людей. Отмечено, что при потении от людей больше исходит бактерий, что загрязняет воздух в помещении операционной.

Для обеспечения требуемой температуры часто вместо повышения или понижения комнатной температуры достаточно локализовать источники дискомфорта, например, установкой перед окнами экранов, защищающих от сквозняков, оптимизацией расположения воздухоподогревательных устройств, снижением теплопоступлений с солнечной радиацией в летнее время путем использования солнцезащитных устройств.

Для помещений больниц высокие требования предъявляются к влажности воздуха. Слишком сухой воздух может привести к обезвоживанию организма пациента, а слишком влажный способствует выпадению конденсата и вызывает рост грибов. Обычно влажность нормируется на уровне 35 – 70 % при температуре помещений 22 – 26 °С, но поскольку увлажнение и, особенно, осушение воздуха являются очень дорогими мероприятиями, они часто используются только в помещениях с повышенными требованиями к качеству микроклимата – в операционных, палатах интенсивной терапии и т. д.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха зданий больниц должны гарантировать следующие санитарно-гигиенические условия:

- обеспечение требуемой вентиляции помещений, в которых могут содержаться повышенные концентрации загрязняющих веществ, например, анестезирующих газов, в том числе в случае аварийных выбросов;
- обеспечение приемлемых температурно-влажностных условий для пациентов и персонала;
- обеспечение общей концентрации частиц загрязнений ниже уровня, установленного для данного типа помещений посредством тщательной фильтрации приточного воздуха;
- поддержание стабильного избыточного давления, организованного таким образом, чтобы воздушные потоки были направлены из более чистых помещений в менее чистые (разница давлений в смежных помещениях должна составлять не менее 5 Па).

Система вентиляции здания больницы рассчитывается из гигиенических соображений и обычно составляет $35 - 140 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека в зависимости от назначения помещения (например, палаты общей или интенсивной терапии). Операционные относятся к помещениям с самыми высокими требованиями к системе вентиляции. Уровень воздухообмена в операционных составляет приблизительно $30 - 55 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$.

Для обеспечения комфортных условий и хорошего психологического состояния пациентов в больничных зданиях большое внимание уделяется окнам. Их размеры, форма и расположение должны не только обеспечивать требуемый уровень естественной освещенности, но и обеспечивать хороший обзор окружающей местности. Это помогает пациенту обрести чувство контакта с внешним миром, что является важным в психологическом отношении и может способствовать процессу выздоровления.

Однако увеличение размеров окон может способствовать увеличению перегрева и появлению нежелательного яркого освещения, что приводит к дискомфорту пациентов и увеличивает затраты энергии на охлаждение. По этой причине в зданиях предусматриваются солнцезащитные устройства, управляемые автоматически, но при этом допускающие и ручное управление.

Кроме этого в зданиях больниц обычно имеются помещения без окон. В этом случае для обеспечения психологического комфорта необходим тщательный выбор схемы искусственного освещения.

При строительстве новых зданий больниц или при реконструкции существующих зданий рекомендуется в первую очередь проводить следующие энергоэффективные мероприятия [2]:

- мероприятия по увеличению энергетической эффективности системы отопления:
 - индивидуальное регулирование температуры помещений для создания комфортных параметров микроклимата и сохранения энергии;
 - применение термостатических вентилей на радиаторах для автоматического поддержания заданной температуры помещений;
 - повышение эффективности теплоизоляции бойлеров и баков-аккумуляторов для уменьшения теплопотерь;
 - использование индивидуальных водонагревателей;
 - замена бойлеров при реконструкции на более эффективные модели;
- мероприятия по увеличению энергетической эффективности ограждающих конструкций здания:
 - применение эффективной теплоизоляции покрытия для снижения теплопотерь;
 - повышение герметичности здания для уменьшения теплопотерь с инфильтруемым воздухом;
 - применение солнцезащитных устройств для уменьшения теплопоступлений с солнечной радиацией в летнее время;

- мероприятия по увеличению энергетической эффективности освещения здания:
 - замена ламп накаливания компактными люминесцентными лампами для снижения энергопотребления;
 - замена люминесцентных ламп старого образца новыми энергосберегающими лампами и замена пускорегулирующей арматуры для снижения энергопотребления;
 - применение таймеров, датчиков наличия людей в помещениях для отключения освещения в период, когда помещение не используется;
- мероприятия по увеличению энергетической эффективности вентиляции:
 - применение в вентиляционных агрегатах вентиляторов с переменной скоростью вращения для уменьшения воздухообмена в периоды, когда помещение не используется;
 - использование «свободного охлаждения» для повышения комфорта в помещениях и снижения затрат энергии на охлаждение;
 - использование утилизации тепла удаляемого воздуха для подогрева приточного воздуха или для использования в системах отопления и горячего водоснабжения.

Большой потенциал энерго- и водоснабжения (например, утилизация тепла) имеют больничные помещения со значительными бытовыми тепловыделениями – кухни и прачечные. Значительное снижение затрат энергии на климатизацию и освещение зданий возможно при установке системы автоматического управления инженерным оборудованием. Установка такой системы возможна как в строящихся, так и в реконструируемых зданиях.

Учитывая тот факт, что человечество вплотную подошло к двум глобальным кризисам: экологическому и энергетическому, необходимо при новом строительстве и реконструкции зданий более экономно относиться к потреблению энергии и максимально снизить ее потребление. Ограниченность энергетических ресурсов, высокая стоимость энергии, негативное влияние на окружающую среду, связанное с ее производством, - все эти факты невольно наводят на мысль, что разумней снижать потребление энергии, нежели постоянно увеличивать ее производство.

Библиографический список

1. Богословский, В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.
2. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
3. Кокорин, О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха / О.Я. Кокорин. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2003. – 272 с.

References

1. Bogoslovskiy, V.N. Teplovoj a building mode / V.N. Bogoslovskiy. – M: Stroyizdat, 1979. – 248 p.
2. Tabunshchikov, JU.A. Energyeffective building / J.A.Tabunshchikov, M.M.Brodach, N.V.Shilkin. – M: the AVOK-PRESS, 2003. – 200 p.
3. Kokorin, O.J. The Modern systems of climatization / O.J.Kokorin. – M: Publishing house of the physical and mathematical literature, 2003. – 272 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц, зав. кафедрой проекти-
рования зданий и сооружений Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры проектирования зданий
и сооружений А.А. Тютерев
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., head of designing of buildings and
constructions faculty E.E. Semenova;
Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty A.A. Tyuterev
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Э.Е. Семенова, А.А. Тютерев

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Представлены исследования влияния формы здания на энергосбережение. Установлено, что наиболее энергоэффективной формой здания является сфера или куб. В этих зданиях минимальное отношение площади наружной оболочки здания к его объему.

Ключевые слова: объемно-планировочное решение, энергосбережение, форма здания.

E.E. Semenova, A.A. Tyuterev

STUDY OF ENERGY-SAVING SOLUTIONS FOR THE DESIGN OF CIVIL BUILDINGS

We present studies on the influence of the shape of the building energy conservation. Found that the best form of energy efficiency of the building is a sphere or a cube. In these buildings, the minimum ratio of the area outside the building envelope to its volume.

Keywords: space - planning solutions, energy saving, building form.

Архитектурная форма и ограждающие конструкции здания рассматриваются как элементы формирования в нем микроклимата и выполняют функцию регулирования энергетических потребностей здания. Поэтому при разработке объемно-планировочного решения важно найти оптимальную форму здания, обеспечивающую минимальные теплопотери через его наружную оболочку. Перед проектировщиками, которые намерены улучшить энергетическую и экологическую эффективность здания, при определении его формы стоят два основных вопроса о выборе типа здания - энергоэкономичного или энергоактивного - и определении основных размеров здания - длины, высоты, ширины.

Энергоактивные здания, использующие энергию природной среды, должны иметь форму, которая фильтрует и распределяет доступную природную энергию во внутреннее пространство помещений в соответствии с нуждами потребителей. Оптимальное использование природных условий заключается в сбалансированности вклада природной среды и искусственно создаваемого микроклимата. Форма здания должна обеспечивать не только эффективное использование возобновляемой природной энергии солнца и ветра, но и сберегать энергию, поступающую от инженерных систем на освещение, отопление, вентиляцию и охлаждение.

Наиболее удачное решение находится при этом между раскрытой (вытянутой) и компактной формами. Форма должна способствовать изолированию внутреннего пространства от неблагоприятного влияния. Фасады таких зданий не должны быть изрезаны, не желательны встроенные заглубленные лоджии и эркеры.

Общим требованием к форме всех типов зданий является уменьшение теплопотерь через наружные ограждающие конструкции. Таким требованиям соответствуют здания с минимальным отношением площади этих ограждений к одному из его геометрических параметров, например к объему или площади пола.

Для выявления зависимости различных параметров здания на его теплопотери необходимо изменять размеры здания и его форму, сохраняя при этом постоянным его объем. При этом критерием энергоэффективности формы здания является его компактность, представляющая отношение площади наружной оболочки здания к его объему ($S_{\text{нп}} / V$). Расчеты компактности различных зданий приводят к неизменному результату: наиболее компактно здание в форме сферы, куба или широкого параллелепипеда. Такие здания обладают низкой материалоемкостью и наименьшими теплопотерями. Неблагоприятной формой являются здания узкие, длинные или в виде высокой башни, для них свойственна наибольшая энергоемкость.

Согласно данным НИИСФ РААСН, расчетные показатели компактности здания ($S_{\text{нп}} / V$), 1/м, для жилых зданий не должны превышать следующих значений: 0,25 для зданий в 16 этажей и выше; 0,29 для зданий от 10 до 15 этажей включительно; 0,32 для зданий от 6 до 9 этажей включительно; 0,36 для 5-этажных зданий; 0,43 для 4-этажных зданий; 0,54 для 3-этажных зданий; 0,61; 0,54; 0,46 для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных секционных домов соответственно; 0,9 для двухэтажных и одноэтажных домов с мансардой; 1,1 для одноэтажных домов.

На стадии проектирования можно прогнозировать расход энергии на отопление здания в зависимости и от его конфигурации в плане. Энергетическая оптимальность плана оценивается значением отношения периметра здания P к площади его пола S , что при одинаковой высоте помещений здания соответствует отношению площади поверхности к объему. Рассмотрим некоторые планировочные схемы зданий (см рис.) и их влияние на энергопотребление.

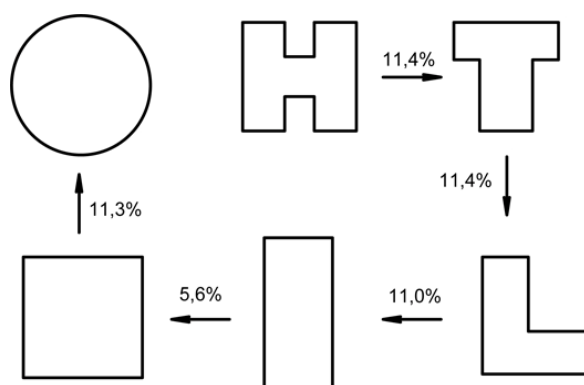


Рис. Влияние конфигурации плана здания на его энергопотребление (стрелкой показано направление роста энергоэффективности)

Минимальное энергопотребление при одинаковой площади пола, в соответствии с данными табл., свойственно зданиям, имеющим очертание плана в виде круга. Однако в таком типе зданий могут значительно увеличиться затраты на его возведение и возникнуть трудности с внутренней планировкой.

Таблица

Зависимость энергопотребления от конфигурации здания в плане

План	Отношение P к S	Площадь стен	Энергопотреб- ление, кВт	Площадь по- ла, м ²
А	1,15	160	2859	93
Б	1	140	2501	
В	0,88	123	2198	
Г	0,81	112	2001	
Д	0,76	106	1894	
Е	0,67	94	1659	

Согласно результатам расчетов, приведенных в таблице, с увеличением площади поверхности наружной оболочки здания S_{nn} теплопотери и энергозатраты на его эксплуатацию растут.

Таким образом, при выборе объемно - планировочного решения особое внимание следует уделять энергосберегающим технологиям. За счет этого улучшается экологическая ситуация района, уменьшаются эксплуатационные затраты и здание становится более привлекательным для потенциальных покупателей.

Библиографический список

1. Беляев В.С. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий./ В.С. Беляев, Л.П. Хохлова; Учеб. пособие: – М.: Высшая школа, 1991. – 225 с.
2. Береговой А.М. Энергоэкономичные и энергоактивные здания: Учеб. пособие. Пенза: Пензенская архитектурно-строительная академия, 1997. – 155 с.
3. Проектирование энергоэкономичных общественных зданий / С.Терной, Л. Бекл, К. Робинсон и др.; Пер. с англ. А.С. Гусева. – М.: Стройиздат, 1990. – 336 с.
4. Экологическое домостроение. Проблемы энергосбережения./А.В.Аврорин, И.А.Огородников и др. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, ГипроНИИ, АОЗТ “Экодом”, 1997. – 71 с.

References

1. Belyaev B.C. Designing energy-efficient and energy-civil buildings./ B.C. Belyaev, L.P. Hohlova; Tutorial: – M.: Vysshaya shkola, 1991. – 225 p.
2. Beregovoy A.M. Energy efficient and energy-building: Tutorial. Penza: Penza Architecture and Building Academy, 1997. – 155 p.
3. Design of energy efficient public buildings / S.Ternoy, L.Bekl, K. Robinson ect.; English translation. A.S. Gysev. – M.: Stroiizdat, 1990. – 336 p.
4. Environmental Housing. Problems of energy./A.V.Avronin, I.A.Ogorodnikov ect. – Novosibirsk: SPSL SB RAS, Gipron, JSC “Ecodom”, 1997. – 71 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 625:504

*Воронежская государственная
лесотехническая академия
Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой транс-
порта леса и инженерной геодезии ВГЛТА
В.К. Курьянов;
Д-р техн. наук, проф. ВГАСУ О.В. Рябова;
Д-р техн. наук, проф. ВГЛТА
А.В. Скрыпников;
Канд. техн. наук, доц. ВГЛТА
Е.В. Кондрашова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)53-74-18;
e-mail: V.K.Kuryanov@mail.ru*

*Voronezh State Forestry Academy
Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the Department of
Transport and forest engineering geodesy VSFA
V.K. Kuryanov;
Dr.Sci.Tech., prof. VSUACE O.V. Ryabova;
Dr.Sci.Tech., prof. VSFA A.V. Skrypnikov;
Cand. of Tech. Sci., doc. VSFA
E. V. Kondrashova
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)53-74-18;
e-mail: V.K.Kuryanov@mail.ru*

В.К. Курьянов, О.В. Рябова, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова

ВОЗДЕЙСТВИЕ АВТОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ: СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ

Опережающие темпы роста численности автотранспорта по сравнению с темпами развития дорожной сети влекут за собой увеличение негативного воздействия дорожно-транспортного комплекса на экологическую обстановку вблизи автомагистралей.

Представлены основные аспекты решения экологических проблем дорожного хозяйства. Рассмотрена методика оценки загазованности воздуха придорожных территорий окисью углерода.

Ключевые слова: автомобильная дорога, экология, бездорожье, окись углерода.

V.K. Kuryanov, O.V. Ryabova, A.V. Skrypnikov, E.V. Kondrashova

IMPACT OF ROAD COMPLEX ON THE ENVIRONMENT: STATUS AND OUTLOOK

Outstripping rates of the number of automobile transport as compared with those of the development of the road network lead to the increase of negative effect of the road transport system on the ecological environment in the vicinity of highways.

The article presents aspects of environmental problems with roads. We consider the method of estimating levels of air pollution by carbon monoxide roadside areas.

Keywords: roads, environment, roads, carbon monoxide.

Начавшийся в стране бурный рост автомобилизации, увеличение объёмов автомобильных перевозок, которые по данным прогнозов будут расти ещё более высокими темпами, соответственно должны увеличить нагрузку на экосистему. Основная доля (63 %) эколо-

гического ущерба планеты связана с автотранспортом. Значительный экологический ущерб наносится окружающей среде и обществу на всех стадиях производства, эксплуатации и утилизации автомобилей, топлива, масел, покрышек, строительства дорог и других объектов автомобильной инфраструктуры. В частности, окислы азота и серы, выбрасываемые в атмосферу при сжигании бензина, вызывают кислотные дожди.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств составили 13256,6 тыс. тонн. Автомобильный транспорт среди отраслей транспортного комплекса лидирует по степени негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Сброс загрязненных сточных вод от предприятий автотранспорта в целом по стране составил около 7 млн. м³. Основную массу твёрдых отходов, ежегодно образующихся в автотранспортном комплексе, составляют отработавшие свой срок автопокрышки – 1160 тыс. т, свинцовые аккумуляторы – 180...200 тыс. т, отходы пластмасс – 60 тыс. т. Негативное влияние автотранспорта в первую очередь проявляется в крупных городах, на территориях, характеризующихся интенсивным движением транспорта. Именно это является основанием для территориального (регионального) подхода к решению проблемы поэтапного повышения экологических характеристик автомобильного парка.

Воздействие автотранспорта на окружающую среду во многом определяется техническим состоянием парка транспортных средств. Производимые ныне модели отечественных автомобилей на 8-10 лет отстают по всем основным показателям (экономичности, экологичности, надёжности, безопасности) от автомобилей, выпускаемых в промышленно развитых странах. К тому же автотранспортные средства отечественного производства не удовлетворяют современным экологическим требованиям. В условиях быстрого роста автомобильного парка это приводит к ещё большему возрастанию негативного воздействия на окружающую среду. Наряду с техническим состоянием немаловажную роль играет и качество используемого топлива. Например, отечественный этилированный бензин содержит свинца 0,37 г/литр, в то время как в Европе этот показатель составляет 0,14 г/литр. Содержание серы в дизельном топливе у нас составляет 0,2-1,6%, в Европе 0,05-0,2 %. Перевод сего парка отечественных автомобилей с бензинового на дизельное топливо сократит эмиссию оксида углерода с 59 до 10 грамм/км, непредельных углеводородов с 5 до 3 грамм/км. Переход на новые стандарты, принятые сейчас в странах ЕС, позволит сократить эмиссию углеводородов и оксида азота в несколько раз.

Экологическая обстановка в зонах автомобильных дорог зависит не только от качества автомобиля, но и от качества самих автомобильных дорог. Только изменение такого показателя, как ровности дорожного покрытия, способно сократить количество вредных выбросов в атмосферу для грузовых автомобилей на 13 %, легковых на 9 % (рис. 1).

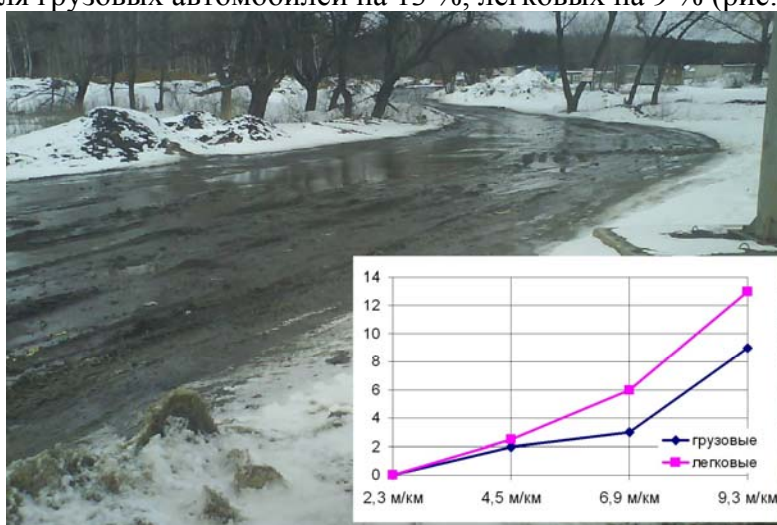


Рис. 1. Увеличение расхода горючего в зависимости от ровности дорожного покрытия (в процентах)

Ещё более ощутим эффект от увеличения пропускной способности автодорог, ликвидации заторов и участков с большими продольными уклонами.

Ликвидация перегруженных участков автомобильных дорог и переход на оптимальные скорости движения транспортного потока приводит к сокращению расхода горючего и эмиссии вредных веществ для грузовых автомобилей до 65 %, для легковых автомобилей до 50 %.

Хочется остановиться ещё на одной проблеме, которая, к сожалению, у нас очень мало изучена, - проблеме влияния бездорожья на окружающую среду (рис. 2,3). Оказывается, бездорожье для окружающей среды является не меньшей проблемой, чем сами автодороги. Неорганизованное движение транспорта приводит к большей загазованности окружающей среды. Поэтому наиболее экономически безопасной является современная автомагистраль, пропускная способность и технические параметры которой способны обеспечить оптимальный режим работы двигателя и сократить отрицательное воздействие на окружающую среду. Любая автомагистраль должна быть оснащена шумозащитными экранами, современной системой водоотвода с очистными сооружениями, эстакадами взамен высоких насыпей, защитными лесонасаждениями.

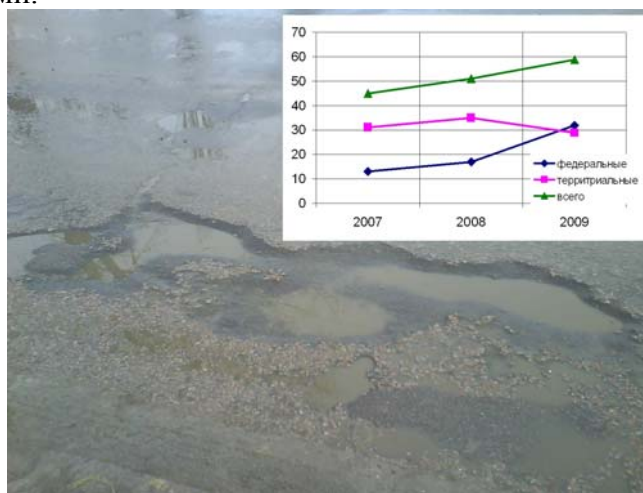


Рис. 2. Объёмы работ по ремонту автомобильных дорог общего пользования в 2007-2009 годах (км)

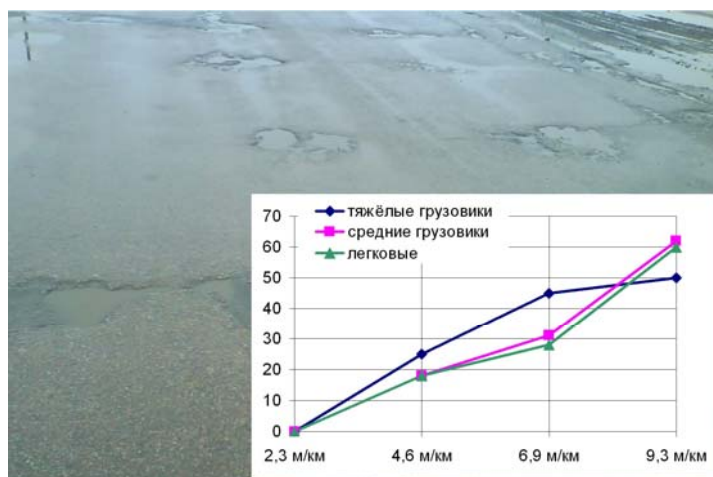


Рис. 3. Увеличение стоимости перевозок в зависимости от состояния дорожного покрытия

Чтобы свести до минимума отрицательное воздействие на природную среду объектов автотранспортного комплекса необходимо провести комплекс исследований, который позволит выработать меры по предупреждению эрозии, нарушений естественного режима движения грунтовых вод и предупреждению заболачиваемости у насыпей автомобильных дорог, и других негативных воздействий.

Задачи постепенного согласования темпов развития дорожной сети и численности автомобильного парка, а также повышения технического уровня опорной сети дорог, формирования новых и развития существующих автомобильных дорог не могут быть решены без обеспечения экологической безопасности автодорожного комплекса.

Отрицательное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду в наибольшей степени проявляется в газовом загрязнении примыкающей территории. Наиболее токсичным в значительных количествах присутствующим в составе отработавших газов карбюраторных двигателей компонентом является окись углерода. Влияние транспортных потоков на качество окружающей среды в населённых пунктах оценивается уровнями загазованности воздуха. Предельно допустимая концентрация окиси углерода в атмосферном воздухе регламентирована санитарными нормами: максимальная газовая – 5 мг/м³, среднесуточная – 3 мг/м³.

Оценка уровней загазованности воздуха окисью углерода в результате работы автомобильно-дорожного транспорта может производиться путём натурных наблюдений при наличии газоанализирующей аппаратуры или аналитического расчёта ожидаемой окиси углерода в зависимости от условий движения.

Места отбора проб размещаются таким образом, чтобы выявить максимум концентрации загрязняющего вещества. На территории, ограниченной линиями застройки, пробы воздуха следует отбирать на кромке проезжей части, тротуаре, на территории зелёной зоны, перед зданием с подветренной стороны улицы. Пробы воздуха должны отбираться на высоте 1,2-1,5 м в часы суток, соответствующие утреннему и вечернему «пику» интенсивности движения.

В случае отсутствия приборов предварительная оценка загазованности воздуха окисью углерода производится по зависимости [1]

$$C_p = C_o + \frac{k_1 k_2 k_3}{(2\pi)^{1/2} \sigma_2 u \sin \varphi} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{3600 V_i t_i}, \quad (1)$$

где C_p - расчётный уровень концентрации окиси углерода в точках, расположенных в створе перпендикулярно оси улицы или дороги с подветренной стороны, мг/м³; C_o - «фоновая» концентрация окиси углерода, обусловленная деятельностью промышленных и других энергетических установок, $C_o = 0,2 \dots 0,4$ мг/м³; Q_i - массовый выброс окиси углерода с отработавшими газами i -ой группой автомобилей, г/ч,

$$Q_i = k_{ni} q^{\text{ЗИЛ-442160, ГАЗ-3110}} N_i;$$

$q^{\text{ЗИЛ-442160, ГАЗ-3110}}$ - массовый выброс окиси углерода с отработавшими газами седельным тягачом ЗИЛ-442160 при номинальной загрузке и автомобилем ГАЗ 3110 при движении со скоростью 60 км/ч по прямому в плане, горизонтальному участку автомобильной дороги в хорошем техническом состоянии, г/ч; $q^{\text{ГАЗ-3110}} = 1285$ г/ч; N_i - интенсивность движения (в обоих направлениях) автомобилей группы I , авт/ч; i - количество групп автомобилей, отличающиеся удельными выбросами токсичных веществ с отработавшими газами; k_{ni} - переводной коэффициент для определения массового выброса окиси углерода с отработавшими газами автомобилями i - табл. 1; V_i - средняя скорость движения автомобилей i -ой группы, км/ч; t_i - единица времени, $t_i = 1$ ч; k_1 - коэффициент, учитывающий влияние ровности покрытия проезжей части на выброс окиси углерода транспортным потоком:

S , см/км	50	150	250	350	450
k_1	1,00	1,06	1,11	1,18	1,28

k_2 - коэффициент, учитывающий влияние продольного уклона улицы или дороги на выброс окиси углерода транспортным потоком:

J , %	10	30	50	70
k_2	1,00	1,06	1,20	1,45

k_3 - коэффициент, учитывающий влияние застройки на формирование уровней концентрации окиси углерода на примыкающей территории, зависит от отношения высоты застройки H к ширине улицы в красных линиях B :

H/B	0	0,25	0,50	0,75	1,00
k ₃	1	1,02	1,15	1,76	2,17

σ_z - коэффициент вертикальной диффузии, зависящий от устойчивости атмосферы и расстояния между расчётной точкой и осью источника загрязнения – автомобильной дороги, м:

L, м	10	20	30	50	70
σ_z	1,50	1,85	2,40	3,50	5,10

u - скорость ветра, м/с; φ - угол между направлениями источника загрязнения и направлением ветра, $\varphi > 45^\circ$.

Таблица 1

Значения переводных коэффициентов

Тип автомобиля	20	40	60	80
ВАЗ-21102, Москвич 2141Е1	0,70	0,88	0,82	0,65
Микроавтобусы, грузовые автомобили	1,01	1,27	1,19	0,94
ГАЗ-3110, ГАЗ-3106, УАЗ-3153 и др.	$\frac{0,34}{0,46}$	$\frac{0,50}{0,27}$	$\frac{2,56}{2,39}$	$\frac{9,15}{4,00}$
ЗИЛ-6301ГО, ЗИЛ-5301АО, Урал-55570013-31, КаВЗ -397614 ПАЗ-4230-02, ГолАЗ-4244 и др.	$\frac{1,92}{1,70}$	$\frac{0,91}{0,68}$	$\frac{0,78}{1,02}$	$\frac{9,27}{2,30}$
ЗИЛ-45085, КамАЗ-44108, МАЗ 631705-2120 и др.	$\frac{0,92}{0,757}$	$\frac{0,18}{0,22}$	$\frac{0,21}{0,18}$	$\frac{-}{0,27}$
ПАЗ-4230-03, ЛиАЗ-5256, ГолАЗ АКА 52251 и др.	$\frac{0,41}{0,41}$	$\frac{0,25}{0,24}$	$\frac{0,29}{0,29}$	$\frac{-}{0,21}$

Примечание. В числителе приведены коэффициенты для автомобилей с прицепами, в знаменателе – без прицепов.

Вывод. Анализ тенденций развития автодорожного комплекса России и его воздействий на окружающую среду показывает, что экологически ориентированная транспортная политика должна базироваться на жёстких экологических нормативах, соответствующих действующим международным требованиям, и на эффективной системе контроля за их соблюдением. Одной из наиболее сложных, но актуальных задач транспортной политики является формирование источников финансирования мер и решений, направленных на ускорение обновления автомобильного парка, улучшение его экологических характеристик, а также решение проблемы бездорожья.

Библиографический список

1. Курьянов, В.К. Автоматизированный расчёт загрязнения атмосферы токсичными компонентами отработанных газов [Текст] / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников Е.В. Кондрашова.- Деп. в ВИНТИ, № 561-В 2003.- Воронеж, 28.03.03 г. – 31 с.

References

1. Kuryanov, V.K Automated calculation of atmospheric pollution with toxic components of exhaust gases [Text] / V.K Kuryanov, A.V. Skrypnikov E.V. Kondrashova .- Dep. in VINITI, № 561-V 2003 .- Voronezh, 28.03.03 - 31 pp.

*Воронежская государственная
лесотехническая академия
Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой транс-
порта леса и инженерной геодезии ВГЛТА
В.К. Курьянов;
Д-р техн. наук, проф. ВГАСУ О.В. Рябова;
Д-р техн. наук, проф. ВГЛТА
А.В. Скрыпников;
Канд. техн. наук, доц. ВГЛТА
Е.В. Кондрашова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)53-74-18;
e-mail: V.K.Kuryanov@mail.ru*

*Voronezh State Forestry Academy
Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the Department of
Transport and forest engineering geodesy VSFA
V.K. Kuryanov;
Dr.Sci.Tech., prof. VSUACE O.V. Ryabova;
Dr.Sci.Tech., prof. VSFA A.V. Skrypnikov;
Cand. of Tech. Sci., doc. VSFA
E. V. Kondrashova
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)53-74-18;
e-mail: V.K.Kuryanov@mail.ru*

В.К. Курьянов, О.В. Рябова, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО БОРЬБЕ С АВТОТРАНСПОРТНЫМ ШУМОМ

Технический прогресс, нарастание процессов урбанизации приводят к росту числа автотранспортных средств и увеличению скоростей их движения, что значительно обостряет проблему борьбы с транспортным шумом, которая является актуальной. Рассмотрен один из способов борьбы с автотранспортным шумом – расчётно-теоретический, позволяющий оценить ожидаемый шум при реконструкции существующих автомагистралей.

Представлены основные природоохранные мероприятия при условии превышения предельно допустимого санитарными нормами уровня автотранспортного шума на селитебных территориях.

Ключевые слова: автотранспортный шум, природоохранные мероприятия, селитебные территории.

V.K. Kuryanov, O.V. Ryabova, A.V. Skrypnikov, E.V. Kondrashova

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SITUATION ROADSIDE AREAS BASED ON RECOMMENDATIONS TO COMBAT MOTOR NOISE

Technological advances, the growth of urbanization led to increased numbers of vehicles and increase the velocity of their movement, which greatly contributes to the fight against traffic noise, which is relevant. Considered one of the ways to combat road noise - a theoretical calculation, allowing to evaluate the expected noise in the reconstruction of existing highways.

Keywords: vehicular noise, nature conservation, residential area.

Технический прогресс, нарастание процессов урбанизации приводят к росту числа автотранспортных средств и увеличению скоростей их движения, что значительно обостряет проблему борьбы с транспортным шумом. Главная цель – обеспечить условия существования человека без серьезных нарушений здоровья.

Для достижения этой цели должны использоваться все возможные меры регулирования транспортного шума. Основными являются меры, уменьшающие излучение шума различными источниками, а также повышающие качество дорожного покрытия. Однако современный уровень развития техники ещё не позволяет создать малозумные автомобили. Поэтому одним из приоритетных способов борьбы с автотранспортным шумом на селитебных территориях и в районах жилой застройки является способ проведения предварительных исследований расчётно-теоретическим путём, позволяющий оценить ожидаемый шум при реконструкции существующих трасс.

Характерный для обследуемой улицы эквивалентный уровень звука, зависящий от интенсивности движения и состава транспортного потока, типа и состояния покрытия проезжей части, шероховатости покрытия определяется по формуле [1]:

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} f_i, \quad (2)$$

где i - порядковый номер диапазона уровней; L_i - средний уровень звука диапазона i ;
 f_i - частота показания уровней звука при измерении и диапазоне i .

$$L_p = L_{\text{трп}} + \Delta L_{\text{тяж}} + \Delta L_{\text{диз}} + \Delta L_{\text{ск}} + \Delta L_{\text{ук}} + \Delta L_{\text{пос}} + \Delta L_{\text{рп}} + \Delta L_{\text{к}} + \Delta L_{\text{зас}}, \quad (3)$$

где L_p - эквивалентный уровень звука в расчётной точке на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения; $L_{\text{трп}}$ - расчетный эквивалентный уровень звука транспортного потока на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения автомобильной дороги, дБА, для условий отсутствия: разделительной полосы; на высоте 1,2 м над уровнем проезжей части прямолинейного горизонтального участка дороги с покрытием из мелкозернистого асфальтобетона; в радиусе 50 м застройки и других отражающих препятствий распространения шума над грунтом; $\Delta L_{\text{тяж}}$ - поправка, учитывающая изменение числа автомобилей и автобусов с карбюраторным двигателями в транспортном потоке по сравнению с расчётным

Число грузовых автомобилей и автобусов в потоке, %	<5	5...20	20...35	35...95	50...60	65...85	85...100
Поправка, дБА, $\Delta L_{\text{тяж}}$	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

$\Delta L_{\text{диз}}$ - то же, с дизельными двигателями.

Число грузовых автомобилей в потоке, %	5	5-10	10-20	20-35
Поправка $\Delta L_{\text{диз}}$, дБА	0	1	2	3

$\Delta L_{\text{ск}}$ - поправка на изменение средней скорости движения по сравнению с расчётной.

V, км/ч	-20	-17	-12	-7	+7	+15	+20
$\Delta L_{\text{ск}}$, дБА	-3,5	-3	-2	-1	+1	+2	+2,5

$\Delta L_{\text{ук}}$ - поправка на продольный уклон

Число грузовых автомобилей в потоке, %	25	25-50	50-85	85-100
Поправка уклона, 2 %	+2	+2	+3	+3
То же 4 %	+2	+3	+4	+5

$\Delta L_{\text{пок}}$ - то же, на шероховатость дорожного покрытия.

Число легковых автомобилей в потоке, %	10	10-30	30-55	55-75	75-90	90-100
Поправка $\Delta L_{\text{пок}}$	0	+0,5	+1	+2	+3	+4

Гладкий асфальтобетон

Число легковых автомобилей в потоке, %	15	15-45	45-65	65-90	90-100
Поправка $\Delta L_{\text{пок}}$	0	+0,5	+1	+1,5	+2

$\Delta L_{\text{пр}}$ - то же, на ширину разделительной полосы на проезжей части: при наличии на проезжей части разделительной полосы до 5 м эквивалентный уровень звука необходимо уменьшить на 0,5 дБА, а при ширине более 5 м – на 1 дБА; $\Delta L_{\text{к}}$ - то же, на снижение расчётного уровня звука поверхностным покровом: при распространении шума над асфальтобетонными и другими отражающими шум поверхностями эквивалентный уровень звука необходимо увеличить на 1 дБА, уменьшить при распространении над зеленым газоном на 1 дБА и над снегом на 1,5 дБА; $\Delta L_{\text{зас}}$ - поправка, учитывающая влияние прилегающей к автомобильной дороге застройки: при расстоянии между красными линиями застройки 20...10 м, эквивалентный уровень звука необходимо увеличить на 4...8 дБА.

Определение ожидаемого уровня звука в точке, расположенной на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций (фасадов) зданий, обращенных в сторону автомобильной магистрали, производится по формуле:

$$L_i = L_p - L_{\text{расст.}} - \Delta L_{\text{зел}}, \quad (4)$$

где L_p - расчётный эквивалентный уровень звука транспортного потока на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения, дБА; $\Delta L_{\text{расст.}}$ - снижение уровня звука над поверхностью земли в зависимости от расстояния от источника шума, дБА

Расстояние, м	10	20	50	100
$\Delta L_{\text{расст.}}, \text{ дБА}$	2	5	12	15

$\Delta L_{\text{зел}}$ - снижение уровня звука зелеными насаждениями, дБА

Ширина газона, м	10-14	14-20	20-30
$\Delta L_{\text{зел}}, \text{ дБА}$	4-5	5-8	8-10

Вывод. Если уровень шума на придорожной территории превышает предельно допустимый санитарными нормами уровень, требуется назначение природоохранных мероприятий с обязательным их технико-экономическим обоснованием: снижение величины продольного уклона дорог и поддержание проезжей части дорог в надлежащем состоянии с учётом допустимого уровня шума; концентрация движения на специально оборудованных магистралях общегородского значения с учётом направления господствующих ветров; вывод транзитного движения на окружные дороги; размещение автомобильных стоянок с целью обеспечения предельно допустимого уровня автотранспортного шума; широкое использование подземного пространства городов для автомобильных гаражей и стоянок; озеленение придорожных территорий с постепенным увеличением высоты древесно-кустарниковых насаждений.

Библиографический список

1. Курьянов, В.К. Автоматизированный расчёт уровня параметрического загрязнения поверхностного стока на автомобильной дороге [Текст] / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова. - Деп. в ВИНТИ, № 569-В 2003.- Воронеж, 28.03.03 г. – 26 с.

References

1. Kuryanov, V.K. Automated calculation of parametric level of pollution of surface runoff on the road [text] / V.K. Kuryanov, A.V. Skrypnikov, E.V. Kondrashova, T.V. Skvortsova. - Dep. in VINITI, № 569-V 2003. - Voronezh, 28.03.03 - 26 pp.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой
«Строительства автомобильных дорог»
В.П. Подольский
Аспирант кафедры «Строительства автомо-
бильных дорог» Нгуен Дык Ши
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952)547-66-57
e-mail: ducnguyensy@yahoo.com

Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Doctor of Technical sciences, prof., head of
the chair "Construction of roads" Padolski V.P.
Postgraduate of the chair "Construction of
roads" Nguyen Duc Sy
Russia, Voronezh, tel. +7(952)547-66-57
e-mail: ducnguyensy@yahoo.com

В.П. Подольский, Нгуен Дык Ши

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИМЕНЯЕМЫЕ ВО ВЬЕТНАМЕ

Существуют различные методы защиты откосов земляного полотна. Каждый метод имеет преимущества и недостатки, поэтому наиболее целесообразный из них принимается свои в зависимости от конкретных геологических, топографических, экономически и технически условий.

Ключевые слова: методы защиты, защиты откосов, укрепления откоса, стабилизация откосов.

V.P. Padolsky, Nguyen Duc Sy

METHODS PROTECTION OF SLOPES SUBGRADE USED IN VIETNAM

There are various methods protection of slopes of road. Each method has advantages and lacks, therefore most expedient of them is accepted the depending on concrete geological, topographical, economical and technical condition.

Keywords: methods of protection, protection of slopes, slope strengthening, stabilisation of slopes.

Ниже перечислены популярные методы, применяемые во Вьетнаме.

1. Метод отсыпки бермы из грунта у подошвы склона земляного полотна.

Этот метод эффективен для высоких нестабильных откосов. Грунтовая берма у подножия земляного полотна, сопротивляется моменту скольжения и позволяет обеспечить равновесие и стабильность земляного полотна.

Материал для бермы может быть взят из верхней части при упрочивании откоса земляного полотна из карьера грунта за пределами строящейся дороги (рис. 1).

Этот метод был применен на автомагистраль 1А проходящей через рисовое поле провинции Тхуа Тьен Хюэ.

Стабилизация уклонов данным методом обычно не применяется для невысоких откосов. Однако в некоторых случаях его можно применять, особенно для нестабильных слоев грунта, чтобы контролировать диапазон возможных разрушений слоев грунтов.



Рис. 1. Метод отсыпки бермы у подножия
склона земляного полотна.

2. Дренажный метод (рис. 2).

Для этого метода трудно оценить эффективность поверхностного отвода воды.

Этот метод целесообразно применять, при необходимости стабилизации откосов в сжатые сроки, так как для длительного периода времени необходимо применить дополнительные мероприятия для ухода и ремонта канав, что приводит к увеличению затрат.

Этот метод может применяться для различных щелей:

Для обеспечения поверхностного водоотвода с откосов земляного полотна:

Целью этого метода является отвод поверхностной воды, что приводит к снижению объемов воды в более глубоких слоях грунтов. Поверхностная вода отводится с помощью грунтовых канав, которые легко ремонтировать, но они очень быстро разрушаются.

Широко используются два следующих вида канавок:

- грунтовая канавка формы рыбной кости;
- грунтовая канавка формы петли.

Для дренажа глубокого заложения:

Существует несколько способов устройства глубокого дренажа с целью снижения уровня грунтовых вод или их полного перехвата. При устройстве подобного дренажа необходимо учитывать стабильность и устойчивость стенок траншеи.

Для данного типа водоотвода часто применяются следующие комбинированные типы (рис. 3):

- глубокие водоотводные канавы;
- труба для водоотвода в поперечном направлении;
- труба для водоотвода в продольном направлении.

Данный метод дренажа популярно применяется в автомагистралях через провинции в горных зонах Вьетнама.

3. Стабилизация откосов геоматериалами.

Геоматериалы – искусственные синтетические материалы для укрепления грунтов (рис. 4).

Высокая прочность на растяжение геоматериалов способствует улучшению физико-механических свойств грунта, поэтому геоматериалы часто используются для повышения несущей способности грунтовых сооружений.

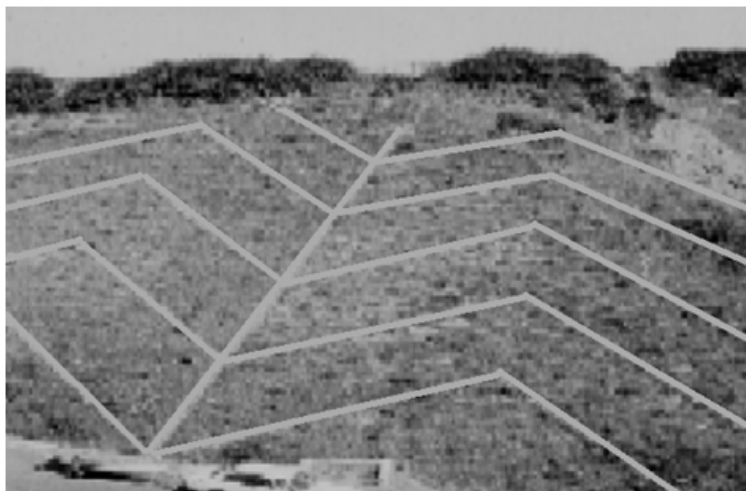


Рис. 2. Типы широко применяемых канавок.

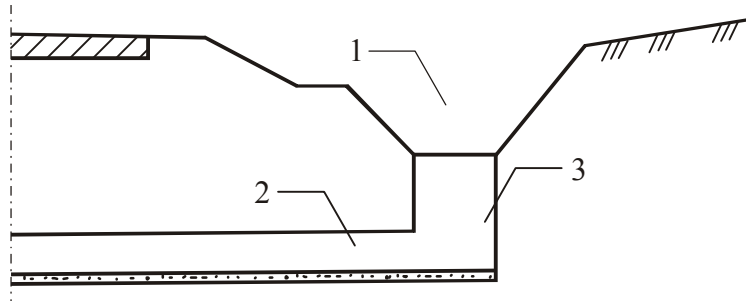


Рис. 3. Схема дренажа глубокого заложения:
1- глубокие траншеи водоотвода, 2-труба для водоотвода в поперечном направлении,
3- приемный колодец.



Рис. 4. Образцы геоматериалов

Например: насыпь, укрепленная георешетками, способствует снижению момента, возникающего из-за оползания грунта.

Данный метод используется в качестве анкера, он создает реакцию, которая сопротивляется моменту отрицательного действия.

Также данный метод эффективно используется для укрепительных работ в процессе разработки грунтов (рис. 5).

Геоматериалы были применены на многих автомагистралях во Вьетнаме. В будущем также предусматривается широкое применение из-за высокой эффективности метода.

4. Метод шпунтового ограждения.

Данный метод редко применяется из-за высоких затрат. Этот метод обычно применяется для разработки глубоких траншей и котлованов в слабых грунтах, на морском побережье, при устройстве опор мостов (рис. 6).

Для данного метода применяются шпунтовые элементы различных форм и из различных материалов в соответствии с проектом на строительство объекта.

5. Метод уполаживания откосов.

Различают три направления уполаживания откосов земляного полотна:

- Уполаживание откосов по заданному уклону;
- Снижение общей высоты наклон откоса при сохранении первоначального заложения откоса;
- Досыпка подножия склона грунтом, взятым с верховой части склона (как метод 1).

+ С одновременным уполаживанием склонов (рис. 7).

Данный метод заключается в снижении уклона откоса срезанием или досыпкой грунта. Данный метод эффективен для нестабильных неглубоких уклонов откоса.

+ Снижение общей высоты наклон откоса при сохранении первоначального заложения откоса (рис. 8).

Этот метод эффективно применяется для искусственных откосов.

Для естественных откосов данный метод дает низкую эффективность по сравнению с методом досыпки грунта в подножии откоса. Также данный метод эффективен для откосов глубоких выемок или высоких насыпей.

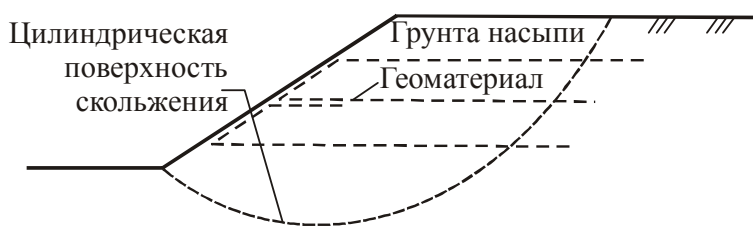


Рис. 5. Модели метода геоматериал с 3-слойным армированием геоматериалами.

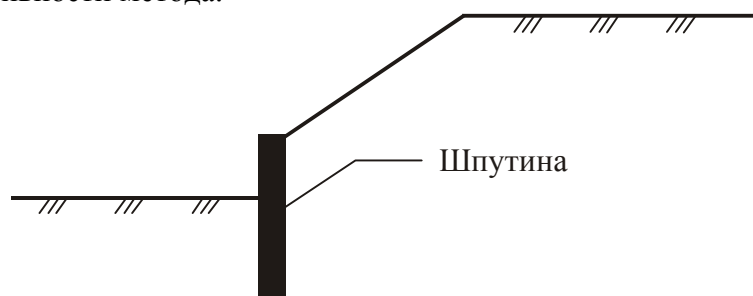


Рис. 6. Метод шпунтового ограждения.

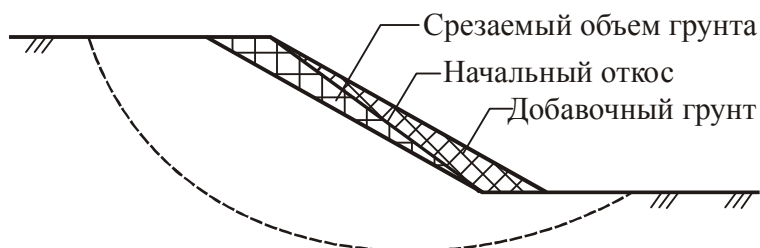


Рис. 7. Метод уполаживания откосов.

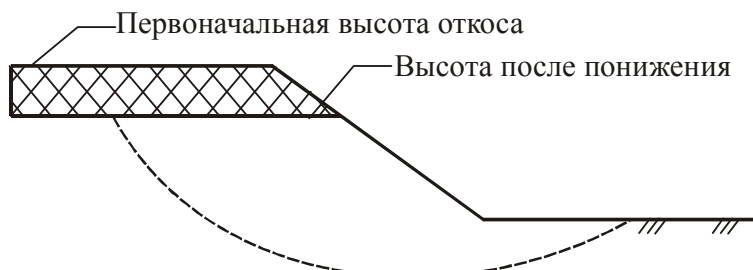


Рис. 8. Метод понижения высоты откоса.

6. Метод укрепления откоса «якорь в грунте» (рис. 9).

Обычно на якорь в грунте создается преднапряжение, которые необходимо для стабилизации откоса. Для этого якоря должны быть закреплены глубже поверхности цилиндрического скольжения. При применении данного метода необходимо рассматривать силу укрепления якоря и других сил, например силу сцепления якоря с грунтом.

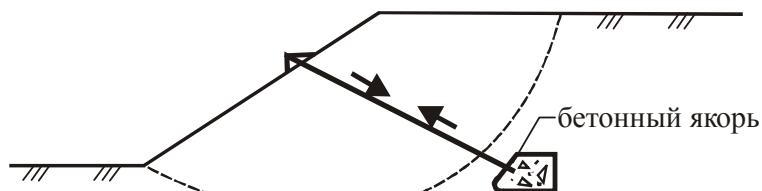


Рис. 9. Методы грунтового якоря.

Этот метод широко используется в процессе строительства автомагистрали «Хошимин».

7. Укрепления откоса посевом трав (рис. 10).

Данный метод повышает водонепроницаемость грунтов в откосе. Однако этот метод применяется только для неслабых грунтов и относительно невысоких откосов.

Преимущества данного метода - длительный срок, низкая стоимость и простота в реализации.



Рис. 10. До и после засева травы Vetiver.

8. Метод «удерживающих конструкций» (рис. 11).

В общем, этот метод недостаточно неэффективен в связи с трудностью производства строительных работ на скользящем основании.

Этот метод используется для укрепления от оползней на нескольких участках автомагистрали «Хошимин».

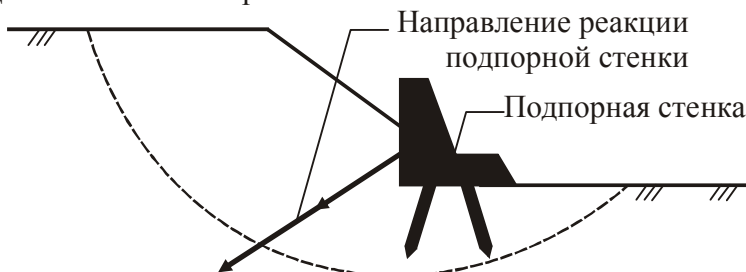


Рис. 11. Метод «удерживающих конструкций».

Каждый из выше рассмотренных методов защиты откосов земляного полотна, используемых во Вьетнаме, обладает своими преимуществами и недостатками, чтобы выбрать подходящий метод, необходимо производить анализ откосов и климатно-геологических условий.

Библиографический список

1. Подольский Вл.П., Глаголев А.В., Пospelов П.И. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Том I. Земляное полотно. Воронеж, 2005.-528с.
2. Hồ Chát, Doãn Minh Tâm, Sổ tay phòng hộ và gia cố nền đường, Hà Nội – 1985.

References

1. Podolsky V.P., Glagolev A.V., Pospelov P.Y. Technology and organization construction roads. Vol I. Subgrade of road. Voronezh, 2005, 528p.
2. Ho Chat, Doan Minh Tam, Handbook of protection and reinforced the street, Hanoi - 1985.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф. кафедры проектиро-
вания автомобильных дорог и мостов
Т.В. Самодурова
К.т.н., доцент кафедры проектирования
автомобильных дорог и мостов
Ю.В. Федорова
Аспирант кафедры проектирования авто-
мобильных дорог и мостов А.С. Гаспарян
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-52-02;
e-mail: tvsv@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc. in Engineering, Prof. of Department of
Design of Highways and Bridge Design
T.V. Samodurova
Ph. D. in Engineering Assoc. Prof. of
Department of Design of Highways and Bridge
Design U.V. Fedorova
Postgraduate student of the Department of
Road and Bridge Design A.S. Gasparyan
Russia, Voronezh, ph. +7(4732)71-52-02;
e-mail: tvsv@mail.ru*

Т.В. Самодурова, Ю.В. Федорова, А.С. Гаспарян

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Обосновывается необходимость оценки экологической обстановки при про-
ведении работ по зимнему содержанию автомобильных дорог. Рассчитано количест-
во вредных выбросов для различных технологий проведения работ. Рассчитано их
снижение в зависимости от скорости движения автомобилей. Предложены меры по
снижению вредных выбросов, путем корректировки технологических схем проведе-
ния работ по зимнему содержанию автомобильных дорог.

Ключевые слова: экология, вредные выбросы, зимнее содержание дорог.

T.V. Samodurova, U.V. Fedorova, A.S. Gasparyan

CALCULATION OF TRASPORT EMISSIONS UNDER THE WINTER ROADS MAINTENANCE

Necessity of estimation ecological circumstances proves at work under the winter
roads maintenance. The quantity of harmful emissions for different technology is
calculated. Their decrease depending on traffic speed is counted. Measures for decrease of
harmful emissions, are offered by correction of technological circuit designs of work under
the winter maintenance roads.

Keywords: the ecology, harmful emissions, the winter road maintenance.

Влияние человека на окружающую среду увеличивается по мере развития цивилиза-
ции и ускорения технического прогресса. В настоящее время негативное воздействие на эко-
логическую обстановку приблизилось к критической отметке, после которой могут начаться
необратимые последствия, связанные с разрушительной антропогенной деятельностью.

Автомобильная дорога, и особенно крупная автомагистраль, является одним из ос-
новных источников загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых
вод, а также разрушения природного ландшафта на прилегающей к ней территории.

Интенсивное развитие автомобилизации во всем мире, расширение и упорядочение
сети автодорог, повышение грузоподъемности и средней скорости транспортных средств,
рост интенсивности движения вызывают усиление токсичного и виброакустического загряз-

нения окружающей среды, выдвигая на первый план решение проблем экологической безопасности и снижения воздействия автотранспорта на среду обитания человека.

На значительной части территории России наиболее сложным и ответственным в работе дорожно-эксплуатационных организаций является зимний период, уровень экологического загрязнения в это время во многом определяется состоянием дорожного покрытия и использованием химических реагентов для борьбы с зимней скользкостью.

Влияние состояния дорожного покрытия проявляется через снижение скорости движения транспортных средств, что влечет за собой увеличение уровня выбросов вредных веществ в атмосферу.

На скорость движения транспортных потоков оказывают существенное влияние отряды дорожных машин, проводящих работы по зимнему содержанию. Авторами статьи проведены исследования по оценке эффективности различных схем организации дорожного движения в период проведения работ [1]. Установлено, что повысить скорость движения транспортного потока при проведении патрульной снегоочистки можно, разрешив совершать обгон отряда машин. При этом величины технологических разрывов между машинами в отряде дорожной спецтехники, проводящими работы по зимнему содержанию дорог, рассчитаны из условия обеспечения безопасности движения. Результаты расчетов представлены в табл. 1

Таблица 1

Технологический разрыв между машинами дорожной спецтехники

Технология работ по зимнему содержанию	Скорость движения отряда, км/ч	Технологический разрыв, м	
		рекомендуемые нормативами	Полученные по расчету из условий безопасного обгона
Ликвидация зимней скользкости	30-40	30-60	150-200
Профилактика зимней скользкости	30-40	не регламентируются	50-100
Удаление рыхлого снега с покрытия:	30-40 50-60	30-60 100-150	100-150 200-300
Профилактика образования снежного наката	30-40	не регламентируются	100-150
Распределение фрикционных материалов	30-40	30-60	100-150

Разрешение обгонов при патрульной снегоочистке позволяет повысить скорость движения транспортного потока.

При проведении расчетов введены ограничения на максимальные скорости движения транспортных средств при неблагоприятных погодных условиях с учетом коэффициента сцепления, соответствующего состоянию покрытия, возможного в зимний период. Максимально возможная скорость на горизонтальном участке и на подъеме по условию сцепления колеса автомобиля с покрытием с учетом сопротивления качению, определялась по формуле, предложенной А.П. Васильевым [2]

$$V_{\phi \max} = \frac{m \cdot \varphi_{20} - f_{20} - i}{m \cdot \beta_{\phi} + k_f} + 20, \quad (1)$$

где m – коэффициент сцепного веса; β_{ϕ} – коэффициент, учитывающий изменение сцепных качеств от скорости для различных типов и состояний дорожного покрытия; φ_{20} – коэффи-

ент сцепления при скорости 20 км/ч; f_{20} – коэффициент сопротивления качению при скорости 20 км/ч; k_f – коэффициент повышения сопротивления качению со скоростью.

В результате проведения расчетов по формуле (1) были получены значения максимально допустимых скоростей движения транспортных средств для различных состояний дорожного покрытия из условия обеспечения безопасности движения. Расчетные значения скоростей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения максимально допустимых скоростей движения
для различных состояний дорожного покрытия

Расчетные параметры	Значения расчетных параметров при состоянии дорожного покрытия				
	Рыхлый снег толщиной до 10 мм	Рыхлый снег толщиной 10-20 мм	Рыхлый снег толщиной 20-40 мм	Снежный накат	Стекловидный лед
Максимальная безопасная скорость движения, км/ч	80	65	50	37	36
Скорость отряда при проведении работ по борьбе с зимней скользкостью, км/ч	35	35	35	30	30

При исследовании влияния технологий зимнего содержания дорог на безопасность движения было выявлено, что отряды дорожной спецтехники вносят существенные помехи в транспортный поток, приводят к снижению скорости движения, следовательно, к снижению пропускной способности автомобильных дорог.

В период выпадения осадков и при проведении работ по борьбе с зимней скользкостью на дорогах повышается риск возникновения ДТП из-за снижения коэффициента сцепления на скользком дорожном покрытии, уменьшения расстояния видимости при выпадении осадков, изменения скоростного режима транспортного потока и режима обгонов при работе отрядов дорожной спецтехники.

В ходе ранее проведенных исследований рассчитаны основные параметры обгона отряда спецтехники – расстояния между машинами в отряде и скорости движения в процессе обгона для установления возможности его безопасного проведения. Рассчитаны схемы возможных обгонов отряда дорожной спецтехники при различном состоянии покрытия и различных технологиях проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог [1]. Изменение скоростного режима оказывает непосредственное влияние на уровень выбросов отработавших газов транспортных средств.

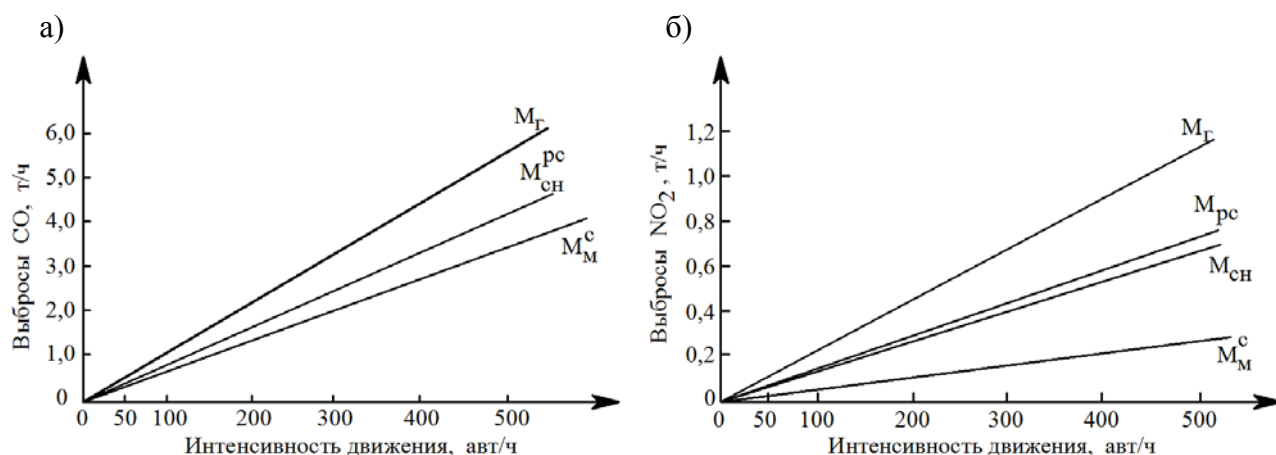
К числу основных токсичных веществ, выделяемых с отработавшими газами, относятся: окись углерода, окислы азота, альдегиды, сажа, а также свинец и его соединения. Токсичность отработанных газов карбюраторных двигателей обуславливается, главным образом, содержанием CO и NO_x, а дизельных – NO_x и сажей.

Расчет производился по методике предложенной Федоровой Ю.В. с использованием номограмм, показанных на рисунке 1 [3].

При построении номограмм расчет выбросов вредных веществ производился по формуле

$$M_i = \sum_{j=1}^n A_i m_{ij}, \quad (2)$$

где A_i – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества ($A_{CO} = 1,0$, $A_{NO_2} = 41,1$); m_{ij} – масса i -го вещества, выбрасываемая j -м типом двигателя внутреннего сгорания (ДВС); n – количество типов автомобилей;



М – количество выбросов (С,М – при сухом и мокром состоянии покрытия, РС – рыхлый снег, СН – снежный накат, Г – гололед)

Рис. 1. Определение выбросов CO и NO₂ для 100 км пробега автотранспорта при различных состояниях покрытия

По данным номограммам (рис. 1) получены уравнения регрессии для различных скоростных режимов движения транспортных средств. Расчеты проводились из условия разрешения обгона отряда спецтехники в ходе проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог.

Результаты расчетов количества вредных выбросов в отработанных газах автомобилей показаны на рисунке 2.

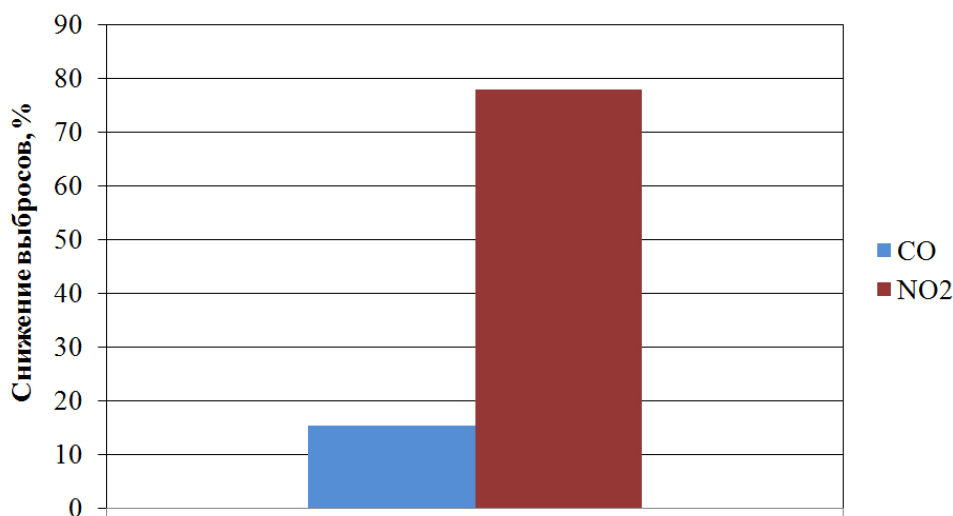


Рис. 2. Уменьшение количества выбросов при разрешении обгона отряда спецтехники

Анализ графика показывает, что при разрешении обгонов отрядов дорожной спецтехники при проведении работ по зимнему содержанию автомобильных дорог, наблюдается значительное снижение вредных выбросов.

По результатам проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Оптимизация технологических проведения работ по зимнему содержанию для создания возможности безопасного обгона спецтехники существенно улучшит экологическую ситуацию.

2. При разрешении обгона отряда спецтехники количество выбросов углекислого газа в отработанных газах автомобиля уменьшается на 15,38 % а количество выбросов оксида азота уменьшается на 77,8 %.

Библиографический список

1. Самодурова Т.В. Обеспечение безопасности дорожного движения при проведении работ по зимнему содержанию/ Т.В. Самодурова, А.С. Гаспарян// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2010. – №1. –С. 139-145.

2. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника. Т. II/ А.П. Васильев, Э.В. Дингес, М.С. и др., – М.: Информавтодор, 2004 – 507 с.

3. Экологические аспекты зимнего содержания дорог/ В.П. Подольский, Т.В. Самодурова, Ю.В.Федорова.–Воронеж: Воронежская государственная архитектурно-строительная академия. – 2000. – 152 с.

References

1. Samodurova T.V. Ensuring traffic safety under the winter roads maintenance / T.V. Samodurova, A.S. Gasparyan // The scientific bulletin of the Voronezh state university of architecture and civil engineering. Construction and architecture. - 2010. - №1.-p. 139-145.

2. Repair and road maintenance: Encyclopedia for road master. V. II / A.P. Vasilev, E.V. Dinges, M.C. Koganzon., - M.: Informavtodor, 2004 - 507 p.

3. Ecological aspects of the winter road maintenance / V.P. Podolskiy , T.V. Samodurova, U.V. Fedorova. –Voronezh: Voronezh state academy of architecture and civil engineering. – 2000. – 152 p.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 629.7.014.2

*Военный авиационный инженерный
университет (г. Воронеж)
Канд. техн. наук, доцент, начальник
факультета УПДМ А.В. Великанов
адъюнкт кафедры автомобильной
подготовки Д.В. Лиховидов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)26-79-18
e-mail: vvvaiu@vvvaiu.vrn.ru
Воронежский государственный
технологический университет
Д-р техн. наук, проф., заведующий
кафедрой ПМ и ПТМ В.А. Нилов,
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)55-32-00*

*Military aviation ingeneering university
(Voronezh)
Mast.Sci.Tech., prof.asist., head of faculty
A.V. Velikanov
Post-graduate of automobile fabrication faculty
D.V. Likhovidov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)26-79-18
e-mail: vvvaiu@vvvaiu.vrn.ru
Voronezh State university of Technologing
Dr.Sci.Tech., prof., head of transportation
machines faculty V.A. Nilov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)55-32-00*

А.В. Великанов, Д.В. Лиховидов, В.А. Нилов

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА БУКСИРОВКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АЭРОДРОМОВ

В статье приведены результаты испытаний колесного тягача-буксировщика воздушных судов на базе серийного полноприводного автомобиля, оснащённого автоматическим увеличителем сцепного веса. Установлена возможность применения таких устройств вместо балластирования тягача. При этом отмечено уменьшение расхода топлива, эксплуатационных затрат и загрязнения аэродрома.

Ключевые слова: тягач-буксировщик, буксировка воздушных судов, автоматизация, экологическое состояние.

A.V. Velikanov, D.V. Likhovidov, V.A. Nilov

THE INFLUENCE OF THE PROPULSION AUTOMATICALLY OF THE FLYING APPARATUS FOR THE ECOLOGY CONDITIONS OF THE AERODROME

The results of testing of the wheel prime movers of the flying apparatus on the basis of the serial full-drive truck, which have a compact automatically towing device, are published. The possibility of using that equipment instead of ballasting the prime mover is obtained. The decrease of fuel consumption, the exploitation expenditures and the soiling of the aerodrome were also obtained.

Keywords: prime movers, towing flying apparatus, automatics, ecologies.

Применение колёсных тягачей-буксировщиков воздушных судов (ВС) позволяет существенно снизить уровень шума и загрязненность окружающей среды в районе аэродрома, а также уменьшить непроизводительный расход моторесурса дорогостоящих авиационных двигателей воздушных судов и расход авиационного топлива в случае необходимости самостоятельного заруливания ВС на технические позиции.

Аэродромный тягач-буксировщик на операцию транспортирования ВС с мест стоянки к месту запуска затрачивает горючего в 100... 200 раз меньше чем ВС, так как 1кВт мощности дизельного двигателя создаёт около 600 Н тягового усилия на колёсных движителях (эффект полиспаста), а 1кВт мощности турбовинтового (ТВД) и 10 Н тяги турбореактивного (ТРД) двигателя создают только 10... 12 Н тягового усилия (прямая передача). Удельный расход топлива дизельного двигателя почти в три раза меньше, чем у ТРД и в 1,5 раза меньше, чем у ТВД. В результате существенно улучшаются экологические условия эксплуатации ВС в наземных условиях.

Для повышения эффективности транспортирования ВС в зарубежной практике наибольшее распространение получил метод буксировки с использованием загрузки передних шасси ВС на грузовую платформу [1]. В этом случае увеличивается сцепной вес тагача-буксировщика за счёт массы ВС, приходящейся на его переднюю стойку.

Однако такая конструкция существенно увеличивает габариты тягача, снижает манёвренность и не обеспечивает его унифицированное использование. В этом случае при буксировке тяговое усилие воспринимается только передней стойкой шасси ВС, что является существенным недостатком, поскольку главные шасси, предназначенные для восприятия основных нагрузок, остаются разгруженными.

В отечественной практике в качестве колёсных тягачей-буксировщиков применяются автомобили повышенной проходимости с колёсной формулой 4x4, 6x6, и 8x8, а также специальные аэродромные буксировщики типа БелАЗ-7421. Для обеспечения необходимых тяговых качеств буксировщика на базе серийного полноприводного автомобиля, например Урал-4320, на его шасси устанавливается балласт, масса которого составляет 4000 кг. при конструктивной массе тягача 6800 кг. Полная масса буксировщика БелАЗ-7421 составляет 37000 кг. при 20000 кг., приходящейся на балласт, прикреплённый к раме для увеличения силы тяги на колёсных движителях [2]. Увеличение массы буксировщика за счёт балласта (на 60... 110% от его конструктивной массы) ведёт к повышению расхода топлива на 15...20% и резко повышает эксплуатационные затраты. По этой причине эксплуатация специальных тягачей-буксировщиков (типа БелАЗ-7421) на отечественных аэродромах крайне ограничена.

В этих условиях большую актуальность приобретает применение догружающих тягово-сцепных устройств, не требующих значительных материальных затрат. Такие устройства [3,4]. имеют небольшие габариты и позволяют увеличивать сцепной вес тягача за счёт массы буксируемого прицепа именно тогда, когда это необходимо. Например, при трогании с места, при буксировке по заснеженной поверхности, при повороте и т.д. Буксировка ВС и совершение обратного холостого хода производится без увеличения собственной конструктивной массы.

На базе Военного авиационного инженерного университета (г. Воронеж) создан и испытан в реальных условиях эксплуатации опытный образец автоматического догружающего тягово-сцепного устройства для буксировки ВС на базе серийного тягача Урал-4320.



Рис. Тягач-буксировщик, оборудованный автоматическим догружающим тягово-сцепным устройством

Устройство позволяет автоматически передавать часть вертикальной нагрузки, приходящейся на переднюю стойку шасси ВС, ведущим колесам тягача для увеличения силы тяги по сцеплению. Это крайне необходимо при низких значениях коэффициента сцепления колесных движителей с аэродромным покрытием (снег, гололёд), когда ВС вынуждены производить заруливание на технические позиции при помощи собственных двигателей.

Проведенные экспериментальные исследования автоматического догружающего тягово-сцепного устройства подтвердили его высокую эффективность, особенно в зимних условиях эксплуатации, низкую трудоемкость в обслуживании (два рабочих вместо трёх, для штатного буксировщика), уменьшение расхода топлива в сравнении с эксплуатацией того же тягача Урал 4320, но с балластом на 10... 12%. Установлено, что применение автоматического догружающего тягово-сцепного устройства позволяет повысить тяговое усилие буксировщика по сцеплению на 40%, уменьшив буксование его колёс на 10... 12%, снизив трудозатраты при подготовке к буксировке на 50%, сократив общее время операции транспортирования на 15... 18%, буксировать более тяжёлые ВС. Разработанное устройство позволяет также полностью вывешивать переднюю стойку шасси ВС, при этом вдвое уменьшается радиус поворота агрегата, что особенно важно при выполнении буксировки в стеснённых условиях и задним ходом.

Разработана математическая модель автоматической системы управления регулированием сцепного веса и программа расчёта тяговых характеристик буксировщика для типовых поверхностей аэродрома.

Проведенные исследования позволяют улучшить экологическое состояние аэродромов за счет уменьшения количества сжигаемого топлива как ВС, так и их буксировщиками.

Библиографический список

1. Заявка №2395891 Франция, МКИ В64F1/22. РЖ "Изобретения стран мира", №7. М.: 1979.
2. Канарчук В.Е. Авиационная наземная техника. М.: "Транспорт", 1989.
3. Нилов В. А. Исследование скреперного поезда. Диссертация на соискание ученой степени кандидата тех. наук.- Воронеж, 1975.-187с.
4. Великанов А.В. Повышение тяговых качеств аэродромных колёсных тягачей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата тех. наук.- Воронеж, 1999.-176с.

References

1. Patent №2395891 France, MKI B64F1/22 RM «Inventions of all worlds», №7. M.: 1979.
2. Kanarchuk V.E. Specialized machines of aviation. . M.: "Transport", 1989.
3. Nilov V.A. Research on scraper train. Master's thesis technical science.- Voronezh. 1975.-187p.
4. Velikanov A.V. Increase of aerodrome wheeled prime movers tracting force characteristics. Master's thesis technical science.- Voronezh. 1999.-176p.

Воронежская государственная
лесотехническая академия
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой автомо-
билей В.С. Волков;
Студенты: И.Г. Павлов, Я.Ю. Таможников
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)53-77-07
e-mail: auto@vglta.vrn.ru

State Academy of Forestry and Technologies
Dr.Sci.Tech., prof., head of automobiles faculty
V.S. Volkov
Students: I.G. Pavlov, Y.Y. Tamozhnikov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)53-77-07
e-mail: auto@vglta.vrn.ru

В.С. Волков, И.Г. Павлов, Я.Ю. Таможников

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Представлены результаты анализа исследований биодизельного топлива с учетом его влияния на экологию. Установлены его преимущества и недостатки по сравнению с обычным дизельным топливом на нефтяной основе, а также способы производства и возможность применения.

Ключевые слова: биодизельное топливо, дизельный двигатель, автомобильный транспорт, экология.

V.S. Volkov, I.G. Pavlov, Y.Y. Tamozhnikov

ANALYSIS OF BIODIESEL RESEARCH RESULTS

The research has resulted in analysis of biodiesel research by calculation of its environmental effect. It has been constructed that biodiesel has some advantages and disadvantages in comparison with oil-based diesel. It has been considered its manufacturing methods and application.

Keywords: biodiesel, diesel engine, motor service, ecology.

В последнее время все более широкое распространение получают альтернативные биотоплива на основе масел и животных жиров. Интенсивные работы по переводу дизельных двигателей на экологически более чистое топливо ведутся как в странах с ограниченными топливно-энергетическими ресурсами, так и в высокоразвитых странах, имеющих возможность приобретения жидких энергоносителей.

К альтернативным видам топлива, в первую очередь, конечно, нужно отнести биодизельное топливо. В связи с огромным скачком роста цен на традиционные виды топлива, и не в последнюю очередь необходимостью принятия срочных мер в области состояния окружающей среды, возрастает интерес к альтернативным видам топливам и в России.

Что же такое биодизельное топливо – говоря упрощенно, это продукт химической реакции между растительными или животными маслами и спиртом в присутствии катализаторов. Сырьем для производства биодизеля являются любые растительные масла и животные жиры, но для проведения реакции, в результате которой получится биодизель и глицерин (как побочный продукт), необходим метанол (метиловый спирт) [1].

Растительное масло переэтерифицируется метанолом, реже или этанолом или изопропиловым спиртом (в весовом соотношении к маслу 9/1, т.е 9-частей масла и 1 часть метилового спирта + гидроксид калия или натрия в количестве 1% от общей массы смеси масла со спиртом) при температуре 60°C и нормальном давлении.

Для получения качественного продукта необходимо выдержать ряд требований:

1. После прохождения реакции переэтерификации содержание метиловых эфиров должно быть выше 96 % [2].
2. Для быстрой и полной переэтерификации метанол берется с избытком, поэтому метиловые эфиры необходимо очистить от него.
3. Использовать метиловые эфиры в качестве топлива для дизельной техники без предварительной очистки от продуктов омыления недопустимо. Мыло засорит фильтр и образует нагар, смолы в камере сгорания. При этом сепарации и центрифугирования недостаточно. Для очистки необходима вода или сорбент.
4. Заключительный этап – сушка метиловых эфиров жирных кислот. Так как вода приводит к развитию микроорганизмов в биодизеле и способствует образованию свободных жирных кислот, вызывающих коррозию металлических деталей.
5. Хранить биотопливо более 3 месяцев не рекомендуется – разлагается [2].

Сырьём для производства биодизельного топлива служат жирные, реже – эфирные масла различных растений: Европа – рапс; США – соя; Канада – канола (разновидность рапса); Индонезия, Филиппины – пальмовое масло; Филиппины – кокосовое масло; Индия – ятрофа, (*Jatropha*); Африка – соя, ятрофа; Бразилия – касторовое масло. Также применяется отработанное растительное масло, животные жиры, рыбий жир и т. д. [2].

Наиболее перспективным источником сырья для производства биодизеля являются водоросли. По оценкам Департамента Энергетики США с одного акра ($4047\text{ м}^2 \sim 0,4\text{ га}$) земли можно получить 255 литров соевого масла, или 2400 литров пальмового масла. С такой же площади водной поверхности можно производить до 3570 барреля бионефти (1 баррель = 159 литров). По оценкам компании Green Star Products с 1 акра земли можно получить 48 галлонов соевого масла, 140 галлонов масла канолы и 10000 галлонов из водорослей [2].

Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 год исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что Калифорния, Гавайи и Нью-Мексико пригодны для промышленного производства водорослей в открытых прудах. В течение 6 лет водоросли выращивались в прудах площадью 1000 м^2 . Пруд в Нью-Мексико показал высокую эффективность в захвате CO_2 . Урожайность составила более 50 граммов водорослей с 1 м^2 в день. 200 тысяч гектаров прудов могут производить топливо, достаточное для годового потребления 5 % автомобилей США. 200 тыс. гектаров — это менее 0,1 % земель США, пригодных для выращивания водорослей. У технологии ещё остаётся множество проблем. Например, водоросли любят высокую температуру, для их производства хорошо подходит пустынный климат, но требуется некая температурная регуляция при ночных перепадах температур. В конце 90-х годов технология не попала в промышленное производство из-за низкой стоимости нефти [2].

Кроме выращивания водорослей в открытых прудах существуют технологии выращивания водорослей в малых биореакторах, расположенных вблизи электростанций. Сбросное тепло ТЭЦ способно покрыть до 77 % потребностей в тепле, необходимом для выращивания водорослей. Эта технология не требует жаркого пустынного климата.

Перед обычным дизтопливом биотопливо имеет ряд неоспоримых преимуществ, главные из которых:

1. Использование биодизельного топлива приводит к сокращению, по меньшей мере, на 80 процентов выбросов углекислого газа. Биотопливо содержит мало или почти не содержит серы, что приводит к меньшему или сто процентному отсутствию выброса диоксида серы в воздух [3].
2. Это единственное альтернативное топливо, которое может работать в любом обычном дизельном двигателе. Другие альтернативные виды топлива, такие, как отходы растительного масла или само масло в чистом виде могут требовать изменений для вашего дизельного двигателя.

3. Масло (как сырье для производства) содержит меньше чем сырая нефть нежелательных примесей, которые со временем могут вызывать повреждения дизельных двигателей. Биодизельное топливо также обладает лучшими смазочными свойствами и может помочь защитить и продлить жизнь дизельных двигателей.

4. Отсутствие токсичности. Оно является более безопасным для обработки и транспортировки. Также имеет высокую степень биоразлагаемости и более высокую температуру вспышки, чем обычное дизельное топливо. Точка воспламенения для биодизельного топлива превышает 100 градусов Цельсия.

5. При попадании в воду не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биологическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99 % биодизеля, что позволяет говорить о минимизации загрязнения рек и озёр [3].

6. Более высокое цетановое число (для минерального дизтоплива 42 ... 45, для биодизельного топлива – 51).

7. Увеличение срока службы двигателя. При работе двигателя на биодизеле одновременно производится смазка его подвижных частей, в результате которой достигается увеличение срока службы самого двигателя и топливного насоса в среднем на 60%.

Среди основных недостатков биодизельного топлива можно выделить следующие:

1. В неразведенном виде он способен повреждать резиновые шланги, прокладки и потребовать их замены на детали из более стойких материалов.

2. Вследствие высокой растворяющей способности, оно способно вымывать из двигателей отложения, образовавшиеся там ранее, а это может вызывать сбои в работе, отсюда возможны проблемы и с гарантийным обслуживанием техники.

3. Биодизель может быть не вполне устойчив к окислению при хранении, и может возникнуть необходимость в антиоксиданте.

4. Дизтопливо с высоким содержанием биотоплива изготовленного из сырья с низким йодным числом, может создавать проблемы вследствие загущения и забивания топливного фильтра в холодное время года.

5. Недостатком биодизельного является его неэкономичность. Расход биотоплива на 11 % больше, чем дизтоплива при одинаковом пробеге [4].

Биотопливо применяется на автотранспорте в чистом виде и в виде различных смесей с дизельным топливом. Например, в США смесь дизельного топлива с биодизельным обозначается буквой В; цифра при букве означает процентное содержание биодизеля. В2 – 2 % биодизеля, 98 % дизельного топлива, В100 – 100 % биодизельного топлива [2].

Повышенные, по сравнению с дизельным топливом, на 10% плотность и кинематическая вязкость в 1,5 раза способствуют некоторому увеличению дальности топливного факела и диаметра капель распыленного топлива, что может привести к увеличенному попаданию биодизельного топлива на стенки камеры сгорания и гильзы цилиндра. Меньшие значения коэффициента сжимаемости биодизельного топлива приводит к увеличению действительного угла опережения впрыскивания топлива и максимального давления в форсунке. Высокое цетановое число биодизельного топлива 51 и более способствует сокращению периода задержки воспламенения и менее «жесткой» работе дизеля. Повышенная почти в 3 раза температура вспышки в закрытом тигле 120 °С и более, обеспечивает высокую пожаробезопасность. Наличие окислителя непосредственно в молекуле топлива позволяет интенсифицировать процесс сгорания и обеспечить более высокую температуру в цилиндре, что способствует повышению индикаторного и эффективного КПД двигателя и приводит к некоторому увеличению оксида азота NO_x в отработавших газах [5].

При использовании биотоплива возможно некоторое увеличение уровня шума и дымности при холодном пуске, при пониженных температурах требуется применение депрессорных присадок. Необходимо осуществлять контроль содержания воды в биодизельном топли-

ве, чтобы избежать опасности развития микроорганизмов, образования перекисей и коррозионного воздействия воды, в том числе и на элементы топливной аппаратуры [5]

Биотопливо можно заливать в бак как в чистом виде, так и в качестве добавки к топливу на нефтяной основе в соотношении от 5 до 35% от объема. При этом, как утверждает большинство специалистов, никакой модификации обычного дизельного двигателя не требуется. Ученые свидетельствуют, что мощность двигателя при работе на биотопливе несколько снижается, и, как следствие, на 5 ... 8% увеличивается расход горючего.[6].

Наивно было бы полагать, что биодизель как вид моторного топлива лишен недостатков. Конечно, они есть, и противники этого вида топлива всячески их подчеркивают. Отмечены случаи выхода из строя насосов высокого давления и топливных фильтров. Поэтому производители дизельных двигателей вносят в них конструктивные изменения, чтобы адаптировать к использованию биотоплива. В холодное время года эффективность биодизельного топлива гораздо ниже, чем дизельного, так как при низких температурах на жиклерах, форсунках и других калиброванных отверстиях могут образовываться отложения в виде кристаллов воска, что ведет к их закупорке [6].

Теплота сгорания биодизельного топлива уступает этому показателю у дизельного – 37,2 МДж/кг против 42,5 МДж/кг (-10%). Поэтому мощность двигателя, работающего на биодизеле, снижается в среднем на 7%, а расход топлива повышается примерно на 5 – 8%.

Что же касается загрязнения атмосферы вредными веществами, то биодизельное топливо значительно чище, чем горючее нефтяного происхождения. Так, выбросы сажи на 50%, СО – на 10 – 12%, СН – на 20% меньше, чем у обычного дизтоплива. Серы в выхлопе ничтожно мало – 0,005 – 0,05% против 0,2 ... 0,5% у углеводородного топлива. Этот показатель дает возможность устанавливать нейтрализаторы отработавших газов, что позволит еще больше снизить количество выбрасываемых токсичных компонентов. Сравнение ещё нескольких физико-химических характеристик приведены в таблице.

Из-за высокого содержания кислорода в биодизельном топливе (10%) в отработавших газах автомобиля больше окислов азота. Но этот показатель снижается до нормы после соответствующих настроек топливной системы (за счет уменьшения угла опережения впрыскивания топлива) [7].

Таблица

Сравнение некоторых физико-химических свойств дизельного и биодизельного топлив [7]

Показатели	Дизельное топливо	Биодизельное топливо
Плотность, кг/м куб. при t-20°C	826	877
Цетановое число, не менее	45	48
Температура воспламенения (не менее), C	60	110
Содержание серы, %	0,2	0,02

Европейцы и американцы, увлеченные идеей сохранения окружающей среды и борьбой с глобальным потеплением, активно поддерживают программы внедрения различных видов биотоплива. Так, Правительство Швеции утвердило программу полного отказа страны от нефти к 2020 году. Автолюбителям предлагается перейти на природный газ и биоэтанол. В Бразилии, которая вообще стала пионером в производстве топливного биоэтанола, весь бензин продают только с его добавлением. В Европе приняты законы о доведении доли топлива, выпущенного с использованием возобновляемых источников сырья, с 2% в 2005-м до 5,75% к 2010 году. Действие этих законов приведет к тому, что спрос на биотопливо в Европе к 2010 году вырастет в три раза: с 5 млн. до 14 млн. тонн в год [1].

Библиографический список

1. Компания Экорус [электронный ресурс] : Альтернативные виды топлива Режим доступа : World Wide Web. URL : <http://www.ecorus.net/produkt.html>
2. Википедия [электронный ресурс] : Биодизель Режим доступа: World Wide Web. URL : <http://ru.wikipedia.org/wiki/Биодизель>
3. PASKALEX: Новости биодизеля [электронный ресурс] : Преимущества использования биодизеля Режим доступа : World Wide Web. URL : http://paskalex.blogspot.com/2009/06/blog-post_6252.html
4. abercade consulting [электронный ресурс] : Биодизель сквозь призму качества масложирового сырья Режим доступа : World Wide Web. URL : <http://www.abercade.ru/research/analysis/745.html>
5. NEWCHEVISTRY.ru [электронный ресурс] : БИОДИЗЕЛЬ: влияние на двигатель и на экологию Режим доступа : World Wide Web. URL : http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1203
6. КОНЦЕПТ-СТУДИЯ “КОНТУР” [электронный ресурс] : Что за дизель - биодизель? Режим доступа : World Wide Web. URL : http://www.contur.in.ua/ua/free_energy/biodizel/
7. biodiesel.com [электронный ресурс] : новости biodiesel, установки по производству БИОДИЗЕЛЯ Режим доступа : World Wide Web. URL : <http://www.biodiesel.com.ua/news/050429-1.html/>

References

1. Company Ekorus [an electronic resource]: Alternative kinds of fuel an access Mode: World Wide Web. URL: <http://www.ecorus.net/produkt.html>
2. Wikipedia [an electronic resource]: the Biodiesel an access Mode: World Wide Web. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Биодизель>
3. PASKALEX: biodiesel News [an electronic resource]: Advantages of use of a biodiesel engine an access Mode: World Wide Web. URL: http://paskalex.blogspot.com/2009/06/blog-post_6252.html
4. abercade consulting [an electronic resource]: the Biodiesel engine through a quality prism fat raw materials an access Mode: World Wide Web. URL: <http://www.abercade.ru/research/analysis/745.html>
5. NEWCHEVISTRY.ru [an electronic resource]: the BIODIESEL ENGINE: influence on the engine and on ecology an access Mode: World Wide Web. URL: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1203
6. KONTSEPT-STUDIO "CONTOUR" [an electronic resource]: What for a diesel - a biodiesel? An access mode: World Wide Web. URL: http://www.contur.in.ua/ua/free_energy/biodizel/
7. biodiesel.com [an electronic resource]: news biodiesel, installations on manufacture of the BIODIESEL an access Mode: World Wide Web. URL: <http://www.biodiesel.com.ua/news/050429-1.html>

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры высшей ма-
тематики М.Д. Гончаров
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-53-62
e-mail: GMD@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc. (Engineering), Prof. of the mathematical
Dept. M.D. Goncharov
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-53-62
e-mail: GMD@vgasu.vrn.ru

М.Д. Гончаров

СВЯЗЬ ИНТЕГРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ РЕЖИМЫ УСИЛЕННЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ ВИБРАЦИЙ ТУРБИННЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рассматривается возможность перехода от интегродифференциальных уравнений упругих линий ротора и статора двигателя к обыкновенным дифференциальным уравнениям четвертого порядка тех же математических моделей. При этом дифференциальные уравнения, содержащие собственные частоты и формы поперечных колебаний, позволяют находить такие важные характеристики как критические скорости вращения во всем рабочем диапазоне двигателя.

Ключевые слова: интегродифференциальные уравнения, последовательные приближения, усиленные вибрации, базисные функции, критические скорости вращения.

M.D. Gontcharov

A CONNECTION BETWEEN INTEGRO-DIFFERENTIAL AND DIFFERENTIAL EQUATIONS, WHICH DESCRIBE INTENSIFIED CROSS VIBRATIONS MODE OF TURBINE BOTTOMHOLE ENGINE

Under consideration is a possibility of transition from integro-differential equations of a rotor and stator elastic lines to fourth order ordinary differential equations of same mathematical models. And if these equations contain eigenfrequencies and form of cross vibrations, it allow to calculate a very important characteristics such as a rotation critical velocity at the whole operating range.

Keywords: integro-differential equations, successive approximations, intensive vibrations, basic functions, rotation critical velocity.

Для определения критических скоростей вращения турбинного забойного двигателя в режимах усиленных поперечных вибраций часто используется упрощенная расчетная схема, когда двигатель представляется в виде цельного стержня, изгибная жесткость и погонная масса которого эквивалентны жесткости и массе ротора и статора. Не останавливаясь на процедуре построения интегродифференциального уравнения поперечных колебаний такого стержня [1], приведем лишь его вид:

$$EJ y''(x) = -P_0 y(x) + \int_0^x p[y(x) - \eta(\xi)] d\xi + \int_0^x m\omega^2 \eta(\xi)(x - \xi) d\xi + Q \cdot x \quad (1)$$

Здесь $y(x)$ – прогиб упругой линии, $\eta(\xi)$ – прогиб упругой линии стержня в сечении с координатой ξ , p – погонный вес, m – погонная масса, P_0 – реакция со стороны колонны бурильных труб, Q – поперечная сила, возникающая за счет действия распределенной нагрузки, ω – угловая скорость (собственная частота), связанная числом оборотов n двигателя формулой $\omega = \pi \cdot n / 30$.

Следует заметить, что интегродифференциальное уравнение (1) можно решать сразу, например, методом последовательных приближений. Однако, при применении такого метода следует иметь в виду, что каждая последующая форма колебаний находится среди множества форм, ортогональных ко всем предыдущим. Незначительные погрешности, допущенные при определении низшей формы, влияют на определение всех последующих форм. Таким образом, увеличиваясь с повышением порядка собственной частоты, погрешности в определении низших форм приводят к тому, что процесс последовательных приближений перестает быть сходящимся.

Более эффективным оказывается приведение уравнения (1) к дифференциальному уравнению четвертого порядка путем дифференцирования по переменной x с последующим решением, например, вариационным методом Бубнова - Галёркина [2].

Действительно, интегралы от выражений правой части (1) можно преобразовать к виду:

$$J_1 = \int_0^x [y(x) - \eta(\xi)] d\xi = \int_0^x y(x) d\xi - \int_0^x \eta(\xi) d\xi = y(x)\xi \Big|_0^x - \int_0^x \eta(\xi) d\xi \quad \left| \begin{array}{l} u = \eta(\xi), \quad du = \eta'(\xi) d\xi \\ dv = d\xi, \quad v = \xi \end{array} \right| =$$

$$= y(x)\xi \Big|_0^x - \eta(\xi)\xi \Big|_0^x + \int_0^x \xi \cdot \eta'(\xi) d\xi = \int_0^x \xi \cdot \eta'(\xi) d\xi \quad (\text{при } \xi = x, \eta(\xi) = y(x)); \quad (2)$$

$$J_2 = \int_0^x \eta(\xi)(x - \xi) d\xi = x \int_0^x \eta(\xi) d\xi - \int_0^x \xi \cdot \eta(\xi) d\xi. \quad (3)$$

С учетом (2) и (3) уравнение (1) можно представить так:

$$EJ y''(x) = -P_0 y(x) + p \int_0^x \xi \cdot \eta'(\xi) d\xi + m\omega^2 x \int_0^x \eta(\xi) d\xi - m\omega^2 x \int_0^x \xi \cdot \eta(\xi) d\xi + Q \cdot x \quad (4)$$

После первого дифференцирования (4) получаем уравнение

$$EJ y'''(x) = -P_0 y'(x) + px y'(x) + m\omega^2 \cdot 1 \int_0^x \eta(\xi) d\xi + m\omega^2 x y(x) - m\omega^2 x y(x)$$

(производная от интеграла равна подынтегральной функции).

Продифференцировав последнее выражение еще раз по x , мы переходим от интегродифференциального уравнения к следующему дифференциальному уравнению четвертого порядка:

$$EJ y^{IV}(x) + (P_0 - px) y''(x) - p y'(x) - m\omega^2 y(x) = 0 \quad (5)$$

Следуя вариационному методу Бубнова – Галёркина, приближенное решение дифференциальных уравнений типа (5) с соответствующими граничными условиями разыскивается в виде линейной комбинации некоторой системы линейно-независимых функций, в частности в виде суммы произведений конечного числа неизвестных коэффициентов a_i и конечного числа, так называемых базисных функций $\tilde{y}_i(x)$, которые удовлетворяли бы всем граничным условиям задачи:

$$y(x) = \sum_{j=1}^n a_j \cdot \tilde{y}_j(x) \quad (6)$$

В качестве базисных функций $\tilde{y}_j(x)$ предлагается брать формы собственных колебаний стержней постоянного сечения при отсутствии переменных по длине продольных сил (распределенных нагрузок), но с сохранением граничных условий исходных задач. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний таких стержней, как известно, имеет вид:

$$\tilde{y}_i^{IV}(x) - \alpha_i^4 \tilde{y}_i(x) = 0 \quad (7)$$

и позволяет найти нужное число базисных функций.

В соответствии с методом Бубнова – Галёркина решение (6) подставляется в (5) и полученная при этом невязка ортогонализируется ко всем базисным функциям $\tilde{y}_j(x)$. В результате получается следующая система уравнений для определения неизвестных коэффициентов a_j выражения (6):

$$\sum_{j=1}^n a_j \int_0^1 [\tilde{y}_i^{IV}(x) + (P_0 - px)y_j''(x) - p y_j'(x) - \lambda^4 \tilde{y}_j(x)] \tilde{y}_j(x) dx = 0 \quad (8)$$

или

$$\sum_{j=1}^n a_j A_{ij} = 0 \quad (i = \overline{1, n}),$$

где A_{ij} – постоянные коэффициенты, зависящие от $\lambda = m\omega^2 l^4 / EJ$, равные соответствующим интегралам в системе уравнений (8).

Для получения нетривиального решения необходимо, чтобы определитель системы был равен нулю:

$$|A_{ij}(\omega_i^2)| = 0. \quad (9)$$

Выражение (9) представляет собой частотное уравнение и позволяет найти нужное число собственных частот (критических скоростей вращения) двигателя. Каждой частоте соответствует ненулевой набор коэффициентов a_j выражения (6), определенных с точностью до произвольного множителя.

Библиографический список

1. Гончаров М.Д. Математические методы прогнозирования резонансных режимов турбинных двигателей, изд. Воронежского государственного университета, Воронеж: 1991 – 165 с.
2. Михлин С.Г. – Численная реализация вариационных методов, М.: 1965 – 231 с.

References

1. Gontcharov M.D. Mathematical methods of prediction of turbine engines' resonance mode, VSU, Voronezh: 1991 – 165p.
2. Mikhlin S.G. – Numerical realization of variation methods, M.: 1965 – 231p.

УДК 628.517.2.(031)

*Воронежский военный авиационный
инженерный университет*

Адъюнкт 22 кафедры В.В. Мерзлов

Начальник 2 факультета САТОП В.П. Иванов

Россия г. Воронеж, тел. 8(908)144-03-94

e-mail: vimor2008@rambler.ru

*Military aviation engineering university
(c. Voronezh)*

The postgraduate student of 22 chairs

Merzlov V.V.

The chief 2 faculties MLMFA V.P. Ivanov

Russia, Voronezh, ph. 8(908)144-03-94

e-mail: vimor2008@rambler.ru

В.П. Иванов, В.В. Мерзлов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Актуальной является проблема снижения вредного воздействия отработавших газов дизельных двигателей на окружающую среду. В камеру сгорания двигателей транспортных средств под высоким давлением подается газодизельная смесь, что улучшает работу двигателя на обедненных смесях и, следовательно, снижает содержание оксидов азота в отработавших газах, которая является причиной вредного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: природный газ, содержание оксидов азота, газодизельная смесь.

V.P. Ivanov, V.V. Merzlov

USE GAS-DIESEL OF FUEL AS ALTERNATIVE FOR ENGINES OF THE INTERNAL

The problem of decrease in harmful influence of the fulfilled gases of diesel engines on environment is actual. In the chamber of combustion of engines of vehicles under a high pressure moves gas-diesel a mix that improves work engines on the impoverished mixes and, hence, reduces the maintenance oxides nitrogen in gases which is at the bottom of harmful influence on environment.

Keywords: natural gas, the maintenance oxides nitrogen, gas-diesel a mix.

Современная автомобильная техника использует в качестве топлива продукты переработки нефти - бензин и дизельное топливо. Сокращение запасов нефти, повышение ее цены, энергетические кризисы, катастрофическое загрязнение окружающей среды отработавшими газами, растущая зависимость многих стран от импорта углеводородного топлива, угроза глобального потепления - вот основные обстоятельства, которые обуславливают необходимость искать альтернативные топлива. Отрицательно сказывается и низкий технический уровень подвижного состава: отечественные автомобили расходуют в полтора - два раза больше топлива по сравнению с зарубежными аналогами. Выделяются значительные средства на изучение и разработку методов для борьбы с вредным воздействием отработавших газов [1].

Природный газ – газообразное топливо без цвета и запаха. Его плотность в два раза ниже, чем у воздуха. Температура воспламенения 650 °С. Основным компонентом природного газа является метан. Природный газ является экологически чистым видом топлива, его ресурсы не зависят от запасов нефти. Экологический эффект при сжигании газовых топлив в

автомобильных двигателях внутреннего сгорания получается в результате снижения содержания оксидов свинца и бензапирена [2, 4].

Существуют два экономичных способа использования в качестве топлива для дизельного двигателя природного газа: конвертирование дизельного двигателя в двигатель с искровым зажиганием и перевод двигателя на газодизельный процесс. Первый - требует значительных изменений конструкции двигателя: вместо топливной аппаратуры необходимо устанавливать систему зажигания, форсунки заменить свечами зажигания. Второй способ, основан на внутреннем смесеобразовании и непосредственным впрыском газа в цилиндр [2].

Газовая аппаратура двигателя включает оборудование высокого давления 20 МПа при работе на природном газе. Газодизельная система обеспечивает возможность работы дизельного двигателя, как на смеси дизельного топлива и природного газа, так и на чистом дизельном топливе. Сжатый газ содержится в стальных баллонах, размещенных под платформой автомобиля или за кабиной в зависимости от модели автомобиля. При открытии расходного вентиля газ по трубопроводу направляется в подогреватель и далее в редуктор высокого давления, который понижает давление газа до 0,95...1,1 МПа. Далее газ подается к электромагнитному клапану. При включении электромагнитного клапана газ поступает на вход двухступенчатого редуктора низкого давления, где давление газа дополнительно снижается до атмосферного. От редуктора газ по трубопроводу поступает в дозатор, который подает необходимое количество газа в диффузор смесителя.

Газовоздушная смесь поступает в цилиндры, сжимается поршнем, и в конце такта сжатия в нее через форсунку впрыскивается небольшое количество (запальная доза) дизельного топлива, которое воспламеняется и поджигает всю массу газовоздушной смеси.

Газодизельная система делится на газовую и дизельную.

Газовая система имеет следующие элементы:

- баллоны для сжатого газа;
- распределительную крестовину, предназначенную для подключения трубопроводов от передней и задней группы баллонов с помощью наполнительного и расходного вентиля;
- подогреватель сжатого газа, водяная рубашка которого подключена к системе охлаждения двигателя;
- газовый редуктор высокого давления одноступенчатый мембранного типа; предохранительный клапан редуктора.

При работе в таком режиме 70...85% топлива составляет природный газ [2, 5]. Данный вариант не требует конструктивных или технологических изменений базовой модели дизельного двигателя, сохраняется возможность переключения с газодизельного на обычный дизельный цикл.

При исследовании уровня токсичности отработавших газов работы двигателя внутреннего сгорания на чистом дизельном топливе и газодизельной смеси показали, что показатели вредных выбросов оксидов азота снизились на 30%, сажи на 60%, твердых частиц на 70%. В выхлопе увеличилось содержание углеводородов – СН, но это не канцерогены, вырабатываемые двигателем, а несгоревший безвредный метан. Кроме того, применение газодизельного двигателя обеспечит снижение уровня шума, образование однородной горючей смеси, высокую калорийность горючей смеси, отсутствие детонации в камере сгорания двигателя при высокой степени сжатия, высокую полноту сгорания топлива и малую дымность отработавших газов. Экономия дизельного топлива при использовании данного метода составляет 70...80%. Сравнительные результаты по токсичности с базовым двигателем представлены в таблице.

Таблица

Токсичность эксплуатации базового дизельного двигателя и газодизельного двигателя [3]

Параметры	Дизельный режим	Газодизельный режим
Количество дизельного топлива, %	100	10-15
Удельный расход топлива, гр/кВтч	295	301
NO, гр/кВтч	6,55	4,10
CO, гр/кВтч	4,54	6,99
Твердые частицы, гр/кВтч	0,46	0,16
Сажа, гр/кВтч	0,42	0,12
Углеводороды, гр/кВтч	0,70	0,82

Библиографический список

1. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей.- М.: Машиностроение, 1994 - с. 224.
2. Лиханов В. А. Природный газ как моторное топливо для дизельных двигателей. - Киров: Вятская ГСХА, 2002 - с. 280.
3. Гуреев А. А. Топливо для дизелей. свойства и применение. – М.: Обозрение, 1993 - с. 332-336.
4. Кузнецов А. В. Топливо и смазочные материалы. - М.: Машиностроение, 1999 -с. 195-196.
5. Стадник А. В. Повышение эффективности сельскохозяйственных газодизелей тракторов и автомобилей. – М.: Микро, 2002 - с. 18-19.

References

1. Lichanov V. A., Saikin A. M. Decrease toxigen avtotractor diesel engine. – М.: Mashinostroenie, 1994 - pp. 224.
2. Lichanov V. A. Natural gas as motors for fuel diesel engine. - Kirov: Vjatskaja GAA, 2002 - pp. 280.
3. Gureev A. A. Fuel for diesel. Properties and application. – М.: Obozrenie, 1993 - pp. 332-336.
4. Kuznecov A. V. Fuel and lubricants. – М.: Mashinostroenie, 2004 - pp. 195-196.
5. Stadnik A. V. Increase of efficiency agricultural gasdiesel tractors and cars. – М.: Micro, 2002 - pp. 18-19.

*Военный авиационный инженерный
университет (г. Воронеж)*

*Адъюнкт 23 кафедры эксплуатации и ремонта
САТОП А.А. Колтаков*

*Начальник 2 факультета САТОП В.П. Иванов
Преподаватель 23 кафедры эксплуатации и
ремонта САТОП А.В. Дрозд*

Россия, г. Воронеж, тел. 8(920)412-27-92

e-mail: ktv602@mail.ru

*Military aviation engineering university
(c. Voronezh)*

*The postgraduate student of 23 chairs operation
and repair of MLMFA A.A. Koltakov*

The chief 2 faculties MLMFA V.P. Ivanov

*The teacher of 23 chairs operation and repair of
MLMFA A.V. Drozd*

Russia, Voronezh, ph. 8(920)412-27-92

e-mail: ktv602@mail.ru

А.А. Колтаков, В.П. Иванов, А.В. Дрозд

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ЧАСТОТ ИЗЛУЧЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ АГРЕГАТАМИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Спецоборудование разного типа, которое применяется в процессе аэродромного кондиционирования, в первую очередь отвечает функциональным требованиям, в то время как проблеме повышенного уровня шума внимания уделяется недостаточно. Вопросы, связанные со снижением шума средств подвижности вооружения для обеспечения безопасности труда водителей (операторов), являются актуальными.

Ключевые слова: шум, уровень звукового давления, безопасность труда.

A.A. Koltakov, V.P. Ivanov, A.V. Drozd

ANALYTICAL DETERMINATION OF CHARACTERISTIC FREQUENCIES OF VIBRATION ACOUSTICS ENERGY HEATING DEVICES UNITS

The special equipment of different type which is applied in the course of air field air-conditioning, first of all meets functional requirements while problem of the raised noise level is given not enough attention. The questions connected with noise reduction f means of arms mobility device to ensure drivers (operators) work safety, are actual.

Keywords: noise, level of sound pressure, work safety.

В процессе развития и совершенствования техники росли её производственные и мощностные характеристики, что, в свою очередь, не могло сказаться на шуме. Шум негативно воздействует на человека в социальном аспекте – препятствует общению, снижает нормальную активность людей; в экономическом аспекте – снижает производительность труда, конкурентоспособность машин в немалой степени определяется их уровнем шума; в медицинском аспекте – исследования учёных во многих странах показывают, что шум наносит ощутимый вред здоровью человека [1]. В период аэродромно-технического обеспечения полётов одним из неблагоприятных факторов при аэродромном кондиционировании воздуха является процесс генерации виброакустической энергии.

Аэродромный кондиционер АК-0,4-9А, является теплотехническим средством и представляет собой установку, спецоборудование которой размещено на платформе, смонтированной на шасси автомобиля КаМАЗ-5320, и заключено внутри металлического кузова. Конструктивно спецоборудование кондиционера состоит из следующих основных блоков и уз-

лов: электроагрегата АД100С-Т400-Р, воздушного блока, хладонового блока, влагоотделителя, силового шкафа, шкафа управления, пульта управления [2].

На установившихся режимах работы под действием возмущающих сил агрегаты спецоборудования создают установившееся виброакустическое поле. Периодичность и характер возмущающих сил определяют основную частоту (тон) и гармонические составляющие виброакустического излучения.

Основная частота f и гармоники возмущающих сил связаны следующими соотношениями [1,3]:

неуравновешенные силы инерции вращающихся и возвратно-поступательно движущихся масс:

$$f = kn/60, \quad (1)$$

посадка клапанов и удары при выборе тепловых зазоров:

$$f = kz_k z_n / (60m), \quad (2)$$

процесс сгорания, впуска и выпуска:

$$f = kzn / (60m), \quad (3)$$

пересопряжение зубьев шестерен:

$$f = kn_u z_u / 60, \quad (4)$$

частота действия накопленной при изготовлении шестерни ошибки

$$f = kn_u / 60, \quad (5)$$

неравномерность потока воздуха, создаваемая вентиляторами и нагнетателями:

$$f = kz_n n / 60, \quad (6)$$

где k – номер гармоники, $k = 1, 2, 3, \dots$; n – частота вращения вала (мин^{-1}); z – число цилиндров; z_k – число одновременно работающих клапанов одного цилиндра; m – коэффициент тактности, для 2-х тактных $m=1$, для 4-х тактных $m=2$; z_u – число зубьев ведущей шестерни; z_n – число лопаток вентилятора.

Подставив численные значения в (1..6) были получены следующие результаты:

1 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов ДВС $f = 25$ Гц

2 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции второго порядка и их моментов ДВС $f = 50$ Гц

3 - Удары клапанов ДВС $f = 200$ Гц

4 - Процесс впуска и выпуска ДВС $f = 100$ Гц

5 - Пересопряжение зубьев шестерен ДВС $f = 1050$ Гц

6 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов электродвигателя АПВ2-70-6Ф компрессора 2ФУУБС-18 $f = 16$ Гц

7 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции второго порядка и их моментов АПВ2-70-6Ф электродвигателя компрессора 2ФУУБС-25 $f = 32$ Гц

8 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов электродвигателя АПВ2-70-4Ф компрессора 2ФУУБС-25 $f = 24$ Гц

9 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции в торого порядка и их моментов электродвигателя АПВ2-70-4Ф компрессора 2ФУУБС-25 $f = 48$ Гц

10 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов Генератор ГСФ-100 ДУ2 $f = 25$ Гц

11 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции второго порядка и их моментов Генератор ГСФ-100 ДУ2 $f = 50$ Гц

12 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов электродвигателя привода нагнетателя и осевого вентилятора хладоно-воздушного радиатора $f = 48,5$ Гц

13 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов электродвигателя привода нагнетателя и осевого вентилятора хладоно-воздушного радиатора $f = 97$ Гц

14 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов электродвигателя привода центробежного вентилятора воздухо-воздушного радиатора $f = 47,5$ Гц

15 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции второго порядка и их моментов электродвигателя привода центробежного вентилятора воздухо-воздушного радиатора $f = 95$ Гц

16 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов компрессора 2ФУУБС-18 $f = 16$ Гц

17 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции второго порядка и их моментов компрессора 2ФУУБС-18 $f = 32$ Гц

18 - Удары клапанов компрессора 2ФУУБС-18 $f = 256$ Гц

19 - Процесс впуска и выпуска компрессора 2ФУУБС-18 $f = 128$ Гц

20 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции первого порядка и их моментов компрессора 2ФУУБС-25 $f = 24$ Гц

21 - Неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции второго порядка и их моментов компрессора 2ФУУБС-25 $f = 48$ Гц

22 - Удары клапанов компрессора 2ФУУБС-25 $f = 384$ Гц

23 - Процесс впуска и выпуска компрессора 2ФУУБС-25 $f = 192$ Гц

24 - Неуравновешенность опоры осевого вентилятора хладоно-воздушного радиатора $f = 48,5$ Гц

25 - Неравномерность потока воздуха осевого вентилятора хладоно-воздушного радиатора $f = 388$ Гц

26 - Неуравновешенность опоры центробежного вентилятора воздухо-воздушного радиатора $f = 47,5$ Гц

27 - Неравномерность потока воздуха центробежного вентилятора воздухо-воздушного радиатора $f = 665$ Гц

28 - Пересопряжение зубьев шестерен нагнетателя ЯАЗ-206 $f = 1746$ Гц

29 - Частота действия накопленной при изготовлении шестерни нагнетателя ЯАЗ-206 ошибки $f = 48,5$ Гц

30 - Частота действия накопленной при изготовлении ведущей шестерни ДВС ошибки $f = 25$ Гц

По полученным данным построен спектр виброакустической энергии, генерируемой источниками спецоборудования типа АК-0,4-9А (рисунок 1,2).

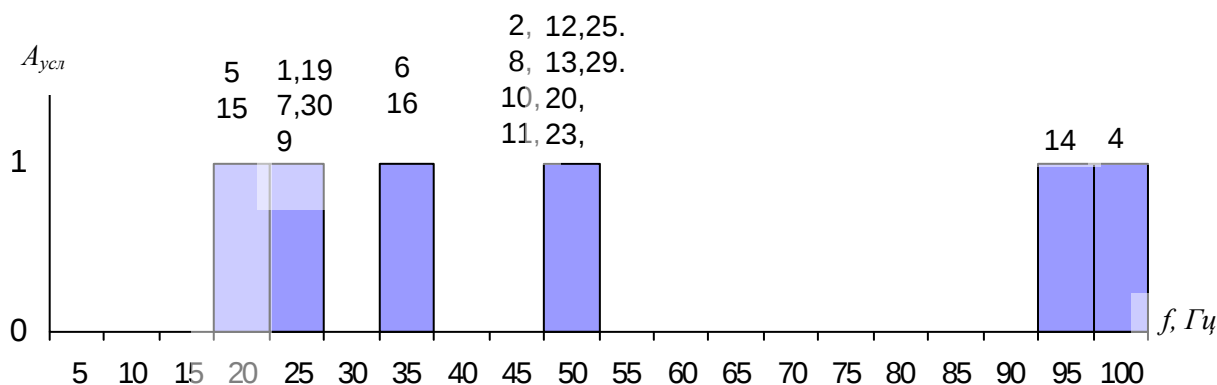


Рис. 1. Характерные низкие частоты виброакустической энергии, генерируемой источниками спецоборудования типа АК-0,4-9А

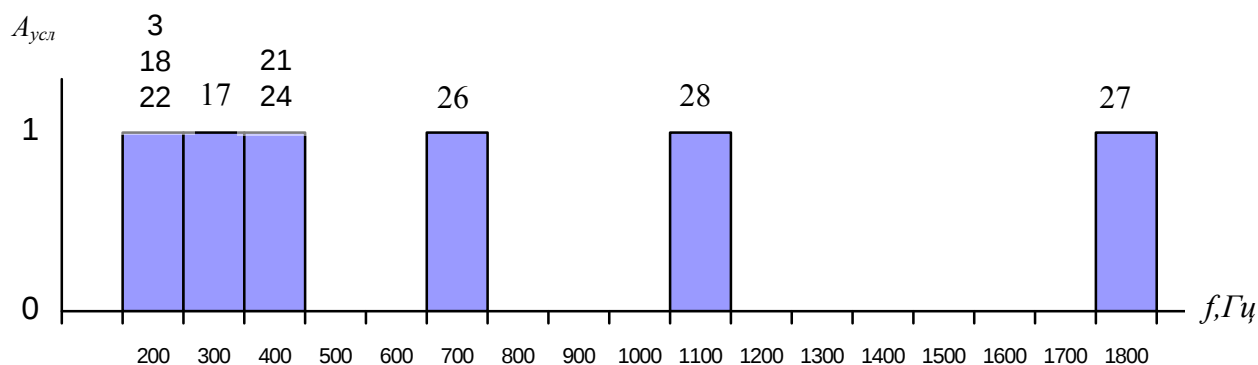


Рис. 2. Характерные средние и высокие частоты виброакустической энергии, генерируемой источниками спецоборудования типа АК-0,4-9А

Заключение. В результате аналитическим путем установлены характерные частоты виброакустической энергии, излучаемой спецоборудованием аэродромного кондиционера, которые необходимо знать для совершенствования и расчета виброшумозащитных мероприятий. Учитывая количество совпадений пиковых частот, излучаемых разными источниками, следует предполагать, что вероятность наблюдения максимумов уровней звукового давления на этих частотах выше, чем на других.

Библиографический список

1. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. - М.: Университетская книга, Логос, 2008. - 424 с.
2. Хомяков Е.И. Теплотехнические средства, ч.2. – Воронеж: ВВВАИУ, 1992. – 300 с.
3. Юдин Е.Я. Борьба с шумом на производстве. - М.: Машиностроение, 1985.- 400 с.

References

1. Ivanov N.I. Engineering acoustics. The theory and practice of struggle against noise: textbook. - M.: The university book, Logos, 2008. – 424 p.
2. Homyakov E.I. Heating devices units, part 2. – Voronezh: VVVAIU, 1992. - 300 p.
3. Udin E.Y. Struggle against noise on manufacture. - M.: Mechanical engineering, 1985. – 400 p.

УДК 628.517.2(031)

*Военный авиационный
инженерный университет (г. Воронеж)
Научный сотрудник 2-й научно-иссле-
дательской лаборатории А.Е. Ломовских
Адъюнкт 23 кафедры эксплуатации и ремон-
та САТОП А.А. Колтаков
Начальник 2 факультета САТОП В.П. Иванов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)70-76-48
e-mail: ktv602@mail.ru*

*Military aviation engineering university
(c. Voronezh)
The scientific employee of 2 laboratories the
research A.E. Lomovskich
The postgraduate student of 23 chairs operation
and repair of MLMFA A.A. Koltakov
The chief 2 faculties MLMFA V.P. Ivanov
Russia, Voronezh, ph. 8(4732)70-76-48
e-mail: ktv602@mail.ru*

А.Е. Ломовских, В.П. Иванов, А.А. Колтаков

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДНО-ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Актуальной является проблема повышения экономичности и экологичности транспортных средств. С целью улучшения процесса горения углеводородного топлива, а, следовательно, уменьшения расхода топлива, снижения детонации при работе на низкокачественном топливе и снижения количества вредных веществ в отработавших газах в камеру сгорания двигателей транспортных средств подается водно-топливная эмульсия.

Ключевые слова: микровзрыв капли, горение капли углеводородного топлива, самовоспламенение и горение капель водно-топливных эмульсий, период термического расширения, модель роста парового пузырька.

A.E. Lomovskich, V.P. Ivanov, A.A. Koltakov

AQUEOUS-FUEL EMULSION USE IN CARBURETOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

The problem of vehicles profitability and ecological compatibility increase is actual. To improve the process of hydrocarbon fuel burning, and, hence, to reduce the fuel expense, detonation decrease at work on bad quality fuel and decrease in quantity of harmful substances in the fulfilled gases aqueous-fuel emulsion moves in the vehicles engines combustor.

Keywords: drop microexplosion, hydrocarbon fuel drop burning, spontaneous ignition and burnings aqueous- fuel emulsion drop, thermal expansion period, steam vial growth model.

На современном этапе развития автомобилестроения, в связи с быстрым увеличением количества автомобилей, увеличивается выброс вредных веществ двигателями внутреннего сгорания (ДВС), которые в основном не отвечают экологическим требованиям выброса вредных веществ. Каждый день в мире сжигается более 71 млн. баррелей нефти. Ее потребление, по расчетам аналитиков, растет на 2 % в год. Для ДВС в качестве топлива применяется бензин различных марок и дизельное топливо. В связи со вступившим в силу Постановлением Правительства РФ № 609 от 12 октября 2005 г., касающегося вопросов экологизации автомобильного транспорта России, становятся особенно актуальными проблемы качества жидких нефтяных топлив, непосредственно количества вредных веществ, которое они выделяют при сгорании, а также проблема экономии невозобновляемого природного топлива. В

таблице 1 перечислен список веществ в отработавших газах ДВС, оказывающих пагубное влияние на состояние экологии окружающей среды [2].

Таблица 1

Токсичные вещества, содержащиеся в выхлопных газах ДВС

Токсичные вещества	Количество токсичных веществ при сгорании 1 кг топлива в ДВС			
	Карбюраторном		Дизельном	
	гр.	%	гр.	%
Оксид углерода	225	73,8	-	25,5
Оксид азота	55	18,1	38	38,8
Углеводороды	20	6,6	8	8,2
Оксиды серы	2	0,7	21	21,4
Альдегиды	1	0,3	1	1
Сажа	1,5	0,5	5	5,1
Всего	304,5	100	98	100

Возможным решением данных проблем для автомобилестроения стала разработка и применение электромобилей, гибридных транспортных средств, ДВС, работающих на альтернативных видах топлива, различных механических, электрических и магнитных устройств улучшающих качество топлива, а также способы повышения качества топлива путем изменения его структуры (перевода тяжелых углеводородных фракций в более легкие) и добавление в углеводородное топливо воды с целью получения водно-топливных эмульсий (ВТЭ). Одним из способов решения проблемы уменьшения выбросов вредных веществ, является добавление воды в жидкое углеводородное топливо. Водно-топливную эмульсию получают в результате механического смешения воды и топлива, обеспечивающих стабильную структуру из микрокапель воды, взвешенных в топливе. Горение капель ВТЭ изучалось экспериментально [1,2]. При горении капель ВТЭ наблюдается ряд явлений, не присущих горению капель однокомпонентного топлива. Поскольку давление паров у диспергированного компонента (воды) существенно выше, чем у основного, горение капель эмульсии сопровождается микровзрывом – внезапным разрушением вследствие вскипания микрокапель воды и образования вокруг них паровых пузырьков. Разрушение капель эмульсии приводит к значительному сокращению времени горения и, следовательно, повышению теплонапряженности процесса горения. При горении струй микровзрывы способствуют более полному перемешиванию топлива с окислителем и, следовательно, к снижению выхода вредных веществ. Микровзрыв капли может возникнуть, когда температура зародышеобразования паровых пузырьков в эмульсии ниже, чем температура кипения горючего [1].

Экспериментальные результаты [3] по горению одиночных капель дизельного топлива и ВТЭ, где определяющие параметры изменялись в широких пределах показывают, что капли эмульсии горят с микровзрывом. Степень фрагментации капель эмульсии возрастает с увеличением содержания воды, начальной температуры жидкости, концентрации кислорода и температуры в камере сгорания, но слабо зависит от давления. При низких содержаниях воды наблюдалась лишь слабая тенденция к микровзрыву.

Математическая модель и механизм горения, были использованы для расчетов горения капель в газозвеси. Константу горения в расчетах определяли по наклону кривой $d^2(t)$ [3] на линейном участке (см. рисунок 1), соответствующем квазистационарной газификации капли, то есть,

$$K = \frac{-d(ds^2)}{dt},$$

Простая квазистационарная математическая модель горения капли ВТЭ описанная в [2] дает некоторые физические объяснения снижению выхода вредных веществ и микро-

взрыву при добавлении воды в углеводородное топливо. Главная отличительная черта испаряющейся капли ВТЭ – существование достаточно длительного периода термического расширения, вызванного парообразованием воды внутри капли. Расчетные значения перегрева паровых пузырьков достигают 100-150 К.

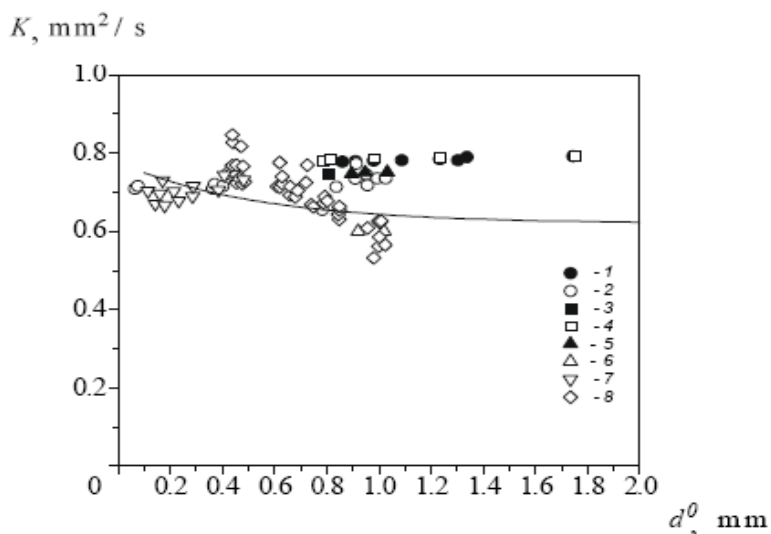


Рис. 1. Сравнение расчетной (кривая) и измеренной (точки) зависимостей константы горения K для одиночных капель н-гептана от начального диаметра. Экспериментальные данные 1,2,3,4,5,6,7,8 получены в [1]

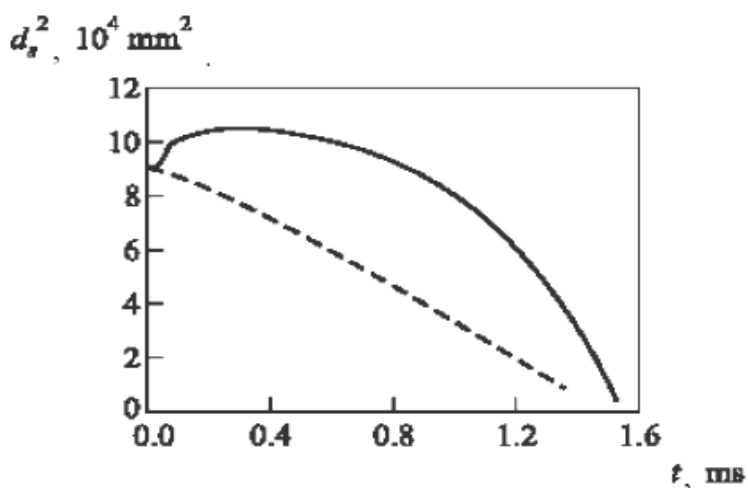
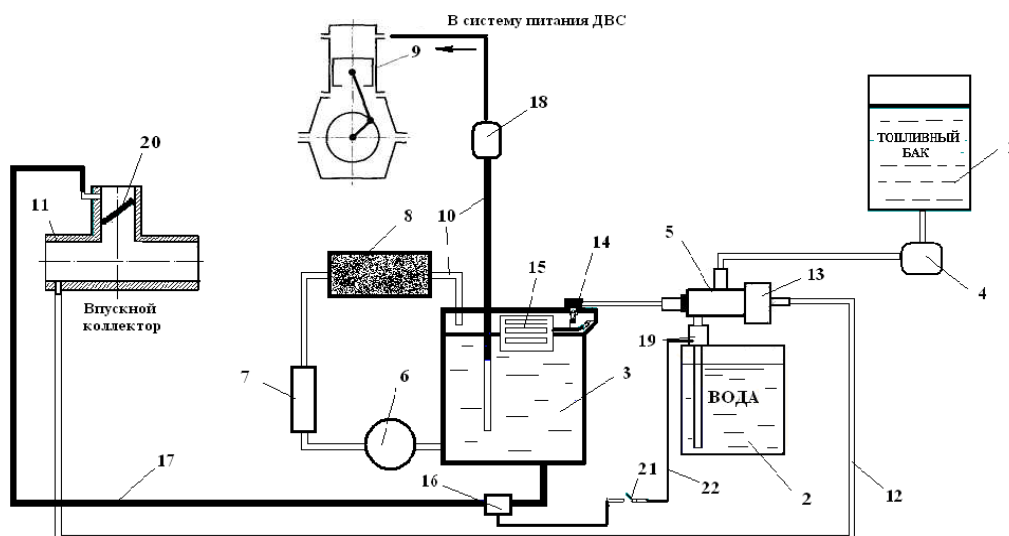


Рис. 2. Сравнение кривых $d^2(t)$ для двух капель одинакового начального размера (30 мкм): капли эмульсии (95%н-тетрадекана + 5% воды, сплошная кривая) и капли чистого н-тетрадекана (штриховая кривая) при одинаковых начальных условиях ($T_{g0} = 1200$ К и $p = 0,1$ МПа) [1]

Из рисунка 2 видно, что для капли эмульсии квазистационарный закон горения d^2 не выполняется. Приблизительно в течение половины времени жизни диаметр капли эмульсии оказывается больше, чем ее начальный размер. После максимума на кривой $d^2(t)$ наблюдается быстрая стадия уменьшения поверхности капли, причем на этой стадии константа горения оказывается приблизительно в 2 раза больше, чем константа горения капли чистого топлива.

Получение ВТЭ с эмульгирующей системой не получили широкого распространения на транспортных средствах из-за малой стабильности и высокой цены. Целесообразнее получать ВТЭ непосредственно перед её использованием в ДВС (под капотом), это позволяет снизить время до расслоения воды в ВТЭ до нескольких минут, что является достаточным, чтобы не применять дорогостоящую эмульгирующую систему [4]. На рисунке 3 представлена система приготовления и подачи ВТЭ для ДВС без эмульгирующей системы.



1 - топливный бак; 2- бак для воды; 3 – смесительная ёмкость; 4 – дополнительный насос; 5 – дозатор; 6 – электрический топливный насос; 7 – теплообменник; 8 – смесительный аппарат; 9 – двигатель внутреннего сгорания; 10 – топливный шланг; 11 – впускной коллектор ДВС; 12 – вакуумная трубка; 13 – вакуумная камера; 14 – запорная игла; 15 – поплавок; 16 – электрический клапан; 17 – водяной трубопровод; 18 – штатный топливный насос; 19 – водяной клапан; 20 – дроссельная заслонка; 21 - термовыключатель; 22 – электрический провод.

Рис. 3. Схема системы приготовления и подачи ВТЭ в ДВС

Система для приготовления и подачи ВТЭ в ДВС работает следующим образом.

1) При пуске ДВС топливо из топливного бака 1 через топливный шланг 10 забирается первым дополнительным насосом 4 и подаётся через дозатор 5 в смесительную ёмкость 3, откуда штатный топливный насос 18 забирает топливо и подают в систему питания ДВС 9.

2) При прогреве ДВС до рабочей температуры срабатывает термовыключатель 21 и открывает клапаны 16, 19, одновременно включается второй дополнительный топливный насос 6, при этом первый дополнительный насос 4 подаёт под давлением топливо в дозатор 5. Разряжение во впускном коллекторе ДВС 11 передаётся в вакуумную камеру 13 дозатора 5, которая регулирует подачу воды, засасываемой струёй проходящего под давлением топлива. Далее ВТЭ из вакуумного дозатора 5 поступает в смесительную ёмкость 3, в которой по мере наполнения эмульсией всплывает поплавок 15 и, воздействуя на запорную иглу 14, перекрывает подачу ВТЭ в ёмкость 3, в этот момент первый дополнительный насос 4 отключается. Из смесительной ёмкости 3 ВТЭ забирается вторым дополнительным топливным насосом 6 и подаётся в теплообменник 7, где она нагревается до рабочей температуры ДВС и далее поступает в смесительный аппарат 8. В смесительном аппарате 8 ВТЭ дробится и полученная улучшенного качества эмульсия поступает обратно в смесительную ёмкость 3. Далее ВТЭ через топливный шланг 10 подаётся в поплавковую камеру 20 карбюратора 9 и далее во впускной коллектор 11 ДВС.

3) После остановки ДВС выделившаяся вода накапливается на дне смесительной ёмкости 3 и при последующем пуске поступает во впускной коллектор 11 ДВС.

При горении капли ВТЭ образуется меньшее количество угарного газа (СО) и углеводородного соединения (СН), чем при горении капли чистого топлива. Проведено сравнение полученных экспериментальных данных (см. таблицу 2) из которой следует, что при работе ДВС на бензине обработанным смесительным аппаратом по сравнению с работой на чистом топливе содержание СО в отработавших газах снижается на 30,5 %, содержание СН на 6,5 %. Использование данной системы на транспортном средстве (автомобиле ВАЗ-2106) при скорости 90 км/ч, расходе воды 1,5 л/ 100 км позволяет снизить расход топлива на 18,3 %.

Таблица 2

Экологические показатели работы ДВС ВА3-2106 на бензине
АИ -92 разного качества

№ опыта	Бензин АИ-92				Бензин АИ-92 обработанный смесителем (без воды)				Водно-топливная эмульсия			
	СО %	СО % среднее	СН млн ⁻¹	СН млн ⁻¹ среднее	СО %	СО % среднее	СН млн ⁻¹	СН млн ⁻¹ среднее	СО %	СО % среднее	СН млн ⁻¹	СН млн ⁻¹ среднее
1	4,11	3,65	150	132	2,39	2,97 (меньше на 18%)	124	129 (меньше на 2,5%)	1,46	2,25 (меньше на 38%)	114	123,5 (меньше на 6,5%)
2	3,34		132		2,7		128		2,5		128	
3	3,29		116		3,4		131		2,18		120	
4	3,64		122		3,03		130		2,63		131	
5	3,85		138		3,3		132		2,48		124	

На основании проведенных экспериментов установленными факторами использования ВТЭ в ДВС являются: увеличение полноты сгорания топливно-воздушной смеси; уменьшение содержания в выхлопных газах высокотоксичных элементов (окиси углерода, углеводородного соединения СН); повышение стойкости топлива к детонации; очищение от нагара камеры сгорания за счет микровзрывного процесса испарения капель воды; увеличение ресурса двигателя внутреннего сгорания; уменьшение расхода углеводородного топлива. Применение ВТЭ для ДВС является перспективным направлением по экономическим и экологическим показателям работы двигателя.

Библиографический список

1. Фролов С.М., Басевич В. Я. Горение капель. Институт химической физики им. Н.Н. Семенова. М: Инженерная физика, 1994.- 48 с.
2. Лау С.К. Использование водно-топливных эмульсии для двигателей внутреннего сгорания. М: Машиностроение 1977.- 29 - 38 с.
3. Фролов С.М., Басевич В. Я. , Посвянский В. С., Беляев А. А., Кузнецов Н. М. Процессы приготовления топлива на основе водно-топливных эмульсии. М: 2003, с. 257-263.
4. А.Е. Ломовских, В.П. Дупляк. Патент на изобретение №235285. Струйно-кавитационный эжектор для приготовления водотопливной эмульсии. М: 2009.

References

1. Frolov S. M., Posvianskii V. S., Basevich V. Ya., Institute Chemical Physics N.N. Semanova. M: 1994. - 48 с.
2. Law, C. K. A model for the combustion of oil/water emulsion droplets. Combustion Science Technology, 1977, Vol. 17, pp. 29-38.
3. Frolov S. M., Posvianskii V. S., Basevich V. Ya., Belyaev A. A., Kuznetsov N. M. On application of emulsified liquid fuels for combustion control. Ed. by G.D. Roy, Cranfield, UK, Cranfield Univ. Press, 2003, pp. 257-263.
4. A.E. Lomovskich, V. Vorobyev, V.P. Duplyak. Патент на изобретение №235285 Дозатор the combustion of oil/water emulsion. М: 2009.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., Кафедра «Строитель-
ные и дорожные машины» П.И. Никулин*
*Магистрант кафедры «Строительные и до-
рожные машины» А.А. Сидоров*
*Аспирант кафедры «Строительные и дорож-
ные машины» А.О. Онгери*
*Аспирант кафедры «Строительные и дорож-
ные машины» О.В. Чуйков*
Россия, г. Воронеж, тел. +7(951)557-17-00
e-mail: olegchuikov@mail.ru

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Technical sciences, prof., Department «Road
and Building Machines» P.I. Nikulin*
*Masters «Road and Building Machines
Department» A.A. Sidorov*
*Postgraduate «Road and Building Machines
Department» A.O. Onger*
*Postgraduate «Road and Building Machines
Department» O.V. Chuikov*
Russia, Voronezh, tel. +7(951)557-17-00
e-mail: olegchuikov@mail.ru

П.И. Никулин, О.В. Чуйков, А.А. Сидоров, А.О. Онгери

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

В статье рассмотрен вопрос о влиянии конструктивных параметров рабочих органов землеройно-транспортных машин на процесс копания грунта. Разработаны конструкции рабочего оборудования бульдозера и скрепера, обладающие свойствами адаптации к грунтовой среде.

Ключевые слова: бульдозер, скрепер, отвальный рабочий орган, тяговая характеристика, движитель, угол резания, высота отвала, сопротивление грунта копанию, производительность.

P.I. Nikulin, O.V. Chuikov, A.A. Sidorov, A.O. Onger

EFFICIENCY INCREASE OF THE WORKING EQUIPMENT OF EARTH-MOVING & TRANSPORTING MACHINES

This paper deals with the reaction of construction parameters of earth-moving and transporting machines in the process of digging ground. Working equipment of a bulldozer and a scraper are designed hence developing adaptations possessing properties of soil cohesion environment.

Keywords: bulldozer, scraper, cutting blades, traction characteristic, engine, cutting angle, height of cutting blade, digging resistance, productivity.

Основной задачей совершенствования землеройно-транспортных машин является увеличение производительности с целью снижения себестоимости одного кубометра разрабатываемого грунта. Решение поставленной задачи возможно за счет уменьшения рабочих сопротивлений, возникающих на рабочих органах в процессе разработки грунта, а также посредством расширения их технологических возможностей применения. Следует отметить, что работа землеройно-транспортных машин на грунтах с различными физико-механическими свойствами требует адаптации рабочего оборудования к изменяемым грунтовым условиям.

Авторами статьи в качестве объекта управления для бульдозеров предлагается принимать угол резания [1] и высоту отвала [2], а для скреперов особый интерес представляет шнековое загрузочное устройство с изменяемым шагом шнека [3].

Как известно, при копании грунта бульдозером наибольшая часть энергии расходуется на резание. Анализируя теоретические зависимости и экспериментальные данные, полученные в ходе исследований докторов технических наук, профессоров Н.Г. Домбровского [4], А.Н. Зеленина [5], В.И. Баловнева [6], Д.И. Федорова [7], К.А. Артемьева [8], Ю.А. Ветрова [9], И.А. Недорезова [10] и ряда других ученых, можно сделать вывод о существенном влиянии угла резания грунта на процесс копания.

В настоящее время серийно выпускаемые бульдозеры обеспечивают изменение угла резания в диапазоне 45...60 градусов, что существенно отличается от значений оптимальных углов резания, приведенных в технической литературе. Основываясь на расчетных и экспериментальных данных, авторами статьи предложен диапазон вероятного появления оптимальных углов резания, который в зависимости от грунтовых условий составляет 30...40 градусов. При этом под оптимальными углами следует понимать углы резания, при которых сопротивление грунта резанию принимает минимальное значение.

Авторами статьи разработана конструкция рабочего оборудования бульдозера (рис. 1) и получено положительное решение на выдачу патента на полезную модель. Предлагаемая конструкция рабочего оборудования позволяет оптимизировать угол резания в процессе копания.

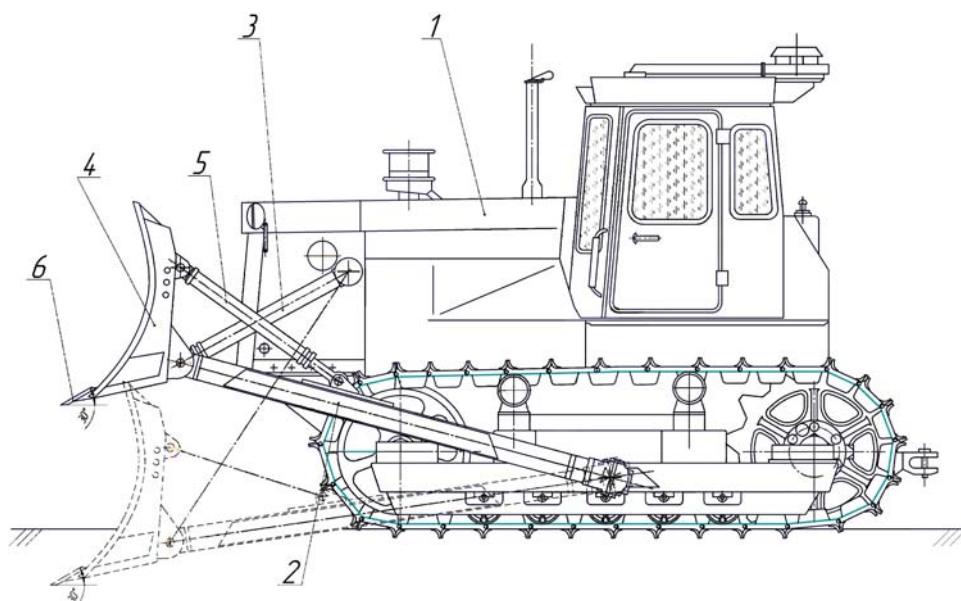


Рис. 1. Общий вид бульдозера Б-10М, оснащенного модернизированным рабочим оборудованием

Рабочее оборудование включает шарнирно присоединенные к базовой машине 1 толкающие бруссы 2, основные гидроцилиндры управления 3, отвал 4, гидроцилиндры изменения угла резания 5. Режущий нож 6 установлен под углом резания 30 градусов. При этом посредством гидроцилиндров 5 изменения угла резания обеспечивается возможность установки угла резания в диапазоне его оптимальных значений (30 - 50°). Горизонтальные оси крепления толкающих бруссов 2 к отвалу 4 совпадают с горизонтальными осями крепления основных гидроцилиндров управления 3 к отвалу 4, что позволяет осуществлять поворот отвала относительно толкающих бруссов, в указанном диапазоне изменения угла резания. Следует отметить, что установка гидроцилиндров изменения угла резания не требует внесения существенных изменений в гидравлическую схему машины, так как серийно выпускаемые бульдозеры оснащены гидрораспределителем, имеющим выводы для присоединения гидроцилиндров управления рыхлительным рабочим оборудованием; которые в данном случае заменяются гидроцилиндрами изменения угла резания.

Согласно расчетным данным, полученным по формуле Зеленина-Горовица [5] для бульдозера Б-10М, разработка грунта рабочим оборудованием с углом резания 30 градусов позволяет уменьшить сопротивление грунта резанию:

- для глины на 44.5%;
- для суглинка на 45.2%;
- для супеси на 39.4%,

по сравнению с углом резания 55 градусов, установка которого применяется в серийно выпускаемых машинах.

В свою очередь, сопротивление грунта копанию (в зависимости от глубины резания $h = 100 \dots 500$ мм) уменьшается:

- для глины на 17,8...26,5%;
- для суглинка на 12,2...27,1%;
- для супеси на 1,7...18%.

Вопрос об установке оптимальных углов резания, связанный с минимизацией сопротивления грунта копанию, необходимо рассматривать в совокупности с динамическими качествами движителя. Эффективная работа землеройно-транспортных машин наблюдается при полном использовании тягово-сцепных качеств тягача. Поэтому система управления адаптивным рабочим органом с изменяемым углом резания должна обеспечивать работу тягача на режиме номинальной силы тяги, что соответствует 10%-ому буксованию гусеничного движителя (рис. 2).

Расчетные данные показывают, что при разработке грунта рабочим оборудованием с углом резания 30 градусов глубина копания увеличивается:

- для глины на 12,4%;
- для суглинка на 11,1%;
- для супеси на 5,9%,

по сравнению с серийным рабочим оборудованием с углом резания 50 градусов, что позволяет уменьшить в том же процентном соотношении и путь набора грунта. При этом техническая производительность бульдозера увеличивается в среднем на 16,7%.

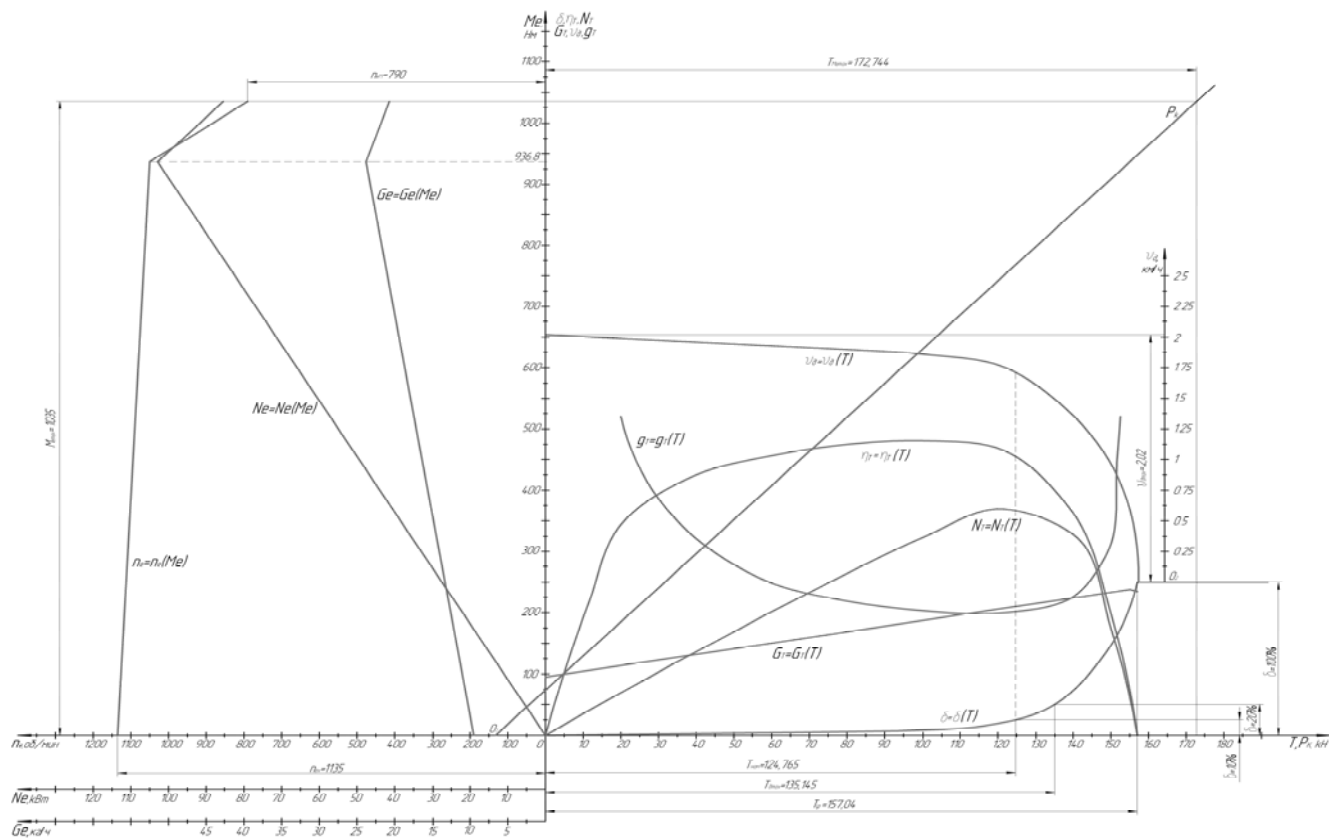


Рис. 2. Тяговая характеристика бульдозера Б-10М с механической трансмиссией для первой рабочей передачи: двигатель Д-180

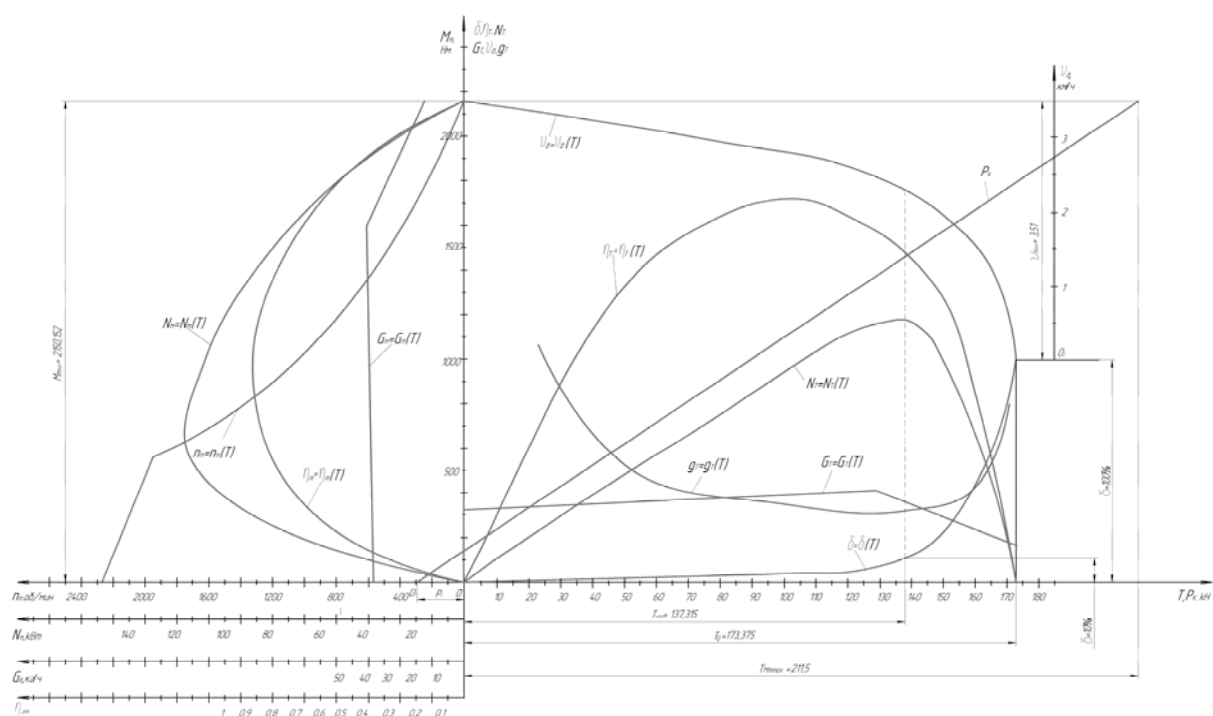
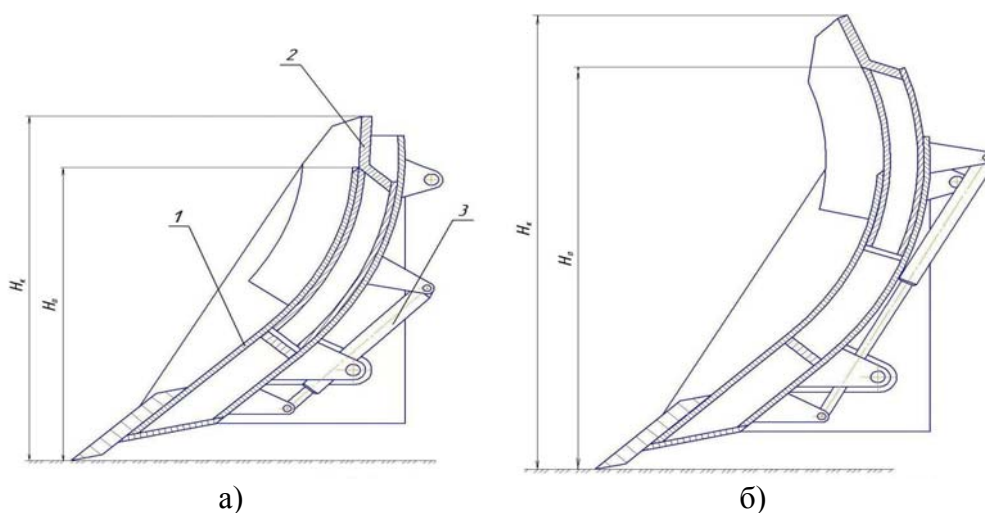


Рис. 3. Тяговая характеристика бульдозера Б-10М с гидромеханической трансмиссией: двигатель ЯМЗ-236; гидротрансформатор ГТР-4300

В качестве объекта управления для рабочих органов отвального типа авторами статьи также предлагается принимать высоту отвала.

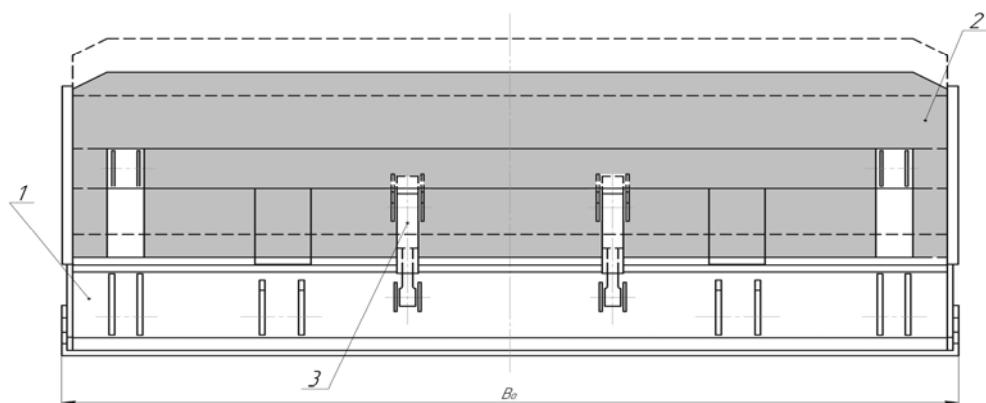
С этой целью было разработано модернизированное рабочее оборудование бульдозера, позволяющее изменять высоту отвала в процессе разработки грунта (рис.4, 5).



1 – отвал; 2 – дополнительная секция отвала; 3 – гидроцилиндры управления дополнительной секцией

Рис. 4. Модернизированное рабочее оборудование бульдозера: а) дополнительная секция опущена; б) дополнительная секция поднята

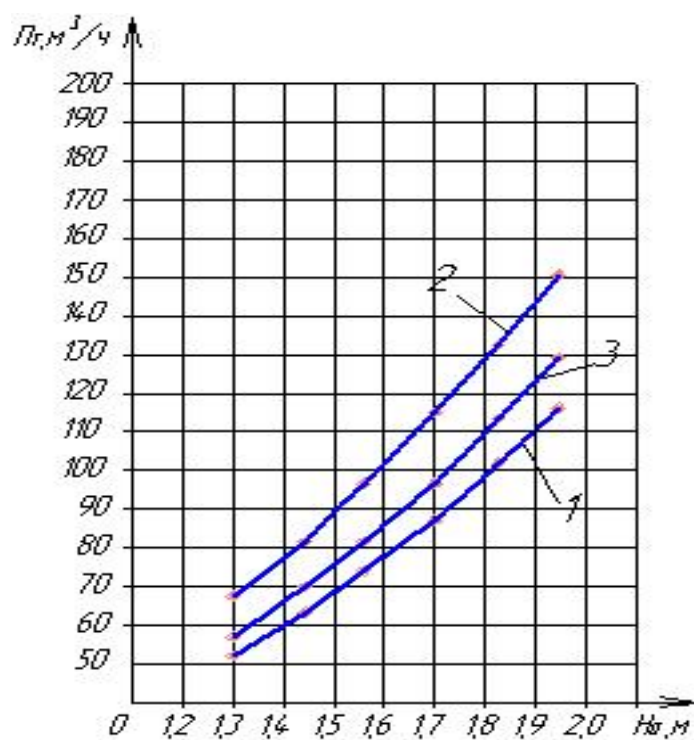
Увеличение высоты отвала в данном рабочем оборудовании происходит посредством выдвижения дополнительной секции 2, смонтированной сзади основного листа отвала 1 и имеющей профиль, повторяющий кривизну основного листа. Дополнительная секция 2 приводится в движение гидроцилиндрами 3, штоки которых крепятся к нижней тыльной стороне отвала 1 посредством проушин, а корпуса присоединены к дополнительной секции.



1 – отвал; 2 – дополнительная секция отвала; 3 – гидроцилиндры управления дополнительной секцией

Рис. 5. Модернизированное рабочее оборудование бульдозера (вид сзади)

Ниже приведен график, зависимости технической производительности Π_T от высоты отвала H_0 , полученный для бульдозера Б-10М для различных значений коэффициента k . Значения рабочих скоростей, необходимые для расчета времени рабочего цикла, были приняты из тяговой характеристики бульдозера Б-10М (рис. 3).



1 - при разработке глины; 2 - при разработке суглинка; 3 - при разработке супеси

Рис. 6. График зависимости технической производительности Π_T бульдозера от высоты отвала H_0 для бульдозера Б-10М

Для бульдозера Б-10М, при установке высоты отвала $h=1,95$ м (что соответствует коэффициенту $k = 1,5$) получено значение сопротивления грунта копанью, равное $P_{\text{кон}} = 143$ кН, при этом номинальная сила тяги имеет значение $T_{\text{ном}} = 137$ кН (рис.3), в свою очередь максимальная динамическая сила тяги, соответствующая конечной стадии копания грунта,

равняется $T_{\partial \max} = 149,5$ кН, а, следовательно, условие эффективной работы бульдозера, при котором $T_{\partial \max} \geq P_{\text{кон}}$, соблюдается.

Следует также отметить, что на данном режиме работы бульдозера сила тяги по сцеплению гусеничного движителя составляет $T_{\varphi} = 173,4$ кН, а сила тяги гусеничного движителя, соответствующая максимальному крутящему моменту двигателя $T_{M \max} = 211,5$ кН, следовательно, имеется запас силы тяги при максимальном крутящем моменте двигателя, равный 38,1 кН.

Анализируя полученные расчетным путем данные, а также тяговую характеристику (рис. 3) можно сделать вывод о том, что в процессе копания грунта у бульдозера Б-10М имеется запас по сцепным качествам и мощности двигателя, которые можно использовать на увеличение высоты отвала, и, соответственно, на увеличение производительности бульдозера.

В настоящее время отсутствуют экспериментальные данные о значениях высоты отвала, полученные для различных грунтовых условий с учетом работы бульдозера на режиме номинальной силы тяги, поэтому решение данного научного вопроса является актуальным.

При эксплуатации самоходных скреперов имеющих одну ведущую ось, основным недостатком, наряду с достаточно высокой эффективностью, простотой конструкции и надёжностью является необходимость использования толкача при наборе грунта [14]. Это обуславливается увеличением себестоимости разработки одного кубометра грунта, приводит к необходимости применения толкача в технологическом процессе - простоям в ожидании толкача, невозможности автономного использования скрепера. Для предотвращения внутрицикловых потерь времени применяют скреперы с механизированной загрузкой, способные загружаться самостоятельно без помощи толкача, что повышает эффективность использования скрепера.

Решение задачи повышения эффективности рабочего органа скрепера возможно за счет уменьшения рабочих сопротивлений, возникающих на шнеках при загрузке грунта, изменяя шаг винта шнека, осуществляя более эффективное его заполнение с «шапкой», и исключая отбора мощности двигателя на привод гидроцилиндров, регулирующих шаг винта шнека.

С этой целью было разработано модернизированное рабочее оборудование скрепера со шнековой загрузкой (рис.7, 8), позволяющее изменять шаг винта в процессе разработки грунта и производить более эффективную загрузку с «шапкой». Федеральным Институтом Промышленной Собственности выдан патент на полезную модель № 48115 авторами которого являются д.т.н., проф. Никулин П.И. и студент Свиридов А.А.

В основу изобретения поставлена задача минимизации сопротивления загрузки грунта в ковш, путем адаптации шнека на требуемый шаг винта в зависимости от грунтовых условий при копании скрепером. Изменение направления шага винта совпадает с направлением движения стружки грунта в ковш.

Технический результат достигается за счет того, что в рабочем оборудовании скрепера - ковш, включающего днище, режущий нож, боковые и заднюю выдвижную стенки, имеющие выемки под шнеки, переднюю заслонку и два шнека с регулируемым шагом, вращение которых осуществляется с помощью гидромотора с редуктором. Устройство, управляющее величину шага винта шнека, выполнено в виде гидроцилиндра.

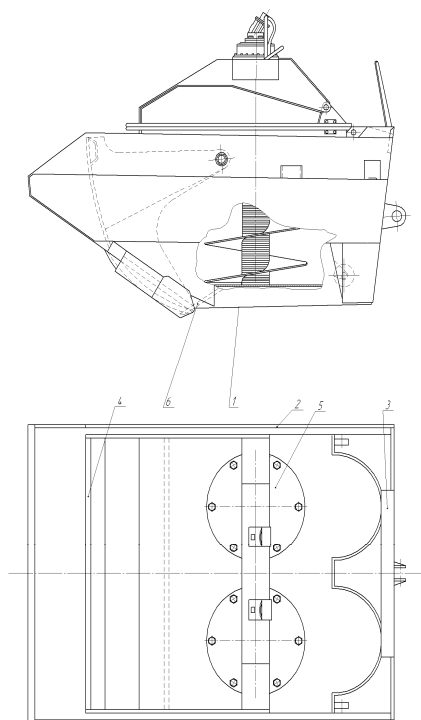


Рис. 7. Модернизированное рабочее оборудование скрепера: 1 – днище; 2 – боковая стенка; 3 – задняя выдвижная стенка; 4 – передняя заслонка; 5 – шнек; 6 – режущий нож.

Составной шнек (рис. 8) содержит верхний захват 7, посаженный с помощью болтовых соединений на привод шнека и подшипника 9 с резиновой обоймой 16 на неподвижный телескопический гидроцилиндр 10, фиксированный пальцем 8. Нижний захват 11, вращающийся с помощью роликов 12 в днище 1 у режущей кромки ножа, относительно телескопического гидроцилиндра 10 управления величиной шага винта, закрепленный на неподвижной оси корпуса редуктора и защищенной гофрированной из резинового материала трубой 13. Две пружины одинакового шага меньшего диаметра 14 и большего диаметра 15, торцевые концы которых жестко закреплены к захватам 7 и 11. Пружины 14 и 15 между собой соединены листовой пружиной 17 обхватыванием, полностью к пружине 14 и на половину к пружине 15. И направляющей 18 в четырех точках, посаженной на подшипник 19 гидроцилиндра 10, закрепленной гайкой 20.

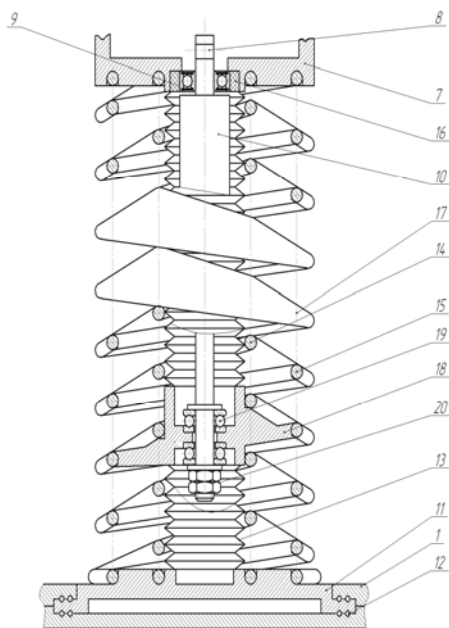
Принцип работы рабочего оборудования заключается в следующем.

Телескопический гидроцилиндр 10 (рис. 8) опускает направляющие 18 вниз, сжимая часть витков, тем самым, делая крупный шаг винтов на всем шнеке, и позволяют быстро заполнять ковш в начале копания. Процесс изменения шага витков шнека происходит, когда скрепер движется в транспортном режиме. Поднятие направляющих 18, происходят под действием возвратно-поступательного движения самих пружин 14, 15 и 17, уменьшается шаг винта и объем межвиткового пространства, облегчается дозагрузка ковша с «шапкой». Разгрузка происходит путем выдвижения задней стенки, имеющие полукруглую форму по размеру шнеков.

Формулой изобретения является рабочее оборудование скрепера - ковш, включающий днище, режущий нож, боковые и заднюю выдвижную стенки, имеющие выемки под шнеки, переднюю заслонку и два шнека с изменяющимися шагами витков, отличающиеся тем, что шаг винта шнека, задается при помощи телескопического гидроцилиндра и пружин.

Изменения величины шага винта шнеков автоматическим управлением с помощью гидроцилиндра при копании грунта скрепером позволяет снизить сопротивление заполнению грунта в ковш, производить более эффективное его заполнение с «шапкой», не теряя отбора

мощности на привод гидроцилиндров, повысить производительность и исключить применение толкача, что позволяет повысить экономическую эффективность применения скрепера на земляных работах [1].



1 – днище ковша; 7 – верхний захват; 8 – палец; 9 – подшипник; 10 – гидроцилиндр; 11 – нижний захват; 12 – ролик; 13 – гофра; 14 – пружина меньшего диаметра; 15 – пружина большего диаметра; 16 – резиновая обойма; 17 – листовая пружина; 18 – направляющая; 19 – подшипник; 20 – гайка.

Рис. 8. Шнек с гидроцилиндром управления величиной шага винта

Создание адаптивных рабочих органов землеройно-транспортных машин является одним из перспективных направлений повышения их производительности, так как применение таких рабочих органов позволяет значительно повысить производительность, а, следовательно, снизить затраты на единицу объема разрабатываемого грунта.

Библиографический список

1. Патент на изобретение №2374396 «Рабочее оборудование бульдозера» Никулин П.И., Чуйков О.В.
2. Никулин П.И., Чуйков О.В., Онгери О.А. Рабочее оборудование бульдозера с изменяемой высотой отвала: Сборник научных трудов/Интерстроймех-2009. – Киргизия, Бишкек, 2009.-58-61 с.
3. Патент на полезную модель № 48115 «Рабочее оборудование скрепера со шнековой загрузкой» Никулин П.И., Сидоров А.А.
4. Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. Землеройно-транспортные машины. - М.:Машиностроение,1965.-274 с.
5. Зеленин А.Н., Керов И.П., Баловнев В.И. Машины для земляных работ. - М.:Машиностроение,1975.-424 с.
6. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. - М.:Машиностроение,1981.-223 с.
7. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.:Машиностроение, 1977.-288 с.

8. Артемьев К.А. Теория резания грунтов землеройными машинами. - Новосибирск: Новосибирский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбашева, 1978.-104 с.
9. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. - М.: Машиностроение, 1971.- 357 с.
10. Исследование машин для земляных работ: Сборник научных трудов / ВНИИ транспортного строительства; под ред. И.А. Недорезова. - М.: Транспорт, 1984.-134 с.
11. Шиндяпин Ю.П. Рабочий орган бульдозера.- патент на изобретение №937625.- Сибирский автомобильно-дорожный институт им. В.В.Куйбашева, 1982.-6 с.
12. Баловнев В.И., Ермилов А.Б., Попов В.Г., Крюков А.А.- Рабочее оборудование бульдозера.- патент на изобретение №937625- Московский автомобильно-дорожный институт и завод ВТУЗ при Карагандинском металлургическом комбинате, 1981.-4 с.
13. В.И.Баловнев, Ю.П.Бакатин, А.Г.Савельев, Р.Ю.Бакатин - Рабочее оборудование отвального типа.- патент на изобретение №2934115, 1991.-6 с.
14. Э.Г.Ронинсон, А.Я.Ищенко, Я.П.Ищенко Скрепер.-М.: Стройиздат, 1979.-94с.
15. А.И.Залко, Э.Г.Ронинсон, Н.А.Сидоров Самоходные скреперы.-М.: Машиностроение, 1991. - 244с.

References

1. Patent for the invention №2374396 « the Working equipment of the bulldozer » Nikulin P.I., Chujkov O.V.
2. Никулин П.И, Chuikov O.V., Onger A.O. Working components of bulldozer with a change in height of cutting blade: the Collection scientific journals/Interstroimech-2009. – Kirghizia, Bishkek, 2009.-58-61 p.
3. Patent for useful model 48115 « the Working equipment of a scraper with loading devices» Nikulin P.I., Sidorov A.A.
4. Dombrovskii N.G., Galperin M.I. Earth-moving transporting machine. - М.:Machineconstruction, 1965.-274 p.
5. Zelenin A.N., Kerov I.P., Баловнев V.I. Machines for excavation work. - М.: Machineconstruction, 1975.-424 p.
6. Balovnev V.I. Road- building machine with intensified action working parts. - М.: Machineconstruction, 1981.-223 p.
7. Feodors Д.И. Working parts of earth-moving machines. - М.:Machineconstruction, 1977.-288 p.
8. Artemyev K.A. Theory of cutting by Earth-moving machines. - Novosibirsk: Novosibirsk engineering-building institute it. V.V.Kujbasheva, 1978.-104 p.
9. Vetrov Y.A. Cutting of ground by earth-moving machines. - М.: Mechanical engineering, 1971.357 p.
10. Research on earth-moving machines: the Collection research work / VNII transport construction; under red. I.A.nedorezova. - М.:Transport, 1984.-134 p.
11. Schindlapin Y.P. Working part of buldozer.-the patent for the invention №937625.- Siberian auto-road institute it. V.V.Kujbasheva, 1982.-6 p.
12. Balovnev V.I., Ermilov A.B., Priests B.Г., Hooks A.A.-the Working components of buldozer.-the patent for the invention of №937625-Moscow auto-road institute and a factory VTUZ at the Karaganda metallurgical combination, 1981.-4 p.
13. V.I.Balovnev, J.P.Bakatin, A.G.Savelev, R.J.Bakatin - Working components blade type.-the patent for the invention №2934115, 1991.-6 p.
14. E.G.Roninson, A.J.Ishchenko, J.P.Ishchenko Scraper.-М.: Stroyizdat, 1979.-94с.
15. A.I.Zalko, E.G.Roninson, N.A.Sidorov Self-propelled scrapers.-М.: Mechanical engineering, 1991. – 244p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., Кафедра «Строитель-
ные и дорожные машины» В.А. Нилов
Канд. техн. наук, доц. ВВАИУ П.И. Иванищев
Аспирант кафедры «Строительные и дорож-
ные машины» А.О. Онгери
Россия, г. Воронеж, тел. +7(905)052-10-54
e-mail: aongeriyahoo.com*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Technical sciences, prof., Department «Road
and Building Machines» V.A. Nilov
Candidate Technical sciences, associate
professor VMAEU, P.I. Ivanishchev
Postgraduate «Road and Building Machines
Department» A.O. Ongeriy
Russia, Voronezh, tel. +7(905)052-10-54
e-mail: aongeriyahoo.com*

В.А. Нилов, П.И. Иванищев, А.О. Онгери

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКРЕПЕРНЫХ АГРЕГАТОВ

В статье рассмотрен вопрос о экономико-математическом моделировании скреперных агрегатов. Разработана методика экономико-математического моделирования, позволяющая машинными методами в короткие сроки рассчитать величину главного параметра скрепера – вместимость его ковша при том или ином способе агрегатирования с базовым тягачом. Создана программа, позволяющая анализировать технико-экономические показатели разных типов скреперных агрегатов.

Ключевые слова: скрепер, вместимость ковша, тягач, агрегат, моделирование, экономико-математическая моделирование, технико-экономические показатели.

V.A. Nilov, P.I. Ivanishchev, A.O. Ongeriy

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODERNIZATION OF SCRAPER UNITS

This paper deals with the problem of economic- mathematical modeling of scrapers and its units. A technique by economic-mathematical modeling is developed, which allows machines through a special program and in a short period of time to calculate the main parameters of a scraper –ladle capacity using the same method as well to aggregate it with a base tractor. A program was created, which allows analyzing technical and economic parameters of different scraper units.

Keywords: scraper, ladle capacity, base tractor, scraper unit, modernization, economic-mathematical modernization, technical-economics parameters.

При выполнении земляных работ в дорожном строительстве остро стоит вопрос о рациональном выборе комплекта машин, который должен обеспечивать минимальные затраты при возможно большей производительности [1] и малом отрицательном воздействии на окружающую среду. Эта задача актуальна также при проектировании новой техники, где только благодаря рациональному сочетанию параметров тягача и рабочей машины на стадии проектирования можно ожидать создания высокоэффективной и экологически безопасной техники.

Применительно к скреперным агрегатам разработана методика экономико-математического моделирования [2], позволяющая машинными методами в короткие сроки рассчитать величину главного параметра скрепера – вместимость его ковша при том или ином способе агрегатирования с базовым тягачом.

На кафедре «Проектирование механизмов и ПТМ» Воронежского государственного технического университета создана программа, позволяющая анализировать технико-экономические показатели следующих типов скреперных агрегатов (СА):

- 1) прицепной скрепер с колесным или гусеничным тягачом;
- 2) прицепной скрепер с колесным или гусеничным тягачом и гусеничным трактором-толкачом;
- 3) прицепной скрепер с колесным тягачом, изменяющим сцепной вес;
- 4) прицепной скрепер с изменяемой шириной резания с колесным тягачом;
- 5) скреперный поезд на базе автономных прицепных скреперов;
- 6) полуприцепной скрепер к колесному тягачу с шаровым или рычажным седельно-сцепным устройством.

Программа позволяет:

- 1) провести технико-экономическое обоснование величины рациональной вместимости таких СА к заданному тягачу (рис. 1);
- 2) выявить влияние конструктивных изменений СА на его технико-экономические показатели (рис. 2);
- 3) установить влияние грунтовых, дорожных условий и дальности транспортирования на технико-экономические показатели СА (рис. 3).



Рис. 1. Прицепной скрепер вместимостью 10 м^3 к тягачу К-701

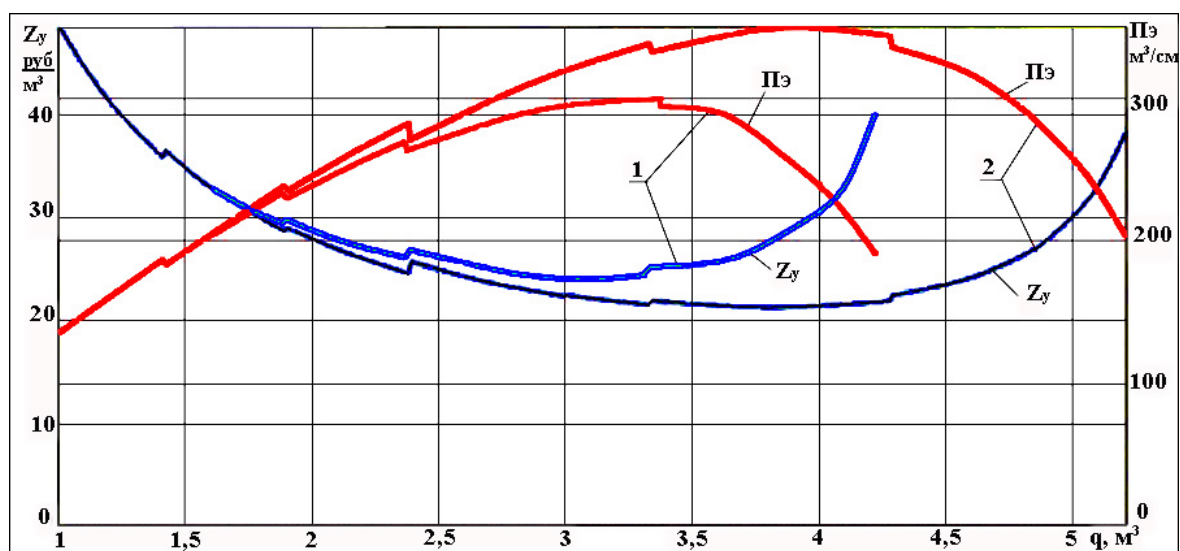


Рис. 2. Техничко-экономические показатели прицепного СА (дальность транспортирования 300 м): 1 – без увеличения сцепного веса; 2 – с применением ТСДУ

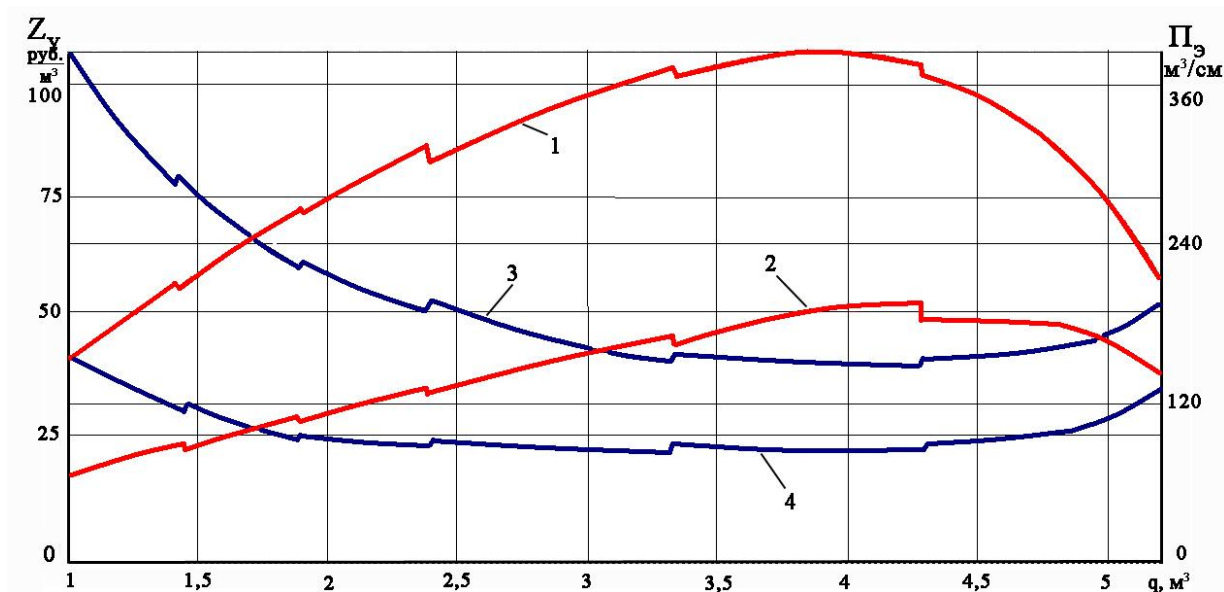


Рис. 3. Влияние дальности транспортирования грунта на технико-экономические показатели прицепного СА, оборудованного ТСДУ: 1 – сменная производительность при дальности транспортирования 250 м; 2 – тоже при дальности транспортирования 800 м; 3 – приведенные удельные затраты при дальности транспортирования 250 м; 4 – тоже при дальности транспортирования 800 м.

Созданная экономико-математическая модель позволяет сравнить рациональную геометрическую вместимость ковша скрепера со стандартной и проверить результаты расчета на практике.

Оказалось, что для прицепного СА к тягачу К-701 стандарт рекомендует геометрическую вместимость ковша 8 м^3 , (скрепер ДЗ-149-5), в то время как экономико-математическое моделирование дает другую величину – 10 м^3 , что на 25 % выше. Круглогодичная эксплуатация таких прицепных СА с рациональной вместимостью ковша 10 м^3 (рис. 1) [3] полностью подтвердила теоретические рекомендации и позволила обеспечить повышение производительности в среднем на 30...35 % и уменьшить приведенные удельные затраты на 15...20 %.

На рис. 2 показано изменение технико-экономических показателей прицепных СА на базе колесного тягача Т-150К, работающих без толкача в одинаковых условиях (дальность транспортирования составляет 300 м, реализуемая сила тяги трактором 45 кН). Оказалось, что самонабор грунта прицепным скрепером с тягачом Т-150К возможен, но малоэффективен. Рациональная вместимость ковша (q) составляет всего $3,1...3,3 \text{ м}^3$ при удельных приведенных затратах (Z_y) 24 руб./ м^3 , а сменная эксплуатационная производительность ($\Pi_э$) – не более 300 м^3 . Увеличение сцепного веса колесного тягача на время набора грунта с помощью ТСДУ [4] обеспечивает в тех же условиях (рис. 2, зависимости - 2) увеличение рациональной вместимости ковша (q) до $3,8...4,1 \text{ м}^3$ при снижении приведенных удельных затрат (Z_y) до 21, 3 руб./ м^3 (на 11,2 %). Производительность ($\Pi_э$) увеличивается до $350 \text{ м}^3/\text{смену}$.

На рис. 3 показано влияние на технико-экономические показатели прицепного скрепера, оборудованного ТСДУ, дальности транспортирования грунта. Максимальная производительность ($\Pi_э$) уменьшается в 2 раза (с $380 \text{ м}^3/\text{смену}$ до $185 \text{ м}^3/\text{смену}$) при увеличении дальности транспортирования в 3,2 раза (с 250 м до 800 м), а приведенные удельные затраты (Z_y) возрастают также в 2 раза (с 20 руб./м^3 до 40 руб./м^3).

Рациональная вместимость ковша (q) при этом увеличивается: по производительности на 7,5 % (с $4,0 \text{ м}^3$ до $4,3 \text{ м}^3$), а по приведенным удельным затратам – на 10,5 % (с $3,8 \text{ м}^3$ до $4,2 \text{ м}^3$). Как показывают расчеты, дальнейшее увеличение дальности транспортирования грунта (до 1800 м) практически не оказывает влияния на величину рациональной вместимости ковша, которая остается неизменной и составляет $4,0...4,3 \text{ м}^3$.

Приведенные расчеты подтверждают положение, содержащееся в работе [5], о том, что рациональная вместимость ковша скреперного агрегата должна определяться условиями его эксплуатации, которые должны учитываться при проектировании и выборе тягача.

Проведенные исследования позволяют:

- 1) расширить номенклатуру машин (бульдозеры, автогрейдеры т.д.), рабочий процесс которых описан экономико-математическим методом;
- 2) разработать бортовое вычислительное устройство, которое в режиме реального времени могло бы рассчитывать технико-экономические показатели продукции в зависимости от изменяющихся грунтовых, дорожных, дальности транспортирования и текущей стоимости ГСМ.

Библиографический список

1. Сорокин П.И. Оптимальное использование машин на земляных работах в дорожном строительстве. Изд-во «Транспорт», 1972. – 284 с.
2. Борисенков В.А. Оптимизация скреперных агрегатов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. – 248 с.
3. Борисенков В.А., Нилов В.А., Апекусов Ю.И., Копий В.Д., Калашников Ф.Ф. Эксплуатация скреперов увеличенной вместимости на стройках Росводстроя // Механизация строительства. – 1980. – № 6, С. 5-7.
4. Никулин П.И., Нилов В.А., Косенко А.А. Испытания скреперного агрегата с изменяемым сцепным весом // Механизация строительства. – 2005. – № 8. – С. 9-12.
5. Нилов В.А., Иванищев П.И. Рациональная вместимость ковша скреперного агрегата // Строительные и дорожные машины. – 2009. - № 10. – С. 7-8.

References

1. Sorokin P.I. Optimum use of machines on earth-moving work in road construction. Publishing house "Transport", 1972. – 284 p.
2. Borisenkov V.A. Optimization of scraper units. Voronezh: Publishing house VGU, 1990. – 248 p.
3. Borisenkov V.A., Nilov V.A., Apeksimov J.I., Kopij V.D., Kalashnikov F.F. Operation of scrapers with an increase of ladle capacity in construction of Росводстроя // Mechanization of construction. – 1980. – 6, p. 5-7.
4. Nikulin P.I., Nilov V.A., Kosenko A.A. Testing of scraper units with a changeable coupling weight // Mechanization of construction. – 2005. – 8. – p. 9-12.
5. Nilov V.A., Иванищев P.I. Rational ladle capacity of a scraper unit // Building and road machines. – 2009. - 10. – p. 7-8.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
транспортных машин Ю.Ф. Устинов
К-т техн. наук, доц., Н.М. Волков
К-т техн. наук, доц., С.А. Никитин
К-т техн. наук, доц., Д.Н. Дегтев
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of transport
machines Y.F. Ustinov
Kand. Sci. Tech., N.M. Volkov
Kand. Sci. Tech., S.A. Nikitin
Kand. Sci. Tech., D.N. Degtev
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ДОРОЖНОЙ ШНЕКОРОТОРНОЙ СНЕГООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ ТИПА ДЭ-210

Представлены результаты полевых виброакустических испытаний дорожной снегоуборочной шнекороторной машины. На основании проведенного эксперимента были получены данные, характеризующие вклад различных источников структурного шума в общее звуковое поле кабины водителя дорожной шнекороторной снегоочистительной машины типа ДЭ-210. При этом, для получения четкой картины звукового поля, был использован метод разделения источников звуковой энергии. Для подтверждения результатов эксперимента, полученных на вывешенной машине были проведены аналогичные исследования в рабочем режиме.

Ключевые слова: вибрация, шнекороторный снегоочиститель, виброзащита оператора.

Y.F. Ustinov, S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev

COMPARISON OF VIBROACOUSTIC RESEARCH RESULTS IN SCREW-ROTARY SNOW REMOVER, MODEL DE-210

The results of field acoustic tests of a screw-rotary snow remover are presented. On the basis of the experiment conducted there have been obtained the data describing the contribution of different sources of structural noise into the general sound field of a driver's cab of screw-rotary snow remover, Model DE-210. In so doing for obtained an exact idea of the sound field the method of separating sources of sound energy has been applied. The characteristics obtained have shown that the greatest contribution into the sound field has been brought by two screws and a rotor with its drives. The following ways of reducing structural noise in the cabin have been specified, such as: the cab rigidity, application of more effective vibroisolators, etc.

Keywords: vibration, screw-rotary snow remover, vibrodamping of operator.

Создание специальных машин для поддержания дорог и аэродромов в рабочем состоянии обусловлено необходимостью качественного их обслуживания и специфическими условиями эксплуатации дорожных покрытий, связанными с особыми климатическими условиями.

Большое разнообразие специальной техники обуславливается созданием узкоспециального рабочего оборудования с последующей установкой его на базе уже существующих транспортных средств. При этом, виброакустическая энергия создаваемая навесным обо-

дованием не учитывается, хотя ее воздействие на водителя велико. Не смотря на то, что в области шумозащиты водителей транспортных средств накоплен большой опыт, создана мощная научно-техническая база для решения данного вопроса, структурный звук, как составляющая общего звукового поля кабины водителя, как правило, не учитывается.

Таким образом, активные рабочие органы специальных машин являются дополнительным источником структурного шума, воздействию которого подвержены водители транспортных средств.

Одной из такой машин является дорожный снегоуборочный шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210. Он смонтирован на шасси автомобиля ЗИЛ-131 повышенной проходимости. Данная машина позволяет осуществлять уборку свежес выпавшего и слежавшегося снега с последующим отбросом его на расстояние до 24 метров, что обеспечивается вращением ротора. Сбор снега и перемещение его к ротору обеспечивается вращающимися шнеками.

Точную картину об уровнях структурного шума в кабине водителя дают результаты полевых испытаний шнекороторного снегоочистителя в лабораторно-полевых условиях в открытом звуковом поле. При этом использовался новый способ [1] разделения источников звука и аппаратура фирмы "Брюль и Кьер" (Дания), включающая шумомер типа 2203, 1/3-октавные фильтры типа 1613, акселерометр – 4332 и интегратор – ZR 0020. Акселерометр устанавливался на раме машины у левой опорной связи и на полу внутри кабины у той же опорной связи. Шумомер устанавливался в районе головы оператора снегоочистителя.



а)



б)

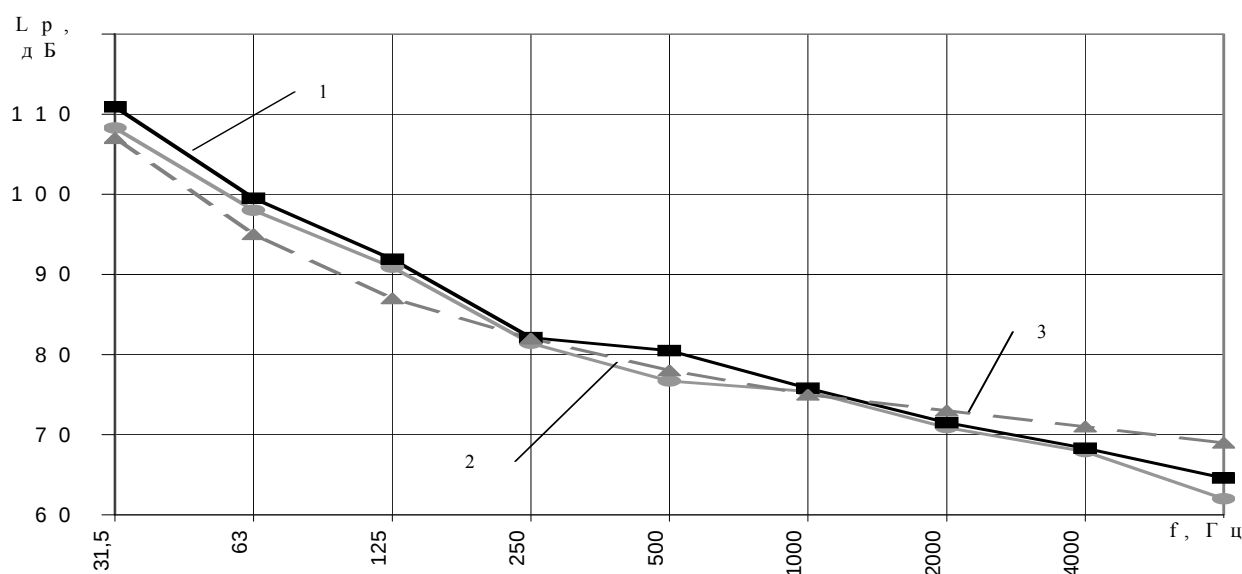
Рис. 1. Расположение шнекороторного снегоочистителя и его рабочих органов на первом этапе исследований (а) и на втором этапе (б)

Перед началом проведения опыта выполнялось техническое обслуживание машины в соответствии с инструкцией, и производился прогрев агрегатов шнекороторного снегоочистителя. На первом этапе производилось вывешивание снегоочистителя (рисунок 1 (а)) с целью определения вклада источников звуковой энергии в общее звуковое поле кабины.

На втором этапе виброакустические исследования проводились на рабочем режиме при уборке снега (рисунок 1 (б)), с целью проверки достоверности данных, полученных на первом этапе, а также для определения влияния рабочего режима на виброакустические параметры снегоочистителя. К атмосферным условиям, подлежащим определению при виброакустических испытаниях, относятся температура окружающего воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, скорость ветра.

С целью получения более точных результатов измерения параметров вибрации и шума опыты проводятся в открытом звуковом поле, то есть до ближайших звукоотражающих поверхностей (здания, сооружения и т.п.) должно быть не менее 50 м.

Виброакустические испытания проводились при постоянной температуре окружающего воздуха и постоянном атмосферном давлении, которые приводились к стандартным условиям.



1 – режим уборки снега; 2 – вывешенная машина; 3 – допускаемые согласно ГОСТ 30691–01

Рис. 2. Уровни звукового давления в октавных полосах частот в кабине

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Использование методов разделения источников виброакустической энергии позволяет определить вклад каждого источника в общее звуковое поле кабины снегоочистителя; достоверность метода подтверждается результатами испытаний машины при уборке снега.

2. Превышение значений уровня звука, полученных на втором этапе полевых испытаний, над значениями, полученными при виброакустических испытаниях вывешенной машины, обуславливается дополнительным нагружением двигателя от работы трансмиссии и рабочих органов в процессе срезания и перемещения снежной массы.

Библиографический список

1. А.С. № 1659765 СССР, В 62.33/06. Способы определения частотных уровней вибрации и шума элементов кузова и кабины транспортного средства / Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев (СССР). - №4722831/11; Заявл. 24.07.89; Опубл. 30.06.91, Бюл. №24.
2. Ю. Ф. Устинов, А. А. Петранин, Е. Н. Петреня // Изв. вузов. Строительство. – 1998. – №9. – с.86 – 95
3. Разумовский М.А. Борьба с шумом на тракторах.- Минск: Наука и техника, 1973.- 206 с.

References

1. Author's certificate № 1659765 USSR B 62.33/06. Methods for determining noise and vibration frequency levels in elements of body and cockpit at vehicle / Y.F. Ustinov, V.A. Muravyev (USSR). - №4722831/11; Stated 24.07.89; Published 30.06.91, Bull. №24.
2. Y.F. Ustinov, A. A. Petranin, E. H. Petrenia // Notify high school. Construction. – 1998. – №9. – p.86 – 95.
3. Rasumovsky M.A. Tractors noise reduction. Minsk: Science and technology, 1973.-206 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой транс-
портных машин Ю.Ф. Устинов
Аспирант каф. транспортных машин
А.В. Скрынников
Аспирант кафедры транспортных машин
Нгуен Лам Хань
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of transportation
machines faculty Y.F. Ustinov
Post-graduate of the chair of transport
machines A.V. Skrinnikov
Post-graduate of transportation machines
faculty Nguyen Lam Khanh
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, А.В. Скрынников, Н.Л. Хань

ОПТИМИЗАЦИЯ ШУМОЗАЩИТЫ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ОПЕРАТОРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Предлагается методика оптимизации звукозащитными плиточными конструкциями панелей кабин изнутри, рассчитанными на поглощение звука различной частоты. При расчете использованы булевы переменные, а целевыми функциями являются уровень уменьшения звука в кабине на максимальную величину и снижение стоимости звукозащиты до минимума.

Ключевые слова: шумозащита, оптимизация, кабина оператора, шум, звукозащитная панель, уровень звука.

Y.F. Ustinov, A.V. Skrinnikov, N.L. Khanh

OPTIMIZING NOISE-PROTECTION ON THE WORK PLACE OF OPERATORS OF ROAD-MAKING AND CONSTRUCTION MACHINES

The method of optimizing the the inside panels in cabins by noise protective plate structures designed for suppressing sound of various frequencies is proposed. When calculated Boolean variables were used. The target functions are to considerably reduce the sound level in the cabin and decrease the cost of noise-protection to a minimum.

Keywords: noise-protection, optimizing, the cabine of operator, noise, noise-protection panel, level of sound.

Разработка мероприятий по снижению уровня шума на рабочем месте операторов транспортно-технологических машин в общем случае требует комплексного подхода, включающего снижение шума в источнике по пути распространения (воздушный и структурный шум) и в точке приема.

В частности рассмотрим возможность снижения уровня шума на рабочем месте оператора транспортно-технологических машин за счет применения звукопоглощающих покрытий внутри кабины.

Задача сводится к оптимизации звукозащиты конструкциями в виде облицовочных плиток внутри помещений, которые образуют звукозащитные панели, рассчитанные на поглощение шума на различных частотах. В этом случае требуется определить - какая площадь на стенках помещения должна отводиться под различные звукопоглощающие материалы (ЗПМ), эффективно поглощающие шум на каждой характерной частоте, чтобы общий шум был снижен на максимально возможную величину, а их стоимость не превышала заданного значения.

Задачи подобного типа относятся к классу задач оптимального назначения и при числе допустимых решений даже в несколько десятков могут быть решены полным перебором всех возможных вариантов.

При числе допустимых решений, измеряемых тысячами и более, необходимо применять математическое моделирование [1].

Для составления математической модели задачи на первом этапе оптимизации звукозащиты необходимо выполнить следующее:

1. Ввести критерий - в данном случае за критерий принимаем уровень снижения общего шума в помещении ΔL_n , за счет поглощения звука на i -той частоте в 1/3-октавной полосе в зависимости от площади панелей, покрытой ЗПМ;

2. Обозначить искомые величины как переменные - для каждой пары сочетания ЗПМ и занимаемой им площади принимаем x_{ij} , где j - номер занимаемой площади (столбцы); i - номер ЗПМ (строки);

3. Составить ограничения, т.е. зависимость между переменными. В этой связи на все искомые переменные x_{ij} накладываем принципиально важные ограничения: во-первых, все эти переменные в результате решения не могут принимать никаких других значений, кроме 1 и 0; во-вторых принимаем, что

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я конструкция} \\ & \text{занимает } j\text{-ю площадь;} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (1)$$

Следовательно, используются булевы переменные. На основании численных исследований на ЭВМ с использованием метода конечных элементов и определенной топологии помещения, включающей воздушную среду, формируется матрица исходных данных, где критерием является уровень снижения шума ΔL_p , который представлен в верхней части каждой клетки. Пример приводится для помещения, где звукопоглощающее покрытие может быть размещено на ограниченной поверхности равной $S_{ЭПМ}$, m^2 . Остальная поверхность – пол и окна.

Таблица

Матрица исходных данных для оптимизации звукопоглощения в кабине

№ ЗПМ - i	Площадь, занимаемая ЗПМ, m^2 - j				
Среднегеометрическая частота 1/3-октавы, Гц	1 S_1	2 S_2	3 S_3	· · ·	j S_j
1 25	ΔL_{p11} C_{11} x_{11}	ΔL_{p12} C_{12} x_{12}	ΔL_{p13} C_{13} x_{13}	· · ·	ΔL_{p1j} C_{1j} x_{1j}
2 31,5	ΔL_{p21} C_{21} x_{21}	ΔL_{p22} C_{22} x_{22}	ΔL_{p23} C_{23} x_{23}	· · ·	ΔL_{p2j} C_{2j} x_{2j}
...	...	...	...	...	...
i 8000	ΔL_{pi1} C_{i1} x_{i1}	ΔL_{pi2} C_{i2} x_{i2}	ΔL_{pi3} C_{i3} x_{i3}	· · ·	ΔL_{pij} C_{ij} x_{ij}

Примечания: C_{ij} - стоимость ЗПМ, покрывающего j -ю площадь панели (определяется по данным завода изготовителя ЗПМ); $S_{эпм} = \sum_1^j S_j$, обычно $j \leq 10$.

Чтобы составить ограничения, необходимо принять условие, что i -я звукопоглощающая плитка одновременно может быть установлена либо на площади, обозначенной цифрой 1, либо 2 и т.д. это условие при $j=10$ можно записать так:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{110} = 1 \quad (2)$$

т.е. сумма всех переменных в табл.1 по первой строке равна единице. Аналогично для второй и последующих строк.

Соответственно для площади, обозначенной цифрой 1 (первый столбец), при $i = 10$ имеем,

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{101} = 1 \quad (3)$$

Аналогично для второго и последующих столбцов.

В рассматриваемой задаче о назначениях, где число звукопоглощающих плиток $i = n = 10$ и число возможных площадей, покрываемых этими плитками также $j = n = 10$, возможное число допустимых решений определяется по формуле

$$N = n! \quad (4)$$

В нашем случае число вариантов допустимых решений $N = 3628800$.

Для того, чтобы из возможных решений выбрать лучшее, необходимо установить, в каком смысле искомое решение должно быть оптимальным. Ранее было отмечено, что оптимальным вариантом будем считать тот, при котором поглощение общего шума в помещении будет наибольшим. Следовательно, целевая функция должна быть выражена следующей зависимостью

$$F = \Delta L_{p11}x_{11} + \Delta L_{p12}x_{12} + \Delta L_{p13}x_{13} + \dots + \Delta L_{p101}x_{101} + \dots + \Delta L_{p1010}x_{1010} \rightarrow \max \quad (5)$$

где коэффициенты перед переменными - оценки уровня снижения шума в помещении для каждой пары, взятые из таблицы.

Таким образом таблица является матрицей условий задачи о назначениях. В общем случае математическая модель задачи о назначениях будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N \Delta L_{p1j} x_{ij} \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = \overline{1, n} \quad (a) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = \overline{1, n} \quad (b) \\ S_{эпм} = \sum_{j=1}^n S_j = 1 \quad j = \overline{1, n} \quad (в) \end{array} \right. \quad (6)$$

где i - номер звукопоглощающей плитки;

j - номер площади, занятой соответствующей плиткой;

$S_{эпм}$ - площадь стенок помещения для установки звукопоглощающего материала;

S_j - площадь, занимаемая отдельной i -ой звукопоглощающей плиткой.

Величина ΔL_{pij} принимается из матрицы условий задачи (см. табл); условие а) означает, что каждая i -я плитка с ЗПМ может занимать только одну j -ю площадь; условие б) означает, что каждая j -я площадь может быть использована только под одну i -ю плитку с ЗПМ; выражение в) - граничное условие, определяющее предельное конкретное значение суммарной площади стенок кабины, которая может быть облицована различными по конструкции звукопоглощающими материалами; F_1 - целевая функция, определяющая максимальное значение технического параметра (максимальное значение снижения уровня звукового давления в кабине).

Используя типовые программы для задач о назначениях, получим решения, которые представляются уравнениями следующего вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1) \quad \Delta L_{p15}x_{15} + \Delta L_{p23}x_{23} + \Delta L_{p32}x_{32} + \Delta L_{p41}x_{41} + \Delta L_{p54}x_{54} + \Delta L_{p65}x_{65} + \\ \quad \Delta L_{p77}x_{77} + \Delta L_{p810}x_{810} + \Delta L_{p98}x_{98} + \Delta L_{p109}x_{109} \Rightarrow \Delta L_{p \max} \partial БА; \\ 2) \quad \Delta L_{p15}x_{15} + \Delta L_{p23}x_{23} + \Delta L_{p31}x_{31} + \Delta L_{p42}x_{42} + \Delta L_{p54}x_{54} + \Delta L_{p76}x_{76} + \\ \quad \Delta L_{p68}x_{68} + \Delta L_{p87}x_{87} + \Delta L_{p99}x_{99} + \Delta L_{p1010}x_{1010} \Rightarrow \Delta L_{p \max} \partial БА; \\ \dots\dots\dots \\ m) \quad \Delta L_{p14}x_{14} + \Delta L_{p25}x_{25} + \Delta L_{p33}x_{33} + \Delta L_{p41}x_{41} + \Delta L_{p52}x_{52} + \Delta L_{p66}x_{66} + \\ \quad \Delta L_{p77}x_{77} + \Delta L_{p88}x_{88} + \Delta L_{p910}x_{910} + \Delta L_{p109}x_{109} \Rightarrow \Delta L_{p \max} \partial БА; \end{array} \right. \quad (7)$$

Таким образом, общий шум в кабине снижается на $\Delta L_{p \max} \partial БА$, если будет принят какой-либо один вариант из m возможных вариантов.

Обычно уравнения получают с учетом погрешности вычисления $\pm 0,05$ дБА. Если допустить разброс максимальных значений с погрешностью $\pm 0,1$ дБА, то число полученных уравнений (m) может достичь нескольких десятков и даже сотен.

Однозначно задача технико-экономической оптимизации может быть решена на втором этапе при введении новой целевой функции и новых граничных условий. В общем виде в этом случае математическая модель представляется следующими выражениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_2 = c \rightarrow \min \\ S_{ЗПМ} = \sum_{j=1}^n S_j, j = \overline{1, n} \\ F_1 = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \Delta L_{pij} x_{ij} = F_{1 \max} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (a) \\ (b) \end{array} \quad (8)$$

где F_2 - новая целевая функция, определяющая наименьшее значение стоимости облицовки помещения ЗПМ;

Выражение (а) - ограничение;

F_1 - технический параметр, представляющий собой граничное условие. В данном случае $F_{1 \max} = \Delta L_{p \max} \partial БА$ - выражение (б).

C_{ij} - стоимость плиток с ЗПМ определяется по данным завода - изготовителя.

Значения стоимости (C_{ij}) вводятся в матрицу исходных данных (табл., средняя строка каждой клетки). Тогда выражения (7) через стоимость ЗПМ будут иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l}
1) \quad C_{15}x_{15} + C_{23}x_{23} + C_{32}x_{32} + C_{41}x_{41} + C_{54}x_{54} + C_{65}x_{65} + \\
\quad C_{77}x_{77} + C_{810}x_{810} + C_{98}x_{98} + C_{109}x_{109} \Rightarrow C_{\min}, \text{руб} \\
2) \quad C_{15}x_{15} + C_{23}x_{23} + C_{31}x_{31} + C_{42}x_{42} + C_{54}x_{54} + C_{76}x_{76} + \\
\quad C_{68}x_{68} + C_{87}x_{87} + C_{99}x_{99} + C_{1010}x_{1010} \Rightarrow C_{\min}, \text{руб} \\
\hline
C_{14}x_{14} + C_{25}x_{25} + C_{33}x_{33} + C_{41}x_{41} + C_{52}x_{52} + C_{66}x_{66} + \\
C_{77}x_{77} + C_{88}x_{88} + C_{910}x_{910} + C_{109}x_{109} \Rightarrow C_{\min}, \text{руб}
\end{array} \right. \quad (9)$$

Вполне очевидно, что ЭВМ выдает один из вариантов, представленных в уравнениях (9), являющийся оптимальным, так как он наиболее дешевый и обеспечивает максимальное снижение уровня шума в кабине. Данный вариант рекомендуется для осуществления звукозащиты.

Заключение. На основании вышеизложенного необходимо отметить принципиально важные факторы оптимизации шумозащиты в кабинах звукопоглощающими материалами:

1. Алгоритм оптимизации звукозащиты, включающий два этапа. На первом этапе целевой функцией является максимальный уровень снижения шума звукопоглощающими материалами при использовании ограниченной площади покрытия, на втором - осуществляется минимизация новой целевой функции, представляющей собой стоимость звукопоглощающей конструкции;

2. Способ формирования матрицы исходных данных на основе метода конечных элементов и реализации этого способа на базе численного эксперимента на ЭВМ. В результате устанавливается взаимосвязь эффективности снижения уровня звука в кабине и стоимости звукопоглощающих конструкций. Ранее рекомендовался способ определения этой взаимосвязи экспериментальным путем, а значит дорогостоящим и трудоемким [2];

3. Для выполнения вычислений целевых функций могут быть использованы типовые программы для ЭВМ, например, "MathCAD PRO" (Полная боксовая версия).

Библиографический список

1. Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К.Рэгсдел. Оптимизация в технике /Пер. с англ, в 2-х кн. - М.: Мир, 1986. - кн.1. - 349с., кн.2. - 320с.
2. Техническая акустика транспортных машин: Справочник /Под ред. Н.И. Иванова. - СПб.: Политехника, 1992. -365с.

References

1. Reclitis G., Revindran A., Ragsdel K., Optimization in engineering. Translated from English. In 2 volumes.-M. Mir, 1986.-Vol.1-349 p.vol.2
2. Technical acoustics of transport machines: Reference book/ed. By N.I. Ivanov.-St. Petersburg: Politechnika, 1992.-365 p.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
транспортных машин И.А. Фролов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18

Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., docent of transportation
machines faculty I.A. Frolov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18

И.А. Фролов

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПАЙКА КОРПУСНЫХ И ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ

Представлены результаты технологического процесса температурной пайки стыков трубопроводов композитным (порошковым) припоем. Доказаны высокая надежность и качество полученных соединений.

Ключевые слова: пайка, стыки труб, композитный припой, высокое качество соединений.

I.A. Frolov

HIGH-TEMPERATURE SOLDERING OF CORP AND TELESCOPIC CONNECTIONS OF THIN-WALLED PIPES

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, кислородных 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].

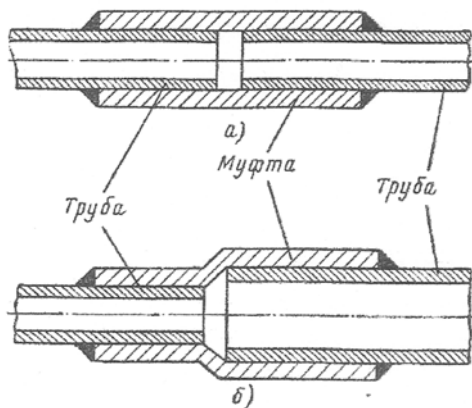


Рис. 1. Схемы стыковки труб [1]: а) одинакового; б) разного диаметров. 1 - трубы; 2 - герметизирующие галтели, образованные сваркой или пайкой

Как видно из схемы, прочность и герметичность конструкции обеспечивается лишь галтелями соединения, образованными сваркой или газопламенной пайкой стальных трубопроводов (бронза, латунь). В зоне контакта концов труб с втулкой не гарантируется надежность соединений из-за возможной щелевой коррозии, а применение газопламенной пайки латунью или бронзой связано с повышенной пористостью паяных швов из-за испарения цинка или марганца, входящих в состав припоя [2].

Данная работа посвящена получению неразъемных соединений тонкостенных ($\sim 1,0$ мм) трубопроводов из стали 10X18H10T с корпусными деталями и телескопических конструкций методом высокотемпературной ($\geq 1250^\circ\text{C}$) пайки.

При пайке трубопроводов с корпусными деталями капиллярный зазор фиксировался переходной посадкой H7/k6, обеспечивавшей отсутствие заплываний проходного сечения трубопровода.

Для получения телескопических соединений с целью повышения качества в процессе пайки осуществляли вибрацию одной трубы в осевом, а другой - радиальном направлениях [3]. Чтобы исключить процесс испарения компонентов припоя и улучшить условия пайки, нагреватель размещали таким образом, что его центральная зона в процессе нагрева приходилась на наиболее массивную часть стыка трубопровода (рис. 2).

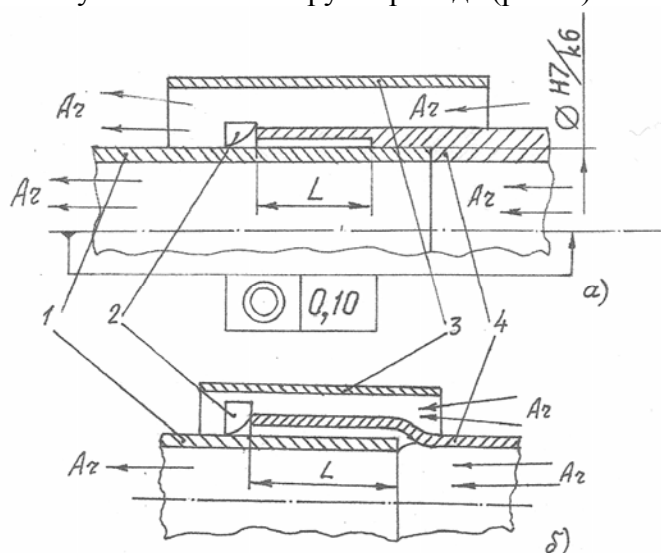


Рис. 2. Схемы пайки труб: а) с корпусными деталями; б) телескопических соединений.

1 - охватываемые трубы; 2 - кольца припоя; 3 - нагреватель; 4 - охватывающие трубы.

Аг - защитный газ (аргон); L - длина стыка, равная 1,250

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 [4]. Подачу аргона прекращали после охлаждения стыка до температуры $200-250^\circ\text{C}$.

Для пайки был применен порошкообразный припой с гранулами 10-200 мкм, и температурой плавления 1070°C следующего состава (%): 38-55 Mn; 4-8 Cr; 2-4 Fe; 0,05-0,2B; 2-4 Si; 2-6 W; остальное Ni [5], 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, B) в процессе пайки.

Для телескопических соединений на конце одной из соединяемых труб формировали раструб, конец другой - подвергали калибровке и торцовке [6].

Перед пайкой концы труб обрабатывали органическими растворителями. Пайку труб выполняли на установке УПТ- 4, оснащенной навесными нагревательными устройствами типа НПТ12-50, обеспечивавшими нагрев концов труб до температуры $1150-1250^\circ\text{C}$ за 10-15с.

Рассмотренный способ пайки исключил трудоемкую накатку концов труб для фиксации зазора между деталями [7].

Качество паяных соединений подвергалось строгому контролю: визуальным осмотром, калиброванным шариком проверялась стабильность размеров внутреннего диаметра трубопровода на отсутствие скоплений припоя. Ультразвуковой и рентгеновский методы контроля выявлял наличие непропаев и пористости 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 [8].

Паяный 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).

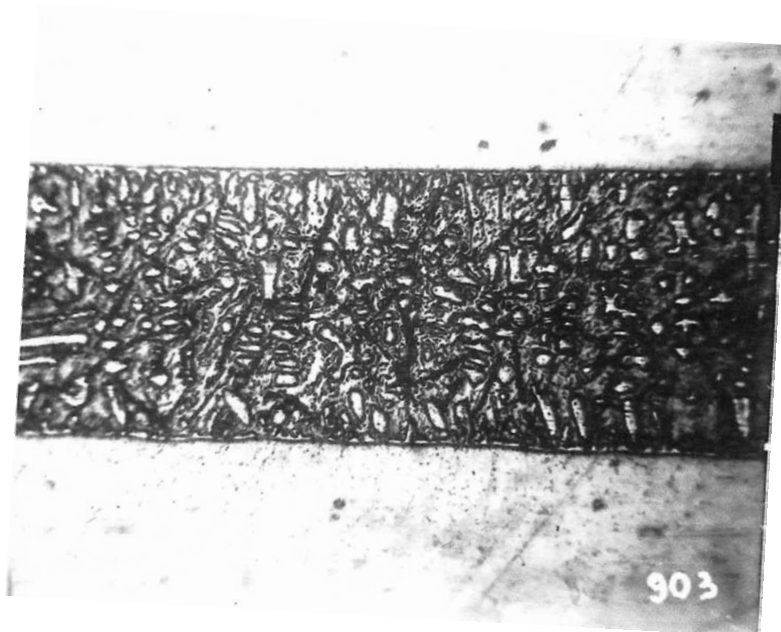


Рис. 3. Структура паяного шва трубопровода: тугоплавкие частицы припоя окружены легкоплавкой составляющей. $\times 200$

Вывод. Результаты проведенных исследований позволяют 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 и А.М. Китаев. Сварка и пайка тонкостенных трубопроводов. «Машиностроение» М.: 1964, 112 с.
2. С.Н. Лоцманов и И.Е. Петрунин. Пайка металлов. «Машиностроение» М.: 1966, 251 с.
3. А.с. 575193 СССР, МКИ2 В23К 31/06.
4. А.с. 680828 СССР, МКИ2 В23К 3/00.
5. И.А. Фролов и К.И. Фролов. Пайка ниппельных соединений стальных трубопроводов малых диаметров. «Сварочное производство», №7, 1986, с. 15-16.

6. И.А. Фролов и К.И. Фролов. Высокотемпературная пайка телескопических соединений стальных трубопроводов. «Автоматическая сварка» №2, 1987, с. 75-76.
7. И.А. Фролов и В.А. Муравьев. Высокотемпературная пайка стальных трубопроводов с применением накатки. «Научный вестник ВГАСУ», выпуск № 3, 2004, с. 85-86.
8. 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. Лоцманов and I.E.Petrinin. The soldering of metals. "Mechanical engineering" M: 1966, 251 p.
3. А.с. 575193 USSR, MKI2 B23K 31/06.
4. А.с. 680828 USSR, MKI2 B23K 3/00.
5. I.A. Frolov and K.I. Frolov. The soldering nipple connections of steel pipelines of small diameters. «Welding manufacture», №7, 1986, p. 15-16.
6. I.A. Frolov and K.I. Frolov. A high-temperature soldering of telescopic connections of steel pipelines. «Automatic welding» №2, 1987, p. 75-76.
7. I.A. Frolov and V.A. Muravev. A high-temperature soldering of steel pipelines with application knurling. «Scientific bulletin VGASU», release № 3, 2004, p. 85-86.
8. 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.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
начертательной геометрии и графики
Ю.А. Цеханов
Россия, г. Воронеж, тел 8(4732)36-94-90*

*Voronezh State University of Civil Engineering
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of descriptive geometry and graphics
Y. Tsekhanov
Russia, Voronezh, phone 8(4732)36-94-90*

*Воронежский государственный технический
университет
Канд. техн. наук., доцент кафедры начертательной геометрии и машиностроительного черчения Е.А. Балаганская
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)54-57-84*

*Voronezh State Technical University
Candidate of technical sciences, assistant
professor of descriptive geometry and
engineering drawing, E. Balaganskaya
Russia, Voronezh, phone 8(4732)54-57-84*

Ю.А. Цеханов, Е.А. Балаганская

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ПОЛЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЗАГОТОВОК С КОНЕЧНОЙ ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИХ ДЕФОРМИРУЮЩИМ ПРОТЯГИВАНИЕМ

Проведенный анализ влияния обрабатываемого материала на изменения размеров заготовки при деформирующем протягивании показал, что для тонкостенных заготовок изменение осевых размеров от материала не зависит. Влияние материала на изменение размеров заготовки необходимо учитывать при таких условиях деформирования, которые вызывают значительное изменение контактного трения.

Ключевые слова: деформирующее протягивание, осевые деформации, безотходная технология.

Y.A. Tsekhanov, E.A. Balaganskaya

STUDY OF CHANGES IN THE SIZE OF HOLLOW AXISYMMETRIC WORKPIECES WITH FINITE WALL THICKNESS IN THEIR DISTRIBUTION DEFORMATIONS BROACHING

An analysis of the influence of the material on the change of the size of billets under deforming broaching showed that for thin-wall workpieces modified axial dimensions from material does not depend. The influence of the material on the change of the size of the workpiece must be considered in such conditions of deformation, which cause a significant change in contact friction.

Keywords: deforming Pulling, axial strain, low-waste technology.

Одними из основных задач современного машиностроения являются разработка и широкое внедрение энергосберегающих и безотходных технологий, в том числе за счет использования прогрессивных методов упрочнения деталей машин. Процесс деформирующего протягивания является одним из наиболее эффективных способов обработки отверстий деталей. Его применяют как для черновых формообразующих операций, осуществляемых с большими натягами, так и для чистовых, которые выполняют, как правило, с малыми натягами. Применение данной технологической операции позволяет свести к минимуму припуск на обработку резанием, а в некоторых случаях и совсем обойтись без снятия стружки.

При раздаче заготовки с конечной толщиной стенки ($D_o/d_o \leq 2,5$) [1] весь ее объем деформируется пластически, в результате чего изменяются все ее размеры. При разработке операции деформирующего протягивания, как составной части общего техпроцесса обработки детали, необходимо осуществить выбор исходной заготовки [2]. Эта задача практически неосуществима без данных об изменении размеров заготовки в процессе ее деформирования.

Изменение осевых размеров обработанных заготовок определялось методом визиопластичности.

Осевая деформация определялась из условия несжимаемости:

$$\varepsilon_z = (D_o^2 - d_o^2)/(D^2 - d^2) - 1,$$

где D_o , d_o и D , d наружный и внутренний диаметр заготовки соответственно до и после обработки.

Раздача заготовок осуществлялась по схемам растяжения и сжатия соответственно. В качестве смазки использовался сульфифрезол. Раздача осуществлялась набором деформирующих элементов с углами наклона образующей рабочей поверхности 2° , 4° , 8° и 12° .

На рис. 1 приведена зависимость ε_z от относительной толщины стенки $\bar{t}_o = t_o/d_o$ заготовки из Стали 20, деформированной по схеме растяжения при различных углах γ . Зависимость имеет два характерных участка, на одном из которых наблюдается укорочение заготовки; с ростом толщины стенки оно переходит в удлинение. Величина удлинения весьма существенна и достигает при максимально рекомендуемых деформациях отверстия [2] 10%-12% исходной длины заготовки. Качественно подобная картина наблюдается при раздаче заготовки из различных материалов [3].

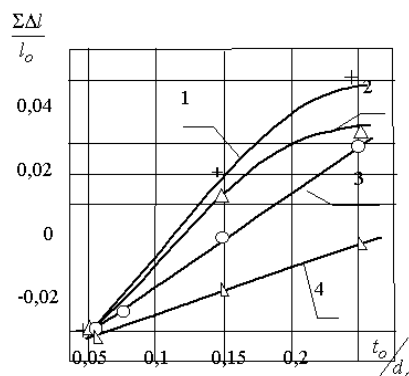


Рис. 1. Зависимость изменения относительной длины $\Sigma\Delta l/l_o$ от относительной толщины стенки t_o/d_o

втулок из Стали 20 с $d_o = 40$ мм, $\frac{a}{d_o} = 0,125$, $\frac{\Sigma a}{d_o} = 0,075$, смазка сульфифрезол при деформировании

элементом с углом $\gamma = 12^\circ$ (1), 8° (2), 4° (3), 2° (4)

Поэтому в зависимости от геометрии инструмента, режимов протягивания и толщины стенки заготовки осевые деформации бывают трех видов: осевое укорочение, нулевое изменение длины и осевое удлинение.

Как следует из экспериментальных данных на рис. 1, наиболее существенным фактором, влияющим на изменение деформированного состояния, является угол γ . Экспериментальные данные, приведенные на рис. 2, можно использовать для выбора угла γ , обеспечивающего нулевое изменение длины в зависимости от толщины $\bar{t}_o$ и натяга $\bar{a}$. В результате статической обработки получены зависимости для выбора угла γ , обеспечивающего неиз-

меньность длины заготовки при ее раздаче: схема растяжения $\gamma = (0,5 + 6,9\bar{a})/\bar{t}_o$; схема сжатия $\gamma = (0,35 + 34,8\bar{a})/\bar{t}_o$.

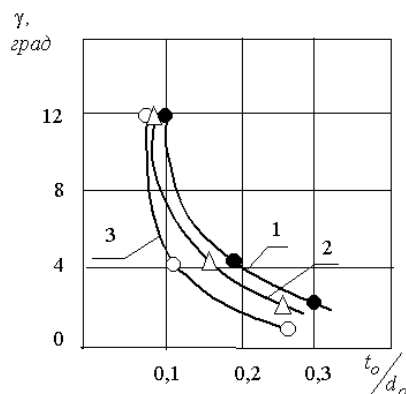


Рис. 2. Зависимость угла γ обеспечивающего нулевое изменение длины от толщины стенки $\frac{t}{d_o}$

при деформировании с натягами: $\frac{a}{d_0} = 0,0375$ (1); $\frac{a}{d_0} = 0,0025$ (2); $\frac{a}{d_0} = 0,0125$ (3);

схема растяжения, $d_o = 40$ мм

При дальнейшем увеличении $\bar{t}_o$ контактные нагрузки продолжают расти. Заготовка начинает удлиняться.

Как известно, среднее контактное давление q является важнейшим обобщающим механическим фактором процесса. Его влияние на осевые деформации заготовки представлено на рис. 3. Видно, что с ростом q укорочение переходит в удлинение. Причем q , соответствующее нулевому изменению длины, совпадает с критическим контактным давлением $q_{кр}$, при котором в зоне контакта появляется локальное осевое течение материала – наплыв [1]. Толщины стенки, $t_{кр}$, соответствующие достижению в зоне контакта $q_{кр}$, для конкретного случая приведены в таблице.

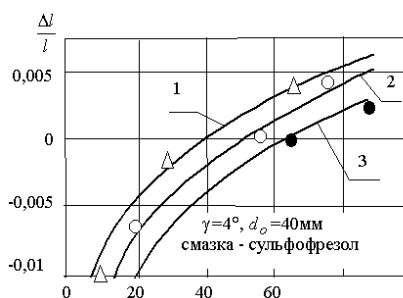


Рис. 3. Зависимость относительного изменения длины от контактных нагрузок. Втулки из Стали 20,

деформирующий элемент с натягом $\frac{a}{d_0} = 0,0375$ (1); $\frac{a}{d_0} = 0,0025$ (2); $\frac{a}{d_0} = 0,0125$ (3)

Анализ влияния обрабатываемого материала на изменения размеров заготовки показывает, что для тонкостенных заготовок изменение осевых размеров от материала не зависит. При $t_o > t_o^{\max}$ наблюдается существенное влияние обрабатываемого материала на ε_z . Так, у заготовок из материалов с близкой твердостью (сплав АК6 НВ62 и Бронза ОЦС НВ70) ε_z отличается в 1,3÷1,5 раза, а их коэффициенты трения отличаются в 1,7÷1,9 раза. В тоже время у заготовок из сплава АК6 и стали 12ХН3А значения твердости разнятся в 2 раза, однако

изменение осевых размеров практически одинаковое, так как значение коэффициента трения для таких материалов практически равное. Следовательно, влияние материала на изменение размеров заготовки необходимо учитывать при таких условиях деформирования, которые вызывают значительное изменение контактного трения.

Библиографический список

1. Розенберг О.А. Механика взаимодействия инструмента с изделием при деформирующем протягивании. Киев, Наукова думка, 1981. 283 с.
2. Расчет и проектирование твердосплавных деформирующих протяжек и процесса деформирования. А.М. Розенберг, О.А. Розенберг, Э.К. Посвятенко и др. – Киев: Наук. Думка. – 1978. 225 с.
3. Изменение размеров втулок и труб при деформирующем протягивании по схеме растяжения / О.А. Розенберг, Я.Б. Немировский, Ю.А. Цеханов и др. //Технология машиностроения. - Киев: Техника - № 40 – с.86 – 94.

References

1. Mechanics of interaction of the tool with a product at deforming broaching. Kiev, Naukova Dumka, 1981. 283 с.
2. Rozenberg O.A., Rozenberg A.M., Posvyatenko E.K. and others. - Calculation and designing of superhard deforming tools and the process of deformation. Kiev, Naukova Dumka, 1978. 225 с.
3. Change of the sizes of plugs and pipes at deforming broaching under the stretch scheme/ Rozenberg O.A., Nemirovski Y.B. , Tsekhanov Y.A.// Machine building Technology. – Kiev: Technic - № 40 – C. 86-94.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К.т.н., доц. кафедры теоретической
механики А.В. Черных
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(4732)71-52-02*

*Центральный аэрогидродинамический
институт им. проф. Н.Е. Жуковского
К.ф.-м.н., В.В. Черных
Россия, г. Москва
e-mail: alexander.v.chernyh@gmail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph. D. in Engineering, associate professor
of Theoretical Mechanics
Department A.V. Chernykh
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-52-02
Zhukovsky Central Aerohydrodynamical
institute
Ph.D. in Physics and Mathematics
V.V. Chernykh
Russia, Moscow
e-mail: alexander.v.chernyh@gmail.ru*

А.В. Черных, В.В. Черных

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИЛ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Рассматриваются вопросы, связанные с образованием формы сварного шва под действием постоянного электромагнитного поля, в частности причины формирования асимметричного соединения. Приводится соотношение для определения смещения оси шва. Сопоставляются результаты расчёта с данными эксперимента. В результате исследования предложено теоретическое объяснение смещения оси сварного шва относительно продольной плоскости симметрии при дуговой сварке с использованием внешнего постоянного магнитного поля. Кроме того, получена математическая зависимость смещения оси сварного шва от гидродинамических характеристик движения жидкого металла, которые определяются режимами сварки и электромагнитной обработки.

Ключевые слова: дуговая сварка, формирование сварного шва, постоянное электромагнитное поле.

A.V. Chernykh, V.V. Chernykh

PECULARITIES OF THE LIQUID METAL MOVEMENT UNDER THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FORCES IN ARC WELDING

The questions dealing with the process of weld joint formation under the influence of the constant electromagnetic field, namely, the reasons for asymmetric joint formation, are studied. The relation for determining the weld joint axis displacement is suggested. Theoretical explanation for the weld joint axis displacement relative to the longitudinal plane of symmetry in arc welding with the use of the external constant electromagnetic field is suggested. In addition, a mathematical dependence of weld joint axis displacement on hydrodynamic characteristics of the liquid metal movement which are determined by the modes of welding and electromagnetic processing is obtained.

Keywords: arc welding, weld, weld joint formation, constant electromagnetic field.

Известно, что форма сварного шва существенно влияет на качество соединения и его эксплуатационные характеристики [1]. Нарушение размеров и геометрии сварного соединения может значительно изменить условия его работы и привести к преждевременному разрушению конструкции. Таким образом, очевидна необходимость изучения особенностей и

закономерностей гидродинамических процессов, происходящих в жидком металле. И хотя многое сделано в этом направлении (см., например, [1, 2, 4, 5, 9, 10]), было бы преждевременным говорить, что такие закономерности в настоящее время достаточно разработаны.

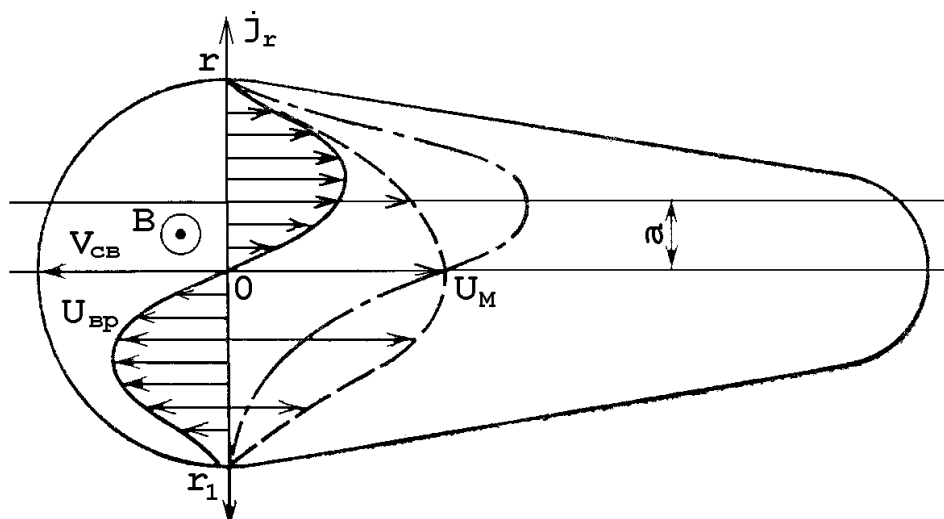


Рис. 1. Поля скоростей движения жидкого металла в условиях взаимодействия радиальной составляющей плотности тока j_r с управляющим продольным магнитным полем индукции B [2];

Целью работы является изучение причин, вызывающих смещение жидкого металла от продольной плоскости симметрии при дуговой сварке в магнитном поле, и построение математической модели, позволяющее установить взаимосвязь между указанным смещением оси шва и силами, действующими на металлический расплав.

Известно [6-8], что в поступательно-циркуляционном потоке на жидкость действует сила $\vec{F}$ в направлении, перпендикулярном векторам скоростей поступательного движения. Элементарная сила $d\vec{F}$ равна произведению плотности жидкости ρ , циркуляции скорости Γ , скорости набегающего потока V и элементарному участку замкнутого контура dl :

Направление силы можно определить, повернув вектор скорости V на прямой угол в сторону, противоположную направлению циркуляции [6-8]. При этом ось сварного шва смещается в сторону от продольной плоскости симметрии (см. рис. 2).

241

$$\Gamma = \oint_L V_\tau dS = \oint_L \vec{V}_\tau d\vec{S},$$

где V_τ – проекция вектора скорости циркуляции V_τ на касательную; $d\vec{S}$ – элемент длины контура. Циркуляция скорости по окружности равна [8]

$$\Gamma = 2\pi r^2 \omega \quad (2)$$

где $r = \frac{b}{2}$ – радиус окружности, где b – ширина сварного шва; ω – угловая скорость вращения расплава.

По теореме о движении центра масс механической системы в проекции на ось OY получим

$$M \ddot{y}_c = \sum F_{ky}^e,$$

где M – масса металлического расплава; $\ddot{y}_c$ – проекция ускорения центра масс на ось OY ; $\sum F_{ky}^e$ – сумма проекций внешних сил на ось OY , действующих на жидкий металл.

Координата y_c определяется формулой

$$y_c = \frac{1}{M} \sum m_k y_k, \quad (3)$$

где m_k – масса элементарной частицы металлического расплава; y_k – координата этой частицы.

С учетом (1)

$$M \ddot{y}_c = \rho V \Gamma l,$$

где l – периметр металлического расплава, который можно представить как сумму длин полуокружности радиуса r и двух гипотенуз прямоугольных треугольников с катетами r и $(d-r)$, где d – длина расплава (см. рис. 1).

Записав (2) в правой части, получим

$$M \ddot{y}_c = \frac{\pi}{2} \rho \omega V b^2 l,$$

$$l = \pi r + 2\sqrt{r^2 + (d-r)^2}$$

или

$$\ddot{y}_c = \frac{\pi \rho}{2M} \omega V b^2 l.$$

Для количественной оценки влияния силы $\vec{F}$ на смещение точки C относительно продольной плоскости симметрии шва массу жидкого металлического расплава M возьмем из работ [1, 9], угловую скорость вращения расплава ω – из работы [10].

После интегрирования (3)

$$y_c = \frac{\pi b^2 \rho l}{2M} \int \left[\int \omega V dt \right] dt + C_1 t + C_2, \quad (4)$$

где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования, которые определяются из начальных условий.

При $t = 0$, $V_{cy}(0) = 0$, $y_c(0) = 0$, и тогда $C_1 = 0$ и $C_2 = 0$. Окончательно

$$y_c = \frac{\pi b^2 \rho l}{2M} \int \left[\int \omega V dt \right] dt. \quad (5)$$

Используя выражение (5), выполним оценку величины смещения центра масс поперечного сечения сварного шва y_c , которую в первом приближении можно считать численно

равной отношению $\frac{a}{0,5b}$. Расчёт проведём для горизонтальных сварных швов на вертикальной плоскости. При этом в уравнении (5) надо учесть вес расплавленного металла $G = Mg$.

Тогда соотношение (5) примет вид

$$y_c = \frac{\pi b^2 \rho l}{2M} \int \left[\int \omega V dt \right] dt - \frac{1}{2} g t^2, \quad (6)$$

где t – время перемещения точки C от оси симметрии шва до конечного положения.

Расчёт y_c , выполненный согласно (6) с использованием оригинального математического пакета, разработанного авторами для разных режимов сварки и электромагнитной обработки, удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными, представленными в работе [11] (рис. 4).

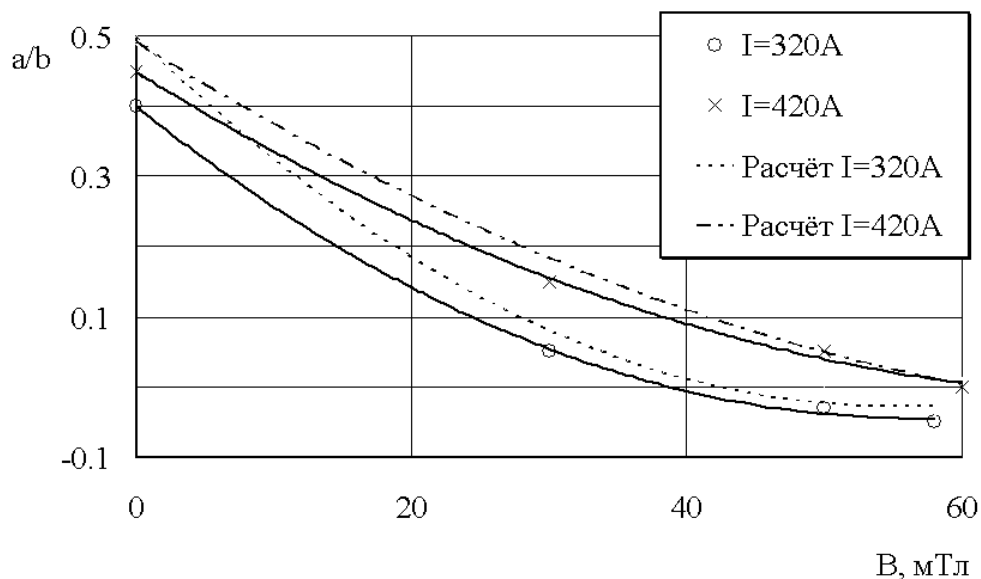


Рис. 4. Результаты расчёта по уравнению (6) настоящей работы и данные эксперимента [11]

Выводы:

1. Предложено теоретическое объяснение смещения оси сварного шва относительно продольной плоскости симметрии при дуговой сварке с использованием внешнего постоянного магнитного поля.
2. Получена математическая зависимость смещения оси сварного шва от гидродинамических характеристик движения жидкого металла, которые определяются режимами сварки и электромагнитной обработки.

Библиографический список

1. Ерохин А.А. Основы сварки плавлением / А.А. Ерохин. – М.: Машиностроение, 1973. – 448 с.
2. Ковалев И.М. Движение жидкого металла в сварочной ванне при сварке в продольном магнитном поле / И.М. Ковалев, А.С. Рыбаков // Сварочное производство. – 1977. – № 9. – С. 41–43.
3. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 1. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 4-е изд. – М.: Наука, 1988. – 216 с.
4. Авдеев М.В. Анализ гидродинамических явлений в сварочной ванне / М.В. Авдеев // Сварочное производство. – 1973. – № 10. – С. 1-3.

5. Размышляев А.Д. Исследование скорости движения жидкого металла в сварочной ванне при дуговой наплавке под флюсом / А.Д. Размышляев // Сварочное производство. – 1979. - № 9. - С. 3-5.
6. Мхитарян А.М. Аэродинамика / А.М. Мхитарян. – М.: Машиностроение, 1970. – 428 с.
7. Повх И.Л. Техническая гидромеханика / И.Л. Повх. - Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1976. – 504 с.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика / Д.В. Сивухин. - М.: Наука, 1979. – 520 с.
9. Ерохин А.А. Расчёт массы ванны при сварке плавящимся электродом / А.А. Ерохин, В.Я. Кубланов // Автоматическая сварка. – 1972. – № 3. – С. 68–69.
10. Шицын Ю.Д. О движении металла в хвостовой части сварочной ванны при плазменной сварке проникающей дугой / Ю.Д. Шицын, Ю.М. Тюткин // Сварочное производство. – 1995. - № 11. - С. 17-19.
11. Сабылин Е.И. Управление формированием усиления шва с помощью постоянного продольного магнитного поля / Е.И. Сабылин, В. И. Гуревич // Сооружение резервуаров и оболочек. Сварочные работы: сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т монтажных и специальных строительных работ. - М., 1982. - С. 81-86.

References

1. Erokhin, A.A. The basics of fusion welding. Moscow: Mashinostroenie, 1973. 448 pp.
2. Kovalev, I.M. Liquid metal movement in a welding bath during welding in longitudinal magnetic field / I.M. Kovalev, A. S. Rybakov // Welding engineering. – 1977. – № 9. – P. 41–43.
3. Landau, L.D. Theoretical physics. In 10 vol. Vol. 1. Mechanics / L. D. Landau, E.M. Lifshits. Moscow, Nauka, 1988. – 216 pp.
4. Avdeev, M.V. Analysis of hydrodynamic phenomena in a welding bath / M.V. Avdeev // Welding engineering. – 1973. – № 10. – P. 1–3.
5. Razmyshlyayev, A.D. Study of liquid metal movement velocity in a welding bath during arc welding with flux / A.D. Razmyshlyayev // Welding engineering. – 1979. – № 9. – P. 3–5.
6. Mkharyan, A.M. Aerodynamics / A. M. Mkharyan. – Moscow: Mashinostroenie, 1970. 428 pp.
7. Povkh, I.L. Technical hydromechanics / I. L. Povkh. – Leningrad: Mashinostroenie, 1976. – 504 pp.
8. Sivukhin, D.V. General course in physics. Mechanics / D.V. Sivukhin. – Moscow: Nauka, 1979. – 520 pp.
9. Erokhin, A.A. Calculation of bath mass in welding with consumable electrode / A.A. Erokhin, V.Ya. Kublanov // Automatic welding. – 1972. – № 3. – P. 68–69.
10. Shitsyn, Yu.D. On the metal movement in the tailpiece of a welding bath in plasma arc welding /, Yu.D. Shitsyn, Yu.M. Tytkin // Welding engineering. – 1995. - № 11. - P. 17-19.
11. Sabylin, E.I. Control of joint strengthening with the use of constant longitudinal magnetic field / E.I. Sabylin, V.I. Gurevich // Construction of reservoirs and claddings. Welding. Coll. paper / All-USSR Scientific and Research Institute of Assembling and other Special Construction Works. – Moscow, 1982. – P. 81-86.