

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



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

19-20 МАЯ 2011 ГОДА

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

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

19-20 МАЯ 2011 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 СТРОИТЕЛЬНОГО И 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.наук, 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.; **Щиенко А.Н.**, канд. техн. наук, доц. (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, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

<i>В.Л. Бочаров.</i> Экологические проблемы и перспективы развития ядерной энергетики	6
<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко.</i> Методический подход к идентификации экологического риска, учитываемого в деятельности предприятия	11
<i>Е.А. Жидко, В.С. Муштенко.</i> Организация экологического риск-менеджмента на предприятии.....	15
<i>А.Е. Ломовских, В.В. Илларионов, Д.Е. Капустин, И.П. Сысоев.</i> Улучшение экологических и экономических характеристик двигателей внутреннего сгорания средств наземного обслуживания воздушных судов	20
<i>Э.В. Сазонов, И.А. Сухорукова.</i> Защита от шума поселений приаэродромных территорий.....	23
<i>Ю.А. Цеханов, С.Е. Шейкин, Д.В. Карих.</i> Повышение долговечности эндопротезов тазобедренного сустава человека применением биологически инертных материалов с модифицированным поверхностным слоем	28

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

<i>Ф.Б. Бойматов.</i> Расчет выносливости изгибаемых составных деревянных элементов на нагельных пластинах	30
<i>С.Н. Золотухин, Е.Ю. Калашиникова.</i> Анализ конструктивной формы антенных опор радиорелейной связи	34
<i>П.И. Калугин,</i> Особенности работы оснований эксплуатируемых зданий и сооружений.....	39
<i>П.И. Калугин, О.В. Никишова.</i> Об учете влияния кустового эффекта на несущую способность свайного фундамента	43
<i>Н.С. Сова, И.Ш. Алирзаев.</i> Усиление под нагрузкой стальных колонн несущих каркасов производственных зданий.....	47

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<i>Ю.М. Борисов, А.Э. Поликутин, А.С. Чудинов, А.Ю. Атанов.</i> Задачи и методика экспериментальных исследований нормальных сечений изгибаемых элементов таврового профиля из армокаутона	52
<i>С. Н. Золотухин, М. С. Золотухина.</i> Использование отходов строительных материалов в дизайне спортивно-оздоровительного комплекса	58
<i>С. Н. Золотухин, А.С. Лобосок.</i> Повторное использование строительных материалов и отходов производства в малоэтажном строительстве.....	63
<i>Е. А. Квасова.</i> Воздействие окружающей среды на конструкции жилых зданий	67
<i>А.В. Крылова, Т.Ф.Ткаченко, С.П. Козодаев.</i> Эффективность действия пластифицирующе-водоредуцирующих добавок, содержащих «отбельную глину»	70
<i>Л.П. Салогуб, В.Е. Колесников.</i> Анализ материалов для конструктивной огнезащиты объектов строительства.....	72
<i>А.Е. Турченко, А.А. Суслов.</i> Особенности применения конверторного шлака	

для производства керамического кирпича из глин воронежской области.....	76
<i>А.В. Уколова, О.А. Чернушкин, А.Е. Турченко. Силикатный кирпич</i>	
модифицированный гидравлической известью	78

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Т.В. Богатова, О.В. Кочкарева. Анализ отечественного опыта</i>	
архитектурно-типологического формирования домов для инвалидов.....	81
<i>С.А. Пинаев, Франсиско Савити Матиас да Фонсека. Влияние полимерцементной</i>	
защиты на трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов.....	85
<i>Ф.М. Савченко, Д.В. Бурцев. Экологические проблемы при строительстве гостиниц</i>	89
<i>Ф.М. Савченко, Т.А. Демидова. Экологические факторы при проектировании</i>	
санаториев.....	93
<i>Л.П. Салогуб, В.А. Поляков. Некоторые особенности архитектурно-градостроительных</i>	
факторов малых гостиниц Китая.....	96
<i>Э.Е. Семенова, К.С. Котова. Исследование объемно-планировочного решения</i>	
спального корпуса дома ребенка	99
<i>Э.Е. Семенова, А.А. Тютчев. Исследование зависимости энергоэффективности здания</i>	
от геометрической формы.....	102

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

<i>Р.В. Воищев. Расчет воздухообмена и определение времени насыщения</i>	
технологическими вредностями помещений с легковоспламеняющимися жидкостями.....	105
<i>М.Н. Жерлыкина, С.В. Чуйкин. Вариантные решения организации вентиляционного</i>	
выброса вредных веществ промышленных производств при неблагоприятных	
метеорологических условиях.....	108
<i>Е.В. Плаксина. Экологические качества полиэтиленовых (полимерных)</i>	
трубопроводов.....	115

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Т.В. Богатова, Я.С. Монева. Анализ развития солнечной энергетики в России.....</i>	118
<i>Л.И. Гулак, В.В. Аврамов. Недостатки пенополистирола как утеплителя</i>	
в современном строительстве	121
<i>С. А. Жданова. Утепление мансардной крыши.....</i>	124
<i>Д.Ю. Королев. Окрашивание наружных ограждений материалами нового поколения</i>	
для энергосберегающей эксплуатации зданий.....	128
<i>Л.В. Кузнецова. Повышение теплозащитных свойств ограждающих конструкций</i>	
с учетом угрозы возникновения экстремальных ситуаций	132
<i>И.И. Полосин, Н.В. Кузнецова, А.Г. Скрипак. Биогаз как способ обеспечения</i>	
топливными ресурсами сооружений.....	137
<i>Э.Е. Семенова, Л.С. Амирханян. Исследование зависимости объемно-планировочного</i>	
решения на снижение теплопотерь в жилых зданиях	142
<i>Э.Е. Семенова, И.А. Кондель. Энергосбережение и повышение энергоэффективности</i>	
как способ изменения микроклимата зданий больниц.....	145
<i>Э.Е. Семенова, Д.С. Кошелева. Исследования по применению энергосберегающих</i>	

решений при проектировании гражданских зданий.....	150
<i>Э.Е. Семенова, М.А. Овсянникова.</i> Современные решения теплозащиты наружных ограждающих конструкций	154
<i>Т.В. Щукина, Алахмди Крар Кассим.</i> Инновационные пассивные гелиосистемы для энергосберегающей эксплуатации зданий.....	158

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

<i>Ю.М. Борисов, Д.В. Панфилов, Н.Г. Назаренко, В.И. Луганский.</i> К вопросу о региональных технических требованиях к экологически безопасным стенам каменных малоэтажных домов	164
<i>Е.Г. Головин, Т.В. Щукина.</i> Микроклимат помещений с плотным насаждением растений.....	174
<i>В.В. Татаринов, Л.А. Кукарских.</i> Методика гео-экологической оценки выбросовзагрязняющих веществ автомобильным транспортом в атмосферу с поправкой на состояние автодорог.....	177
<i>В.В. Татаринов, А.А. Томилов.</i> Номограммный метод оценки и прогнозирования уровня загрязнения атмосферы автомобильным транспортом	180
<i>А.Е. Цеханович.</i> Технопарк как благоприятная среда для развития научного потенциала человека.....	184

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

<i>Ю.М. Бузин, А. В. Лопухов, А. А. Беленов.</i> Стратегия адаптации рабочего оборудования одноковшового строительного экскаватора для работы в специфических условиях эксплуатации	187
<i>Ю.М. Бузин, Н. В. Федотов, А. А. Беленов.</i> Снижение силовой нагруженности рабочего оборудования обратная лопата гидравлического экскаватора.....	189
<i>М.Д. Гончаров.</i> Поперечные колебания забойного двигателя в случае распределенной линейно-упругой связи ротора и статора	192
<i>В.А. Жулай, В.И. Енин, А.В. Крестников.</i> Математическое описание скоростных характеристик двигателей строительных и дорожных машин.....	196
<u><i>П.И. Никулин</i></u> , <i>О.В. Чуйков, О.А. Онгери.</i> Влияние угла резания и высоты отвала на производительность бульдозера	201
<i>В.А. Нилов, П.И. Иванищев, В.С. Сысоев.</i> Влияние угла установки толкающей плиты на сцепные качества бульдозера-толкача	207
<i>В.А. Нилов, А.А. Косенко, А.А.Сидоров, В.В. Марфенко.</i> Поиск рациональной вместимости ковша скреперного агрегата.....	211
<i>В.А. Нилов, Р.Р. Кутдусов, Д.Д. Пьяных.</i> Модернизация передней заслонки скрепера косоого резания грунта.....	216
<i>Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, А.В.Скрынников, В.П. Иванов, А.А. Колтаков.</i> Способ виброзащиты машин.....	220
<i>И.А. Фролов.</i> Контактно-реактивная пайка тонкостенных деталей из титановых сплавов через медную прослойку.....	226
<i>Е.И. Ханкин.</i> Повышение безопасности работы канатно-блочных систем транспортно-технологических машин	231

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 621.039.+620.9:574.1

*Воронежский государственный
университет
Доктор геол. – минерал. наук, проф.,
зав. кафедрой гидрогеологии, инженерной
геологии и геоэкологии В.Л. Боcharов
Россия, г. Воронеж, тел. 8 (473) 220-89-80
e-mail: gidrogeol@mail.ru*

*Voronezh State University
Dr.Sci.Geol. – Mineral., prof., head of chair
of hydrogeology, engineering geology
and geoecology V.L. Bocharov
Russia, Voronezh, tel. 8(473)220-89-80
e-mail: gidrogeol@mail.ru*

В.Л. Боcharов

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

После двадцатилетнего застоя в ядерной отрасли энергетики наблюдается повышенная активность в ядерной сфере не только в России, но и за рубежом. Это связано с растущим спросом на энергию и невозможностью его удовлетворить только за счет гидроэлектростанций и теплоэлектростанций. Принятая в 2006 г. Федеральная целевая программа "Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007-2010 годы и на перспективу до 2015 года" ориентирует на строительство и ввод в эксплуатацию существующих типов реакторов, главным образом ВВЭР и РБМК, модернизированных в направлении увеличения их мощности и повышения безопасности. В качестве основных экологических проблем, сопровождающих ренессанс ядерной энергетики, следует отметить накопление радиоактивных отходов и отсутствие технологически безупречных и экономически рентабельных способов обращения с ними; безопасность функционирования реакторов путем увеличения количества барьеров выхода активности за их пределы; человеческий фактор, определяемый уровнем компетентности и ответственности персонала.

Ключевые слова: ядерная энергетика, экологическая безопасность, радиоактивные отходы, тип реактора, высокие технологии, окружающая среда.

V.L. Bocharov

ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND PROSPECT DEVELOPMENTS NUCLEAR POWER

After twenty years' stagnation in nuclear power hyperactivity in nuclear sphere is observed. It is connected with a growing demand for energy and its impossibility to satisfy only at the expense of hydroelectric power stations and heatelectric stations. Accepted in 2006r. The federal target program "Development of a nuclear power industrial complex of Russia for 2007-2010 and on prospect till 2015" is guided by building and commissioning of existing types of reactors, mainly VVER and RBMK, modernized in a direction increase in their capacity. As the basic environmental problems accompanying the Renaissance of nuclear power, it is necessary to note accumulation of a radioactive waste and absence of technologically faultless and economically profitable ways of the reference with them; safety of functioning of reactors by increase in quantity of barriers of an exit of activity for their limits; The human factor defined by level of competence and responsibility of the personnel.

Keywords: nuclear power, ecological safety, radioactive waste, reactor type, high technologies, environment.

За 50-летнюю историю атомная энергетика России испытала и время активного развития (60-70-ые годы XX столетия) и последующей почти 20-летний период стагнации, обусловленный катастрофой на Чернобыльской АЭС в 1986 г. В настоящее время возникла объективная необходимость ускоренного развития атомной энергетики, вызванная крайне тяжелым состоянием российского энергетического комплекса. Вполне очевидная экологическая несостоятельность тепловых электростанций, работающих на твердом топливе, масштабная авария на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции, нарастающие объемы экспортных поставок природного газа затрудняют выполнение крупных национальных проектов социально-экономического развития страны. Вместе с тем постоянно растущий спрос на энергоносители, вполне очевидная в экологическом отношении выгода ядерной энергии являются залогом решения многих проблем, связанных с энергетической безопасностью государства, улучшением качественного состояния окружающей среды и повышением уровня жизни населения [1].

Современное состояние атомной энергетики. В настоящее время в стране функционирует десять промышленных атомных электростанций, вырабатывающих ежегодно 23 242 МВт электроэнергии (таблица). Основой ядерной энергетики составляют ядерные реакторы с водой, находящейся под давлением, достаточно высоким, чтобы вода не кипела (ВВЭР), и реакторы канального водографитового типа большой мощности, одноконтурных (РБМК). К 1985 году темпы прироста мощности атомных электростанций достигли наибольшего уровня. Были внедрены унифицированные проекты поточного строительства этих блоков с высоким уровнем безопасности. Однако после Чернобыльской катастрофы программа строительства ядерных реакторов типа РБМК была свернута, а сооружение других типов реакторов сильно затруднено по причине инициированной волны резкого общественного неприятия ядерной энергетики вообще.

Перспективы развития атомной энергетики. В 2002-2005 годах началось возрождение ядерной энергетики. В этот период завершилось строительство крупнейшего предприятия атомного машиностроения "Атоммаш" в г. Волгодонске, позволившее развернуть сооружение новых энергоблоков на Ростовской и Калининской АЭС и приступить к созданию новых атомных электростанций - Нововоронежской АЭС-2 и Ленинградской АЭС-2. Современная ситуация в ядерной энергетике характеризуется повышенной активностью в исследованиях новых технологий ядерного топливного цикла и сооружения новых энергетических блоков повышенной мощности и усиленной безопасности. Определена ближайшая стратегия развития атомного энергетического комплекса страны на 2007-2010 годы и на перспективу 2012 года [3]. Мощность ядерных реакторов будет увеличена до 1200-1500 МВт каждого. Наряду с действующими реакторами, срок эксплуатации которых на атомных электростанциях продляется на 15-20 лет, уже строится и будет завершено строительство 10 новых ядерных энергетических установок третьего поколения на Балаковской, Курской, Калининской, Ростовской, Смоленской, Ленинградской АЭС, а также начнет вырабатывать электроэнергию Нововоронежская АЭС-2. Это позволит увеличить долю атомной энергетики в общем энергобалансе страны с 12 до 20-22 %. При этом вопросы безопасности атомной энергетики тесно увязываются с экономической эффективностью ее функционирования.

Развитие атомной энергетики сопровождается рядом проблем, связанных с имманентными особенностями атомного энергетического цикла.

Обеспечение топливом ядерных реакторов. Содержание радиоактивных элементов - урана и тория в литосфере крайне незначительно ($2,7 \cdot 10^{-4}$ и $9,6 \cdot 10^{-4}$ %). Также очень редки в природе и скопления радиоактивных элементов и минералов до масштабов промышленных месторождений [4]. Среди известных изотопов урана и тория в ядерно-топливном цикле используется исключительно ^{235}U , которого в природе в 100 раз меньше, чем ^{238}U и ^{232}Th .

Считается, что при широкомасштабном вводе в эксплуатацию атомных электростанций природные запасы ^{235}U могут быть быстро истощены. Однако в России в настоящее время известно 12 месторождений радиоактивного сырья, запасы которых вполне могут полностью обеспечить растущие потребности ядерной энергетики внутри страны и даже реализовать экспортные поставки, тем более, что стоимость природного урана из года в год неуклонно возрастает.

Радиоактивные отходы. Накопление радиоактивных отходов на атомных электростанциях пропорционально выработке электроэнергии. К началу 2007 года на атомных электростанциях страны было сосредоточено более 18 тыс. т. отходов. Ежегодный прирост составляет около 850 т. Только около 5 % высокоактивных отходов перерабатывается на радиохимических комбинатах [5]. Кроме твердых отходов накапливается менее активные жидкие отходы. Так объем жидких отходов может достигать 100 тыс. м³/год на энергоблоках с реактором РМБК-1000 и 40 тыс. м³/год на энергоблоках с реакторами ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. Основным видом твердых отходов является твердое топливо, которое должно обновляться на 1/3 каждый год. Как правило, большая часть твердых и жидких радиоактивных отходов хранится в специально оборудованных на атомных электростанциях хранилищах. В настоящее время все имеющиеся хранилища радиоактивных отходов заполнены на 80-85 %. Таким образом, происходит накопление отходов в наиболее развитой в экономическом отношении и густонаселенной Европейской части страны. Оставшийся свободный объем хранилищ позволяет обеспечить работу атомных электростанций по твердым отходам в течение 5 лет, по жидким - 8 лет. Рост количества отходов, хранящихся в промышленных зонах атомных электростанций, осложняет радиационную обстановку и снижает экологическую безопасность территорий расположения атомных энергетических объектов. Уместно отметить, что приостановка строительства Воронежской атомной станции теплоснабжения в определенной степени обязана отсутствию хранилища радиоактивных отходов, поскольку стоимость переработки и захоронения 1 м³ жидких отходов может достигать 8-10 тыс.долларов [6].

Человеческий фактор. Профессиональная подготовка обслуживающего персонала атомных электростанций, уровень его организованности и ответственности каждого сотрудника, имеющего отношения к ядерной отрасли, являются важнейшими в обеспечении безопасного функционирования всего ядерного топливного цикла. Принято считать, что к катастрофе на Чернобыльской АЭС привел сложный синтез конструктивных недостатков ядерного реактора типа РМБК-1000 и недопустимых, безграмотных действий дежурной смены. Возможно, что последнее имело место, но уже в экстремальной ситуации, не предусмотренной инструкцией. Реактору был задан не типовый регламент работы, а экспериментальный режим, физический смысл которого и последствия не были до конца определены самими разработчиками. Уместно отметить, что реакторы этого же типа безаварийно функционируют почти около полувека на Курской и Ленинградской АЭС.

Существуют и другие экологические и экономические проблемы развития ядерной энергетики, к числу которых относятся сравнительно невысокая эффективность использования ядерного топлива, большая стоимость затрат на модернизацию систем безопасности, ограничивающих выход радиоактивности за пределы реактора, накопление в процессе работы реакторов большого количества высокоактивного и химически чрезвычайно токсично плутония, вывод из эксплуатации отработанных энергоблоков и их ликвидация как радиационных объектов. Но вместе с тем следует признать, что альтернативы в ближайшей и среднесрочной перспективе нет. Будущее за экологически безопасной, надежной и экономически доступной ядерной энергетике на основе новых высоких технологий.

Основные характеристики атомных электростанций России

Атомные электро-станции	Место расположения	№ блока	Тип реактора	Мощ. МВт	Год ввода в экс-плуата-цию	Срок окон. эксплуа-тации	По-коле-ние реак-тора
Балаковская	г. Балаково, Сара-товская область	1	ВВЭР-1000	1000	1985	2015	2
		2		1000	1987	2017	2
		3		1000	1988	2018	2
		4		1000	1983	2023	2
Белоярская	г. Белоярск, Сверд-ловская область	3	БН-600	600	1980	2010***	2
Билибинская	г. Билибино, Чукот-ский АО	1	ЭГП-6	12	1974	2009***	1
		2		12	1974	2009***	1
		3		12	1975	2010***	1
		4		12	1976	2011***	1
Ростовская	г. Волгодонск, Рос-товская область	1	ВВЭР-1000	1000	2002	2032	2
		2	ВВЭР-1200*	1200			3
Калининская	г. Удомля, Тверская область	1	ВВЭР-1000	1000	1984	2014	2
		2		1000	1986	2016	2
		3		1000	2005	2035	2
Кольская	г. Полярные Зори, Мурманская об-ласть	1	ВВЭР-440	440	1973	2008***	1
		2		440	1974	2009***	1
		3		440	1979	2009***	2
		4		440	1981	2011***	2
Курская	г. Курчатов, Кур-ская область	1	РБМК-1000	1000	1976	2011***	1
		2		1000	1979	2009***	1
		3		1000	1983	2013	2
		4		1000	1985	2015	2
Ленинградская	г. Сосновый Бор, Ленинградская об-ласть	1	РБМК-1000	1000	1973	2008***	1
		2		1000	1975	2010***	1
		3		1000	1979	2009***	2
		4		1000	1981	2011***	2
		5	РБМК-1200*	1200			3
Нововоронежская	г. Нововоронеж, Воронежская об-ласть	1	ВВЭР-210**	210	1964	1984	1
		2	ВВЭР-365**	365	1969	1984	1
		3	ВВЭР-440	417	1971	2016	1
		4	ВВЭР-440	417	1972	2017	1
		5	ВВЭР-1000	1000	1980	2010***	2
Нововоронежская -2	г. Нововоронеж, Воронежская об-ласть	1	ВВЭР-1200*	1200			3
		2		1200			3
Смоленская	г. Десногорск, Смо-ленская область	1	РБМК-1000	1000	1982	2012	2
		2		1000	1985	2015	2
		3		1000	1990	2020	3

Примечание: * строящиеся энергоблоки, ** выведенные из эксплуатации энергоблоки, *** планируется продление сроков эксплуатации энергоблоков на 15-20 лет. Используются данные[1,2].

Библиографический список

1. Тихонов М.Н. Ядерные энергетические установки: постижение реальности / М.Н. Тихонов, М.И. Рылов // Теоретическая и прикладная экология, 2009, №3.-С.48-56.
2. Елагин Ю.П. Реакторные установки отечественных АЭС / Ю.П.Елагин- М.: ЦОИ Атомэнерго, 1992.-38 с.
3. Федеральная целевая программа «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007-2010 годы на перспективу до 2015 года». Утв. Постановлением Правительства РФ от 6 октября 2006 г. № 605.-155с.
4. Бочаров В.Л. Современные эколого-экономические проблемы атомной энергетики / В.Л. Бочаров // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации, 2010, № 2 (25).-С. 68-70.
5. Муратов О.Э.Радиоэкологические аспекты обращения с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом / О.Э. Муратов, В.В. Довгуша, М.Н. Тихонов // Экологическая экспертиза, 2007, №6.-С.2-15.
6. Бочаров В.Л. Геологические условия Нововоронежской атомной электростанции / В.Л. Бочаров, А.Я. Смирнова, А.Э. Курилович // Казанская наука, 2010, №9. Вып.2.-С.566-570.

References

1. Tikhonov M.N. Nuclear power installations: comprehension of a reality / M.N.Tihonov, M.I.Rylov//Theoretical and applied ecology, 2009, №3.-С.48-56.
2. Elagin U.P. Reactor installations of the domestic atomic power stations / U.P.Elagin - M: COI Atomenergo, 1992.-P.38 .
3. The federal target program «Development of a nuclear power industrial complex of Russia for 2007-2010 on prospect till 2015». Ytv. The governmental order of the Russian Federation from October, 6th 2006г. № 605.-155с.
4. Bocharov V. L. Modern ecologo-economic problems of nuclear power/century of L.Bocharov//Ecology of Central Black Earth region of the Russian Federation, 2010, № 2 (25).-P 68-70.
5. Murat O.E. Radioecological aspects of the reference with a radioactive waste and the irradiated nuclear fuel / O.E.Muratov. V.V.Dovgusha, M.N.Tihonov//Ecological examination, 2007, №6.-P.2-15.
6. Bocharov V.L.Geological conditions of the New Voronezh nuclear power station / V.L.Bocharov, A.I.Smirnova, A.Э Kurilovich//the Kazan. science, 2010, №9. Вып.2.-P.566-570.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. физ.-мат. наук, доцент В.С. Муштенко;
Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)369350

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. es sience, Sci .fisis. lecturer .V.S.Mushtenko;
Dr. es sience, Sci. Tech, lecturer E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 369350

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА, УЧИТЫВАЕМОГО В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматривается методический подход к идентификации рисков, возникающих при взаимодействии предприятий и окружающей природной среды.

Ключевые слова: окружающая природная среда, экологические риски производственной деятельности, рискообразующие факторы.

Е.А. Zhidko, V.S. Mushtenko

APPROACH FOR IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL RISK TO ACCOMMODATE IN THE ENTERPRISE

The article deals with the methodical approach to identifying risks arising from the interaction of business and the environment.

Keywords: environment, environmental risks of industrial activity, riskoobrazuyuschie factors.

Развитие производства направлено на достижение благосостояния человека и изменение качества его жизни, но в то же время оно сопровождается накоплением потенциала опасности для человека в виде отрицательного воздействия изменяющейся окружающей среды. Такое соединение возможно, если будет построена система и механизмы управления экологическими процессами в соответствии с концепцией устойчивого развития, а управление будет ориентировано не на производство как таковое, а на производство экологическое.

Воздействие предприятий на окружающую природную среду (ОПС) сопровождается возникновением ущерба, возрастающего по мере распространения негативного воздействия в окружающей природной среде.

Необходимо выделить такой риск, который, возникая у предприятий, обусловлен действием на них множества природных, техногенных и социальных факторов, которые в литературе принято обозначать как «экологические». Но следует отметить, что риски изначально природного происхождения не могут рассматриваться в качестве объекта интернализации и сопутствующих социально-экономических отношений, поэтому экологические риски, связанные с загрязнением окружающей среды следует отделять от рисков, вызванных действием естественных сил природы. Различие основано на том, что убытки от реализации природных рисков связаны с действием природной среды на предприятие, а в случае возникновения экологических рисков – с действием предприятия на среду.

Рассматривая предприятие в качестве объекта риска, следует отметить, что риски экономических потерь от негативных изменений ОПС связанных с последствиями деятельности третьих лиц, отличаются высокой неопределенностью, и возможности по управлению ими ограничены. Если же оно выступает в качестве субъекта риска, то результаты предпринима-

тельской деятельности в основном зависят не от качества ОПС, а от существующих нормативно-правовых ограничений. В этом случае экологическая составляющая в хозяйственном риске предпринимательской деятельности в основном будет определяться законодательно установленными обязанностями предприятий в сфере обеспечения экологической безопасности. Предприятие может стать субъектом подобного риска также при возникновении ответственности за нарушение природоохранного законодательства и экологических последствий, возникающих в результате чрезвычайных ситуаций.

При идентификации экономико-экологического риска промышленной деятельности необходимо определить, на каком из этапов своего возникновения он оказывает воздействие на предпринимательскую систему. Исходя из этого определяется позиция, занимаемая предприятием по отношению к риску и осуществляется выбор стратегии управления в случае рискованных ситуаций – превентивной, оперативной или компенсационной.

Выделим три основных вида экологического риска, в зависимости от его направленности – объектный, субъектный и бинарный. *Объектный* возникает от негативных воздействий иных хозяйствующих субъектов. *Субъектный* обусловлен собственным воздействием, вызывающим экологическую ответственность. При этом субъектные экологические риски формируются во внутренней среде предприятия, а источником объектных экологических рисков служит внешняя среда. *Бинарный* экологический риск определяется тем, что производственная система может выступать одновременно как в роли объекта экологической безопасности, так и в роли источника негативного экологического воздействия. При этом так же возникает экологическая ответственность. Подобный риск можно обозначить как реализующийся после трансформации в ОПС у того же субъекта, у которого возник первоначально. Процесс возникновения бинарных экологических рисков предприятия представлен на рис. 1.

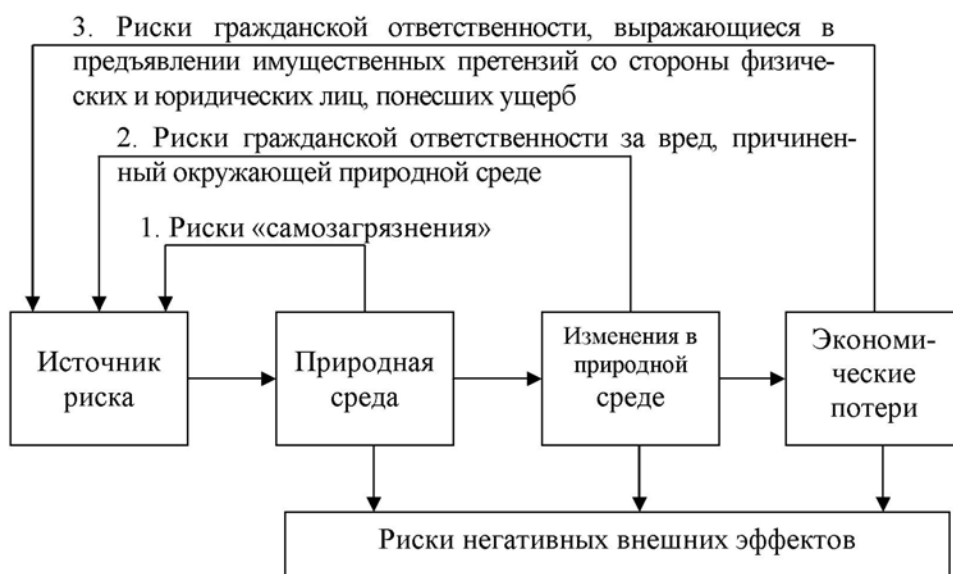


Рис.1. Возникновение бинарного экологического риска

На данной схеме отображены три вида бинарных экологических рисков, источником которых и конечным реципиентом является одно и то же предприятие. Они формируются по мере того, как воздействие, оказываемое на ОПС, распространяется в ней, порождая ответные риски. Таким образом, в составе экологического риска можно выделить три составляющих в зависимости от первоначального происхождения риска по отношению к субъекту производственной деятельности, – субъектную, объектную и бинарную (табл.).

Экологические риски производственной деятельности

Субъектные риски	Бинарные риски	Объектные риски
1. Риски негативного воздействия на окружающую природную среду. 2. Риски распространения негативных изменений окружающей природной среды на природные объекты. 3. Риски причинения вреда здоровью и ущерба в результате изменений окружающей природной среды.	1 Риски «самозагрязнения». 2. Риски приобретения объектов с неустановленным «экологическим долгом». 3. Риски гражданской ответственности за вред, причиненный ОС 4. Риски гражданской ответственности перед физическими и юридическими лицами, понесшими ущерб.	1. Риски негативных изменений окружающей природной среды, связанных с последствиями деятельности иных хозяйствующих субъектов. 2. Риски экономических потерь от негативных изменений окружающей природной среды, связанных с последствиями деятельности иных хозяйствующих субъектов.

Обычно ОПС рассматривается как макросреда производственной деятельности. Критерием отнесения того или иного фактора к микросреде служит наличие непосредственного взаимодействия с предприятием и его возможность влиять на характер этого взаимодействия. Если производственная деятельность, тесно связана с ОПС, то она также должна рассматриваться как одна из составляющих микросреды. В данном аспекте природная среда представляет собой связующее звено между источниками негативного воздействия и реципиентами, у которых возникает ущерб от его последствий.

По существу эколого-экономический риск представляет собой сценарий возможного неблагоприятного развития ситуации, в которой проявляется негативный внешний эффект. Идентификация эколого-экономического риска производственной деятельности устанавливает связь между единичным источником риска и единичным реципиентом. Рассмотрим сценарный подход к идентификации экономико-экологического риска включает в себя три этапа (рис. 2).

В зависимости от идентифицированных эколого-экономических рисков осуществляется выбор приоритетной стратегии управления в случае рискованных ситуаций. Выделим три типа стратегий в зависимости от управляемости рискованных процессов: превентивные, основанные на снижении риска или уклонении от него; оперативные, реализуемые при рискованных событиях с целью минимизировать потери; компенсационные, направленные на возмещение убытков и проведение восстановительных работ. **Превентивные** стратегии будут использоваться на стадии рискообразующих факторов, **оперативные** – на стадии реализации риска, а **компенсационные** – в ситуациях, когда причинен вред природной среде или ущерб реципиентам

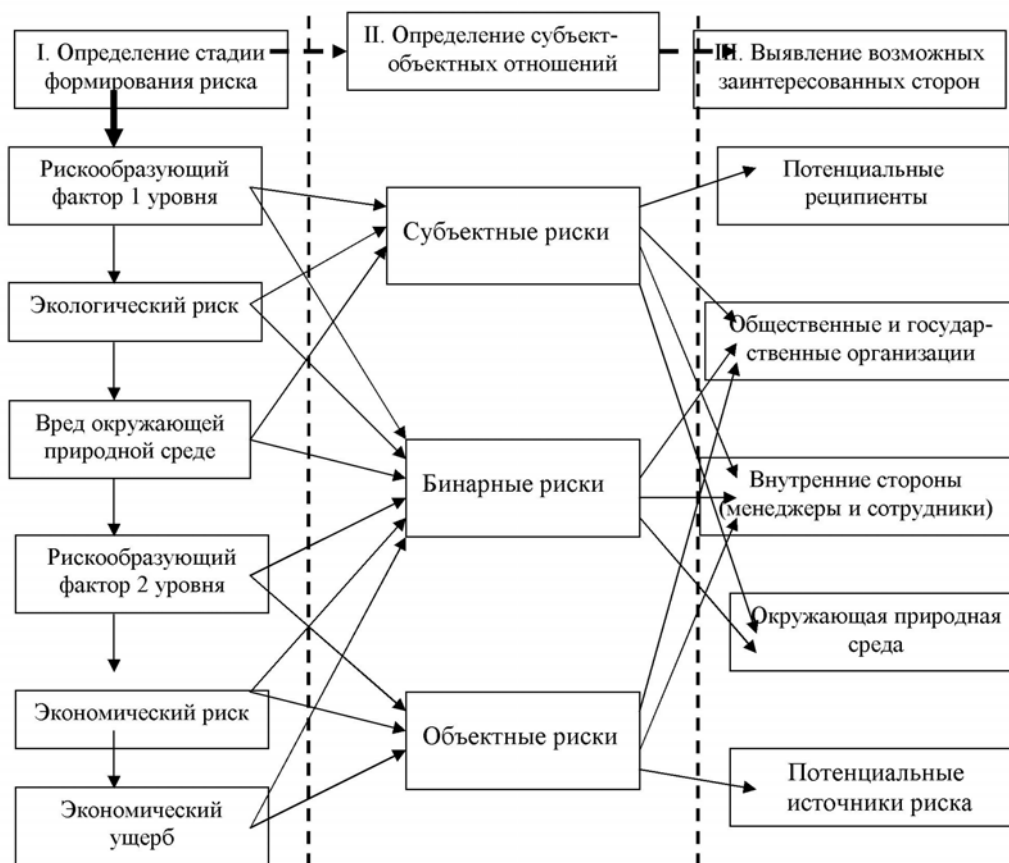


Рис. 2. Схема идентификации экономико-экологических рисков

Библиографический список

1. Олейник К. Экологические риски хозяйственной (предпринимательской) деятельности: сущность, основные виды // Управление риском. 2000. - № 3. - С. 42–44.
2. Пахомова Н.В., Рихтер К.К. Экономика природопользования и экологический менеджмент: Учебник для вузов. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1999. - 488 с.
3. Лякишев, М. С. Методический подход к идентификации экономико-экологических рисков в предпринимательской деятельности / М. С. Лякишев // Экономические науки. – 2009. – № 8(57). – С. 210-214
4. Олейник К. Экологические риски хозяйственной (предпринимательской) деятельности: сущность, основные виды // Управление риском. 2000. - № 3. - С. 42–44.

References

1. Олейник To. Ecological risks of economic (enterprise) activity: essence, principal views//Management of risk. 2000. - № 3. - С. 42–44.
2. 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.
3. Лякишев, М. With. The methodical approach to identification of economic-ecological risks in enterprise activity / M.S.Ljakishev//Economic sciences. – 2009. – № 8 (57). – with. 210-214
4. Олейник To. Ecological risks of economic (enterprise) activity: essence, principal views//Management of risk. 2000. - № 3. - С. 42–44.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд.физ-мат.наук, доцент В.С. Муштенко;
Канд.техн.наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)369350*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. es sience, Sci.fisic.lecturer V.S.Mushtenko;
Dr.es sience, Sci. Tech, lecturer E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 369350*

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

В статье рассматриваются предложения по совершенствованию системы А
риск-менеджмента предприятий, действующих в условиях экологического риска.

Ключевые слова: окружающая природная среда, система риск –менеджмента предприятия.

Е.А. Zhidko, V.S. Mushtenko

UNITED ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT AT THE ENTERPRISE

The article deals with proposals to improve risk management systems of enterprises
operating in conditions of environmental risk.

Keywords: environment, redundant system of risk-management company.

Современное производство, направленное на достижение благосостояния человека и изменение качества его жизни, в то же время сопровождается накоплением потенциала опасности для человека в виде отрицательного воздействия изменяющейся окружающей среды.

Сегодня уже явно можно наблюдать закономерность интернационализации экологических проблем. Экология влияет на демографические, биосоциальные, социокультурные, социальноэкономические, природопреобразовательные процессы развития человека и общества. Поэтому необходимы транснациональные усилия в решении этих проблем.

Проблема управления природоохранной деятельностью приобрела статус одной из самых приоритетных и острых проблем, стоящих перед человечеством. Достаточно сложно одновременно сохранять темпы экономического роста и минимизировать негативные последствия антропогенного воздействия на природу. Именно это характеризует современное отношение к проблемам управления экологическими процессами и рождает новое понимание того, что управление развитием производства и управление экологическими процессами сегодня необходимо соединить вместе.

Безуспешные попытки общества организовать взаимодействие с природой в формах рационального природопользования и охраны природных объектов привели к возникновению различных факторов опасности и сопутствующих им рисков. Воздействие предприятий на окружающую природную среду сопровождается возникновением ущерба, возрастающего по мере распространения негативного воздействия в окружающей среде.

Деятельность предприятий как преобразование природных ресурсов предполагает как положительные, так и отрицательные воздействия на природную среду, приводящие к возникновению экологических рисков. Экономические потери вследствие проявления этих рис-

ков должны отражаться непосредственно на доходах предприятий. Существующие правовые нормы обязывают их соблюдать требования экологической безопасности и компенсировать все негативные экологические последствия. Ухудшение качества окружающей природной среды также значительно влияет на некоторые виды предпринимательской деятельности, создавая практическую необходимость в совершенствовании систем риск-менеджмента.

Главными задачами риск-менеджмента в сфере обеспечения защиты от экологических рисков предпринимательской деятельности будут служить выявление причин возникновения экологических рисков и устранение этих причин. Если превентивных мер не достаточно, такой задачей становится эффективное перераспределение расходов на устранение последствий негативных событий. При использовании риск-менеджмента для защиты от экологических рисков главной особенностью является включение окружающей природной среды во внешнюю среду предприятия, а в его управляющую подсистему – нормативно-правовых требований обеспечения экологической безопасности. Процесс управления будет осуществляться на основе поступающей информации о состоянии управляемой подсистемы и влиянии на него окружающей природной среды [1].

Для снижения и удержания существующего риска до приемлемого для предпринимателя уровня предлагается скорректировать три основные функции управления (планирование, организация и контроль) применительно к целям системы риск-менеджмента. Принимая поэтапное возникновение экономико-экологического риска, мы считаем, что для каждого выделенного этапа должно осуществляться последовательное и непрерывное выполнение основных функций. Обособление подфункций обуславливается характером угроз экономической безопасности, возникающих при реализации экономико-экологического риска (табл. 1).

Таблица 1

Реализация основных функций управления предпринимательской деятельностью в системе экологического риск-менеджмента

Этапы формирования риска и экономических последствий	Функции управления предпринимательской деятельностью		
	Планирование	Организация	Контроль
Экологический рискообразующий фактор	Анализ природоохранного законодательства; Планирование деятельности, загрязняющей ОС.	Организация защиты ОС на производстве.	Экологический контроль на производстве; Контроль ведения экологической отчетности; Оценка воздействия на ОС.
Экологический риск	Прогнозирование риска, планирование природоохранных мероприятий.	Организационно-техническое обеспечение природоохранных мероприятий.	Контроль за соблюдением природоохранного законодательства.

Вред окружающей природной среде	Планирование затрат на ликвидацию вреда; Планирование мер оперативного реагирования.	Организация действий в чрезвычайных ситуациях.	Экологический мониторинг; Проведение учений по ликвидации загрязнений.
Экономический рискообразующий фактор	Прогнозирование изменений внешней среды; Выявление потенциальных заинтересованных сторон.	Мониторинг экологической составляющей внешней среды.	Контроль над ликвидацией загрязнения, контроль качества природной среды.
Экономический риск	Анализ риска; Планирование рискоснижающих мероприятий и резервов; Планирование оповещения о рискованных ситуациях.	Организационно-техническое обеспечение рискоснижающих мероприятий.	Контроль за проведением рискозащитных мероприятий; Проведение учений по предотвращению негативного воздействия среды.
Экономический ущерб	Планирование компенсационных выплат; Планирование восстановительных работ; Планирование превентивных мероприятий объектов риска.	Организация компенсации и восстановительных работ; Организация превентивных мероприятий объектов риска.	Контроль за выполнением восстановительных работ; Контроль над компенсационными выплатами.

Для уровня отдельного предприятия система риск-менеджмента (табл. 2) в значительной степени индивидуальна в зависимости от характера его экологических рисков [2] .

Таблица 2

Система риск-менеджмента

Функция	Действие	Исполнитель
Планирование	Планирование рискоснижающих мероприятий и резервов	Главный инженер (начальник производства)
	Планирование восстановительных работ	
	Прогнозирование экономического риска	Экономист
	Планирование компенсационных выплат	

	Анализ природоохранного законодательства	Юрист
	Выявление потенциальных заинтересованных сторон	
	Прогнозирование экологического риска	Инженер по охране окружающей среды
	Планирование природоохранных мероприятий	
	Планирование оповещения о рисковых ситуациях	Менеджер по связям с общественностью
Организация	Организация мероприятий на производстве по предотвращению вреда окружающей среде	Главный инженер (начальник производства)
	Организация действий в чрезвычайных ситуациях	
	Организационно-техническое обеспечение рискоснижающих мероприятий	
	Организация компенсации и восстановительных работ	Главный экономист
	Организационно-техническое обеспечение природоохранных мероприятий	Инженер по охране окружающей среды
	Мониторинг экологической составляющей внешней среды	
Контроль	Проведение учений по ликвидации загрязнений	Главный инженер (начальник производства)
	Контроль за проведением рискозащитных мероприятий	
	Контроль за выполнением восстановительных работ	
	Контроль над компенсационными выплатами	Главный экономист
	Контроль за соблюдением природоохранного законодательства	Юрист
	Оценка воздействия на окружающую среду	Инженер по охране окружающей среды
	Экологический мониторинг	
	Контроль над ликвидацией загрязнения	
	Контроль качества природной среды и ведения экологической отчетности	
	Экологический контроль на производстве	Отдел технического контроля

На этом уровне в системе риск-менеджмента происходит взаимодействие между производственными структурами, осуществляющими негативное экологическое воздействие и экологическими службами, существующими на предприятии.

Данная структура может быть реализована на государственном, региональном или локальном уровнях. При этом содержание специальных функций управления зависит от уровня, на котором осуществляется управление производственной деятельностью.

Библиографический список

1. Жидко Е.А., Муштенко В.С. Управление экологическими рисками промышленного предприятия // Материалы XIII Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, г. Воронеж 2010 г.-с. 18-22.

2. Жидко Е.А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия / Е.А. Жидко // Научно-производственный журнал «Безопасность труда в промышленности» № 1 –Москва, 2011. С. 44-50.

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. Тотаренко Г.С. Система риск-менеджмента компании // Финансовый менеджмент. - 2006. - № 2. - С. 132–144.

References

1. Zhidko E.A., Mushtenko V. S. Management of ecological risks of the industrial enterprise//Materials X III Inter-regional scientifically-practical conference «High technologies in ecology». Scientific bulletin ВГАСУ, Voronezh 2010 - with. 18-22.

2. Zhidko E.A . Management of ekologo-economic risks as the major factor of effective activity of the enterprise / E.A.//Research-and-production magazine «Safety of work in the industry» № 1 – Moscow, 2011. With. 44-50.

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. Totarenko G. S. System of a risk management of the company//Financial management. - 2006. - № 2. - with. 132–144.

*Военный авиационный
инженерный университет (г. Воронеж)
Научный сотрудник 2 лаборатории
научно-исследовательской А.Е. Ломовских;
Старший научный сотрудник 2 лаборато-
рии научно-исследовательской В.В. Илларионов;
Курсант Д.Е. Капустин
Курсант И.П. Сысоев
Россия г. Воронеж, тел.8 (4732)70-76-48*

*Military aviation engineering universit
(с. Voronezh)
The scientific employee of 2 laboratories the
research A.E. Lomovskich;
Senior researcher of the laboratory of scien-
tific-research V.V. Illarionov;
Cadet D.E. Kapustin
Cadet I.P. Sysoev
Russia Voronezh, ph. 8 (4732) 70-76-48
e-mail: ktv602@mail*

А.Е. Ломовских, В.В. Илларионов, Д.Е. Капустин, И.П. Сысоев

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Перспективным направлением улучшения экологических и экономических характеристик двигателей внутреннего сгорания средств наземного обслуживания воздушных судов является применение водно-топливных эмульсий без эмульгатора. С целью улучшения процесса горения углеводородного топлива, а, следовательно, уменьшения расхода топлива и снижения количества вредных веществ в отработавших газах в камере сгорания двигателей подается водно-топливная эмульсия.

Ключевые слова: горение капель водно-топливных эмульсий, микровзрыв капли эмульсии, топливная экономичность, экологичность, система питания двигателя.

A.E. Lomovskich, V.V. Illarionov, D.E. Kapustin, I.P. Sysoev

THE IMPROVEMENT OF THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF MEANS OF GROUND MAINTENANCE OF AIRCRAFT

Perspective direction of improvement of the environmental and economic characteristics of the internal combustion engines of ground servicing of aircraft is the application of water-fuel emulsions without emulsifier. WITH the purpose of improvement of the process of combustion of hydrocarbon fuel, and, consequently, reduce fuel consumption and reduce the amount of harmful substances in the exhaust gases to the combustion chamber of the engine is water-fuel emulsion.

Keywords: burning drops of water-fuel emulsions, micro happen drops emulsion, fuel efficiency, and environmental friendliness, the power supply system of the engine.

Средства наземного обслуживания (СНО) воздушных судов являются составной частью авиационных комплексов и представляют собой разнообразные по конструкции и назначению специальные автомобили, агрегаты и установки. Они обеспечивают зарядку летательных аппаратов различными газами, заправку топливом, маслом и спецжидкостями, проверку электро- и радиооборудования, пневматических и гидравлических систем. Привод специального оборудования СНО осуществляется от двигателя базового шасси или от дополнительного двигателя, устанавливаемого в кузове вместе со спецоборудованием. Без этой техники не возможен вылет ни одного самолёта и вертолёта. От технической готовности СНО зависят боевая готовность авиационных частей и безопасность полетов.

В настоящее время более 70 % средств СНО авиации имеют срок эксплуатации свыше 15 лет, что приводит к перерасходу ими топлива свыше 20 % , превышению в 1,5...2 раза со-

держания в отработавших газах ДВС токсичных веществ - угарного газа (СО), оксида азота (NO_x) и углеводородов (СН) и не возможности обеспечения требований руководящих документов к СНО по экономичности и экологичности.

В этой связи, возрастает роль водно-топливных эмульсий (ВТЭ), как альтернативного топлива для ДВС СНО, которая существенно улучшает показатели топливной экономичности и уменьшает количество выбросов токсичных веществ в отработавших газах [1].

Водно-топливную эмульсию получают в результате механического смешения воды и топлива, обеспечивающих стабильную структуру из микрокапель воды, взвешенных в топливе. При горении капле ВТЭ наблюдается ряд явлений, не присущих горению капле однокомпонентного топлива. Поскольку давление паров у диспергированного компонента (воды) существенно выше, чем у основного, горение капле эмульсии сопровождается "микровзрывом" – внезапным разрушением вследствие вскипания микрокапель воды и образования вокруг них паровых пузырьков. Разрушение капле эмульсии приводит к значительному сокращению времени горения. При горении струй микровзрывы способствуют более полному перемешиванию топлива с окислителем и, следовательно, к снижению выхода вредных веществ [2].

Для получения ВТЭ с заранее заданными свойствами в них вводятся поверхностно-активные вещества или эмульгаторы. Однако использование ВТЭ без эмульгаторов с целью получения наилучшей топливной экономичности и экологичности мало изучено.

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 (на борту транспортного средства). Это позволяет снизить время до расслоя ВТЭ, что является достаточным, чтобы не применять дорогостоящие эмульгаторы.

Для приготовления и подачи ВТЭ в систему питания дизельного ДВС без эмульгатора предлагается использовать струйно-кавитационный эжектор, представленный на рисунке 1.

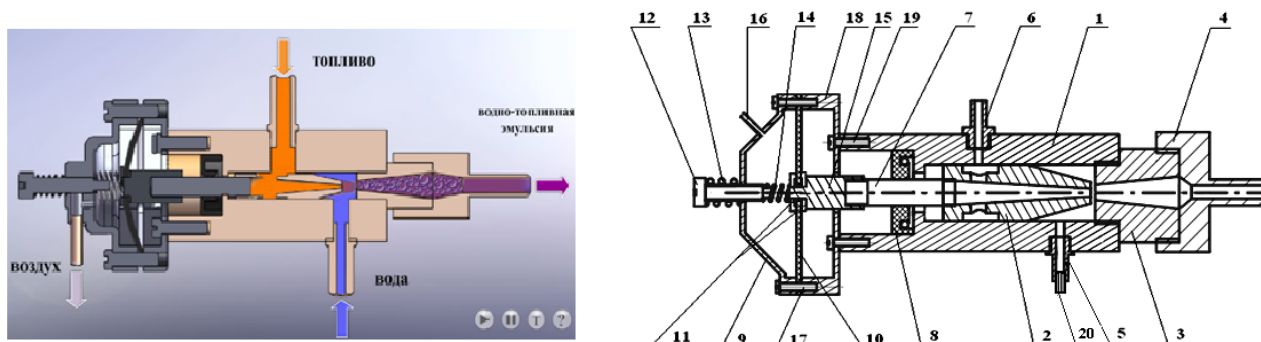


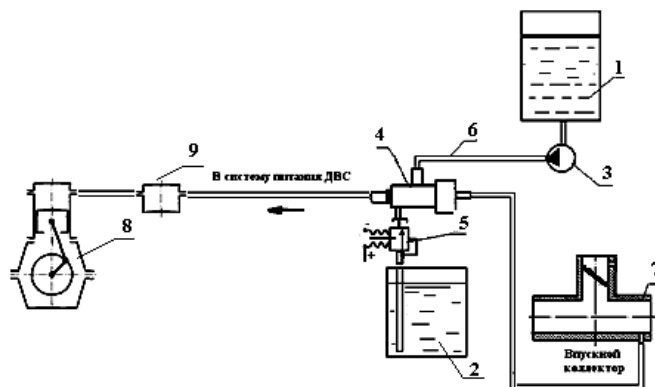
Рис. 1. Схема и устройство струйно-кавитационного эжектора для приготовления и подачи ВТЭ в ДВС

Техническим результатом предлагаемого устройства является автоматическая дозировка воды и дизельного топлива в заданной пропорции, в зависимости от режима работы ДВС и приготовление из этих компонентов водно-топливной эмульсии, которая подается в штатную систему питания ДВС [3].

Струйно-кавитационный эжектор работает следующим образом. Когда ДВС не работает, активное сопло 2 при помощи пружины 14 закрывает отверстие в диффузоре 3. После запуска ДВС топливоподкачивающий насос 3 подает топливо через топливопровод 6 (рисунок 2) штуцер 6 в сопло 2 и далее в диффузор 3 дозатора (рисунок 1). Одновременно с этим во впускном коллекторе 7 ДВС создается разрежение, которое через штуцер 16 передается в вакуумную камеру, в пространство между мембраной 10 и крышкой 9, в результате чего мембрана 10 прогибается и сжимает пружину 14. Так как мембрана жестко соединена, через соединительную втулку 15 и шпильку 7 с активным соплом 2, то она перемещает активное сопло 2 за собой, которое отходит

от неподвижного диффузора 3 и открывает отверстие подачи воды из ёмкости 2. По мере увеличения нагрузки на ДВС разрежение во впускном коллекторе 7 увеличивается, мембрана 10 сильнее прогибается и активное сопло 2 дальше отходит от неподвижного диффузора 3, тем самым увеличивая подачу воды. Также подачу воды можно регулировать заменой жиклёров 20, то есть, изменяя пропускное сечение на входе. После остановки ДВС за счет пружины 14 мембрана 10 с активным соплом 2 возвращается в исходное положение и закрывает отверстие в неподвижном диффузоре 3, перекрывая подачу воды. Таким образом, происходит автоматическая регулировка подачи воды в зависимости от величины открытия дроссельной заслонки ДВС.

Струйно-кавитационный эжектор устанавливается в систему питания дизельного ДВС между топливоподкачивающим насосом 3 и топливным насосом высокого давления 9 (рисунок 2).



1 - топливный бак; 2 - ёмкость для воды; 3 - топливоподкачивающий насос; 4 - дозатор; 5 - электромагнитный клапан; 6 - топливопровод; 7 - впускной коллектор; 8 - дизельный ДВС; 9 - топливный насос высокого давления

Рис. 2. Схема расположения струйно-кавитационного эжектора в системе питания ДВС

Применение струйно-кавитационного эжектора в системе питания дизельных ДВС СНО воздушных судов позволит снизить: расход топлива до 10 %; содержание токсичных веществ в отработавших газах - угарного газа до 20 % и углеводородов - до 7 %.

Библиографический список

1. Лау С.К. Использование водно-топливных эмульсии для двигателей внутреннего сгорания. Изд. 1977. Том. 17, с. 29-38.
2. Фролов С.М., Басевич В. Я., Посвянский В. С., Беляев А. А., Кузнецов Н. М. Процессы приготовления водно-топливных эмульсии. Изд. 2003, с. 257-263.
3. Патент №235285 Российская Федерация МПК F02 М 25/00. Струйно-кавитационный эжектор для приготовления водно-топливной эмульсии. А.Е. Ломовских, Ю.В. Воробьев, В.П. Дупляк // Заявка №2007139864 опубл. 30.10.07-26 с.

References

1. Law, C. K. A model for the combustion of oil/water emulsion droplets. Combustion Science Technology, 1977, Vol. 17, pp. 29-38.
2. 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.
3. Patent №235285 Russian Federation IPC F02 M 25/00. Jet-cavitation ejector for the preparation of water-fuel emulsion. A.E. Lomavskikh, YU. Vorob 'ev, V.P. Duplyk / /Application no. 2007139864 publ. 30.10.07-26 с.

УДК 534.322.3

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Профессор кафедры городского строительства и хозяйства Э.В. Сазонов
Ст. преподаватель кафедры архитектурного проектирования и градостроительства
И.А. Сухорукова
Россия, г.Воронеж, тел.8(4732)79-83-59*

*Voronezh state Architectural Building University
professor of city construction and economy
Doctor science E. V.Sazonov
Senior teacher of architectural design and urban development department
I. A. Sukhorukova
Russia, Voronezh, tel.№8(4732)79-83-59*

Э.В. Сазонов, И.А.Сухорукова

ЗАЩИТА ОТ ШУМА ПОСЕЛЕНИЙ ПРИАЭРОДРОМНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Рассмотрены шумозащитные мероприятия с целью улучшения акустической обстановки приаэродромных территорий. Приведены теоретические исследования ослабления шума с помощью зонирования территории и градостроительных методов. Предложена методика использования зеленых насаждений для ослабления шумового воздействия на среду обитания.

Ключевые слова: акустические экраны, шумозащитные сооружения, зеленые насаждения, шумозащитные полосы, приаэродромные территории.

E.V. Sazonov, I.A. Sukhorukova

NOISE PROTECTION OF SETELEMENTS THE NEAR AERODROME TERRITORIES

The problems of noise protecting constructions for the improvement of near aerodrome territories acoustic situation are considered. Theoretical research of noise reduction by means of zone division and city construction has been carried out . Greenery methods have been also offered to reduce noise.

Keywords: acoustic screens, noise protecting constructions, greenery, noise protecting spaces.

Защита окружающей среды представляет одну из важнейших проблем современности. Неотъемлемой частью этой проблемы является снижение неблагоприятного воздействия на людей различных факторов, обусловленных применением авиации. Одним из таких факторов является шум, создаваемый воздушными судами.

Исследования, проведенные в последние годы в ряде городов России, показали, что 25-40 % городского населения уже сейчас проживает на территории, где уровни шума значительно превышают санитарные нормы. Особенно высокие шумовые нагрузки создает воздушный транспорт.

Проблема снижения воздействия авиационного шума может эффективно решаться как за счет замены парка самолетов на менее шумные, так и применение специальных эксплуатационных приемов организации полетов (применение буксировки вместо руления на тяги собственных двигателей), применение специальных организационно-планировочных мероприятий, которые целесообразно внедрять и на вновь строящихся объектах, и на существующих.

По-прежнему особенно актуальна проблема защиты от авиационного шума остается для населения, проживающего в районе существующих аэропортов, введенных в эксплуатацию в 60-70-х годах [1].

Некоторые из действующих на территории нашей страны аэродромов были построены сравнительно давно и вследствие расширения границ городов, где они находятся, оказались в жилой зоне. К числу таких аэропортов относятся и Воронежские, не имеющие никакой санитарно-защитной зоны и находящиеся прямо в черте города.

По данным института авиационной и космической медицины следует, что до последнего времени мало обращали внимание на экологическую значимость авиационного шума, особенно для населения, проживающего вблизи крупных гражданских и военных аэропортов. В худших акустических условиях находятся авиационные специалисты, ведущие техническое обслуживание самолетов на территории, прилегающей к аэродромам.

Определение возможных путей решения проблемы снижения авиационного шума обычно производится с помощью методов поискового прогнозирования, важнейшим элементом которого считается разработка сценариев, представляющих собой логические последовательности событий, обеспечивающих переход от существующей ситуации к будущей. Основой для разработки таких сценариев являются результаты ретроспективного анализа, прогнозы и возможности развития аэродрома. При этих исследованиях используется парк эксплуатируемых самолетов с учетом их акустических характеристик, интенсивности и других особенностей эксплуатации, оказывающих непосредственное воздействие на акустическую обстановку вблизи аэродрома.

Разработка стратегии обеспечения экологической безопасности рассматриваемых при аэродромных территориях по шумовому фактору во многом зависит от оперативного установления уровня нагрузки и получения характеристик распределения шума на различные функциональные территории аэродрома с учетом многочисленности, разнообразия и комплексности воздействия источников авиационного шума, для чего необходимо разработать сквозной стратегический план мероприятий, который должен охватывать все стадии формирования урбанизированных территорий с учетом прохода от крупномасштабной оценки (начиная от региона, города, отдельных крупных городских образований) с дальнейшей детализацией по мере увеличения масштаба рассмотрения вплоть до отдельного дома прилегающей к аэродрому застройки.

В литературе по проблеме «шум и сон» приводятся данные о значительном отрицательном влиянии «ночного шума» на ряд важных функций организма. Однако, до настоящего времени недостаточно учитывалось воздействие авиационного шума на людей проживающих в жилых массивах, расположенных вблизи действующих аэродромов, различной ведомственной принадлежности, особенно в ночное время, когда уровень шума превышал санитарные нормы (30 дБ). Это прежде всего касается жителей г. Воронежа. Далеко не полностью исследованы отрицательные медико-биологические воздействия шума как экологически значимого фактора.

Натурные и лабораторные исследования позволили выявить и определить уровни воздействия, пороговый уровень которых 100 дБА.

В соответствии с чем, допустимым может считаться уровень шума, который не оказывал на человека прямого или косвенного вредного или неприятного действия, не снижал его работоспособности, не влияет на самочувствие[1].

В ходе исследования было определено, что для снижения уровня шумового загрязнения целесообразно принятие следующих мер:

- функционально-планировочное зонирование;
- архитектурно-пространственное и архитектурно-конструктивное построение жилых комплексов;
- объемно-планировочное решение зданий;

- применение биологических методов защиты с использованием растений.

Выбор шумозащитных мероприятий в градостроительных решениях осуществляется по направлениям: архитектурно-планировочные, архитектурно-строительные, специальные шумозащитные

К архитектурно-планировочным приемам относятся:

- функциональное зонирование территории, отделение селитебных, лечебных и рекреационных зон от зон с повышенным уровнем шума;
- создание планировочных вариантов застройки, способствующей шумозащите.

Функциональное зонирование городской территории предусматривает четкую дифференциацию отдельных функциональных зон по назначению и взаимоувязку создаваемой в них шумовой нагрузки с показателем потребности в шумозащите. Для рационального использования территории в окрестностях аэродромов было уточнено и выделено три зоны с различной степенью акустического благоустройства.

Первая зона с повышенными уровнями шума – территория, прилегающая к границам аэродромов и аэропортов, где могут размещаться только промышленные и коммунально-складские предприятия, для которых авиационный шум не нарушает нормативных требований по ограничению шума на рабочих местах согласно «Гигиеническим нормам допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах» № 1004-73 и «Санитарным нормам по проектированию промышленных предприятий» № 245-71 (75 дБА и более). В этой зоне для снижения уровня шума необходимо обязательно располагать специальные шумозащитные экраны.

Вторая зона (до 65 дБА) допускается размещение промышленных зданий и сооружений, административно-общественных зданий и в отдельных случаях жилых зданий с повышенной звукоизолирующей способностью ограждающих конструкций.

В третьей зоне (до 55 дБА) разрешается жилое строительство без ограничений. Вблизи границ зоны строительство лечебно-профилактических, детских и оздоровительных учреждений не рекомендуется.

Помещения административных, общественных, служебных здания - следует размещать на противоположной от источников шума стороне зданий.

При необходимости размещения жилой застройки вблизи территории аэродромов следует располагать специальные шумозащитные жилые здания [3].

Для обеспечения акустического комфорта на территории микрорайонов желательно применять композиционные приемы группировки жилых зданий, основанные на создании замкнутого пространства.

Не рекомендуется применение приемов группировки жилых зданий с раскрытием пространства микрорайона в сторону источников шума. Например, постановка жилых зданий торцами к источникам шума значительно расширяет зону акустического дискомфорта.

В качестве средства защиты от шума в малоэтажной жилой застройке, площадок отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадок детских дошкольных учреждений и участков школ рекомендуется предусматривать формирование вблизи источников шума специальных шумозащитных полос зеленых насаждений.

Такие полосы обладают заметной эффективностью, если кроны деревьев будут плотно примыкать друг к другу; а пространство под кронами будет заполнено зеленой массой кустарников. Ширина полос должна быть порядка 10 м [2].

Шумозащитные свойства присущи специальной полосе зеленых насаждений, состоящей из одного - двух рядов кустарников плотной посадки и одного - двух рядов деревьев с сомкнутыми кронами при плотности листвы более 0,8. Такой плотности можно добиться с помощью двухъярусной полосы деревьев посадкой их в «шахматном» порядке.

Эффект снижения шума за полосами зеленых насаждений прежде всего зависит от спектрального состава шума, от конструкции, возраста, плотности и дендрологического со-

става посадок. Для шумозащитных целей применяют как специальные чередующиеся «зеленые стены», эффективность которых, в основном, зависит от способностей отражения звука, так и крупные массивы зеленых насаждений, эффективность которых определяется рассеиванием и поглощением звука [2].

В ходе исследования было определено, что наибольшего эффекта многорядные конструкции достигают при общей ширине до 25 м. Посадку древесно-кустарниковых полос следует производить по следующей схеме размещения для полосы зеленых насаждений шириной 25 м:

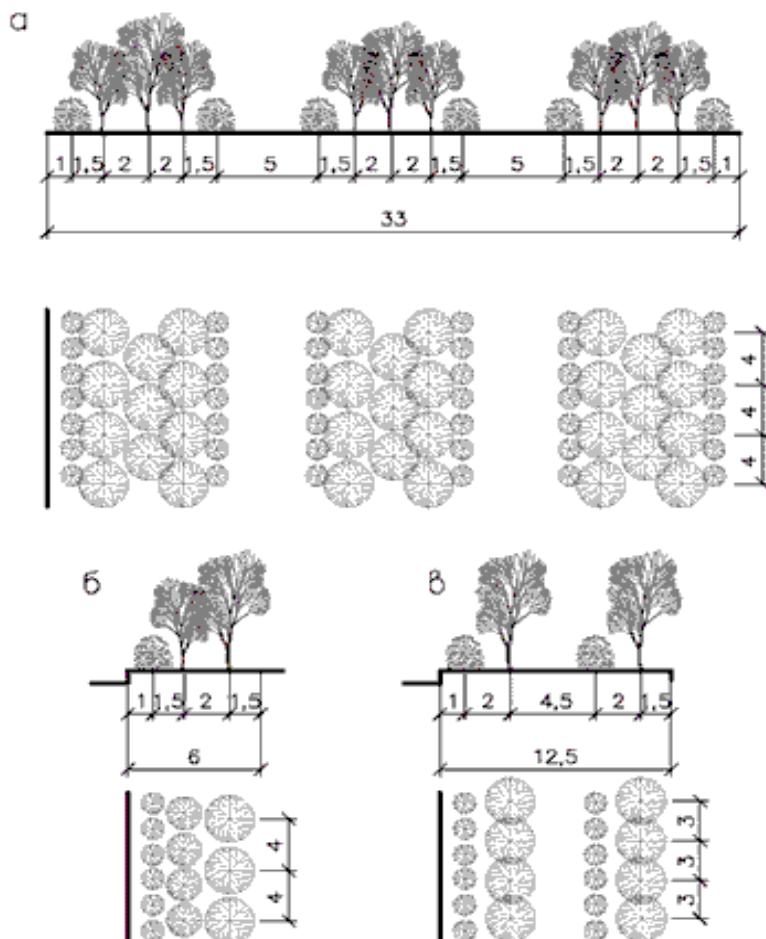


Рис. Варианты шумозащитных полос озеленения с эффективностью, дБА

Как видно из рисунка шумозащитные полосы озеленения сконструированы следующим образом:

- I ряд - низкий кустарник;
- II ряд - высокий кустарник;
- III ряд - основные древесные породы;
- IV ряд - основные древесные породы;
- V ряд - основные древесные породы;
- VI ряд - высокий кустарник.

Разнообразие предлагаемых конструкций шумозащитные качества полос зеленых насаждений, представленных на рисунке отражает возможность использования пород деревьев и кустарников, соответствующих данной климатической области.

Значительно улучшаются шумозащитные качества полос зеленых насаждений, если перед ними со стороны источника звука расположить экранирующий барьер. При этом за экраном почти полностью исключается нежелательное отражение звука в подкрановом коридоре.

В нашей работе экран выполнен из мелкопористого материала (керамическая панель) толщиной 10-50 мм. Внутри находится слой минеральной ваты. Они устойчивы к химическим веществам, однако обладают низкой механической прочностью по отношению к ударам. Поэтому мы применили экран, который снаружи защищен перфорированным профилированным металлическим листом.

Таким образом, проведение комплексных шумозащитных мероприятий приаэродромных территорий требует практического применения методики использования шумозащитных полос зеленых насаждений с учетом спектрального состава шума, конструкции, возраста, плотности и дендрологического состава посадок. Это позволит существенно улучшить экологическую обстановку на приаэродромных территориях и в Воронеже.

Несмотря на постоянное развитие методов защиты от шума, в том числе и от авиационного, внедрение рациональных инженерно-технологических разработок по совершенствованию конструктивных особенностей воздушных судов и специальных архитектурно-строительных приемов, современное проектирование микрорайонов, прилегающих к аэродромам (аэропортам) не обеспечено такой системой поддержки принятия решений.

Библиографический список

1. Градостроительные меры борьбы с шумом. / Г. Л. Осипов, Б.Г. Прутков, И.А. Шишкин. М., Стройиздат, 1975 – 215 с.
2. Шум города. Оценка и регулирование шумового режима селитебных территорий. / Н.П. Заборщикова, С.В. Пестрякова. – М.: Издательство АСВ; СПб.; СПб ГАСУ, 2004.- 112 с.
3. Шум на транспорте / Пер. с англ. К.Г. Бомштейна. Под ред. В.Е. Тольского, Г.В. Бутакова, Б.Н. Мельникова. – М.: Транспорт, 1995.- 368 с.

Reference

1. Urban development noise protecting measures. / G.L. Osipov, B.G. Prutkov, I.A. Shishkin. M. Stroyizdat, 1975- 215p.
2. Town noise. Evaluation and regulate regime noise urban territories. / N.P. Zaborshikova, S.V.Pestrykova. M., Mockery ACB; SPb; Sankt-Peterburg state Architectural Building University, 2004 – 112 p.
3. Transport noise / English tr. K.G. Bomshtein. Under reduction of V.E. Tolsky, G.V. Butakov, B.N. Melnikov. – M. Transport, 1995. – 368 p

Воронежский государственный
архитектурно-строительный универси-
тет
Д-р техн. наук, проф., Ю.А. Цеханов;
Д-р техн. наук, проф., Вед. науч. Сотруд-
ник инст. Сверхтвердых материалов АН
Украины С.Е. Шейкин
Д.В. Карих

Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., Y.A. Cehanov;
Kand. Sci. Tech., Senior Fellow, Inst. for
Superhard Materials NAS of Ukraine
S.E. Sheykin;
D.V. Karih

Ю.А. Цеханов, С.Е. Шейкин, Д.В. Карих

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭНДОПРОТЕЗОВ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ЧЕЛОВЕКА ПРИМЕНЕНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ ИНЕРТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ

Предложены пути решения проблемы использования чистого титана в парах трения, применяемых в эндопротезах тазобедренного сустава человека. Предложен способ формирования в поверхностном слое нано- и мелкодисперсных структур деформационного происхождения.

Ключевые слова: эндопротез, чистый титан, накатывание, азотирование.

Y.A. Cehanov, S.E. Sheykin, D.V. Karih

INCREASED LONGEVITY OF HIP IMPLANTS USING HUMAN BIOLOGICALLY INERT MATERIALS WITH MODIFIED SURFACE LAYER

The ways to address the use of pure titanium in friction pairs used in hip arthroplasty rights are proposed. A method of forming a surface layer of nanostructures of deforming order.

Keywords: implant, pure titanium, rolling, nitriding.

Основная черта нового тысячелетия – возрастающий интерес к увеличению качества и продолжительности человеческой жизни. В свете этого возрастают значимость и приоритет научных разработок в сфере здравоохранения.

В настоящее время в мире ежегодно имплантируется около 1 млн. эндопротезов тазобедренных суставов. При этом до 20% операций производится с целью замены деталей протеза по причине износа либо в связи с явлениями, обусловленными недостаточной совместимостью примененных материалов с тканями человеческого тела.

Сущность процессов, которые протекают в зоне контакта деталей трущейся пары наиболее полно объясняет молекулярно-механическая (адгезионно-деформация) теория трения. Эта теория определяет два пути повышения износостойкости материала:

- 1) повышение твердости поверхностей трения
- 2) снижение прочности адгезионных связей.

Повышение твердости направлено на то, чтобы затруднить пластическую деформацию и избежать микрорезания на поверхности трения, обеспечивая по возможности упругое деформирование участков контакта.

Снижение прочности адгезионной связи необходимо для предотвращения схватывания металлических поверхностей.

Из металлов, исходя из требований биосовместимости, для изготовления сферической головки эндопротеза наиболее подходит чистый титан. По этому показателю он превосходит сплавы ВТ6 [1] и комохром (на основе Co-Cr-Mo), широко применяющиеся в практике костной хирургии. Кроме того, высокая пластичность чистого титана исключает хрупкое разру-

шение детали в результате динамических нагрузок либо термической нестабильности, что зарегистрировано при применении некоторых видов керамики.

Однако основными его недостатками являются низкие механические и трибологические характеристики. Последнее не позволяет использовать детали из титана в парах трения. Таким образом, необходимым условием успешного применения чистого титана в качестве материала сферической головки эндопротеза является модификация ее рабочей поверхности, результатом которой должно стать оптимальное сочетание механических и трибологических характеристик.

Если данный подход применить к титану и его сплавам, то такую задачу можно решить созданием в поверхностном слое нано- и мелкодисперсных структур деформационного происхождения [2] и последующим азотированием.

Такой результат удалось получить в ходе формования и деформационного упрочнения сферической заготовки накатыванием между двумя параллельными вращающимися плоскостями [3]. При этом для обеспечения производительности и качества обработанного слоя необходимо, чтобы след контакта инструмента с обрабатываемым изделием последовательно охватывал всю его поверхность. Необходимым условием этого является смещение следа при каждом обороте изделия относительно предыдущего.

После обработки поверхностный слой титана характеризуется мелкозернистой глобулярной α -структурой с заметной текстурой деформации.

Для обеспечения необходимой долговечности головки эндопротеза из чистого титана после пластической деформации заготовки подвергались химико-термической обработке с использованием азота.

Трибологические свойства соединений титана с азотом находятся в сложной зависимости от кристаллографической структуры и типа химической связи. Существование широкой области гомогенности в системе Ti-N позволяет в широком диапазоне влиять на физико-химические свойства соединения и его кристаллографическую и электронную структуру [4].

Как показали экспериментальные исследования, накатывание поверхностного слоя способствует увеличению глубины диффузионного слоя и повышению его твердости, а насыщение поверхностного слоя азотом существенно повышает износостойкость и улучшает антифрикционные свойства.

Библиографический список

1. Применение нанотехнологически структурированного никелида титана в медицине. А.В. Федоров, М.Ю. Коллеров, С.С. Рудаков, П.А. Королев. Хирургия, №2, 2009, с.71-74.
2. Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации. Р.З. Валиев. Российские нанотехнологии, №1-2, 2006.
3. Патент. №2407622, Способ обработки сферических заготовок поверхностным пластическим деформированием/ Шейкин С.Е., Цеханов (Украина) Ю.А. №92693; Заявл. 09.07.2009; Оpubл. 25.01.2010, Бюл. №2/2010.
4. Структура и триботехнические свойства субмикроструктурированного титана, модифицированного ионами азота. А.В. Белый, В.А. Кукоренко, А.Г. Кононов. Трение и износ. №6, 2008, с. 571-577.

References

1. Application of nanotechnology structured doped NiTi in medicine. AV Fedorov, MY Koller, SS Rudakov, PA Korolev. Surgery, № 2, 2009, p.71-74.
2. Creation of nanostructured metals and alloys with unique properties, using severe plastic deformation. RZ Valiev. Russian Nanotechnologies, № 1-2, 2006.
3. Patent №2407622, Way of working spherical workpiece of plastic deforming/S.E. Sheykin, Y.A. Cehanov(UA) №92693; Stated 09.07.2009; Published 25.01.2010, Bull. №2/2010.
4. Structure and tribological properties of titanium submicrocrystalline modified with nitrogen ions. AV Belyy, VA Kukorenko, AG Kononov. Friction and wear. № 6, 2008, p. 571-577.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 624.011

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры
строительных конструкций, оснований и фундаментов Ф.Б. Бойматов*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)2 71-53-84
e-mail: CKOuΦ@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Candidate of Tech. Sci., associate professor of building structures, grounds and foundations constructions faculty
F.B.Boymatov*

*Russia, Voronezh, tel. +7(4732)2 71-53-84
e-mail: CKOuΦ@vgasu.vrn.ru*

Ф.Б. Бойматов

РАСЧЕТ ВЫНОСЛИВОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА НАГЕЛЬНЫХ ПЛАСТИНАХ

Рассматриваются методика расчета и зависимость коэффициента выносливости от коэффициента асимметрии изгибаемых составных деревянных элементов на нагельных пластинах при циклических нагрузках.

Ключевые слова: Выносливость, усталость, число нагружений.

F.B. Boymatov

CALCULATION OF STRENGTH FOR BENDING COMPONENTS IN TIMBERED ELEMENTS ON THOLE PLATES

Calculation method and strength coefficient dependence upon asymmetric effect for bending timbered components on thole plates are considered at cyclic loading.

Keywords: strength, fatigue a number of loadings.

Для деревянных строительных конструкций с подвесным крановым оборудованием, подкрановых балок, пролетных строений транспортерных и конвейерных галерей, несущих элементов бункеров, эстакад, площадок под машины с вращающимися частями, шпал, а также проверяемых на резонанс от действия ветра конструкций башен, подъемно-транспортных сооружений, опор ЛЭП следует принимать конструктивные схемы и виды соединений элементов, обеспечивающие рациональное использование несущей способности древесины при различных видах напряженного состояния и минимальную концентрацию напряжений, а принятые сечения проверять расчетом на выносливость, определяя предел выносливости (σ_{max}) [1].

Расчет изгибаемых элементов составных деревянных конструкций на нагельных пластинах на выносливость следует производить при многократном действии подвижных, пульсирующих, вибрационных или других видов нагрузки, вызывающей циклическое изменение напряжений и явление усталости.

$$\sigma_{max} = \frac{M}{K_w \cdot W} \leq a_o \cdot R_y \cdot \gamma_y, \quad (1)$$

где: σ_{max} - максимальные напряжения в сечениях;
 M - расчетный изгибающий момент;
 W - момент сопротивления приведенного сечения;
 K_w - коэффициент, учитывающий влияние податливости связей на момент сопротивления, определяется по формуле:

$$K_w = (1 + m_w \frac{\Delta_{св}}{\Delta})^{-1}, \quad (2)$$

где: $\Delta_{св}$ - нормированное смещение торцов;
 Δ - смещение торцов без связей;
 m_w - параметр, зависящий от геометрических и механических характеристик материала, определяемый по формуле:

$$m_w = \left[\frac{E_y \cdot J_{np} \cdot h}{(\sum E_y \cdot J \cdot h)} \right] - 1, \quad (3)$$

где: E_y - усталостный модуль деформаций древесины, $E_y = 0,8 \cdot E_d$ [3];
 E_d - модуль упругости древесины;
 J_{np} - момент инерции цельного сечения;
 J - момент инерции элемента;
 h - общая высота сечения.
 R_y - расчетные сопротивления усталости древесины при изгибе (таблица 1);
 γ_y - коэффициент, учитывающий асимметрию нагружения, определяется по формуле:

$$\gamma_y = 1,02 + 1,55 \rho - 0,92 \rho^2 \quad 4)$$

 a_o - коэффициент, учитывающий количество циклов и частоту нагружения, определяется по формуле:

$$a_o = 2,21 - 0,171 g\left(\frac{N}{w}\right), \quad (5)$$

где N - количество циклов;
 w - частота нагружения;

Таблица 1

Значения усталостных характеристик древесины (R_y)

Вид напряженного состояния элемента	Условное обозначение	Величина расчетного сопротивления усталости для древесины первого сорта, МПа
Изгиб вдоль волокон	$R_{y\gamma}$	12,00
Сжатие вдоль волокон	R_{yco}	12,00

Пределом выносливости называются величина максимального напряжения цикла с коэффициентом асимметрией ρ , соответствующая заданному числу циклов N . Коэффициент асимметрии цикла равен отношению минимального напряжения к максимальному [2].

Для возможности определения предела выносливости при промежуточных значениях ρ обычно строят зависимость коэффициента выносливости K_v , равного отношению предела выносливости к временному сопротивлению материала $R_{вр.}$, от коэффициента асимметрии цикла нагружения.

Как правило, такая зависимость представляет собой уравнение первого или i -го порядка [1].

В результате статистической обработки экспериментальных данных, полученных при испытаниях изгибаемых натурных деревянных элементов на нагельных пластинах на вынос-

ливость, получено уравнение зависимости коэффициента выносливости от коэффициента асимметрии в виде:

$$K_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{R_{ep}} = 0,340 + 0,623 \cdot \rho - 0,325 \cdot \rho^2 \quad (6)$$

На рисунке 1 представлено графическое изображение зависимости (6) и даны точки, соответствующие данным экспериментальных исследований.

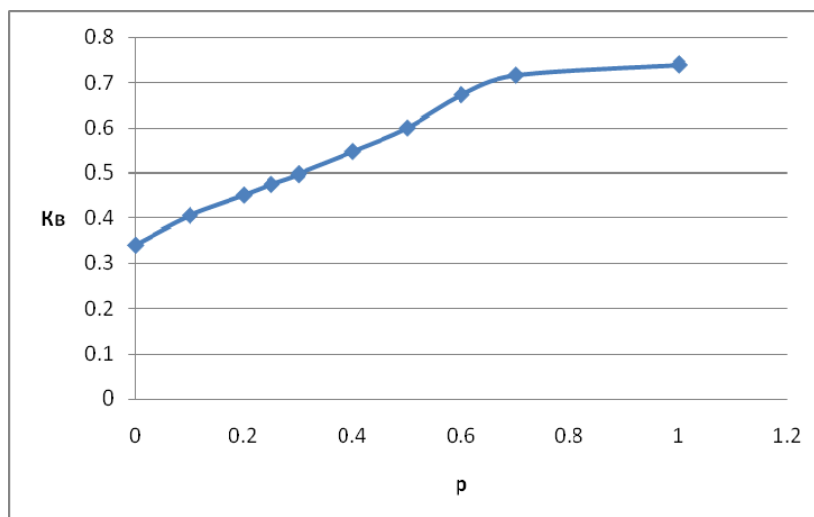


Рис. 1. Зависимость коэффициента выносливости от коэффициента асимметрии цикла нагружения

В таблице 2 приведены результаты сопоставления экспериментальных и расчетных величин коэффициента выносливости.

Таблица 2

Сравнение экспериментальных и расчетных величин коэффициента выносливости

№	Способ определения	Коэффициент выносливости при	
		$\rho=0,20$	$\rho=0,25$
1	2	3	4
1	экспериментальный	0,459	0,470
2	расчетный	0,451	0,475
3	ошибка, %	-1,77	+1,05

Значения коэффициента выносливости K_{σ}^N , соответствующего $N=2$ млн. циклов, для изгибаемых составных деревянных элементов на нагельных пластинах можно определить из уравнения

$$K_{\sigma}^N = \frac{\sigma_{\max}}{R_{ep}} = 1,075 - 0,072 \cdot \lg N \quad (7)$$

Величина коэффициента выносливости не может превышать значения коэффициента длительного сопротивления $m_{дл.сопр.} = 0,67$ [2, 3].

В результате статистической обработки экспериментальных данных установлено, что при $\rho = 0,20 \dots 0,60$ зависимость K_{σ}^N от ρ имеет вид:

$$K_{\epsilon}^N = 0,356 + 0,529 \cdot \rho \quad (9)$$

При $\rho = 0,60 \dots 1,00$ зависимость K_{ϵ}^N от ρ представляет собой прямую линию, параллельную оси абсцисс с ординатой $K_{\epsilon}^N = m_{\text{дл.сопр.}}$ (рисунок 2).

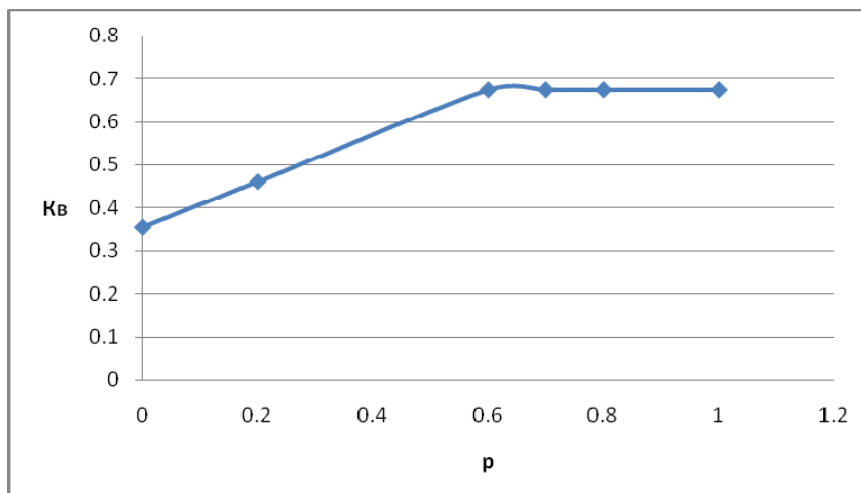


Рис. 2. Зависимость коэффициента выносливости, соответствующего количеству нагружения $N=2$ млн. циклов, от коэффициента асимметрии цикла нагружения

Из рисунка 2 видно, что для практических инженерных целей достаточно знать величину предела выносливости или коэффициента выносливости, соответствующую количеству циклов нагружения $N=2$ млн. [2, 3]. Дальнейшее увеличение числа циклов практически не влияет на эксплуатационные характеристики конструкций. В связи с этим, при проектировании деревянных составных элементов на нагельных пластинах, работающих на изгиб в условиях длительного циклического нагружения, необходимо определить зависимость коэффициента выносливости K_{ϵ}^N , соответствующего $N=2$ млн. циклов, от коэффициента асимметрии цикла нагружения.

Библиографический список

1. Прокофьев А.С. Усталость древесины / Известия высших учебных заведений/ Строительство и архитектура. – 1985 №2. с. 18-21;
2. 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;
3. Бойматов Ф.Б. Выносливость соединения составных мостовых деревянных брусьев на нагельных пластинах: дис. канд. техн. наук. 05.23.01. – Воронеж, ВИСИ .1996.

References

1. Prokofiev A.S. Timber Fatigue Proceedings of Higher Educational Institutions/Construction and Architecture 1985 №2 p.p.18-21;
2. Shengeliya A.S., Znamenskiy E.M., Prokofiev A.S. and others. Textbook in timbered constructions design (to the state standards 11 25-80) M 1986 p.215;
3. Boymatov F.B. Strength of jointing built-up timbered bridge beams on thole plates: Dissertation for a candidate's degree of technical sciences 05.23.01 Voronezh, VCEI, 1996

*Воронежский государственный
архитектурно – строительный университет
Канд. тех. наук, доцент кафедры
железобетонных и каменных конструкций
С.Н. Золотухин;
Магистрант кафедры железобетонных и
каменных конструкций Е.Ю. Калашникова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-59-18
e-mail: ust@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 con-
structions faculty E.Yu. Kalashnikova
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-59-18
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

С.Н. Золотухин, Е.Ю. Калашникова

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОЙ ФОРМЫ АНТЕННЫХ ОПОР РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СВЯЗИ

Статья посвящена вопросам ресурсосбережения при строительстве башен сотовой связи сети «Вотек Мобайл». Произведен анализ конструктивной формы антенных опор, рассмотрены вопросы, связанные с проектированием башен, а также проанализированы группы башенных опор по конструктивному решению стволов, количеству граней, типу решетки. На основании изложенного анализа существующей методики проектирования конструкций опор башенного типа отдано предпочтение трехгранным трубчатым башням с крестовой решеткой.

Ключевые слова: антенная опора, башня, мачты, решетчатые и сплошные опоры, профили, трубчатое и уголковое сечение, грани, решетка, оптимизация.

S.N. Zolotuhin E.Yu. Kalashnikova

THE ANALYSIS OF THE CONSTRUCTIVE FORM OF ANTENNA SUPPORT OF RADIO RELAY COMMUNICATION

Article is devoted questions of savings of resources at building of towers of cellular communication of a network «Votek Mobajl». The analysis of the constructive form of antenna support is made, the questions connected with designing of towers are considered, and also groups of tower support under the constructive decision of trunks, quantity of sides, lattice type are analysed. On the basis of the stated analysis of an existing technique of designing of designs of support of tower type the preference is given to trihedral tubular towers with a crosswise lattice.

Keywords: Antenna support, tower, masts, trellised and continuous support, profiles, tubular and angular section, sides, a lattice, optimization.

Развитие мобильной связи «Вотек Мобайл» в Воронежской области и в целом по России происходит ускоренными темпами, что требует в кратчайшие сроки создания большого количества радиорелейных опор. Значительные резервы в решении этой задачи заложены в совершенствовании строительных конструкций антенных опор и фундаментов на основе оптимального проектирования с учетом требований экономичности, ресурсо-эффективности, технологичности и эксплуатации.

В новых условиях рыночной экономики конструкции должны обладать низкой стоимостью, гарантированным качеством, изготавливаться в кратчайшие сроки и направлены на сохранение конкурентоспособности национальной продукции на мировом рынке. Поэтому для решения поставленных задач был произведен анализ конструктивных форм антенных опор радиорелейной связи, применяемых в сети ЗАО «Вотек Мобайл».

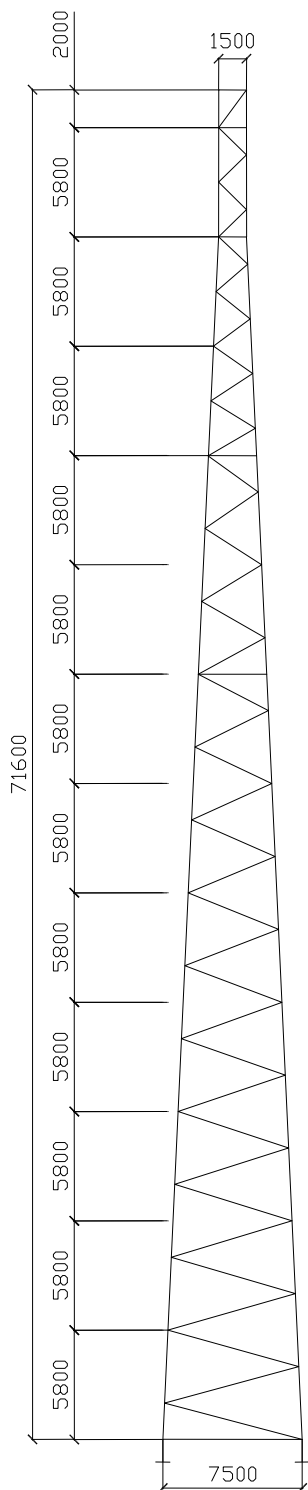


Рис. 1. Общий вид типовой антенной опоры «Рамболь» сети «Вотек Мобайл»

В зависимости от статической схемы все высотные сооружения подразделяются на две группы — башни и мачты [1]. Башни надежнее в эксплуатации, занимают меньшую по сравнению с мачтами площадь застройки, но обладают большей металлоемкостью. В условиях городской застройки, где остро стоит вопрос об ограничении площади застройки, предпочтение отдают башням. На рис. 1 представлено типовое решение антенной опоры радиорелейной связи сети ЗАО «Вотек Мобайл» [2, 3].

В настоящее время башни занимают 85-90% от объёма, остальную долю составляют мачты, которые устанавливаются на земле и на крышах зданий различного назначения.

Башенные опоры разделяются на следующие группы по:

1. Конструктивному решению стволов.
2. Количеству граней.
3. Типу решетки.

По конструктивному решению стволов опоры разделяются на решетчатые и сплошные. Решетчатые опоры, используемые ЗАО «Вотек Мобайл» в зависимости от применяемого сортамента профилей для элементов могут быть разбиты на две подгруппы:

а) из хорошо обтекаемых профилей, выполняемые из трубчатых и сплошных круглых стержней, обладающих наименьшими коэффициентами обтекания (рис. 2);

б) выполняемые из уголков (рис. 3), швеллеров и прочих профилей, имеющих большие коэффициенты обтекания.

В зависимости от формы ствола в плане — на треугольные, квадратные, шестиугольные и т. д.

Трубчатые профили по сравнению с уголковыми имеют высокие аэродинамические характеристики, обладают равноустойчивостью и хорошо работают в агрессивных средах. Однако узлы таких опорных конструкций имеют сложную конструкцию и требуют применения специальных марок сталей для фланцевых соединений.

По количеству граней — трех-, четырех- и многогранные; по конфигурации — без переломов граней по высоте и с переломами граней; по схеме решетки — с треугольной, ромбической, крестовой и другими решетками.

Наибольшее распространение имеют четырехгранные и трехгранные конструкции. Наиболее экономичной конструкцией является трехгранная башня, так как вес четырехгранной башни больше на 10-15%.



Рис. 2. Общий вид решетчатой башни круглого сечения «Рамболь» сети «Вотек Мобайл»



Рис. 3. Общий вид решетчатой башни углового сечения «Энергомаш» сети «Вотек Мобайл»

Однако разница в стоимости этих башен будет больше из-за увеличения количества стержней и, следовательно, повышения трудоемкости и монтажа.

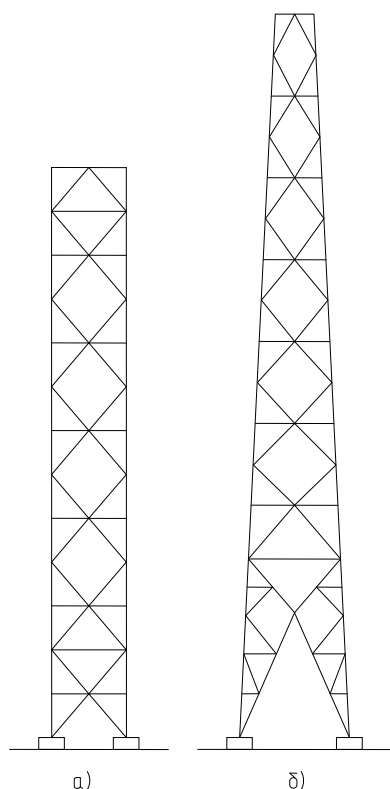


Рис. 4. Силуэты башен

Трехгранные конструкции более податливы при кручении, чем четырехгранные, поэтому чаще применяются в качестве опоры направленных ультракоротковолновых антенн. Трехгранные башни менее металлоемки, не требуют устройства диафрагм для обеспечения неизменяемости контура, менее чувствительны к осадкам фундаментов, имеют меньшее число сборочных элементов, но, вместе с тем, им присущи существенные недостатки. Расположение граней в плане под углом 60° не позволяет применять для поясов обычные уголки и крестовые сечения из них, усложняются узлы сопряжения элементов. При взгляде на такую башню сбоку параллельно одной из граней она кажется асимметричной, а вблизи — "падающей", что делает ее непривлекательной с эстетической точки зрения.

Многогранные башни уступают четырехгранным по конструктивным и технологическим показателям, по расходу стали они могут оказаться более экономичными лишь при высоте более 150 метров. Их применяют исключительно редко, главным образом в уникальных конструкциях, исходя из архитектурных соображений.

Призматические башни (рис. 4, а) применяют при небольшой высоте, например, в осветительных вышках и водонапорных башнях. В этих условиях несоответствие между очертанием башни и эпюрой изгибающих моментов от вет-

ровой нагрузки не существенно сказывается на повышении металлоемкости конструкций, а изготовление и монтаж призматических башен значительно проще, особенно при габаритных размерах, допускающих перевозку укрупненных отправочных марок.

Пирамидальные башни (рис. 4, б) частично сохраняют технологические преимущества призматических и имеют более удачные показатели по распределению усилий, однако малая повторяемость элементов приводит к большому количеству типоразмеров элементов.

Башни с переломами граней по высоте (рис. 1,5) состоят из призматической и пирамидальных частей. С помощью переломов граней обеспечивается соответствие между конфигурацией башни и эпюрой изгибающих моментов от действия ветровой нагрузки, а также повышается архитектурная выразительность сооружения. Вместе с тем узлы сопряжения поясов в местах их перелома сложны по конструкции и трудоемки в изготовлении. Обычно предусматривают 1-2 перелома. В телевизионных башнях изменение сечения по высоте достигается не только за счет переломов поясов, но и путем использования двух призматических частей разных размеров.

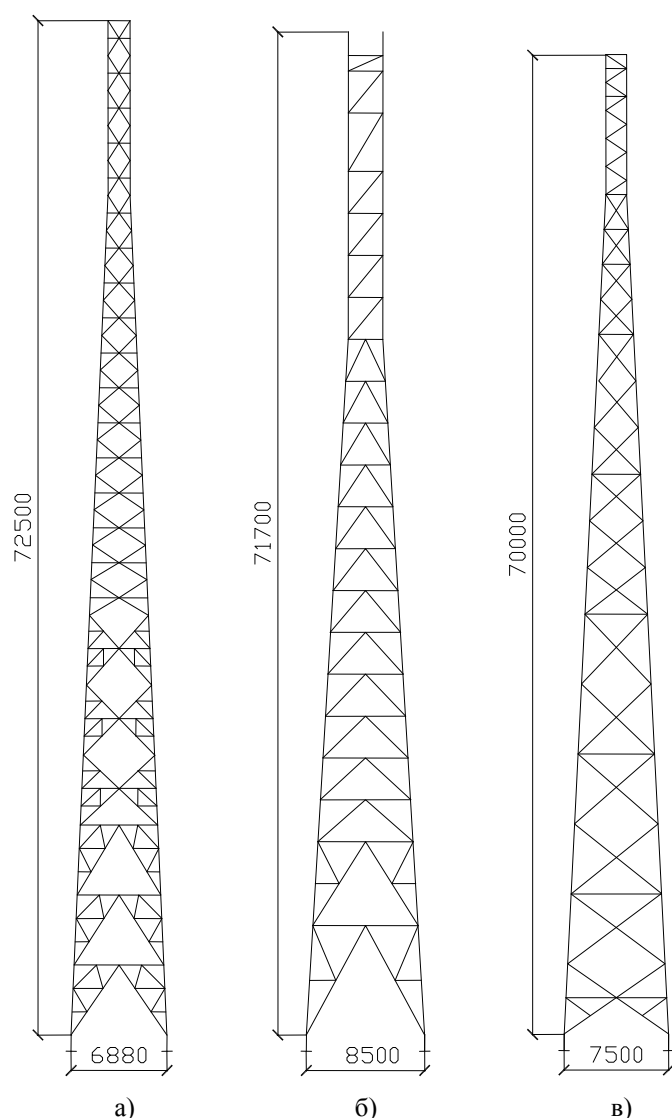


Рис. 5. Общие виды типовых антенных опор сети «Вотек Мобайл»: а) «Белмет»; б) «ТВСвязь»; в) «Энергомаш»

Тип решетки зависит от геометрической формы поясов, так как их жесткость определяет величину допустимого размера панелей [1, 4]. Простая треугольная решетка (рис. 1) работает только на поперечную силу. При установке распорок (рис. 5,б; призматическая часть) уменьшение расчетной длины поясов приводят к их изгибу. Аналогичное явление наблюдается при ромбической решетке (рис. 5,а). В крестовой решетке (рис. 5,в) раздвижку ветвей сдерживают распорки, непосредственно связанные с раскосами, поэтому эффект появления дополнительных напряжений здесь проявляется наиболее сильно, но изгиб ветвей не возникает, дополнительные напряжения разгружают пояса, сжимают раскосы и растягивают распорки. При крестово-ромбической решетке также будут разгружаться пояса, растягиваться распорки и сжиматься раскосы, но появится изгиб поясов, правда, весьма малый, так как раздвижке ветвей будут препятствовать в основном распорки. Незначительный изгиб ветвей и распорок наблюдается при полураскосной решетке (рис. 5,б; пирамидальная часть).

Учитывая указанные выше особенности работы различных схем решеток, выбор того или иного типа производится исходя из габаритных размеров сооружения, конкретных условий эксплуатации, изготовления и монтажа. Треугольная решетка с совмещенными узлами нерациональна, поскольку

ку гибкость поясов (при применении постоянного профиля в сечениях данной панели) различна и может применяться лишь в случаях, когда необходима организация в гранях определенно ориентированных проемов.

Проанализировав основные типы конфигурации (силуэтов) и схемы решеток башен предпочтение отдается трехгранной башне с одним переломом граней по высоте и крестовой решеткой, так как она лучше других воспринимает усилия от ветровых нагрузок, а также обеспечивает наибольшую жесткость конструкции и поэтому в настоящее время является наиболее распространенной в изучении такого класса конструкций. Как показывает практика, 70% антенных опор сети сотовой связи «Вотек Мобайл» проектируется с крестовой решеткой и шпренгелями.

Библиографический список

1. Металлические конструкции. Специальные конструкции и сооружения /под. ред. В. Горева. — М.: Высш. шк., 1999. — 544 с.
2. Патент на полезную модель №37749.
3. Рабочий проект. Башня «RAMBOLL» H=71,6м. Серия C0407-71,6. ЗАО «РАМ-БОЛЬ». Санкт-Петербург, 2007 г.
4. Металлические конструкции. Справочник проектировщика /под общ. ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им Н.П. Мельникова). — М.: Изд-во АСВ, 1998.
5. Рабочий проект. Башня радиосвязи высотой H=70м. Шифр СТ70-Т7. ООО «Бел-мет», 2010 г.
6. Рабочий проект. Башня сотовой связи высотой H=72м. Инженерный центр «ЭНЕРГОМАШ». Белгород, 2007 г.
7. Конструкции металлические. Башня связи высотой H=70м сети ЗАО «Вотек Мобайл» 1615/09-01-КМ. ЗАО СМФ «ТВСвязь». Пенза, 2009 г.

References

1. Metal designs. Special designs and constructions/ under edition V. Goreva. — M.: higher school, 1999. — 544 p.
2. The patent for useful model №37749.
3. The equipment design. A tower «RAMBOLL» H=71,6m. Series C0407-71,6. Company "RAMBOLL". St.-Petersburg, 2007.
4. Metal designs. A directory of the designer / under edition V.V. Kuznetsova. — M: Publishing house ASV, 1998.
5. The equipment design. A tower of a radio communication in height H=70m. Code number СТ70-Т7. "Belmet", 2010.
6. The equipment design. A tower of cellular communication in height H=72m. Engineering center "ENER-GOMASH". Belgorod, 2007.
7. Designs metal. A tower of communication in height H=70m of a network of Company «Votek Mobajl» 1615/09-01-KM. Company "TBCвязь". Penza, 2009.

*Воронежский государственный
Архитектурно-строительный университет
К-т техн. наук, проф. кафедры
строительных конструкций, оснований и
фундаментов Калугин П.И.
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 of Building Constructions,
Basements and Foundations Department
Kalugin P.I.
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-59-26
e-mail: romanu36@yandex.ru*

П.И. Калугин

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ОСНОВАНИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рассмотрены особенности работы оснований реконструируемых сооружений. Приведены позитивные и негативные процессы в грунтах оснований и связанные с ними изменения физико-механических свойств грунтов. Показано, что основания реконструируемых сооружений имеют значительные резервы прочности, которые могут быть использованы при надстройках реконструируемых сооружений.

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

P.I. Kalugin

FEATURES OF WORK OF THE BASES OF MAINTAINED BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

The features of work of the bases of reconstructed constructions are examined. Positive and negative processes in the bases and the changes of physicomachanical properties connected with them are resulted. It is shown that the bases of reconstructed constructions have considerable reserves of durability which can be used at superstructures of reconstructed constructions.

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

Длительная эксплуатация зданий и сооружений приводит к развитию позитивных и негативных процессов в грунтах оснований, вызывающих изменения физико-механических свойств грунтов на уровне подошвы фундамента и ниже по глубине сжимаемой толщи. Эти процессы зависят от времени действия нагрузки и её интенсивности.

За время эксплуатации сооружений в основаниях происходят изменения:

- естественного напряженного состояния грунта под влиянием дополнительных (к природному) нагрузок;
- природного сложения грунтов;
- естественного теплового режима и условий аэрации;
- гидрогеологического режима участка.

В результате этих изменений в грунтах оснований:

- уменьшается коэффициент пористости, вследствие чего упрочняется грунт и увеличивается модуль деформации;
- повышается влажность в пределах площади застройки (особенно для связных грунтов), что приводит к снижению несущей способности грунтов.

Эти изменения свойств грунтов оснований за время эксплуатации сооружений зависят от минералогического и гранулометрического состава грунтов, характера и интенсивности

нагрузок, гидрогеологических условий и техногенных воздействий на основания. Их можно прогнозировать во времени и учитывать в расчётах при реконструкции зданий и сооружений.

Осадка оснований связана с уплотнением грунтов, а время её стабилизации зависит от вида и состояния грунтов. Фактическая осадка зданий и сооружений составляет обычно 25-30% расчётных и только иногда достигает 70-80%. Всё это связано с изменением (увеличением) физико-механических характеристик грунтов оснований, обжатых длительной нагрузкой от сооружений.

Анализ многочисленных данных изысканий при реконструкции зданий и сооружений показывает, что плотность грунтов в среднем возрастает на 10-15%, а под подошвой фундаментов – на 18-21%. Это уплотнение распространяется до глубины $(1,7 \dots 2)b$ (b – ширина подошвы фундамента). Наиболее интенсивное увеличение плотности происходит до глубины $(0,5 \dots 1,0)b$. Уплотнение грунтов происходит также в стороны от обреза фундамента на расстояние $(0,7 \dots 1,2)b$.

По данным П.А. Коновалова [1] в зависимости от срока эксплуатации сооружения коэффициент пористости при давлении $P=0,25-0,3$ МПа уменьшается: для песков на 8,9% (при сроке эксплуатации до 50 лет) и на 12,8% (при сроке эксплуатации более 50 лет), для глин на 7% (до 50 лет) и - 9,8% (более 50 лет). Глинистые грунты в основаниях уплотняются менее интенсивно, чем песчаные, хотя абсолютные значения уплотнения примерно одинаковы.

В основаниях длительно эксплуатируемых сооружений имеют место два явления: незначительное снижение прочности грунтов как процесса реологии и упрочнение в процессе уплотнения.

Происходящие в грунтах реологические процессы несущественно влияют на несущую способность оснований и могут не учитываться.

Уменьшение коэффициента пористости ведёт к увеличению несущей способности и модуля деформации грунтов.

Вместе с тем, в основаниях длительно эксплуатируемых сооружений часто фиксируются и негативные процессы, приводящие к ухудшению свойств грунтов. К ним относится прежде всего увеличение влажности грунтов (особенно в зоне контакта с фундаментами) вследствие нарушения аэрационного и теплового режимов, выпадения атмосферных осадков, интенсивности испарения, сезонного промерзания и оттаивания грунтов.

Существенную роль в повышении влажности грунтов играет утечка техногенных вод из коммуникаций. В крупных городах в последние годы устойчиво наблюдается развитие подтопления, вызывающее общее повышение уровня подземных вод.

Изменение гидрогеологических условий ведет к изменению прочностных и деформационных свойств грунтов. Происходит увеличение консистенции глинистых грунтов, ведущее к необратимым пластическим деформациям. Изменение влажности глинистых грунтов оснований эксплуатируемых сооружений составляет от 5 до 40%. Следует отметить, что увеличение влажности практически не зависит от давления на грунты оснований. Наиболее интенсивно влажность увеличивается в первые 20 лет эксплуатации сооружения. Особенно пагубно повышение влажности для просадочных и набухающих грунтов. Однако, влажность грунтов в период эксплуатации сооружений может и последовательно снижаться, вызывая усадку, уменьшение пористости и соответствующее им уплотнение грунтов. Обычно рост влажности происходит от границ площади застройки к её центру. Это вызывает увеличение влажности обычно под центральной частью сооружения. Следовательно, повышение влажности, особенно связных грунтов, приводит к снижению их прочностных характеристик.

В связи с изменением физических характеристик грунтов происходит изменение их прочностных показателей. У глинистых грунтов удельное сцепление за период эксплуатации

сооружений может возрасти до 50% в зависимости от их консистенции и давления по подошве фундамента [2]. Угол внутреннего трения у глинистых грунтов практически не изменяется во времени (возможно увеличение на 1-2 градуса). В песчаных грунтах рост удельного сцепления за период эксплуатации сооружения практически не наблюдается, а угол внутреннего трения увеличивается на 1...4 градуса, хотя имеются случаи, когда он увеличивается до 11%.

В ЦНИИ промзданий составлены эмпирические формулы для определения угла внутреннего трения φ и удельного сцепления c несвязных грунтов [3]:

а) для песков, кроме мелких

$$\varphi_t = \varphi_0 + 0,0614 \cdot t;$$

$$c_t = c_0 + 0,0372 \cdot t;$$

б) для мелких песков

$$\varphi_t = \varphi_0 + 0,0369 \cdot t;$$

$$c_t = c_0 + 0,0490 \cdot t,$$

где φ_t, c_t – соответственно φ и c уплотненного грунта для прогнозируемого времени;

φ_0, c_0 – то же неуплотненного грунта до обжатия нагрузкой от сооружения;

t – время загрузки основания.

Эти формулы дают хорошую сходимость с экспериментальными данными и могут быть использованы для прогнозирования прочностных характеристик песчаных грунтов, уплотненных длительной нагрузкой.

Значение модуля деформации песчаных грунтов при среднем давлении по подошве фундамента $P=300$ кПа может возрасти в 2,1 раза. Следует отметить, что увеличение модуля деформации песчаного грунта происходит более интенсивно, чем уменьшение его пористости. В мелких песках модуль деформации растёт более интенсивно. Модуль деформации глинистых грунтов повышается в 2-3 раза. При повышении влажности (подъёме уровня подземных вод) он снижается в 1,5-2 раза.

По данным многих исследователей установлено, что при длительной эксплуатации сооружений (более 15 лет) существенно увеличивается расчетное сопротивление грунтов оснований R за счёт улучшения их свойств. Для песчаных грунтов значение R увеличивается на 40-70%, для глинистых – на 40-55%.

Ещё в 30-е годы прошлого века при реконструкции сооружений стали повышать допускаемое давление (расчетное сопротивление) на основание. В строительных нормах 1956г. (НиТУ 137-56) указывалось, что "расчетное сопротивление грунта под фундаментами зданий и сооружений при их конструировании может быть повышено до 40% в зависимости от влажности грунта и состояния конструкций по результатам обследования".

Изменение свойств грунтов, уплотненных нагрузкой от сооружений, вызывает изменение (уменьшение) сжимаемой толщи основания H_c по сравнению с расчётной, вычисленной любым из существующих методов [4]. Так, при среднем давлении $P=0,25-0,30$ МПа глубина сжимаемой толщи под квадратным фундаментом составляет $(2-2,5) \cdot b$, под ленточным - $(2,5-3,5) \cdot b$.

Грунт наиболее сильно уплотняется в верхнем слое на глубину $(0,5-1,5) \cdot b$. Следовательно, рост осадки во времени при действии постоянной нагрузки происходит вследствие уплотнения верхнего слоя грунта сжимаемой толщи. Фактическая величина сжимаемой толщи загруженных оснований тем меньше расчётной, чем выше значение модуля деформации.

Исследования фактической величины сжимаемой толщи H_c в основаниях реконструируемых сооружений позволяет сделать выводы:

- при среднем давлении $P \leq 0,25$ МПа она составляет 50-80% значений, определенных по нормам и возрастает пропорционально увеличению ширины подошвы фундамента;

- чем больше глубина заложения подошвы фундамента, тем меньше фактическая сжимаемая толща H_c ;

- фактическая глубина сжимаемой толщи пропорциональна среднему давлению и зависит от модуля деформации.

Отсюда следует, что при расчёте оснований, уплотнённых длительной нагрузкой, по деформациям, наличие уплотнённой зоны грунта должно учитываться путем введения в расчёт осадки фактического значения модуля деформации, выявленного при обследовании грунтов оснований реконструируемого сооружения.

Таким образом, анализ работы загруженных оснований показывает, что их несущая способность используется неэффективно. Степень использования предельной средней расчётной осадки для подавляющего большинства сооружений невелика.

Учёт повышения прочностных и деформационных характеристик грунтов оснований реконструируемых сооружений в результате их длительной эксплуатации позволяет зачастую исключить необходимость проведения трудоёмких работ по искусственному упрочнению грунтов оснований или увеличению размеров фундаментов.

Библиографический список

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

References

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

*Воронежский государственный
Архитектурно-строительный университет
К-т техн. наук, проф. кафедры
строительных конструкций, оснований и
фундаментов Калугин П.И.
Инженер Департамента науки и инноваций
Никишова О.В.
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 of Building Constructions,
Basements and Foundations Department
Kalugin P.I.
The engineer of Department of Science and
Innovations Nikishova O.V.
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-59-26
e-mail: romanu36@yandex.ru*

П.И. Калугин, О.В. Никишова

ОБ УЧЕТЕ ВЛИЯНИЯ КУСТОВОГО ЭФФЕКТА НА НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА

Исследуются особенности работы свай в кусте. Обосновывается снижение несущей способности и повышение осадки свайного куста по сравнению с несущей способностью и осадкой одиночной сваи. Эти изменения зависят от вида и состояния грунтов основания и относительной глубины погружения сваи.

Ключевые слова: кустовой эффект, трение по боковой поверхности, сопротивление грунта под острием свай, несущая способность свай.

P.I. Kalugin, O.V. Nikishova

ABOUT THE ACCOUNT OF INFLUENCE OF SECTIONAL EFFECT ON BEARING ABILITY OF THE PILE FOUNDATION

The features of work of piles in a bush are investigated. Decrease in bearing ability and increase deposits of a pile bush in comparison with bearing ability and deposits of a single pile is proved. These changes depend on a kind and a condition of the basis and relative depth of plunging of a pile.

Keywords: sectional effect, friction on a lateral surface, resistance of the base under an edge of piles, bearing ability of piles.

Экспериментально установлено, что совместная работа свай в кусте существенно отличается от работы одиночной сваи. Эта особенность получила название "кустового эффекта". Влияние кустового эффекта на работу свайных фундаментов сложно, неоднозначно и зависит от многих факторов.

Так, при забивке свай в мягкие глинистые грунты несущая способность свай определяется в основном сопротивлением грунта на их боковой поверхности, которое составляет до 90 %. В таких случаях несущая способность свайного фундамента, состоящего из группы свай, может оказаться меньше, чем сумма несущей способности свай, образующих куст, так как вероятно продавливание всего куста вследствие среза грунта по его периметру.

Известно, что при малом расстоянии между сваями в кусте, грунт между ними сильно уплотняется, выделяется из окружающего массива грунта и перемещается при нагружении свай вместе с ними как одно целое. В результате уменьшается сопротивление по боковой поверхности, так как периметр такого свайно-грунтового массива обычно меньше суммы периметров отдельных свай.

Выявлено, что при расстоянии между осями свай в кусте $3d$ (d – диаметр сваи) и их относительном заглублении $h/d \leq 25$, удельное трение грунта по боковой поверхности свай снижается в среднем в 2 раза, а сопротивление грунта под острием свай куста примерно равно сопротивлению грунта под остриём одиночной сваи. Можно утверждать, что уменьшение сил трения грунта по боковой поверхности свай куста является основным фактором, изменяющим их среднюю несущую способность.

С другой стороны, сопротивление грунта под концами свай куста несколько возрастает в результате увеличения площади опирания. Происходит также некоторое увеличение сил трения по боковой поверхности свай за счёт дополнительного уплотнения грунта вследствие забивки соседних свай, что приводит к незначительному увеличению несущей способности свай в кусте. Следовательно, несущую способность куста свай нужно определять с учетом этих факторов [1].

В настоящее время получено большое количество экспериментальных исследований взаимодействия одиночной сваи и свай в кусте с окружающим грунтом. Свайный фундамент с низким ростверком, опирающийся на поверхность грунта, даёт эффект блокирования межсвайного грунта (когда группа свай в кусте и межсвайный грунт перемещаются как одно целое), который наблюдается даже при $c \leq 4d$ (c – расстояние между осями свай). Поэтому при расчёте свай в кусте необходим учёт их взаимного влияния.

До настоящего времени нет ясного представления об изменении (увеличении или уменьшении) несущей способности свай в кусте по сравнению с несущей способностью одиночной сваи. Поэтому в практических расчётах не учитывается изменение несущей способности свай в кусте по сравнению с несущей способностью одиночной сваи.

Так в СНиП 2.02.03-85, а также в СП 50-102-2003 сказано, что несущая способность "одиночной сваи в составе фундамента и вне его" рассчитывается по одному и тому же условию. Между тем можно показать, что уменьшение средней несущей способности сваи в кусте происходит за счёт уменьшения сил трения по их боковой поверхности.

Запишем отношение средней величины несущей способности сваи куста при расстоянии между осями свай $3d$ к несущей способности одиночной сваи

$$C_k = \frac{F_0 + \beta \cdot \frac{U_k}{U_{св}} \cdot F_S}{F_0 + F_S}, \quad (1)$$

где C_k – показатель отношения несущей способности свай куста к несущей способности одиночной сваи;

F_0 – несущая способность грунта под нижним концом одиночной сваи;

F_S – несущая способность грунта по боковой поверхности одиночной сваи;

β – коэффициент, учитывающий снижение средних удельных сил трения грунта по боковой поверхности куста свай;

U_k – периметр куста свай;

$U_{св}$ – суммарный периметр свай, входящих в куст.

Обозначив отношение несущей способности грунта по боковой поверхности к несущей способности грунта под нижним концом одиночной сваи через $m = F_S / F_0$, получим

$$C_k = \frac{1 + \beta \cdot \frac{U_k}{U_{св}} \cdot m}{1 + m}. \quad (2)$$

Значение коэффициента β можно определить из многочисленных опытных данных [2].

Рассматривая свайный фундамент как заглубленный условный массивный фундамент, размеры которого в плане соответствуют очертаниям свайного фундамента, а по глубине –

глубине забивки свай, определим изменение силы трения грунта по боковой поверхности этого фундамента по сравнению с силами трения грунта по боковой поверхности одиночной сваи. Тогда значение коэффициента β можно определить из выражения:

$$\beta = \frac{U_{св} \cdot F_s}{U_{\kappa} \cdot F_s} \quad (3)$$

Значение коэффициента β , вычисленное для кустов из четырёх, шести и восьми свай, составляет в среднем $\beta=0,7$ для свай с относительным заглублением в грунт $h/d>25$. При относительном заглублении свай $h/d<25$ коэффициент $\beta=0,5$. Данные испытаний показывают также, что сопротивление грунта под остриём свай куста практически не зависит от количества свай.

Наряду с изменением сопротивления грунта по боковой поверхности свай свайного фундамента нужно отметить ещё одну причину снижения несущей способности куста свай. Если свайный фундамент работает как заглубленный массив совместно с грунтом, заключенным между сваями, срез грунта по боковой поверхности куста свай происходит на некотором расстоянии от свай, где грунт имеет меньшую плотность, чем грунт, прилегающий к их боковой поверхности.

У одиночных свай срез грунта происходит в зоне, непосредственно прилегающей к её боковой поверхности, где грунт имеет наибольшую плотность. Поэтому и величина сил трения грунта по боковой поверхности одиночной сваи выше, чем для куста свай.

При определении несущей способности грунта основания ростверка для установления величины сил трения грунта по грунту, находящегося от боковой поверхности сваи на расстоянии до $3d$, получено значение понижающего коэффициента $\beta \approx 0,66$.

При большой глубине забивки свай, когда влияние разрыхления грунта в верхней зоне на изменение сопротивления по боковой поверхности свай незначительно, это обстоятельство является основной причиной уменьшения сил трения по боковой поверхности свайного фундамента. Это не наблюдается в рыхлых грунтах, которые значительно уплотняются при забивке соседних свай без выпучивания грунта на поверхность. При забивке свай на глубину, при которой достигается оптимальное уплотнение грунтов в межсвайном пространстве, в случае рыхлых грунтов наблюдается увеличение сил трения по боковой поверхности свайного фундамента и сопротивления грунта под остриём свай.

Как показывают экспериментальные исследования, в глинистых грунтах, а также мелких и пылеватых песках несущая способность свай в кусте, как правило, уменьшается по сравнению с несущей способностью одиночной сваи, а в песках крупных и средней крупности – увеличивается.

Учёт понижающего коэффициента β при определении несущей способности свай куста даёт удовлетворительную сходимость с несущей способностью, определенной по формуле, предложенной на кафедре механики грунтов, оснований и фундаментов МГСУ, которая учитывает более интенсивное уплотнение грунтов при забивке группы свай и снижение сил трения по их боковым поверхностям при совместной работе [3]:

$$F_d = \gamma_c \cdot [\gamma_{CR} \cdot (1 + B^6) \cdot R \cdot A + A^6 \cdot U \Sigma \gamma_{CF} \cdot f_i \cdot h_i], \quad (4)$$

где B^6 и A^6 – коэффициенты соответственно увеличения сопротивления грунта под нижним концом сваи в результате его уплотнения и уменьшения сопротивления по боковой поверхности сваи в результате совместной работы свай в фундаменте.

Остальные обозначения те же, что и в формуле определения несущей способности одиночной свай.

Для свайных фундаментов с расстоянием между осями свай $3d$ составлены таблицы коэффициентов B^e и A^e , которые определяются в зависимости от числа свай в фундаменте и относительной глубины их погружения.

Что касается осадки свайного куста, то вследствие увеличения давления под кустом свай при одинаковой нагрузке осадка сваи куста при совместной работе свай будет всегда больше осадки одиночной сваи. Это объясняется тем, что в свайном кусте происходит наложение напряжений, вследствие чего давление на грунт в уровне нижних концов свай возрастает, одновременно с этим под кустом свай формируется значительно большая по сравнению с одиночной сваей общая активная зона сжатия грунта.

Библиографический список

1. Грутман М.С. Свайные фундаменты. Киев: Изд-во Будівельник, 1969. – 274 с.
2. Ободовский А.А. Проектирование свайных фундаментов. М., 1986. – 237 с.
3. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. М., Изд-во АСВ, 1994. – 523 с.

References

1. Grutman M. S. The pile foundations. Kiev: Publishing house Budivelnik, 1969. – 274 p.
2. Obodovsky A.A. Designing of the pile foundations. M. -1986. – 237 p.
3. Uhov S.B., etc. Mechanics of soils, the bases and the foundations. M, Publishing house ASV, 1994. – 523 p.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Старший научный сотрудник кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов Н.С. Сова
Канд. физ.-мат.наук, старший научный сотрудник кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов
И.Ш. Алирзаев
Россия, г.Воронеж, тел.89601190337;
e-mail: imranalirzaev@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Senior researcher of the Chair of Building Designs Constructions, Bases and Foundations
N.S. Sova
Ph.D. in Physics and Mathematics, Senior researcher of the Department of of Building Designs, Bases and Foundations
I.Sh. Alirzaev
Russia, Voronezh, tel.89601190337;
e-mail: imranalirzaev@yandex.ru.*

Н.С. Сова, И.Ш. Алирзаев

УСИЛЕНИЕ ПОД НАГРУЗКОЙ СТАЛЬНЫХ КОЛОНН НЕСУЩИХ КАРКАСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Рассматриваются конструктивные решения и методы производства работ по усилению стальных колонн под нагрузкой. Приводится характер распределения усилий в поперечных связях, препятствующих отрыву элементов усиления от основной конструкции.

Ключевые слова: усиление колонн, конструктивные решения, распределение усилий.

N.S. Sova, I.Sh. Alirzaev

STRENGTHENING UNDER LOADING OF STEEL COLUMNS OF BEARING SKELETONS OF INDUSTRIAL BUILDINGS

Constructive decisions and methods of manufacture a ra-boat on strengthening of steel columns under loading are considered. Character of distribution of efforts in the cross-section communications interfering a separation of elements of strengthening from the basic design is resulted.

Keywords: column reinforcement, constructive decisions, reinforcement distribution.

Одним из важных факторов, влияющих на выбор варианта усиления стальных колонн несущих каркасов производственных зданий, в условиях действующего производства, является проведение работ по усилению без остановки технологического процесса. При усилении конструкций под нагрузкой необходимо учитывать реальные условия, в которых выполняются работы по восстановлению несущей способности конструктивных элементов и узлов их сопряжений, и на всех стадиях производства работ предусматривать меры, обеспечивающие прочность, жесткость и устойчивость конструкций. В связи с этим в некоторых вариантах задача усиления необходимо выполнить в два этапа. На первом этапе разрабатывается временное усиление для ликвидации аварийной ситуации путем монтажа страховочных элементов. На втором, заключительном этапе, осуществляется окончательное усиление конструкций.

Достаточно большое число усиленных колонн каркасов зданий ОАО «Воронежсинтезкаучук» позволяет сделать вывод о том, что при хорошо разработанных конструктивных решениях и методах производства работ усиление поврежденных узлов несущих элементов каркаса может производиться без предварительного разгружения и остановки технологического

процесса. При этом конструктивные схемы усиления колонн могут быть различными и диктуются степенью повреждения усиливаемых участков, технологическими и конструктивными соображениями (удобство присоединения элементов усиления, обеспечение передачи на них усилий, удобства производства сварочных работ, уменьшение сварочных прогибов и т.д.).

Разработке проекта усиления стальных колонн должны предшествовать работы по обследованию и оценке технического состояния всех несущих элементов каркаса, исследования качества стали, определение действующих нагрузок и воздействий, выполнение поверочных расчетов с учетом выявленных дефектов и повреждений.

Многолетний опыт работы по техническому обследованию зданий и сооружений ОАО «Воронежсинтезкаучук» показывает, что наиболее уязвимыми местами для колонн являются опорные базы и узлы сопряжения с ригелями на уровне перекрытий, где колонны соприкасаются с поврежденными железобетонными конструкциями (Рис.1-2). При этом степень повреждений несущих конструкций различна в зависимости от мест их расположения, интенсивности оказываемых воздействий среды и условий эксплуатации [1].



Рис.1. Характерные повреждения и усиление стальных колонн на уровне опорных баз



Рис. 2. Характерные повреждения и усиление стальных колонн на уровне перекрытий

На оснований проведенных комплексных работ по обследованию конструкций и накопленного опыта по восстановлению несущей способности колонн были рассмотрены несколько вариантов усиления. Во всех вариантах усиление сечений достигается посредством присоединения и включения в совместную с основным стержнем работу элементов усиления из полосовой или профильной стали. Сравнительный небольшой расход металла, простота изготовления, отсутствие необходимости демонтажа и разгрузки конструкций делают этот

прием универсальным и применимым в условиях действующего производства. Все типы усиления колонн имеют несколько модификаций, отличающихся между собой конструктивными решениями. Использование несколько вариантов усиления дает возможность образования комбинированных способов, обоснованность применения которых определяется конструктивными особенностями колонн, местными условиями площадки, технологическими возможностями.

При усилении узлов контактные поверхности между старым и новым металлом перед сваркой очищаются от старой краски, ржавчины, грязи, окалины и т.п. Для выравнивания поверхности на усиливаемых участках поверхность колонны покрывается эпоксидной шпатлевкой ЭП-057 (ТУ 6-10-1117-75), а примыкающие к колоннам поверхности пластинок окрашиваются перхлорвиниловой эмалью марки ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) по грунтовке из лака марки ХС-010 (ГОСТ 9355-81). Для качественного прикрепления усиливающих элементов к существующей конструкции предусмотрена технологическая последовательность наложения сварных швов и электрозаклепок.

Колонны средних рядов усиливаются симметрично, а колонны крайних рядов из-за имеющихся стеновых ограждений усиливаются несимметрично, со смещением центра тяжести сечения колонны, в сторону действия опорного изгибающего момента в опорном узле. В предлагаемых вариантах угловые вертикальные швы (связи сдвига) воспринимают сдвигающие усилия, а электрозаклепки (поперечные связи) препятствуют отрыву элементов усиления от основной конструкции (Рис.1-2). Одновременное применение электрозаклепок и ребер жесткости обеспечивают совместную работу металла основного сечения с элементами усиления.

В частности, при усилении колонн на уровне перекрытий, вертикальные ребра жесткости (поз.2) связывают неповрежденные участки колонн с накладками по поясам стенки и обеспечивают равномерную передачу усилия по длине колонны, а электрозаклепки препятствуют отрыву элементов усиления от стенки (Рис.3).

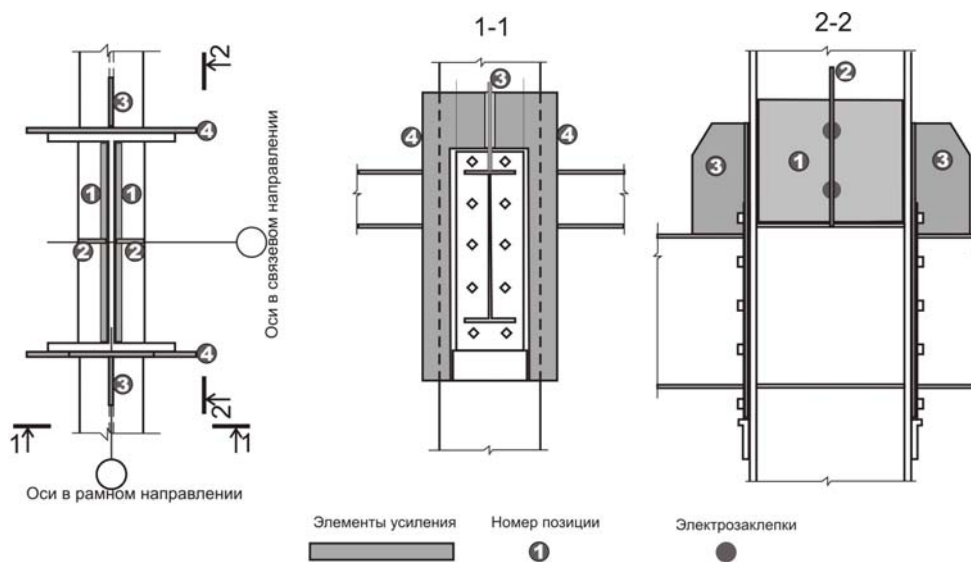


Рис.3. Принципиальное решение усиления узлов примыкания ригелей к колоннам на уровне перекрытий

Опорная реакция с фланца (поз.4) передается непосредственно на полки колонны. Опорный момент в узлах опирания ригеля на колонну частично передается на ребра жесткости (поз.3). Линия оси упругого поворота узла (нейтральная линия), проходит примерно на уровне нижнего пояса балки. Максимальное растягивающее усилие при этом всегда возникает на уровне двух верхних болтов и сварного шва между верхней полкой ригеля и поз.3. Геометрические размеры усиливающих элементов (позиции 1-4) и параметры сварных соединений определяются в зависимости от напряженно-деформированного состояния конст-

рукции (элемента). Эти размеры также определяются влиянием конкретных дефектов и повреждений, характером нагрузок и воздействий на конструкцию и механическими свойствами основного металла. При расчетах соединений предполагается, что деформативность болтов и сварных швов одинакова.

Присоединение элементов усиления с помощью сварки зачастую технологически наиболее приемлемый способ усиления, однако, наложение сварных швов приводит к возникновению сварочных напряжений и деформаций. 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 снижению сварочных деформаций. 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.

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, являющиеся функциями координат. Сосредоточенный сдвиг вдоль разделяющей плоскости равен разности смещения волокон усиливающих и усиливаемых элементов (Рис.4).

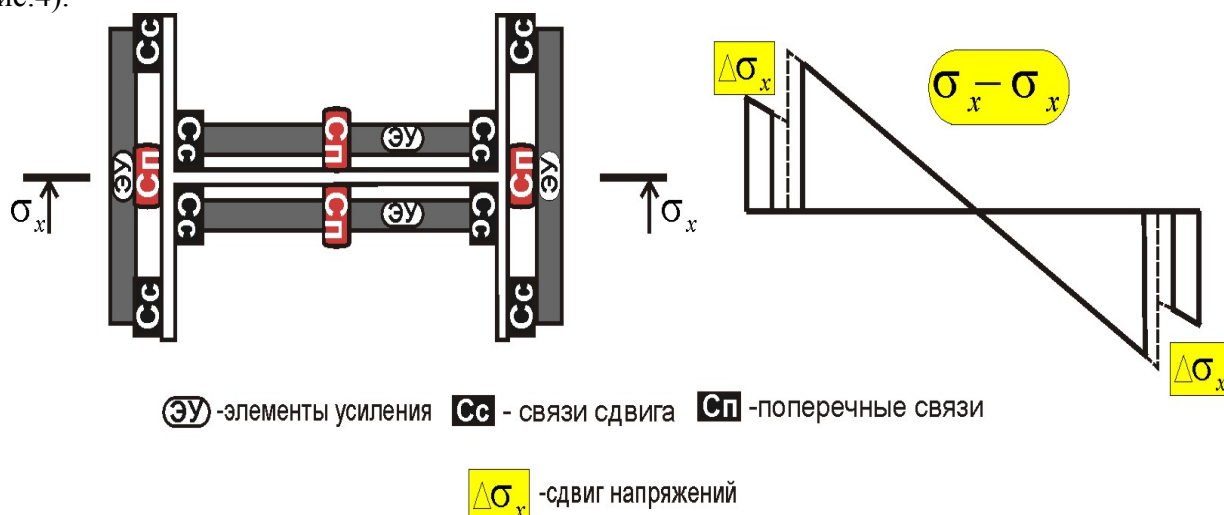


Рис.4. Сосредоточенный сдвиг напряжений вдоль разделяющей плоскости

Для определения значений неизвестных параметров рассмотрим систему, между элементами которой связи сдвига удалены и заменены касательными усилиями. За лишние неизвестные принимаем равнодействующие касательных усилий вдоль разделяющей плоскости.

Для перехода от систем линейных алгебраических уравнений, 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

$$\gamma = \Delta_{II} = \frac{I}{E_1 F_1} + \frac{I}{E_2 F_2} + \frac{c^2}{\sum EI}, \Delta = \Delta_{I0} = -\frac{N_1^0}{E_1 F_1} + \frac{N_2^0}{E_2 F_2} - \frac{M^0 c}{\sum EI}, \sum EI = E_1 I_1 + E_2 I_2 -$$

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]:

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

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. Rzhanytsyn. Composite Bars and Plates.-M.: Stroyizdat, 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.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 624.016

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет Доктор техн. наук профессор кафедры строительных конструкций оснований и фундаментов Ю.М. Борисов; Канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций оснований и фундаментов А.Э. Поликутин; Аспирант кафедры строительных конструкций оснований и фундаментов А.С. Чудинов; Магистрант кафедры строительных конструкций оснований и фундаментов А.Ю.Атанов Россия, г. Воронеж , тел. +79204631963 e-mail: prorab-v@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering Full Doctor, professor of building structures of bases and foundations Y.M. Borisov; Ph.D. , associate professor of building structures of bases and foundations, A.E. Polikutin; Postgraduate of building structures of bases and foundations, A.S. Chudinov; Master of the department of building structures of bases and foundations A.Y. Atanov Russia, Voronezh, tel. +79204631963 e-mail: prorab-v@mail.ru

Ю.М. Борисов, А.Э. Поликутин, А.С. Чудинов, А.Ю. Атанов.

ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТАВРОВОГО ПРОФИЛЯ ИЗ АРМОКАУТОНА

Данная работа посвящена исследованию армокаутонowych изгибаемых элементов таврового сечения с различным коэффициентом армирования и размерами полки. Целью является выявление оптимальной ширины полки при различных коэффициентах армирования.

Ключевые слова: изгибаемые элементы таврового профиля, армокаутоновые конструкции.

Y.M. Borisov, A.E. Polikutin, A.S. Chudinov , A.Y. Atanov

PROBLEMS AND A TECHNIQUE OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF NORMAL SECTIONS OF BENT ELEMENTS BRANDS PROFILE FROM REINFORCED RUBCON-CONCRETE

This paper investigates reinforced rubcon-concrete tee sections of bent elements with a different reinforcing factor and size of the shelves in order to identify the optimum clearing width shelves at various odds reinforcement.

Keywords: bent elements brands profile, reinforced rubcon-concrete structures.

В современной строительной отрасли широкое применение получили конструкции из таких материалов, как железобетон и сталь. В большинстве случаев свойства этих материалов вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним. Однако, в некоторых случаях строительным конструкциям приходится работать в условиях, когда традиционные материалы не в состоянии обеспечить приемлемых эксплуатационных показателей (коррозионной стойкости, повышенной несущей способности, высокой трещиностойкости,

пониженной деформативности и т.д.). Возникающие проблемы можно решить путем применения конструкций из новых строительных материалов. Одним из таких материалов является каучуковый полимербетон (или сокращенно каутон).

Полученный на основе жидких каучуков во ВГАСУ под руководством профессора Потапова Ю.Б. материал, обладает благоприятными физико-механическими характеристиками, высокой, практически универсальной химической стойкостью и может занять своё место в ряду других полимербетонов при решении проблемы защиты от коррозии различных изделий и конструкций, эксплуатируемых в условиях воздействия агрессивных сред [1]. К сожалению, данный материал довольно дорог в изготовлении и исходя из этого, каутоновые конструкции должны быть максимально эффективного сечения при наименьшей материалоемкости. В изгибаемых элементах таким сечением является тавровое, т.к. из растянутой зоны, плохо сопротивляющейся растяжению удалена часть каутона, практически не участвующая в работе.

Анализ существующих исследований о каучуковых бетонах и изгибаемых элементах таврового профиля.

Исследованием каучуковых бетонов и конструкций на их основе занимались Потапов Ю.Б., Борисов Ю.М., Чмыхов В.А., Поликутин А.Э., Пинаев С.А., Панфилов Д.В. Результаты исследований этих авторов показывают, что каутон обладает физико-механическими свойствами, отвечающими современным требованиям строительной индустрии и вполне подходит на роль конструкционного материала.

Исследованиям изгибаемых элементов таврового поперечного сечения посвящены работы таких ученых, как Вилкова К.И., Коревицкой М.Г., Старосельского В.М., Дроздова В.А., Бердичевского Г.И., Крамарь В.Г., Гвоздев А.А., Нофаль М.Ш., Белоборов И.К., Герджюнас П.В., Аубакиров Г.Т., Саканов К.Т., Балушкин А.Л. и др.

Постановка задач.

Для достижения целей изучения несущей способности, трещиностойкости и деформативности нормальных сечений каутоновых изгибаемых элементов таврового профиля необходимо решить следующие задачи: изготовление каутоновых балок таврового профиля с такими изменяемыми параметрами, как толщина полка, вылет полка, процент армирования; получение данных о напряженно-деформированном состоянии, несущей способности, трещиностойкости и деформативности (прогибах), а также дать рекомендации по проектированию данных конструкций.

Изготовление конструкций и программа исследования.

Для решения поставленных задач, продиктованных целью работы необходимо изготовить 40 серий балок, высотой 120 мм, длиной 1400мм с различным армированием в количестве 108 штук (по 3 балки-близнеца в каждой серии), из них серия 1-III-10...12 контрольные, прямоугольного сечения 120x40x1400 мм. Вылет полка принимался в соответствии с [2], т.е. 1/6 пролёта.

Таблица 1

Характеристики серий испытанных балок

Серия	b'_f , мм	h'_f , мм	Ø рабочей арматуры	Процент армирования
1-III-10	-	-	10	
1-III-12	-	-	12	
1-III-14	-	-	14	
1-III-16	-	-	16	
2-III-10	240	35	10	0.58
2-III-12	240	35	12	0.84

2-III-14	240	35	14	1.14
2-III-16	240	35	16	1.49
3-III-10	240	40	10	0.55
3-III-12	240	40	12	0.79
3-III-14	240	40	14	1.07
3-III-16	240	40	16	1.40
4-III-10	240	50	10	0.48
4-III-12	240	50	12	0.70
4-III-14	240	50	14	0.95
4-III-16	240	50	16	1.24
5-III-10	190	35	10	0.67
5-III-12	190	35	12	0.96
5-III-14	190	35	14	1.31
5-III-16	190	35	16	1.71
6-III-10	190	40	10	0.63
6-III-12	190	40	12	0.91
6-III-14	190	40	14	1.24
6-III-16	190	40	16	1.62
7-III-10	190	50	10	0.57
7-III-12	190	50	12	0.83
7-III-14	190	50	14	1.12
7-III-16	190	50	16	1.47
8-III-10	150	35	10	0.76
8-III-12	150	35	12	1.09
8-III-14	150	35	14	1.49
8-III-16	150	35	16	1.94
9-III-10	150	40	10	0.73
9-III-12	150	40	12	1.05
9-III-14	150	40	14	1.43
9-III-16	150	40	16	1.86
10-III-10	150	50	10	0.67
10-III-12	150	50	12	0.97
10-III-14	150	50	14	1.32
10-III-16	150	50	16	1.72

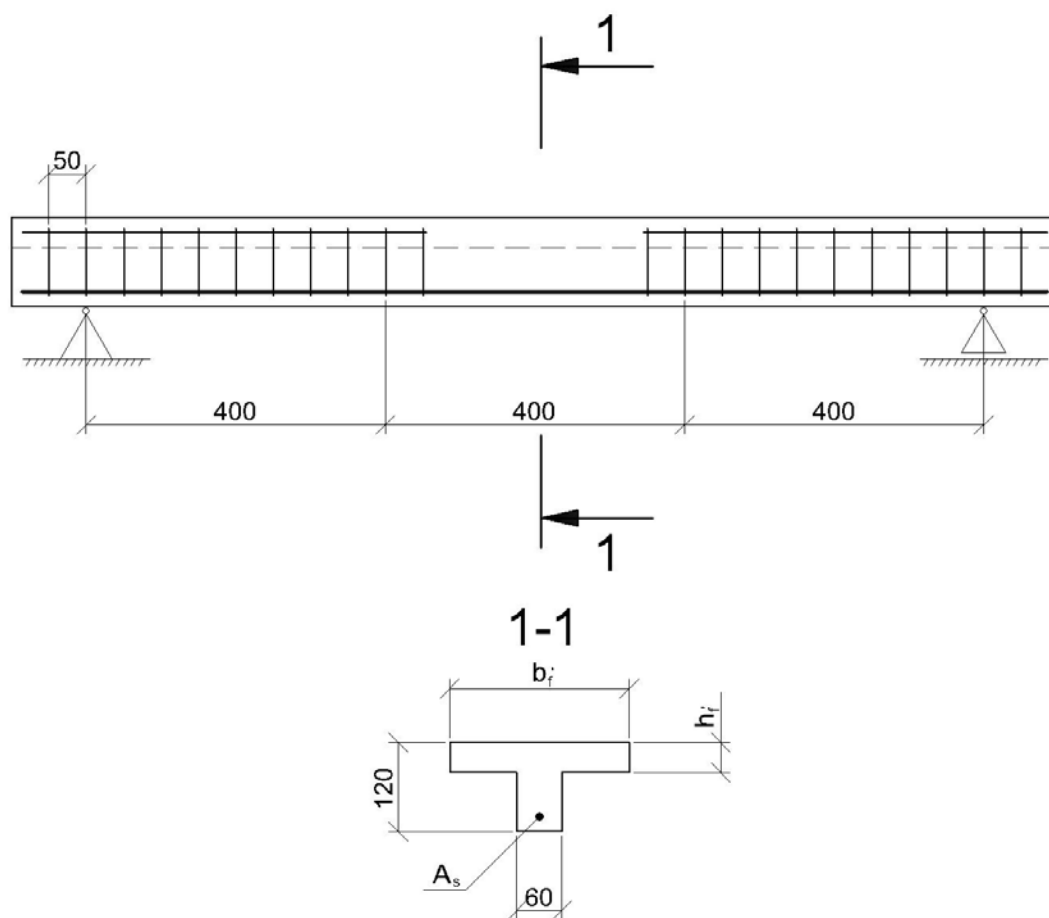


Рис. 1. Схема армирования балок

Каркас выполняется плоским, продольная арматура (класса АIII) соединяется с поперечной (Ø5мм, класса Вр-I) при помощи электродуговой сваркой. Шаг и диаметр поперечной арматуры выбраны таким образом, чтобы образцы при испытании не разрушались по наклонному сечению.

Состав каутона, используемого в эксперименте, обеспечивающий материалу наиболее благоприятные физико-механические и химические характеристики[1], представлен в таблице 2.

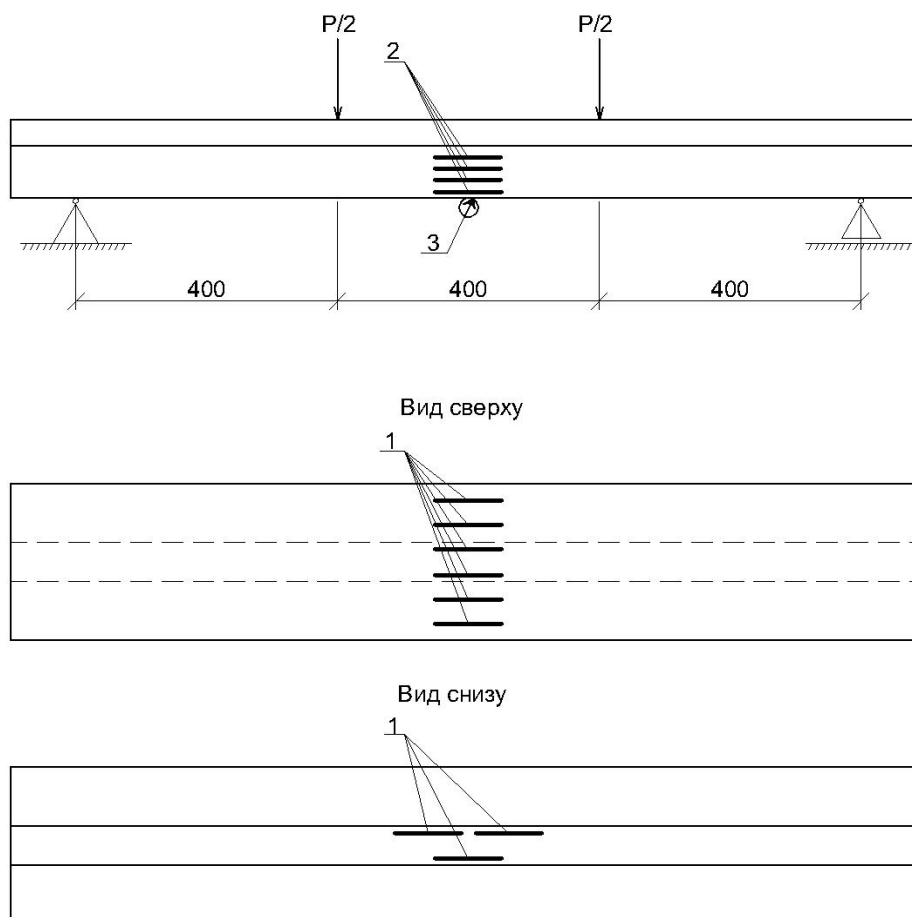
Таблица 2

Состав материала

Наименование	Содержание компонентов, масса %
Низкомолекулярный каучук ПБН	8
Сера техническая	4
Тиурам-Д	0,4
Оксид цинка	1,6
Окись кальция	0,5
Зола-унос ТЭЦ	7
Кварцевый песок	24
Гранитный щебень	Остальное (54,5)

Методика испытания.

Балки испытывались на изгиб двумя силами, приложенными в третях пролета, возрастающими вплоть до разрушения. Расчетный пролет составляет 1200 мм, а длина образцов 1400 мм, что обеспечивает надежную анкеровку продольной арматуры на опорах. С целью измерения деформаций каутона и элемента в целом использовали тензорезисторы, наклеенные на поверхность балок и индикатор часового типа. Схема расклейки тензорезисторов и установки индикатора часового типа показаны на рис.2.



1-тензорезисторы для определения момента трещинообразования
2-тензорезисторы на боковой грани, расположенные по высоте сечения для определения напряженно-деформированного состояния
3-индикатор часового типа для определения прогиба балок в середине пролета
Рис. 2. Схема расклейки тензорезисторов и установки индикатора часового типа

При испытании используются следующие приборы: тензометрический интерфейс PCD-300A для снятия показания тензорезисторов, индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм для определения прогиба балок и ценой деления 0,001 мм для определения деформации при испытании контрольных образцов, луп с 4-х кратным увеличением для определения ширины раскрытия трещин и ноутбук для подключения тензометрического интерфейса PCD-300A.

Выводы

Сформулирована актуальность работы. Анализ существующих исследований изгибаемых элементов таврового поперечного сечения доказывает эффективность

применения в строительстве конструкций такой формы профиля. Однако, для конструкций выполненных из каутона методики расчета элементов такой формы отсутствует.

Библиографический список

1. Борисов Ю.М., Эффективные композиционные материалы на основе низкомолекулярного полибутадиенового олигомера смешанной микроструктуры ПБН. Спец. 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия» [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук / Ю.М. Борисов. – Воронеж, 1998. – 230с.
2. СНиП 2.03.01-84* - бетонные и железобетонные конструкции

References

1. Borisov J.M., Effective composite materials on the basis of low-molecular polybutadiene oligomer mixed microstructure . Spec. 05.23.05 – «Building materials and products» [Text]: dissertation ... Cand.Tech.Sci. / U.M.Borisov. – Voronezh, 1998. – 230p.
2. SNiP 2.03.01-84* - concrete and ferro-concrete designs

Воронежский государственный
архитектурно-строительный универси-
тет

Канд. техн. наук, доцент кафедры
железобетонных и каменных
конструкций С. Н. Золотухин;

Магистрант кафедры архитектурного
Проектирования и градостроительства
М. С. Золотухина

Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18;
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering

Cand.Sci.Tech., senior lectures of reinforced
concrete and stone constructions faculty S.N.
Zolotuhin;

Master of reinforced Architectural design
and Urban Planning

M. S. Zolotuhina

Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18;
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru

С. Н. Золотухин, М. С. Золотухина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДИЗАЙНЕ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Представлены результаты исследований концептуального подхода к проектированию, строительству и отделке зданий архитекторов новаторов Антонио Гауди и Фридриха Хундертвассера. Произведен сравнительный анализ достоинств и недостатков зданий выполненных под их руководством. Подробно рассмотрен архитектурный объект – здание спортивно-оздоровительного комплекса в г. Воронеже. В основу концепции которого легли идеи Гауди и Хундертвассера.

Ключевые слова: экологичная архитектура, отходы производства, мозаика.

S. N. Zolotuhin, M. S. Zolotuhina

THE USE OF WASTE BUILDING MATERIALS IN THE DESIGN OF A SPORTS COMPLEX

The results of studies of a conceptual approach to designing, building and decoration of buildings innovators architects Antonio Gaudi and Hundertwasser Friedricha. A comparative analysis of advantages and disadvantages of buildings completed under their supervision. Discussed in detail the architectural object - the building of a sports complex in Voronezh. The concept which formed the idea of Gaudi and Hundertwasser.

Keywords: ecological architecture, waste, mosaic, nonlinear architecture.

Бывает так, что направление в искусстве рождается из стечения обстоятельств. Так произошло с Антонио Гауди – самым знаменитым архитектором XX столетия. Свой первый заказ на строительство особняка он получил от владельца керамической фабрики Мануэля Висенса, и именно тогда ему пришла в голову идея собрать во дворе фабрики остатки разноцветной плитки и украсить ими дом. Мозаика получилась столь живописной, что в дальнейшем Гауди стал использовать эту технику постоянно, утилизируя отходы всех барселонских производителей плитки. При строительстве одного из шедевров испанского архитектора - парка Гуэля битой плитки потребовалось так много, что его создатели (Гауди и Жужоль) просили рабочих собирать на улицах города все, что только может оказаться полезным для мозаики (осколки битой посуды, бутылок, стекла). Из этого-то «мусора» и были выложены основные мозаичные поверхности в парке, включая знаменитую «скамью Жужоля». Надо заметить, что все это происходило за два десятилетия до того, как пребывающие в вечном

поиске абстракционисты Жорж Брак и Пабло Пикассо изобрели новую технику, которую называли французским словом collage (в переводе – «наклеивание»). Гауди от остальных его современников отличало и то что он был приверженцем нелинейной архитектуры. Его дома и сооружения словно дышат и живут собственной только им понятной жизнью.

Одним из самых ярких последователей Гауди был Фридрих Хундертвассер, который также являлся ярким противником линейности: «Мы живем в хаосе прямых линий, — говорил он. — Если не верите, сосчитайте все прямые линии, которые вас окружают. На одном лезвии я насчитал 546! Прямые линии связывают нас, как пленников в тюрьме, и от их пут необходимо избавляться. Прямая линия безбожна и безнравственна. Прямая линия — не линия творчества, а линия подражания». И это не пустая риторика — свою позицию Хундертвассер отстаивает на деле. Хундертвассера нельзя причислить к какой-либо художественной школе, но искусствоведы отмечают в его работах влияние художников-экспрессионистов Уолтера Кампманна и Эгона Шиле, сравнивают его с Ван Гогом и Гауди. Гармония с природой — основа творчества Гауди и Хундертвассера. Архитекторы бережно вписывали свои здания в мир природы, не только не мешая «спонтанной растительности», но и культивируя ее. Отсюда и трава, растущая на крышах спроектированных Хундертвассером сооружений, деревья, торчащие с балконов и причудливые, так называемые «биоформы» зданий спроектированных Антонио Гауди. И именно опираясь на работы Гауди Хундертвассер начал активное использование техники коллажа и использования брака керамической плитки.

Несмотря на схожесть идей архитекторов, работы каждого из них уникальны. Соответственно и проблемы при реализации и эксплуатации проектов возникали индивидуальные. Работы Гауди очень многодельны. Архитектор при возведении сооружений имел в своем распоряжении множество высококвалифицированных мастеров, которые могли проработать над одной деталью долгое время, что в наш индустриальный век является большим недостатком. Работы же Хундертвассера просты в исполнении и не требуют высококвалифицированной рабочей силы. На его проектах (некоторые из них осуществлены) деревья живут вместе с людьми, на крышах пасутся овцы, и в целом городе не найти двух одинаковых зданий. Свой самый знаменитый дом Хундертвассер построил в Вене. Это диковинное сооружение с криволинейными стенами, покатыми полами и разновеликими окнами, прихотливо разбросанными по фасаду. К тому же, сказочный, пестро раскрашенный дом утопает в зелени, включая березку, выросшую на чьем-то подоконнике. Смотреть на такой дом было забавно, жить в нем — не очень. Об этом рассказывают сами жильцы: все течет, мебель толком не расставишь, и целыми днями надо поливать горшки с цветами. Однако, если дом Хундертвассера оказался нарядной, но не слишком практичной фантазией, то столь живописно им провозглашенные принципы зеленой архитектуры стали ведущими в современном зодчестве, которое ищет способа внести свой вклад в охрану среды. И именно эти идеи легли в реализацию проекта спортивно — оздоровительного комплекса (далее именуемого как СОК) находящегося Воронежской области, с. Баябково.

Модель “Катящихся гор”, придуманная Ф. Хундертвассером, легла в основу архитектурно-художественного замысла СОКа. Здание напоминает очертания холма. В перспективе крыша его будет покрыта зеленой травой, что подспудно будет символизировать экологичность здания, которое на 90% состоит из материалов бывших в употреблении (далее б.у.) и отходов производства, а значит экологично. Повторное использование материалов происходило, только после их технического освидетельствования специалистами ВГАСУ.

Здание СОКа отличается еще и тем, что фасад его украшен яркой суперграфикой, см. рис 1. То есть оно по всем параметрам свободно от общепринятых норм и стереотипов, ведь в наши дни большинство помещений прямоугольны и ограничены жесткими, идеально выглаженными поверхностями и довольно ограничены в цветовой гамме. Здание СОКа это симбиоз положительного опыта работ Гауди и Хундертвассера с привнесением в него своих идей.



Рис. 1. Фасад СОКа

Интерьер СОКа также отличается своеобразием и большим присутствием материалов б.у и отходов производства. Интересно то, что из бракованных материалов (битая плитка, цементно-песчаная черепица) и отходов производства (керамическая плитка, газосиликатные блоки), материалов б.у. (фермы, дерево, кирпич), стоимость которых невысока, можно делать удивительные с точки зрения дизайна вещи.

На внутренних как и на внешних стенах часто встречается отделка битой плиткой. Или же декоративные мозаичные панно, см. рис 2.

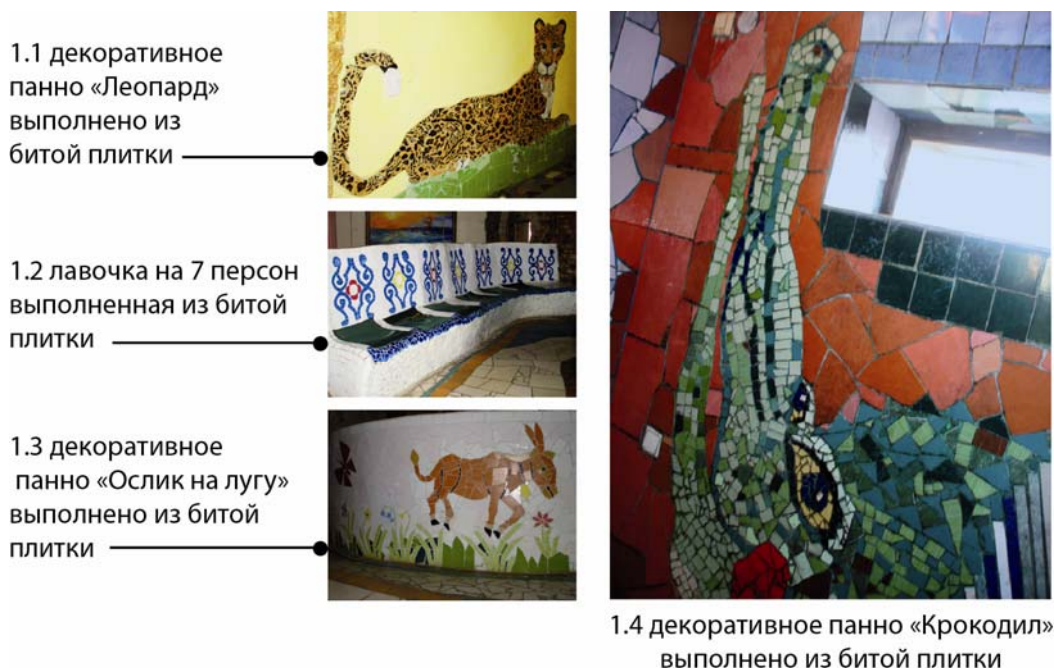


Рис. 2. Декоративные панно и малые архитектурные формы отделанные битой плиткой

Отделка интерьеров газосиликатными блоками придает зданию не только декоративную привлекательность, но и увеличивает толщину стен, что приводит к уменьшению теплопотерь здания. Входная группа выполненная из крышки газосиликатных блоков и демонтированным со здания медицинского общежития антаблементом, см. рис. 3. Газосиликат прекрасно режется и может принимать интересные формы. Отделка газосиликатными блоками является новаторской идеей авторов статьи.



Рис. 3. Входная группа выполненная из крышки газосиликатных блоков

Кирпичная кладка в интерьере – это всегда очень выразительный элемент, козырная карта в колоде дизайнера, которую необходимо правильно разыграть. С помощью такой фактуры можно создать любой облик. Один из вариантов – оставить кирпичные стены и перегородки в их первозданном виде см. рис. 4. Такие стены будут буквально дышать историей. Технология производства старого кирпича включала в себя введение выгорающих добавок, которые при стесывании его верхнего слоя дают интересную цветовую гамму. Для того чтобы надолго сохранить декоративность кладки, ее прежде всего необходимо защитить от влажности и перепадов температур.



Рис. 4. Интерьер зоны отдыха СОКа, выполненный преимущественно из б.у. материалов и отходов производства

Несомненно, то, что идеи Гауди и Хундертвассера определили философскую и эстетическую концепцию облика СОКа. Переработав их опыт строительства, отделки и эксплуатации зданий мы впитали их положительный опыт, добавили свои идеи и получили совершенно новый, практичный, экологичный, визуально привлекательный и вместе с тем оригинальный продукт строительного производства. Не затрачивая при этом огромных средств, благодаря грамотному рециклингу отходов производства.

Библиографический список

1. Строительство (Всероссийский отраслевой журнал) №10 от 22.11.2004 17.02.2005 . Отходы - в доходы.
2. Александр Генис, Радио "Свобода" Струющаяся архитектура Ф. Хундертвассера от 24.08.2006.
3. П. Рестон и Ф. Хундертвассер. Хундертвассер. [Текст]. Берлин, 2003 г. – 23 стр.
4. Аврора Куито и Кристина Монте. Антонио Гауди. Полное собрание работ [Текст]. - Кельн 2009- 24 стр.

References

1. Construction (Russian industry magazine) №10 от 22.11.2004. 17.02.2005 . Waste - in the profits.
2. A. Genis, Radio «Liberty» Streaming architecture F. Hundertwasser on 08/24/2006.
3. P. Restany, F. Hundertwasser. Hundertwasser. [Text]. Berlin, 2003 - 23 p.
4. A. Cuito, C. Montes. Antonio Gaudi. Complete Collected Works [text]. - Cologne 2009 - 24 p.

УДК 69.059.643:728.37

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный универси-
тет*
Канд. техн. наук, доцент кафедры
железобетонных и каменных
конструкций С. Н. Золотухин;
Магистрант кафедры архитектурного
Проектирования и градостроительства
А.С. Лобосок
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18;
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering*
Cand.Sci.Tech., senior lectures of reinforced
concrete and stone constructions faculty S.N.
Zolotuhin;
Master of reinforced Architectural design
and Urban Planning
A. S. Lobosok
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18;
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru

С. Н. Золотухин, А.С. Лобосок

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Представлены результаты исследований проблем утилизации отходов
строительного производства. Выполнено сравнение нескольких видов утилизации.
Более подробно рассмотрен способ повторного использования строительных мате-
риалов, отходов производства, а также строительных конструкций на примере
конструкций стен и перекрытий в малоэтажном строительстве.*

Ключевые слова: утилизация строительных материалов, разборка зданий, повторное использование железобе-
тонных (далее ж.б.) конструкций, утилизация отходов производства.

S. N. Zolotuhin, A. S. Lobosok

REUSE OF BUILDING MATERIALS AND USE OF WASTE PRODUCTION IN MINILEVEL CONSTRUCTION

*The results of studies of problems of construction waste production. A comparison
of several types of recycling. More detail a way to reuse building materials, industrial
wastes, as well as building structures on the design of walls and ceilings in low-rise con-
struction.*

Keywords: recycling of construction materials, demolition of buildings, reuse of concrete structures, recycling of pro-
duction wastes in building.

Бурное строительство ведущееся в настоящее время в центре города неизбежно ведет к сносу старых зданий состоящих из сборного железобетона, кирпичных стен сложенных на сложном известковом растворе, а зачастую и на слабых цементно-песчаных растворах. Все эти конструкции достаточно легко разбираются особенно если строительство велось в первые послевоенные годы (когда нехватка стройматериалов, подъемных кранов и другой техники приводила к созданию конструктивных схем способных к легкой разборке при высокой сохранности строительных материалов, таких как кирпич, бетон, камень, шлакоблок, а также перемычек, балок, небольших плит и т.п.).

Очень часто подобные объекты сносятся экскаваторами и бутобойной техникой, с вывозом их в лучшем случае на проселочные дороги, а в худшем на свалку. Все это сразу же

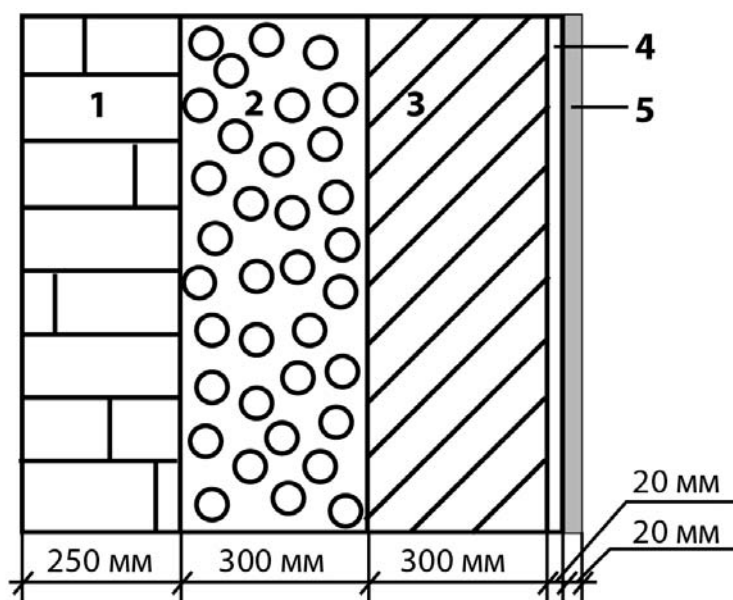
увеличивает нагрузку на существующую в настоящее время свалки и усложняет экологическую обстановку в городе.

Кроме этого существуют отходы производства строительных материалов, таких как: газосиликатные блоки (при производстве), керамическая плитка, пенопласт, минераловатная плита, которые также нуждаются в переработке.

Существуют несколько путей решения проблемы переработки строительных материалов. Первый из них - утилизация то есть вывоз и захоронение на полигонах. Второй - переработка или уничтожение. Третий способ заключается в повторном использовании бывших в употреблении материалов (далее б.у.), а также использовании отходов производства. Третий способ самый рациональный. Рассмотрим его на примере спортивно-оздоровительного комплекса (далее именуемого как СОК) находящегося в Воронежской области, с. Бабяково. СОК на 90 % состоит из бывших в употреблении материалов (железобетон, кирпич, пенопласт, минераловатная плита, стеновые панели, плиты перекрытия, колонны, ригеля, деревянные фермы, шлакоблок) и отходов производства (газосиликатные блоки, керамическая плитка). При строительстве СОКа использовались материалы появившиеся при разборке: общежития ВГМА, 4-го ПАТП, Завода им. Ленина, Гормол. завода, а также ряда других строительных объектов. Что же касается отходов производства, заводы производители сами не против продавать брак, пусть и по низкой стоимости. Ведь это намного выгоднее чем заниматься переработкой.

Применение таких материалов в виду их низкой стоимости позволяет увеличивать толщину стен зданий см. рис.1 и перекрытий., выше требуемых современных теплотехнических норм. Позволяя при этом, значительно, (в 10-ки раз) снизить затраты на отопление зимой и кондиционирование летом. Улучшая т.о. экологию:

- при снижении затрат на производство материалов;
- при снижении затрат на электроэнергию при кондиционировании воздуха.



(1) кирпичная кладка (2) пенопласт (3) газосиликатные блоки (4) штукатурка (5) битая плитка

Рис. 1. Конструкция несущих стен здания СОКа

Одним из компонентов конструкции стены, представленной на рисунке, является кирпич. Цельный кирпич б.у применяется для строения наружных и внутренних стен. Не смотря на то что, кирпич привезенный с разборок, может иметь неприглядный вид, его можно смело использовать под штукатурку (что является сейчас очень востребованным). То же самое касается и других некондиционных с точки зрения эстетики материалов, которые

можно «спрятать» (газосиликатные блоки, шлакоблок, минераловатная плита, пенопласт) Главное, чтобы они соответствовали своим техническим свойствам.

В полигонах по переработке кирпича, кирпичного боя, боя кирпичной кладки нет необходимости. В настоящее время битый кирпич - это вторичный материал и ценный ресурс, который может применяться наравне со щебнем для различных строительных целей, область его применения достаточно велика:

- Для вертикальной планировки территорий строительных и промышленных площадок,
- для устройства насыпей, засыпки траншей и пазух,
- при вертикальной планировке и инженерной подготовке территорий,
- для строительства временных дорог,
- для устройства оснований постоянных внутриквартальных проездов, временных площадок для стоянок автомобилей, площадок внутридворовых территорий, устройства садово-парковых дорожек,
- для укрепления обочин и откосов дорог,
- в качестве промежуточного изолирующего инертного слоя на промышленных полигонах и полигонах твердых бытовых отходов,
- для использования в качестве вторичного сырья для дробления и получения щебеночных смесей.

Как правило кирпичный бой не требует отдельного дробления, как это необходимо для лома бетона и железобетона. В своем виде и при дополнительной очистке от примесей он готов к использованию в целях указанных выше.

Интересным примером вторичного использования можно считать использование железобетона. Высокие качества железобетона как долговечного, прочного и стойкого строительного материала особенно убедительно подтвердились во время войны, когда железобетонные здания и сооружения, в особенности пространственно работающие (элеваторы, резервуары, дымовые трубы, мосты и т. выдерживали многочисленные попадания артиллерийских снарядов и авиационных бомб.

В первые послевоенные годы железобетон широко использовался в восстановительном строительстве. Были разработаны оригинальные методы устранения повреждений основных несущих конструкций зданий и сооружений, в том числе мостов и гидротехнических сооружений. Некоторые из них непоколебимо стоят и по сегодняшний день.

Но и в современном строительстве б.у железобетон используется очень успешно. При строительстве СОКа был использован только б.у. железобетон. При раскладке плит был произведен их технический осмотр специалистами ВГАСУ. Плиты перекрытия в которых было замечено оголение арматуры, нарушение сплошности бетона, что могло привести к снижению их несущей способности, укладывались таким образом, чтобы под ними находились кирпичные перегородки толщиной 25 см или перегородки из газосиликата толщиной 30 см см. рис. 2. Или же были использованы металлические балки уменьшающие перекрываемые пролеты. Введение перегородок и иных конструкций, являющихся дополнительными опорами, снизило возможность появления прогибов в них и резко повысило их несущую способность. Места оголения арматуры были оштукатурены и покрыты краской.

На рисунке видно, что ведение дополнительных опор в виде перегородок и стен значительно снижают прогибы и повышают их несущую способность делая такие перекрытия абсолютно надежными. Места оголения арматуры были оштукатурены и покрашены. Конструкция несущей стены показана на рис. 1.

СОК является экспериментальным объектом строительства в Воронежской области еще и потому, что имеет необычную полукруглую форму (благодаря плитам перекрытия уложенным особым образом), которую во всей Воронежской области больше не встретишь см. рис. 3. На рисунке 3, перпендикулярной по отношению к зданию плоскостью, обозначено место разреза показанного на рис. 2.

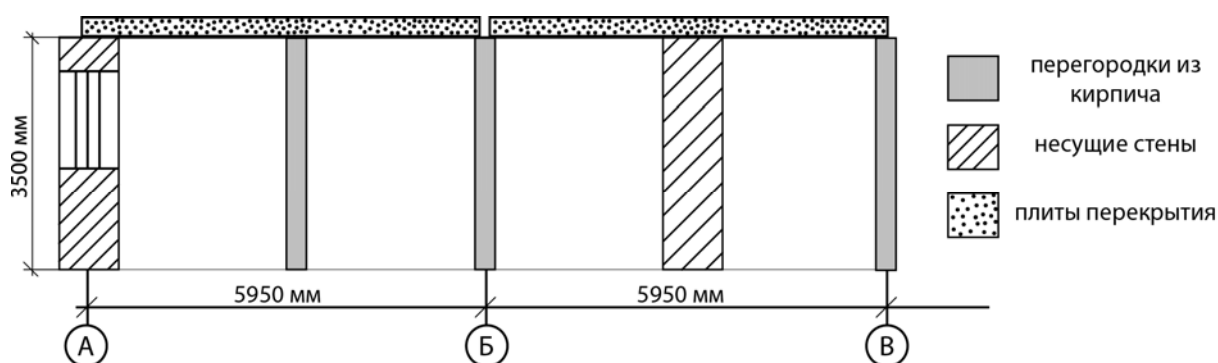


Рис. 2. Введение дополнительных опор в виде перегородок и стен приводит к значительному снижению пролетов плит перекрытий и повышает их несущую способность, делая такие б.у. перекрытия абсолютно надежными



Рис. 3. Фасад СОКа.

Перпендикулярной к зданию плоскостью обозначено место разреза показанного на рис. 2

Также б.у материалы и отходы производства были использованы при строительстве гостиницы в Отрадном, частично в Развлекательном Комплексе «Замок Удач» и ряде других частных домов. Экспериментальное строительство этих объектов показывает, что применение таких материалов очень целесообразно. Получается недорого и вместе с тем качественно. Видя на практике как можно использовать б.у материалы и отходы производства люди охотно заказывают их, ведь это значительно снижает затраты на строительство, одновременно с этим, качество ничуть не страдает. Естественно, перед тем как быть использованными, все материалы должны проходить тщательный отбор на пригодность специалистами.

Библиографический список

1. Строительство (Всероссийский отраслевой журнал) №10 от 22.11.2004 17.02.2005 . Отходы - в доходы!

References

1. Construction (Russian industry magazine) №10 от 22.11.2004 17.02.2005 . Waste - in the profits!

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет
Магистрант
Е.А.Квасова
Россия, г. Воронеж
e-mail: ekaterinakvasova@mail.ru*

*Voronezh State University of Ar-
chitecture and Civil Engineering
The undergraduate
E.A.Kvasova
Russia, Voronezh
e-mail: ekaterinakvasova@mail.ru*

Е.А. Квасова

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Вопросам долговечности, надежности и безотказности в работе всех конструктивных элементов жилого здания в настоящее время придается большое значение. За длительный период эксплуатации конструкции здания подвергаются воздействию разрушающих факторов. При этом характер и цикличность этого воздействия со временем, в зависимости от экологической опасности, могут существенно изменяться.

Ключевые слова: воздействие, окружающая среда, строительные конструкции, факторы, фасад, экологическая ситуация.

E.A. Kvasova

ENVIRONMENT INFLUENCE ON A DESIGN OF RESIDENTIAL BUILDINGS

To questions of durability, reliability and non-failure operation in work of all constructive elements of a residential building now attach great value. For the long period of operation of a design of a building are exposed to influence of destroying factors. Thus character and recurrence of this influence in due course, depending on ecological danger, can essentially change.

Keywords: influence, environment, building designs, factors, facade, ecological situation.

Введение. Проблема охраны окружающей среды является одной из наиболее актуальных, поскольку от ее решения зависят жизнь на Земле, здоровье и благосостояние человека. Эта проблема обострилась в XX в., когда интенсивное развитие промышленности и транспорта, а также несовершенство технологических процессов привели к загрязнению атмосферы, воды и почвы.

В настоящее время экологическая ситуация во многих регионах достигла крайней напряженности. Россия в этом плане не является исключением. Во многих крупных городах страны предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе превышены в 10 и более раз.

В результате ухудшения экологической обстановки в наиболее сложных условиях оказалось не только здоровье людей, но и «здоровье» зданий. Как показали исследования, скорость агрессивного воздействия окружающей среды на конструкции зданий в последнее время значительно возросла. Об этом свидетельствуют многочисленные трещины, появившиеся в последнее время на фасадах зданий, достаточно частые обрушения конструкций и отдельных элементов, осадки зданий, отслоение облицовки и краски фасадов, разрушение кирпичных карнизов, балконов, цоколей, отмосток, коррозия кровельных материалов и др.

Разрушающие факторы. В условиях больших городов к наиболее характерным разрушающим факторам можно отнести: действие на строительные конструкции вредных автомобильных газов (CO , NO , NO_2 , SO_2 и др.) из-за интенсивного движения автотранспорта по магистралям, расположенным рядом со зданиями: действие вибрации; резкие температурные перепады в зимнее и летнее время года, появившиеся в течение последних 10-15 лет в связи с изменением климатических условий на планете; воздействие на конструкции влаги в большинстве случаев с растворенными в ней агрессивными компонентами, которые выбрасываются заводами и автотранспортом в наземное, воздушное и водное пространства города; соляные составы, применяемые сотнями тысяч тонн в зимнее время для очистки проезжей части улиц ото льда и снега; разрушающее воздействие на конструкции блуждающих токов, распространению которых способствуют те же соляные растворы; непредвиденные деформации грунтов; карстовые образования и др.

Назрела необходимость тщательного изучения разрушающих факторов, влияющих на долговечность строительных конструкций и отделки фасадов зданий, что дает возможность увеличить сроки службы конструкций и применить новые эффективные строительные материалы.

Рассмотрим более подробно влияние факторов окружающей среды на конструкции зданий.

На долговечность фасадных покрытий зданий влияет ряд факторов: температура окружающей среды, влага, ультрафиолетовые лучи, химически активные вещества.

В связи с развитием автотранспорта растет актуальность исследования автомагистралей как источников загрязнения городской атмосферы и прилегающих территорий с находящимися на них зданиями и сооружениями.

Исследования, проведенные отечественными и зарубежными учеными, указывают на большие колебания концентраций вредных компонентов выхлопных газов в зависимости от различных планировочных схем расположения зданий и интенсивности движения автотранспорта.

При фронтальной застройке перед зданиями образуется некий застой воздушных масс из-за падения скорости ветра в рециркуляционной зоне. Создание подпора воздушных масс потоков не способствует снижению концентраций выхлопных газов, поэтому перед зданиями создаются повышенные концентрации, достигающие 1,1-1,25 ПДК. За зданиями наблюдается резкое снижение концентрации отработавших газов.

Эти данные свидетельствуют о том, что в атмосферу выбрасываются тысячи тонн загрязняющих веществ и особенно много в городах, где наблюдается большое скопление автотранспорта.

Особенно актуальным является вопрос разрушающего воздействия выделяемых автотранспортом веществ на конструкции зданий и отделку фасадов. Если в начале 70-х годов прошлого века доля загрязнений воздушного пространства городов от автомобильного транспорта по сравнению с другими загрязнениями составляла 10-13%, то в настоящее время эта величина возросла до 90% и продолжает интенсивно увеличиваться. На фасады зданий, находящихся от крупных автомагистралей на расстоянии до 50 м дополнительно ко всем перечисленным выше факторам добавляется еще и усиленное загрязнение приземного слоя выхлопными газами автомобилей: оксидом углерода, оксидом и диоксидом азота, суммарными углеводородами, диоксидом серы, сажей и другими веществами - почти 280 компонентов загрязняющих веществ. Кроме того, при плохом качестве бензина количество выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ увеличивается. Выброс вредных веществ в атмосферу от автомобиля происходит около поверхности земли, так что процессы рассеивания примесей не всегда могут обеспечить эффективное разбавление концентрации загрязняющих веществ чистым воздухом до допустимых безопасных пределов. Исследования показали, что

от автомашины, проехавшей 1 км, по пути ее следования остается 44 г загрязняющих веществ, которые попадают в воздух, грунт, водную среду.

Вывод. Во многих городах принимаются специальные ограничительные меры к снижению загрязнения окружающей среды автомобилями, но отсутствие фундаментальных комплексных исследований в области воздействия вредных выбросов на человека, окружающего его здания и сооружения, природную среду отрицательно сказывается на всей системе обитания.

Наиболее опасные выбросы от автомобилей, способствующие разрушению строительных конструкций и их материалов, а также отделки фасадов зданий, - это оксид углерода, оксид и диоксид азота, двуокись серы, сажа.

В зимнее время на автомобильных дорогах в качестве противогололёдных реагентов используют соли хлорида натрия и кальция. Это привело к тому, что возросла концентрация солей, загрязняющих грунтовые воды и почву. Содержащаяся в грунтах и попадающая на поверхность стен фасадов влага представляет собой концентрированный солевой раствор. Поэтому в наблюдаемых на практике случаях физической коррозии строительных материалов, находящихся под воздействием солевых растворов различной концентрации, разрушаемые участки обычно находятся на высоте 10-150 см.

Так как неблагоприятное воздействие окружающей среды исключить нельзя, то возможное разрушение конструкций наружных стен, отделки фасадов, кровель зданий и сооружений необходимо свести к минимуму.

Библиографический список

1. Журнал «Строительный мир» №2, 2008 г.
2. Казначеев В.П. Проблемы экологии города и экологии человека //Урбоэкология. М., 1990.
3. Казначеев В.П., Прохоров Б.Б., Вишаренко В.С. Экология человека и экология города: комплексный подход //Экология человека в больших городах. Л., 1988.
4. Сугробов Н.П., Фролов В.В. Строительная экология: Учеб. пособие для сред. проф. Образования – М.: Издательский центр «Академия», 2004 - 416 с.

References

1. Magazine «Building world» №2, 2008.
2. Kaznacheev V.P. Problemy's treasurers of ecology of a city and ecology of the person//Urboekologija. M, 1990.
3. Kaznacheev V.P., Prokhorov B. B., Visharenko V. S. Ecology of the person and city ecology: the complex approach//Ecology of the person in big cities. L, 1988.
4. Sugrobov N.P., Frolov V.V. Building ecology: Studies. The grant for environments. The prof. of Formation – M: Publishing center "Academy", 2004 - 416 with.

*Канд. техн. наук, проф. кафедры технологии
строительных изделий и конструкций*

А.В.Крылова

*Канд. техн. наук, доц. кафедры технологии
строительных изделий и конструкций*

С.П.Козодаев

*Канд. тех. наук, асс. кафедры технологии
строительных изделий и конструкций*

Т.Ф.Ткаченко

*K. E., the professor of Faculty Building Wares
and Designs Technology*

A.V. Kreeelova

*K. E., the docent of Faculty Building Wares and
Designs Technology*

S.P. Kozodaev

*K. E., the assistant of Faculty Building Wares
and Designs Technology*

T.F. Tkachenko

А.В. Крылова, Т.Ф.Ткаченко, С.П. Козодаев

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩЕ-ВОДРЕДУЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК, СОДЕРЖАЩИХ «ОТБЕЛЬНУЮ ГЛИНУ»

Представлены результаты исследований применения техногенного отхода – «отбеленной глины» в цементных системах. Установлено, что комплексная органоминеральная добавка, содержащая «отбеленную глину», позволяет снизить водопотребность цемента, обеспечить пластифицирующий эффект и повысить прочность цементного композита.

Ключевые слова: «отбеленная глина», органоминеральная добавка, пластифицирующий и водоредуцирующий эффекты.

A.V. Kreeelova, T.F. Tkachenko S.P. Kozodaev

EFFICIENCY OF ACTIVITY PLASTIC- WATERREDUCE ADDITIVES WITH «BLEACH CLAY»

This article contains results of examines of deviation from technical «bleach clay» use in the cement systems. It is mounted, what complex organmineral additive with «bleach clay» reduces waterrequirement of cement, secures plastic effect and raises durability of a cement composition.

Keywords: «bleach clay», organmineral additive, plastic and waterreduce effects.

Использование различного рода промышленных отходов является важным направлением в строительной отрасли, тем более это актуально в настоящее время – в период всемерной экономии материальных и энергетических ресурсов.

В данной работе речь идет о возможности использования отходов масложирового производства, которые до сих пор не утилизируются и идут в отвалы. Целью исследований являлось изучение возможностей использования этих отходов, так называемой «отбеленной глины» (ОГ), в цементных системах в качестве добавки-микронаполнителя и в роли минерального компонента в составе органоминерального комплекса. «Отбеленная глина» - это бентонит, содержащий до 20 % различных жиров. В основном (более 70 %) его состав представлен минералом монтмориллонитом – высокодисперсным слоистым алюмосиликатом со сложной структурой.

С точки зрения современных представлений чистые глинистые минералы (сметтиты) обладают всеми свойствами природных наноразмерных частиц, и с этих позиций они пока стихийно используются при изготовлении строительных материалов. Важным свойством

сметитов является их способность к самодиспергации, в результате чего возможно возникновение «незавершенных структурных элементов» - элементарных глинистых ячеек, которые можно рассматривать как вариант наночастиц [1]. Они несут отрицательный заряд, величина которого определяется изоморфными замещениями Fe^{3+} , $\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ в октаэдрическом и $\text{Si}^{4+} \rightarrow \text{Al}^{3+}$ в тетраэдрическом слоях. Установлено, что глинистые частицы проявляют способность к самоорганизации, приобретая определенную структурированность и переходя в гелевидное состояние.

В качестве органической составляющей в составе органоминерального комплекса использовались поверхностно-активные вещества (ПАВ) различного принципа действия [2]: ЛСТ, разжижитель С-3 и гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе – Stacheplast 2570 и Glenium 51. Изучалось пластифицирующе-водоредуцирующее действие в цементных системах комплексных добавок с различным сочетанием данных ПАВ и частиц ОГ.

В исследованиях содержание «отбельной глины» в составе органоминерального комплекса изменялось от 2 до 6 %, а ПАВ – от 0,3 до 1 % от массы цемента. Было установлено, что при индивидуальном использовании отхода отмечается пластифицирующий эффект, который выше на 13 % по сравнению с бездобавочным эталоном. Сочетание «отбельной глины» с ПАВ повышает этот эффект, и более значительно – в 2,5 раза в случае использования ПАВ нового поколения.

Водоредуцирующий эффект при использовании «отбельной глины» с добавками ПАВ проявляется достаточно сильно: В/Т-отношение снижается от 0,45 (эталон) до 0,21, то есть более чем в 2 раза.

Таким образом, применение органоминеральных добавок в цементных системах, содержащих отход масложирового производства, эффективно в технологическом и экологическом аспектах. Наиболее целесообразным представляется следующий состав органоминеральной добавки: 2 % ОГ+ 0,3 % ПАВ от массы твердой фазы.

Библиографический список

1. Наседкин, В.В. Бентонит как природный наноматериал в строительстве / В.В. Наседкин // Строительные материалы, 2006. - № 8. – С. 8 – 10.
2. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика: монография / В.Г. Батраков. – М., 1998. – 798 с.

References

1. Nasedkin, V.V. Bentonit as natural nanomaterial in the construction / V.V. Nasedkin // Building materials, 2006. - № 8. – P. 8 – 10.
2. Batrakov, V.G. Modified Concretes. Theory and Practice: monograph / V.G. Batrakov. - M., 1998. - 798 p.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Канд. техн. наук, проф. кафедры проектирования зданий и сооружений Л.П. Салогуб;

Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений В.Е. Колесников

Россия, г. Воронеж, тел. 8(951) 552-1937

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

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

L.P. Salogub;

Undergraduate of the designing of buildings and constructions faculty V.E. Kolesnikov

Russia, Voronezh, tel. 8(951)552-1937

Л.П. Салогуб, В.Е. Колесников

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНСТРУКТИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Представлены основные строительные материалы и их свойства с точки зрения пожарной безопасности. Приведены примеры работ по увеличению огнезащитных свойств материалов. Дан сравнительный анализ строительных материалов с точки зрения пожарной безопасности до проведения работ по увеличению огнезащитных свойств и после.

Ключевые слова: огнезащитные материалы, пожарная безопасность, свойства материалов.

L.P. Salogub, V.E. Kolesnikov

ANALYSIS OF MATERIALS FOR CONSTRUCTIVE FIRE PROTECTION IN CONSTRUCTIONS

Here is presented basic construction materials and their properties in terms of fire safety. The examples of work to increase the fire retardant properties of materials are considered. A comparative analysis of building materials in terms of fire safety to work on an increase in fire protection and after has been made.

Keywords: fireproof materials, fire safety, material properties.

Традиционно основными материалами в высотном строительстве являются металлические, бетонные и железобетонные конструкции.

Бетонные и железобетонные конструкции, благодаря сравнительно небольшой теплопроводности бетона, достаточно хорошо сопротивляются воздействию пожара, однако ввиду того, что современные конструкции, как правило, выполняются тонкостенными и пустотными без монолитной связи с другими элементами здания, их способность выполнять свои функции ограничена одним часом, а иногда и менее того.

Важными являются такие параметры, как плотность, паро- и водопроницаемость, удельная теплоемкость и теплопроводность бетона, а также зависимости изменения этих параметров от температуры. Паро- и водопроницаемость бетона существенным образом зависит от марки бетона и тем ниже, чем выше марка бетона. Так как бетон всегда содержит некоторое количество ассоциированной и связанной воды, то при нагреве бетона начинается диффузия воды и водяных паров через поры. При этом если паропроницаемость бетона оказывается недостаточно высокой, то в бетоне с ростом температуры возникают значительные внутренние напряжения, способные привести к взрывному разрушению бетона. Действительно, если рассмотреть диаграмму состояния воды и водяного пара, то можно увидеть, что при нагреве бетона до критической температуры воды 374,15^оС давление воды и водяного пара в замкнутых порах бетона может повыситься до 21,8 МПа. С учетом того, что проч-

ность бетона на сжатие падает на 20-30% с ростом температуры до 250-350°C и далее происходит практически линейное падение прочности бетона до 20% от начальной при температуре 800°C, то даже высокопрочные марки бетона подвержены взрывному разрушению.[4]

Особенность бетона в том, что его удельная теплоемкость очень сильно зависит от влажности и при температурах ниже 100°C составляет величины: 840; 1875; 2750 и 5600 Дж/кг*К соответственно при влажностях 0%; 2%; 4% и 10%. Однако при высокой теплоемкости бетон имеет относительно невысокую теплопроводность. Теплопроводность тяжелого бетона, составляющая величину около 2 Вт/м*К при температуре 20°C падает до 0,8 Вт/м*К при температуре 1000°C. Бетон имеет высокую теплоемкость и для равномерного прогрева массивных бетонных конструкций до критической температуры потребовался бы подвод очень большого количества тепла, однако ввиду того, что бетон имеет низкую теплопроводность, прогрев защитного слоя происходит достаточно быстро, притом, что внутренние слои бетона могут оставаться холодными. Следовательно, для огнезащиты бетона целесообразно применение материалов с низкой теплопроводностью и высокой паро- и газопроницаемостью, для того, чтобы обеспечить медленный прогрев конструкций при котором диффузия паров воды, а также продуктов термической деструкции материала не вызвала значительных внутренних напряжений.

Для расширения пределов огнестойкости бетона и железобетона могут быть использованы огнезащитные плиты на основе минеральных волокон, керамзита, вермикулита и перлита, обмазки, штукатурки и вспучивающиеся краски.

Металлические конструкции, то есть конструкции из стали, чугуна и алюминиевых сплавов значительно легче и удобнее в монтаже, чем равные им по несущей способности железобетонные конструкции, однако ввиду высокой теплопроводности металла и относительно невысокой критической температуре они имеют предел огнестойкости не более 15 минут. [2]

Металл при прогреве ведет себя совершенно иначе, чем бетон. Действительно, теплопроводность стали в 30-40 раз выше, чем у бетона, а массивность конструкций примерно во столько же раз ниже. Стальная конструкция, имеющая теплоизолирующее покрытие во время пожара прогревается практически как единое целое. Скорость прогрева металлоконструкций с изолирующим покрытием зависит не только от приведенной толщины металла, то есть теплоемкости металла, но в еще большей степени от теплоотражающих свойств изолирующего материала (степени черноты) и его объемной теплоемкости, но мало зависит или не зависит совсем от его теплопроводности. Эти результаты позволяют по-новому подойти к вопросу огнезащиты металлоконструкций и в перспективе можно ожидать появления тонкослойных и прочных обмазок и штукатурок с лучшими эстетическими свойствами.

Технологии огнезащиты по способу применения условно можно разделить на сухие и мокрые. Каждая из технологий имеет свои достоинства и недостатки. Материалы для сухой технологии нанесения могут иметь аналоги среди материалов для мокрого нанесения. Например, перлитовые плиты, вермикулитовые плиты и перлито-цементные и вермикулито-цементные штукатурки, минераловатные плиты и штукатурки на основе минеральной ваты, с точки зрения их защитных свойств являются аналогами. К достоинствам сухих технологий огнезащиты можно отнести возможность выполнения работ в любое время года, а также в условиях, когда по каким либо технологическим или иным причинам применение мокрых технологий является недопустимым. Вместе с тем сухие технологии являются более трудоемкими, а выполнение огнезащиты на конструкциях сложной пространственной формы, например, балках и фермах является трудно решаемой технологической задачей.

Обкладка кирпичом, бетонирование и оштукатуривание широко используются для огнезащиты в строительстве. Вместе с тем следует отметить, что эти конструктивные способы огнезащиты являются мокрыми и могут выполняться, как правило, в теплое время года. Об-

кладка кирпичом является трудоемким и медленным процессом и может быть рекомендована только при выполнении малых объемов огнезащитных работ.

Высокотехнологичным и широко применяемым производственным процессом является оштукатуривание защищаемых конструкций методом торкретирования. Торкретирование позволяет создавать огнезащитные покрытия, точно повторяющие форму защищаемой строительной конструкции. В Европе для мокрого торкретирования хорошо зарекомендовали штукатурные машины непрерывного действия производства фирм: М-Тес (МЗ, Duo-Mix), Германия; PFT, (модели G4, G4, G5), Германия; Putzmeister (модели M25, M35), Германия. Следует отметить, что в нашей стране более широкое распространение имеют агрегаты циклического действия типа СО-150, СО-154, СО-159 и им аналогичные. Их также можно применять для нанесения огнезащитных штукатурок.

Опыт показывает, что качество выполнения работы по нанесению огнезащитных штукатурок агрегатами циклического действия, как правило, оказывается выше, чем при использовании агрегатов непрерывного действия ввиду того, что затворение и вымешивание раствора происходит в растворосмесителе более длительное время, как правило, не менее 10 минут и за это время все активные добавки, влияющие на реологию раствора успевают раствориться и равномерно распределиться по раствору. В машинах непрерывного действия полимерные добавки не успевают раствориться в процессе затворения, так как смесь в камере затворения находится всего несколько секунд. Наиболее неприятным следствием этого является схватывание раствора в растворных рукавах при перерывах в работе более 5-15 минут. При работе с агрегатами циклического действия перерывы в работе могут достигать 1-2 и более часов. Еще одним достоинством агрегатов циклического действия является удобство применения, связанное с их значительно меньшим весом. Агрегаты непрерывного действия весят 220-250 кг, в то время как вес агрегатов циклического действия СО-169, СО-150 составляет 60-80 килограмм.

В настоящее время в Европе и Северной Америке в качестве конструктивного способа огнезащиты металлических конструкций, а также бетона и железобетона наиболее широко используются плиты и штукатурки на основе вермикулита, перлита и минеральных волокон. Они позволяют достигать пределов огнестойкости до трех и более часов, недороги и технологичны в применении.

Вспученный вермикулит представляет собой пористый материал, получаемый при высокотемпературном нагреве гидратированных биотитовых и флогопитовых слюд. Насыпная плотность вермикулита фракции 1мм или 2 мм, применяемого в производстве огнезащитных материалов, составляет величину 100-150 кг/м³, а его теплопроводность 0,05-0,07 Вт/(м·К). Вермикулит является наиболее термостойким из всех широко применяемых наполнителей. Его огнестойкость составляет величину 1270-1430оС.

Перлит – материал, получаемый вспучиванием природных водосодержащих стекол. Для производства огнезащитных штукатурок применяют перлитовый песок фракций до 2 мм с насыпной плотностью 70-150 кг/м³. Теплопроводность перлита в сухом состоянии составляет величину 0,05-0,07 Вт/(м·К). Огнестойкость перлита 900-1000оС.

Сравнение теплофизических свойств вермикулита и перлита, казалось бы, позволяет сделать вывод об однозначном преимуществе вермикулита в качестве наполнителя для огнезащитных материалов, так как вермикулит имеет более высокую рабочую температуру, однако это совершенно не соответствует действительности. Вермикулит является более стойким в химическом отношении минералом и не практически не гидратируется в цементном геле, то есть является пассивным наполнителем. Частицы перлита частично гидратируются в растворе и участвуют в образовании цементного камня, и как следствие, сцепление частиц перлита между собой оказывается выше. Насыпная плотность перлита ниже, что позволяет уменьшить его количество для получения той же плотности. Как следствие, даже если при комнатных температурах материалы из перлита и вермикулита имеют приблизительно оди-

наковые прочностные характеристики, с ростом температур до 800-1000^оС преимущества перлитовых продуктов становятся все более явными и разница в прочностных характеристиках может достигать десятков и даже сотен процентов. Перлитовые материалы не имеют выраженной склонности к трещинообразованию при высоких температурах.

Огнезащитные штукатурки и плиты на основе перлита или вермикулита и цементного вяжущего имеют плотность от 350 кг/м³ до 1200 кг/м³, теплопроводность 0,06-0,3 Вт/(м·К) и являются наиболее универсальными материалами. Область их применения наиболее широка. Это не только огнезащита гражданских объектов, но и объектов энергетики, морских судов и нефте- и газодобывающих платформ.

Вспучивающиеся покрытия на основе минеральных вяжущих. Типичным примером такого материала является композиция ОФП-ММ на основе жидкого натриевого стекла с асбестовым наполнителем, разработанная в ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко еще в 1978 году. Составы на основе жидкого стекла в России до сих пор составляют самую многочисленную группу. Основным достоинством этих материалов является их низкая стоимость, однако жидкостекольные составы имеют ряд существенных недостатков, а именно, они разрушающе воздействуют из-за высокой щелочности на алкидные грунты типа ГФ-021 и аналогичные.

Огнезащитные вспучивающиеся краски. Относительно новый класс материалов, интерес к которым вызван как их достаточно высокой огнезащитной эффективностью, так и удобством применения. Краски наносятся тонким слоем на поверхность конструкций и в процессе эксплуатации выполняют функции декоративно-отделочного материала. При огневом воздействии образуются пенококс, который имеет объем во много раз больше первоначального объема покрытия.

Библиографический список

1. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.- Корольченко А.Я., Загорский Д.О.
2. Пожарная опасность материалов для строительства: учебное пособие. - Корольченко А.Я.
3. Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. - Л.П. Пилугин.
4. Пожарная опасность строительных материалов: Учебное пособие. - Корольченко А.Я., Трушкин Д.В.
5. Пожарная безопасность: Справочник. — 2-е изд. (с изм.) - Собурь С.В.
6. Своды правил. Системы противопожарной защиты. Электронная версия

References

1. Categories of premises and buildings for the explosion and fire hazard. – Korolchenko A., Zagorsky D.
2. Fire hazard of materials for construction: a tutorial. – Korolchenko A.
3. Providing Blast buildings with protective structures. – Pilughyn L.P.
4. Fire hazard of building materials: Textbook. – Korolchenko A., Trushkin D.V.
5. Fire Safety: A Handbook. - 2 ed. (as amended).- Sobur S.V.
6. Code of Practice. Fire protection system. Electronic version.

*Воронежский государственный
Архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры материалов
ведения и технологии строительных мате-
риалов А.Е. Турченко
Канд. техн. наук, доц. кафедры материалов
ведения и технологии строительных мате-
риалов А.А. Суслов
Россия, г Воронеж, тел. +7(4732)71-53-21;
e-mail:*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
A.E. Turchenko cand. of techn. science,
associate professor of the chair of materials and
technology of building materials
A.A. Suslov cand. of techn. science,
associate professor of the chair of materials and
technology of building materials
Russia, g Voronezh, ph. + 7 (4732) 71-53-21;
e-mail:*

А.Е. Турченко, А.А. Суслов

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНВЕРТОРНОГО ШЛАКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ИЗ ГЛИН ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В представленной работе приведены результаты по получению стеновых керамических материалов на основе глин воронежской области и конверторного шлака. Разработанные составы керамических масс позволили получить керамические изделия с высокими физико-механическими свойствами.

Ключевые слова: глины воронежской области, конверторный шлак, керамические изделия, физико-механические свойства.

A.E. Turchenko, A.A. Suslov

PECULIARITIES OF CONVERTER SLAG APPLICATION FOR THE PRODUCTION OF THE CERAMIC BRICK FROM THE VORONEZH REGION CLAY

In introduced activity the outcomes on obtaining ceramic stuffs on the basis of clay from the Voronezh region and slag of converter. The developed structures of ceramic weights have allowed to receive pottery with high physical-and-mechanical properties.

Keywords: Voronezh region clay, slag of converter, ceramic products, physical-and-mechanical properties.

Керамические предприятия в качестве основного сырья используют местное глинистое сырье с добавлением пластифицирующих и отошающих компонентов. В качестве отошающих наиболее часто, применяют кварцевый песок, уголь, техногенное сырье. С позиции технологии строительной керамики данное сырье представляет интерес как отошитель на этапе подготовки сырьевой смеси и сушки сырца, а на этапе обжига выполняет роль плавня.

На основании литературного анализа установлена возможность использования техногенного сырья – шлака для производства керамического кирпича с целью повышения прочностных характеристик [1]. Но нет данных о влиянии конверторного шлака, содержащего до 40 % карбонатов на свойства керамических изделий.

Для нейтрализации водорастворимых солей, содержащихся в шлаке, рекомендуется вводить каолинитосодержащую глину, для их нейтрализации в количестве 10 мас. % [2].

Одним из перспективных направлений технологии производства строительной керамики может служить формование изделий из пластичных масс пониженной влажности. Преимуществом «жесткого» способа формования является получение изделий с большими

прочностными показателями по сравнению с полусухим и пластическим способами изготовления [1].

На основании вышеизложенного, цель данной работы - исследование влияния конверторного шлака в составе шихты на физико-механические свойства керамических изделий отформованных «жестким» способом.

Исследования проводились на образцах, изготовленных методом «жесткого» формования ($W=14\ldots 16\%$) из глины Масловского месторождения Воронежской области. В качестве добавочных компонентов использовались - конверторный шлак ОАО «НЛМК» в количестве $5\ldots 15$ мас. % и каолиновая глина Латненского месторождения в пределах $5\ldots 10$ мас. %.

Глины высушивались при температуре $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, и измельчались до прохождения через сито №063. Шлак предварительно измельчался до прохождения через сито №063, смешивался с глиной и полученная шихта затворялась водой в количестве $14\ldots 16\%$. Из приготовленной шихты формовались образцы-кубы размером $5 \times 5 \times 5$ см. Отформованные образцы высушивались при температуре $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, и обжигались при температуре $980\text{ }^{\circ}\text{C}$ с выдержкой 1 час.

Для получения наиболее полной информации о влиянии массовых долей шлака и Латненской глины на физико-механические свойства керамических образцов был выполнен эксперимент с использованием метода Д - оптимального планирования. Критерием оптимизации являлся показатель предела прочности при сжатии.

В результате исследований установлено, что введение в шихтовый состав Латненской глины совместно с конверторным шлаком в количестве $5\ldots 10\%$ обеспечивает снижение водопоглощения, общей линейной усадки и увеличение прочности при сжатии керамических изделий.

Рекомендуемые шихтовые составы для производства керамического кирпича включают, мас. %: конверторный шлака - $5\ldots 10$, Латненская глина до 5, Масловская глина - $85\ldots 95$ и обеспечивают получение керамического кирпича марки не ниже М200 со стабильными прочностными показателями (коэффициент вариации не превышает 5%).

Библиографический список

1. Химическая технология керамики: Учебное пособие для вузов [Текст]:/Под ред. Проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с., ил. – Библиогр.: С. 487-488. – 1000 экз. - ISSN 5-94026-004-7.

2. Солопов С.В. Лицевой керамический кирпич на основе низкосортного глинистого сырья. [Текст]:/ С.В. Солопов. Автореф. канд.тех.наук. – О.: ОрелГТУ, 2010. – 24 с.

References

1. Chemical technology of ceramics: Training tutorial for universities [Text]:/ Edited by prof. I.Y. Guzman. - M.: ООО RIF «Building materials»2003. – pp. 496.

2. Solopov S.V. Obverse ceramic brick on the basis of low-grade clay raw materials.[Text]:/ S.V. Solopov. The author's abstract on competition cand. of techn. science O.: OrelGTU, 2010. – pp. 24.

*Воронежский государственный архитек-
турно - строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры техноло-
гии строительных изделий и конструкций
А.В. Уколова
Канд. техн. наук, профессор кафедры
Материаловедения и технологии строи-
тельных материалов О.А. Чернушкин
Канд. техн. наук, доцент кафедры
Материаловедения и технологии строи-
тельных материалов А.Е. Турченко
Россия, г Воронеж, тел 8(3732)71-52-35*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
A.V.Ukolova cand. of techn. science, asso-
ciate professor of the chair of technology of
building materials and products
O.A. Chernushkin cand. of techn. science,
professor of the chair of materials and tech-
nology of building materials
A.E. Turchenko cand. of techn. science,
associate professor of the chair of materials
and technology of building materials
Russia, g Voronezh, ph. + 7 (4732) 71-53-21*

А.В. Уколова, О.А. Чернушкин, А.Е. Турченко

СИЛИКАТНЫЙ КИРПИЧ МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ИЗВЕСТЬЮ

Статья посвящена теоретическим и практическим исследованиям применения гидравлической извести в составе известково-песчаной смеси при производстве силикатного кирпича. Определен оптимальный состав сырьевой шихты. На его основе получен силикатный кирпич марки 200, водостойкость и прочность которого выше эталонного состава (без гидравлической извести).

Ключевые слова: гидравлическая известь, известково-песчаная смесь, силикатный кирпич, водостойкость.

A.V.Ukolova, O.A. Chernushkin, A.E. Turchenko

THE LIME-AND-SAND BRICK MODIFIED BY THE HYDRAULIC LIME

The article deals with the theoretical and practical researches with used of the hydraulic lime in the composition lime-sandy mixture in to produce brick of silicates. It has bun determined the composition lime-sandy mixture. It has bun obtain the lime-and-sand brick water-résistance and mechanical strength grade 200.

Keywords: hydraulic lime, lime-sandy mixture, lime-and-sand brick, water-résistance.

Традиционная технология получения силикатного кирпича базируется на использовании однокомпонентного воздушного твердения вяжущего вещества – кальциевой извести (CaO), не содержащей в своем составе других минералов типа $n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2$, $n\text{CaO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$, $n\text{CaO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$, обеспечивающих гидравлическое твердение. Как показывают результаты исследований на многочисленных видах строительных бетонов для повышения их эксплуатационно-технических свойств, долговечности и надежности целесообразно использовать многокомпонентные вяжущие вещества. Все это в полной мере можно отнести к технологии производства силикатного кирпича.

Одним из многокомпонентных вяжущих является гидравлическая известь, содержащая кроме CaO минералы вида $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{CaO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$, $2\text{CaO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$. В данном случае CaO обеспечивает воздушное твердение гидравлической извести, а последние три минерала - ее гидравлическое твердение. При этом с ростом содержания таких минералов гидравлическая

известь быстрее твердеет и прочность ее выше. Наличие минералов гидравлического твердения способствует также процессу формирования качественных новообразований. Литературные данные по практическому использованию гидравлической извести в технологии силикатного кирпича отсутствуют, а поэтому исследования в этой области представляют определенный научный интерес.

Цель данной работы - исследование возможности использования гидравлической извести в составе известково-песчаной смеси для улучшения прочностных свойств сырца и силикатного кирпича, а также его водостойкости, что имеет практическое значение.

В качестве сырьевых материалов использовались известь негашеная кальциевая активностью 80 %, песок Малышевского месторождения с содержанием $\text{SiO}_2 > 90$ %. Гидравлическая известь была получена на основе отходов мелодобычи Копанищенского карьера с содержанием CaCO_3 не менее 95 % и суглинка Семилукского месторождения «Дорожное». Химический состав суглинка (в % по массе): SiO_2 – 67 %, Al_2O_3 – 12 %, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ – 5%, CaO – 4%, MgO – 1,5 %, SO_3 – 0,15 %. Химический состав полученной гидравлической извести (в % по массе): CaO – 70-71 %, SiO_2 – 19,8-20,4 %, Al_2O_3 – 3,42 %, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ – 1,5-2 %, MgO – 0,66 %.

При исследовании влияния гидравлической извести на прочность сырца и силикатного кирпича применен метод активного планирования двухфакторного эксперимента. Варьируемыми параметрами приняты дозировки - гидравлической извести (X_1), воды (X_2). Уровни варьирования независимых переменных представлены в таблице 1.

Таблица 1

Уровни варьирования независимых переменных

Уровни варьирования независимых переменных	Значение переменных, %	
	Гидравлическая известь, (X_1)	Вода, (X_2)
Верхний уровень, (+1)	25	8
Основной уровень, (0)	15	6
Нижний уровень, (-1)	5	4

Прочность сырца определялась сразу после формования образцов. Тепловлажностная обработка отформованных образцов проводилась при температуре 175 °С. Изотермическая выдержка составляла 6 ч. После ТВО образцы выдерживались сутки в естественных условиях и подвергались механическим испытаниям. По результатам определения предела прочности сырца получена следующая функциональная зависимость:

$$Y = 6,842 + 2,453x_2 + 1,055x_1x_2 - 0,513x_2^2$$

Оптимальный состав содержал 25 % гидравлической извести, 8 % воды, остальное – известково-песчаная смесь заводского состава (известково- песчаное вяжущее активностью 40 %, активность смеси – 8 %). При этом сырец имел прочность при сжатии 10 кгс/см², что в 1,4 раза больше эталонного (без гидравлической извести), прочность которого составляла 7 кгс/см².

По результатам определения предела прочности при сжатии образцов силикатного кирпича получена следующая функциональная зависимость:

$$Y = 138,227 - 34,400x_1 + 67,167x_2 + 31,675x_1x_2 - 15,833x_1^2$$

Оптимальный состав содержал 15 % гидравлической извести, 8 % воды, остальное - известково-песчаная смесь). При этом прочность при сжатии образцов кирпича составила 205,4 кгс/см², что в 1,2 раза больше эталонных (без гидравлической извести), прочность которых - 175 кгс/см². Результаты оценки водостойкости образцов представлены в таблице 2.

На основании полученных данных (таблица 2) установлено, что коэффициент размягчения образцов состава с гидравлической известью в 1,3 раза больше аналогичного показателя образцов на основе известково-песчаной смеси.

Выполненные исследования позволяют заключить, что добавка гидравлической извести в известково-песчаную смесь является эффективным вяжущим. Активные SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 , содержащиеся в ней, интенсифицируют процессы структурообразования, участвуют в синтезе высокопрочных водостойких новообразований, являющихся аналогами природных.

Таблица 2

Результаты экспериментальных исследований образцов силикатного кирпича

Составы	$R_{сж}$ образцов, высушенных до постоянной массы, кгс/см ²				$R_{сж}$, кгс/см ² , (среднее значение)	$R_{сж}^H$ водонасыщенных образцов, кгс/см ²				$R_{сж}^H$, кгс/см ² , (среднее значение)	$K_{разм} = R_{сж}^H / R_{сж}$
	1	2	3	4		1	2	3	4		
Эталонный состав (известково-песчаная смесь)	172,3	178,4	172,2	175,5	174,6	171,2	163,1	168,5	170,2	168,5	0,67
Состав с гидравлической известью (25 %)	206,0	203,0	205,0	209,0	205,4	179,0	176,3	176,9	180,0	178,7	0,87

Запасы сырьевых материалов, используемых при производстве гидравлической извести, практически неисчерпаемы. Получение этого вяжущего возможно на действующих известковых заводах с использованием отходов мелодобычи и глинистого сырья. С учетом перечисленного можно утверждать, что совместное применение кварцевого песка, кальцевой извести и гидравлической извести в технологии силикатного кирпича весьма перспективно.

Библиографический список

1. Белов Н.В. Кристаллохимия с крупными катионами/Н.В. Белов. – М., АН СССР, 1961. – с.67.
2. Чухров Д.В. Коллоиды в земной коре/Д.В. Чухров. – М., АН СССР, 1961. – с. 667.
3. Уколова А.В. Исследование условий получения автоклавных бетонов с улучшенными свойствами/ А.В. Уколова. – Воронеж, 1981. – с. 216.
4. Песцов В.И., Оцоков К.А., Вылегжанин, В.П., Пинскер В.А. Эффективность применения ячеистых бетонов в строительстве России/ В.И. Песцов, К.А. Оцоков, В.П. Вылегжанин, и д.р. – М., Строительные материалы, 2004,- №3. – С. 7 – 8.

References

1. Belov N.V. Crystal-chemistry of silicates with lager caution [Text]/ N.V. Belov.- M.,AN USSR, 1961. – p.67.
2. Chuxrov D.V. The colloid of the earth's crust./ D.V. Chuxrov, -M.,AN USSR, 1961. – p. 667.
3. Ukolova A.V. The research of the condition autoclave concert of improvement properties. / A.V.Ukolova.- Voroneg, 1981. – p. 216.
4. Pestsov V.I., Otsokov K.A., Vyleganin V.P., Pinsker V.A. The efficiency with used of the cellular concerts in the building of Russia. / V.I. Pesov, K.A Osokov., V.P Vyleganin., V.P. Pinsker - M., Building materials , 2004,- №3. – pp. 7 – 8.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 728.1-056.266(1-87)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Доц, Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений
Кочкарева Ольга Васильевна
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
Kochkareva Olga
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Т.В. Богатова, О.В. Кочкарева

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО 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. Kochkareva

THE ANALYSIS OF EXPERIENCE OF DOMESTIC 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.

В памяти старшего поколения еще живы те времена, когда вернувшимся с войны искалеченным ветеранам передвижение по городам и селам разрешалось только на открытых велоколясках с двухтактным одноцилиндровым двигателем, называемых "Киевлянками". И лишь десятилетие спустя инвалиды войны добились разрешения устанавливать на обычные автомобили ручное управление и получить лицензии на право их вождения.

Внутри помещений безногие и парализованные инвалиды передвигались в худшем случае ползком или на низких тележках, а в лучшем - в громоздких креслах, сделанных из грубого железа, фанеры, заменителя кожи и ваты. На улицах можно было видеть людей в трехколесных рычажных велоколясках времен Русско-японской и Первой мировой войн. Удивительно, но в некоторых глухих провинциях они встречаются и по сей день.

Обстановка стала изменяться к лучшему лишь в 60-х годах при Хрущеве. Инвалидам, прошедшим медицинскую комиссию, разрешалось приобретать автомобили с ручным управлением. Основным транспортным средством с этим видом управления, был 30-сильный малолитражный украинский автомобиль с воздушным охлаждением "Запорожец".

Большинство инвалидов в России проживают в обычных квартирах, ни в коей мере не приспособленных к их нуждам. В последнее время в нашей стране проблемами улучшения быта и обслуживания инвалидов, создания для них безбарьерной среды обитания занимаются ряд научно-исследовательских институтов и компаний. Разработаны нормативные документы, которыми руководствуются проектные и строительные организации при возведении жилища для престарелых и инвалидов.

Наиболее сложная проблема — создание современного удобного жилища, которое должно отвечать основным требованиям инвалидов, пользующихся для передвижения кресло-колясками.

Для расчета необходимых площадей помещений, ширины дверных проемов, подъездов к сантехническим приборам и т.д. эталоном служит [инвалидная коляска](#) шириной 670 и высотой сиденья 520 мм. Не исключается использование и других моделей, если их длина не превышает 1200 и ширина 700 мм.

Для перехода с одного уровня на другой и на входах в жилые и общественные здания должны использоваться [пандусы](#) (в том числе и винтовые) определенной ширины с уклоном 5–8 градусов.

Для инвалидов на креслах-колясках необходимы при въезде в дом или подъезд специальные пандусы. Ширина пандуса должна быть не менее 100–120 см, уклон 6 градусов.

На улице или в вестибюле дома рядом с пандусом устраивают [перила высотой 70–80 см](#). Конструкция их состоит из нескольких опорных стоек, выполненных из дерева или металла. Жесткость и устойчивость обеспечиваются наклонными подкосами.

Въехав в квартиру, инвалиду на кресле-коляске необходимо снять верхнюю одежду. Поэтому вешалки для одежды, размещенные в передней, должны быть укреплены на высоте 150–160 см.

Под вешалкой оставляют свободное пространство для подъезда и разворота кресла-коляски. На высоте 15–20 см от пола рядом с вешалкой укрепляют полки или ящики для хранения домашней и уличной обуви. Габариты этих емкостей: высота и глубина 30 см, ширина 40–60 см. Наружные дверцы их сделаны в виде раздвижных створок.

В помещении кухни необходимо устанавливать электрическую плиту, а при размещении настенных шкафов и полок необходимо помнить, что высота крепления оборудования должна быть на 10–15 см ниже, чем в обычных кухнях. Желательно, чтобы мебель на кухне, в прихожей и жилых комнатах не имела острых углов.

Чтобы инвалид в кресле-коляске мог подъехать к плите, убирают духовой шкаф. Духовка устанавливается отдельно. Она может быть смонтирована рядом с рабочим столом или приподнята над ним.

Высота крепления шкафных полок снижается, у рабочих столов убираются выдвижные ящики, что также облегчает подъезд кресла-коляски к столу. Холодильник целесообразно установить на подставку, приподняв его на 20–30 см над уровнем пола. В этом случае инвалид может сам достать любые продукты, находящиеся в глубине холодильника.

В жилых и подсобных помещениях в наиболее травмоопасных местах используются в качестве предупреждения яркий цвет или дополнительное освещение (подсветка).

Помещения ванн и санитарных узлов являются наиболее травмоопасными для инвалидов. Именно здесь, как показывает практика, люди с хроническими заболеваниями органов движения получают травмы и ушибы.

Следует избегать использования для покрытия пола материалов со скользкой поверхностью (глазурованная плитка). Наиболее приемлемыми могут быть покрытия с рифленой или шероховатой поверхностью, позволяющие избежать скольжения и возможных падений.

Чтобы обезопасить перемещения инвалида из кресло-коляски и обратно, в ванн и туалетах рекомендуется устанавливать на стенах или на полу дополнительные

устройства — [поручни](#) (хромированные или пластиковые) и [трапеции](#). Первые служат в качестве опоры для рук, вторые — для подъема собственного тела из ванны в кресло-коляску или наоборот.

Существующие стандартные ванны, бортики которых подняты над уровнем пола на 62,5 см, затруднительны для преодоления инвалидами. Для того чтобы обезопасить инвалидов от падения, делают широкую ступеньку с опорной стойкой. На дно ванны и ступеньки кладут резиновый коврик.

Подобные дополнительные приспособления необходимы для инвалидов и в туалете. Справа и слева от унитаза укрепляют [настенные](#) или [напольные поручни](#). Они могут быть стационарными (прикрепляются к стене или полу) или передвижными. Высота поручня 80–90 см от уровня пола.

Для того чтобы инвалид на кресло-коляске смог въехать в ванную комнату или туалет, необходимо расширить дверные проемы до 90 см. Наиболее удобные двери раздвижные. Их конструкция позволяет беспрепятственно въезжать и выезжать из помещения.

Самый удобный «транспорт» для самостоятельного перемещения инвалида из кресло-коляски в ванну — [специальный подъемник](#). Он может быть передвижным или стационарным. Его конструкция позволяет сидению поворачиваться на 180 градусов, а при необходимости подниматься или опускаться. Подобные подъемники используют в больницах и специальных клиниках. В последнее время их стали устанавливать в специализированных жилищах для инвалидов на кресло-колясках.

Если нормальный человек проводит в спальне около 8 часов в сутки, то время пребывания инвалида, пользующегося кресло-коляской, увеличивается до 10 и более часов. Причиной этого не только возрастные особенности, но и сложности его передвижения по комнате, пересадка с кровати на кресло-коляску и обратно и т.д. Чтобы облегчить самостоятельную жизнедеятельность инвалида, необходимо особое внимание уделить вопросам меблировки и расстановки оборудования в спальнях.

Не следует загромождать комнату мебелью или излишним оборудованием. Главное — обеспечить свободный подъезд к каждому элементу меблировки. Затем при установке кровати в спальне обеспечить подъезд к ней как минимум с двух сторон: с торца и с длинной стороны, что упрощает возможную транспортировку человека в другое помещение, а также позволяет оказать ему бытовую или медицинскую помощь.

Проходы между длинной стороной кровати и стеной должны быть не менее 90 см, между торцом и стеной — 80 см. Желательно, чтобы прикроватные тумбочки были передвижными, без острых углов.

Необходимым элементом оборудования для спальни являются [надкроватные столики](#). Крышка столика может быть горизонтальной или наклонной. В первом случае она предназначена для принятия пищи, во втором — для чтения. Надкроватные столики установлены на ролики и легко задвигаются под кровать.

Для тех, кто передвигается с трудом с помощью костылей или на кресло-коляске, главное средство развлечения — программы на телеэкране или передачи в радиоэфире, а также использование музыкальных центров, магнитофонов, компьютеров и т.д. Поэтому при размещении этой техники в комнате одно из главных условий — удобство пользования. Телевизор располагается на специальной консольной полке, прикрепленной к стене. Благодаря шарниру он может менять угол наклона и поворачиваться на 90 градусов в любую сторону. Желательно, чтобы вся теле- и радиоаппаратура была снабжена пультом управления.

При расстановке мебели в комнатах лучше всего расставить мебель вдоль стен, а центр помещения оставить свободным. Шкафы, серванты, мебельные стенки должны иметь раздвижные дверцы и выдвижные полки и вешалки для белья, что обеспечивает максимально близкий подъезд коляски к мебели.

В этом случае сидящий в кресле-коляске человек может дотянуться до многих предметов, находящихся на полках. Удобны для пользования навесные полки, укрепленные на стене на высоте 120–130 см. Это наиболее активная зона досягаемости рук для тех, кто перемещается в кресле-коляске.

Учитывая небольшие площади помещений и ограниченность движения кресла-коляски, шкафы для хранения белья и одежды рекомендуется размещать рядом с кроватью. Его конструкция имеет ряд особенностей: дверцы шкафа раздвижные, что позволяет максимально приблизиться к нему. Для одежды наиболее удобна выдвижная консольная штанга. Она легко выдвигается из шкафа, а потом задвигается обратно. Подобная выдвижная тумба, состоящая из корзинок, выполненных из металлической проволоки, предназначена для хранения белья.

В малоэтажных зданиях, которые сегодня строятся в различных регионах России, наряду с пандусами применяют для подъема инвалида на второй этаж специальные лестничные платформы, которые движутся по рельсу, как по направляющей. Стандартные размеры платформы — 800×1100 мм. Разработаны платформы, размеры которых позволяют разместиться инвалидной коляске. Установка платформы не требует изменения конструкции здания. Рельс для движения платформы может быть непосредственно вмонтирован в стену или в основание. Перед движением вверх или вниз платформа принимает горизонтальное положение. Закончив подъем, ее устанавливают в вертикальное положение. Платформа может питаться трехфазным током или от аккумуляторов.

Многие устройства и приспособления успешно эксплуатируются во многих странах мира как в домах-интернатах, так и в частных жилищах. В последние годы часть устройств для инвалидов выпускает и отечественная промышленность.

Библиографический список

1. Журнал «leicacit». www.leicacit.com.
2. М. «Сопричастность» 1998, 224с. «Как это было. Очерки истории инвалидного движения в России и создания БОИ». www.index.org.ru.
3. Журнал «Строительный сезон».
4. СНиП 35-01-2001 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».
5. «Рекомендации по проектированию окружающей среды, зданий и сооружений с учетом потребностей инвалидов и других маломобильных групп населения».
6. Х.Ю. Калмет «Жилая среда для инвалида».

References

1. Magazine «leicacit». www.leicacit.com.
2. М "Participation" 1998, 224с. «As it was. Sketches of history of invalid movement to Russia and creations БОИ». www.index.org.ru.
3. Magazine «Building season»
4. Building Norms and Rules 35-01-2001 «Availability of buildings and constructions for маломобильных population groups».
5. «Recommendations about designing of environment, buildings and constructions taking into account requirements of invalids and others маломобильных population groups».
6. H.J.Kalmet «the Inhabited environment for the invalid».

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов С.А. Пинаев; Магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов Франсиско Савити Матиас да Фонсека Россия, г. Воронеж, тел. (4732)71-53-84 e-mail: fskdon@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. of Building construction and foundation department S.A. Pinaev; Graduate of Building construction and foundation department Francisco Saviti Matias Da Fanseca. Russia, Voronezh, tel. (4732)71-53-84 e-mail: fskdon@mail.ru*

С.А. Пинаев, Франсиско Савити Матиас да Фонсека

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОЙ ЗАЩИТЫ НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В статье приводятся экспериментальные данные по исследованию повышения уровня образования трещин у железобетонных изгибаемых элементов покрытых полимерцементной защитой от коррозии против воздействия агрессивных сред.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, полимерцементная защита, изгибаемые элементы, слоистые конструкции.

S.A. Pinaev, Saviti Matias Da Fanseca

THE INFLUENCE OF POLYMERCEMENT PROTECTION ON CRACKS WITH REGARDS TO REINFORCED CONCRETE BENDING ELEMENTS

Presented in this article is the experimental data on the increase in cracking of reinforced concrete elements coated with polimercement protection against aggressive environments.

Keywords: reinforced concrete construction, the polimercement protection, bending elements, sandwich structures.

Актуальность выбранной темы исследований обусловлена двумя факторами. Во-первых, из анализа литературных источников [1] видно, что тонкие полимерные покрытия, нанесенные на железобетонные элементы, улучшают их эксплуатационные качества – повышают трещиностойкость и снижают деформативность. Во-вторых, железобетонные конструкции часто нуждаются в защите от внешних воздействий агрессивных сред.

Задачей исследований являлось создание железобетонной конструкции, совмещающей в себе защиту железобетона от коррозии и одновременно улучшение его эксплуатационных качеств. В связи с этим нами была предложена новая строительная конструкция, которую можно отнести к классу слоистых строительных конструкций.

Для исследования эксплуатационных свойств предложенных конструкций была изготовлена серия железобетонных образцов балок из бетона класса В10 с различным процентом армирования из одиночной арматуры класса А400 (0,39 %, 0,70 %, 1,09 %, 1,57 % соответственно Ø 6, Ø 8, Ø 10, Ø 12). Одновременно изготавливали два одинаковых железобетонных элемента с размерами 60×120×1400 мм, совместно с контрольными образцами – кубами размером 100×100×100 мм. В последующем на один из элементов наносили полимерцементную защиту от коррозии толщиной 3...3,5 мм с трех сторон снизу по периметру.

Полимерцементная защита представляла собой связующее на основе жидкого каучука

марки ПБН [2], высоко наполненное микронаполнителем в виде цемента, при этом степень наполнения достигала 80 %. Выбор вида наполнителя связан с его доступностью, невысокой стоимостью, а также тем, что при отверждении полимерцементной защиты цемент активно реагирует с цементным бетоном, при этом повышается сцепление отдельных слоев.

Изготовленные элементы испытывали на изгиб загрузкой в третях пролета постепенно возрастающими сосредоточенными силами вплоть до разрушения. Перед нагружением на элемент наклеивали 4 тензорезистора марки КФ5П1-20-120-А(12) с базой 20 мм. Один тензорезистор устанавливали на арматуру, расположенную в растянутой зоне элемента, второй – на элемент в растянутой зоне, третий и четвертый – в сжатой зоне элементов (сбоку с двух сторон).

Измерение деформаций производили при помощи "Тензометрического интерфейса" Японской фирмы KYOWA, позволяющего по полумостовой схеме снимать показания тензорезисторов с частотой 10 Гц. Применение данного оборудования позволяет на современном уровне и с высокой точностью выполнять измерение деформаций с помощью тензорезисторов. В процессе измерений в окне программы в реальном режиме времени наблюдали процесс роста деформаций, при этом явно виден момент образования каждой трещины в изгибаемом элементе, обусловленный резким скачком в приросте деформаций.

В результате проведенных исследований получили экспериментальные данные о несущей способности элементов, относительного уровня образования трещин, роста прогибов с увеличением нагрузки, а также были построены диаграммы "момент-кривизна" для всех элементов. Необходимо отметить, что при испытаниях отслоение слоя полимерцементной защиты не наблюдали вплоть до момента разрушения элемента. На рис.1 представлены зависимости относительного уровня образования трещин от процента армирования для железобетонных элементов, железобетонных элементов покрытых полимерцементной защитой, расчетные значения для железобетонных элементов [3], а также расчетные значения для элементов, покрытых полимерцементной защитой. Из рассмотрения экспериментальных зависимостей (сплошные линии рис.1) видно, что применение полимерцементной защиты не только повышает относительный уровень образования трещин, но и качественно изменяет характер поведения элементов под нагрузкой. То есть у обычных железобетонных элементов относительный уровень образования трещин уменьшается с увеличением процента армирования, а у элементов покрытых полимерцементной защитой – повышается.

Данное явление можно объяснить рядом факторов:

- включением в совместную работу полимерного покрытия в сжатой зоне изгибаемого элемента;
- уменьшением пиковых напряжений в слабых местах бетона при помощи полимерного слоя;
- физико-химическим взаимодействием на контакте бетона с полимерцементным покрытием;
- выравниванием деформаций бетона и включением в работу полимербетонного слоя на перегруженных участках;
- повышением прочности бетона при растяжении и предельной растяжимости бетона.

Все перечисленные факторы объясняют сущность эффекта повышения трещиностойкости и использованы при рассмотрении опытных данных и расчетных положений.

Включение в совместную работу полимерного покрытия в сжатой зоне изгибаемого элемента учитывали при определении расчетной несущей способности балок, относительно которой рассматривали экспериментальный и расчетный уровень образования трещин для элементов с полимерцементной защитой. Для обычных железобетонных элементов все расчеты были выполнены в соответствии с требованиями [3].

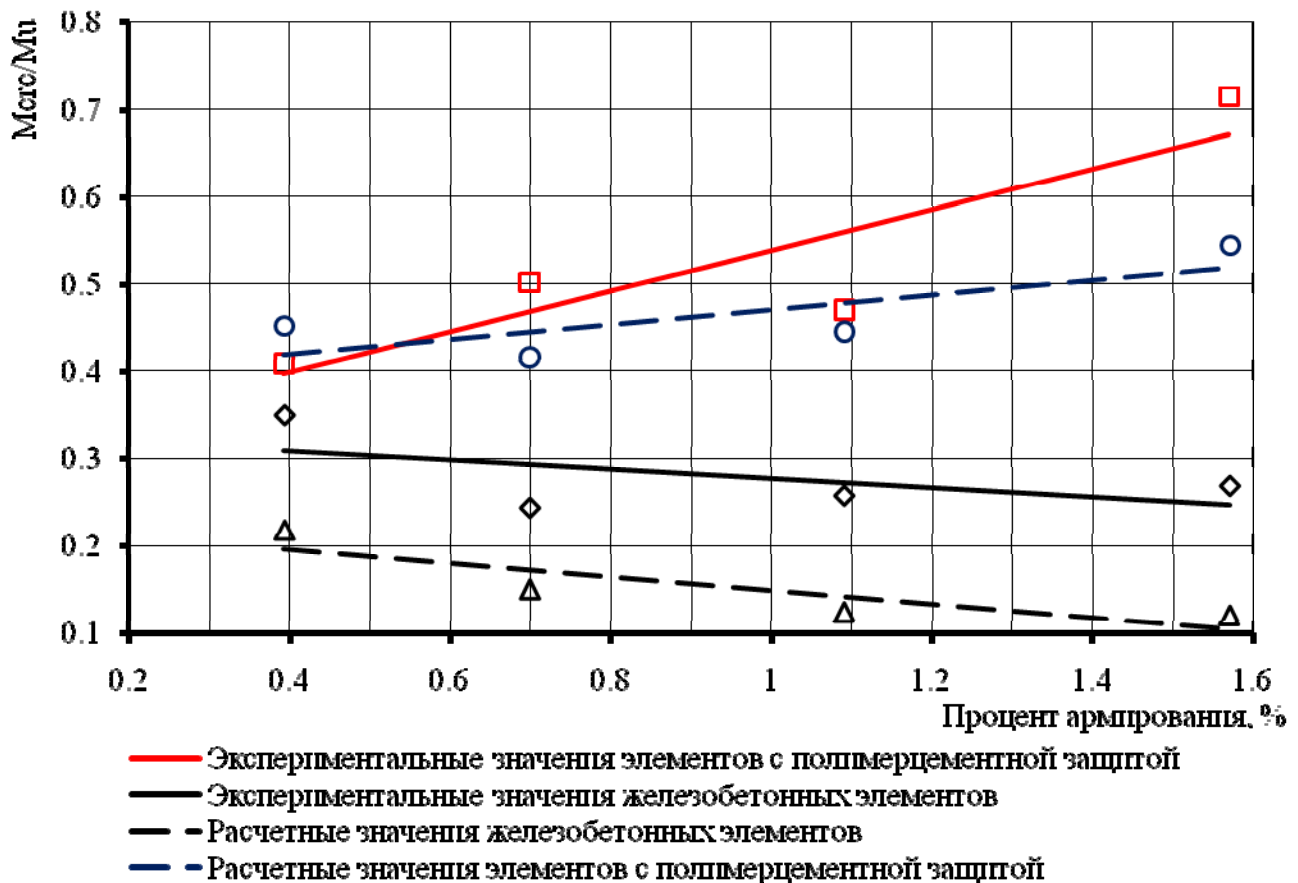


Рис. 1. Зависимость относительного уровня образования трещин от процента армирования

Повышение прочности бетона при растяжении и предельной растяжимости бетона необходимо учитывать при определении расчетного момента образования трещин для элементов с полимерцементной защитой. При этом необходимо отметить, что в результате проведения экспериментальных исследований отмечали повышение предельных деформаций растяжения бетона при увеличении процента армирования.

Момент трещинообразования слоистой конструкции может быть определен [1]:

$$M_T = K \times M_{T6} + M_{Tp}, \quad (1)$$

где M_{T6} - момент, воспринимаемый балкой без покрытия;

M_{Tp} - момент, воспринимаемый слоем покрытия;

K - эффективный коэффициент упрочнения бетона;

M_{Tp} - величина постоянная и зависит от толщины полимербетонного слоя и его модуля упругости E_p . При δ_p/h до 0,1 можно принять $M_{Tp}=0$. При этих условиях выражение (1) для конструкций с тонкими покрытиями принимает вид:

$$M_T = K \times M_{T6}. \quad (2)$$

Эффективный коэффициент упрочнения бетона можно представить в виде следующей суммы:

$$K = 1 + K_1, \quad (3)$$

где K_1 учитывает увеличение трещиностойкости за счет повышения прочности и предельной растяжимости бетона в растянутой зоне изгибаемого элемента.

Значение величины коэффициента K_1 можно определить из соотношения предельной растяжимости покрытия к предельной растяжимости бетона:

$$K_1 = \xi \times \varepsilon_{pt} / \varepsilon_{bt}. \quad (4)$$

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента К от процента армирования.

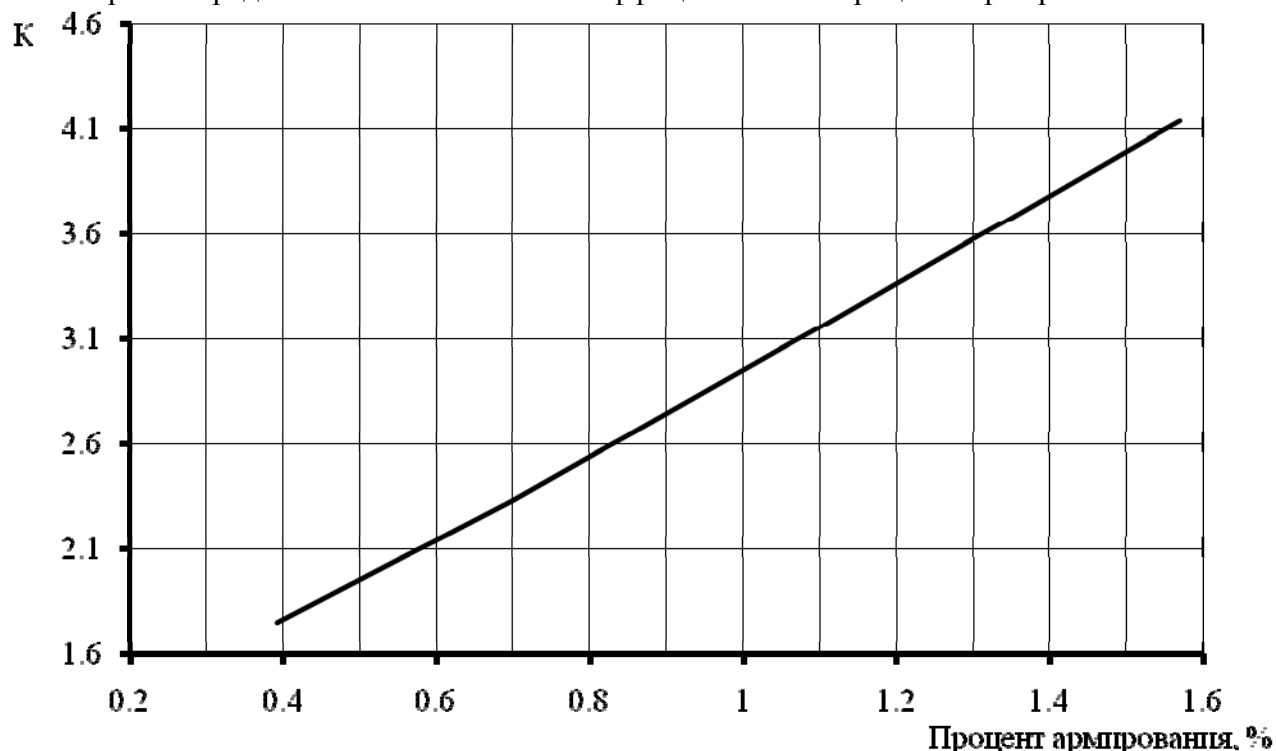


Рис. 2. Зависимость коэффициента К от процента армирования

Из рассмотрения полученных экспериментальных данных и расчетных зависимостей видно, что применение полимерцементной защиты не только позволяет обеспечить защиту железобетонных конструкций от воздействия агрессивных сред, но и повышает их эксплуатационные качества, то есть повышается относительный уровень образования трещин. Это может служить предпосылкой для применения высокопрочной арматуры в таких конструкциях, что приведет к экономическому эффекту, повышающему их конкурентоспособность.

Библиографический список

1. Потапов, Ю.Б., Эффективные слоистые композиционные элементы и конструкции / Ю.Б. Потапов, Ю.М. Борисов, С.А. Пинаев // Воронеж, – 2002.
2. Потапов Ю. Б. Каутоны - новый класс коррозионностойких строительных материалов / Б. Ю. Потапов [и др.] // Строительные материалы XXI века. - 2000. - № 9. - С. 9-10.
3. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции./ Госстрой России - М.: ГУП ЦПП, 2000. - 76 с.

References

1. Borisov Y.M. High-performance composite materials based on liquid rubbers / Y.M. Borisov. - Voronezh: Voronezh Center of Scientific and Technical Informations, 1997. - № 42. - 2 p.
2. Potapov Y.B. Rubcons - new class of corrosion-resistant building materials / B.Y. Potapov [and others] // Construction materials of 21 century. - 2000. - № 9. - P. 9-10.
3. SNiP 2.03.01-84*. Concrete and reinforced concrete structures. - M.: Gosstroif of Russia, 2000. - 76 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры
проектирования зданий и сооружений Ф.М.
Савченко;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений
Бурцев Денис Владимирович
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
Burtsev Denis Vladimirovich
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Ф.М. Савченко, Д.В. Бурцев

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ 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 IN THE CONSTRUCTION OF HOTEL

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.

Экологические отели появились как следствие повышенного спроса на естественный природный отдых, который сформировался на гостиничном рынке в последние два десятка лет. Сегодня «эко-отели» (или «эко-гостиницы») становятся все более популярными и открываются повсеместно. Они функционируют по принципу гармоничного соседства с природой, не загрязняя окружающую среду продуктами жизнедеятельности туристов.

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). Кроме того, большинство эко-отелей располагаются в заповедных природных зонах, что выгодно отличает их от прочих гостиниц. Некоторые из них предлагают услуги в мегаполисах, обеспечивая постояльцам 100% чистую воду, питание и натуральные материалы отделки номеров. Именно эти принципы 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 Greccotel 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 Greccotel, 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 Greccotel 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 сэкономит 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 обеспокоены 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. Vebsite: <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
к.т.н., проф. кафедры проектирования зданий и сооружений*

Ф.М. Савченко;

Магистрант кафедры проектирования промышленных и гражданских зданий Т.А. Демидова

Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)774-339

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

c.t.s., professor of the designing of civil buildings faculty

F.M. Savchenko;

Master's degree of industrial and civil buildings faculty

T.A. Demidova

Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339

Ф.М. Савченко, Т.А. Демидова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ САНАТОРИЕВ

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. Savchenko, T.A. Demidova

ECOLOGICAL FACTORS WHEN DESIGNING THE SANITARIUMS

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.

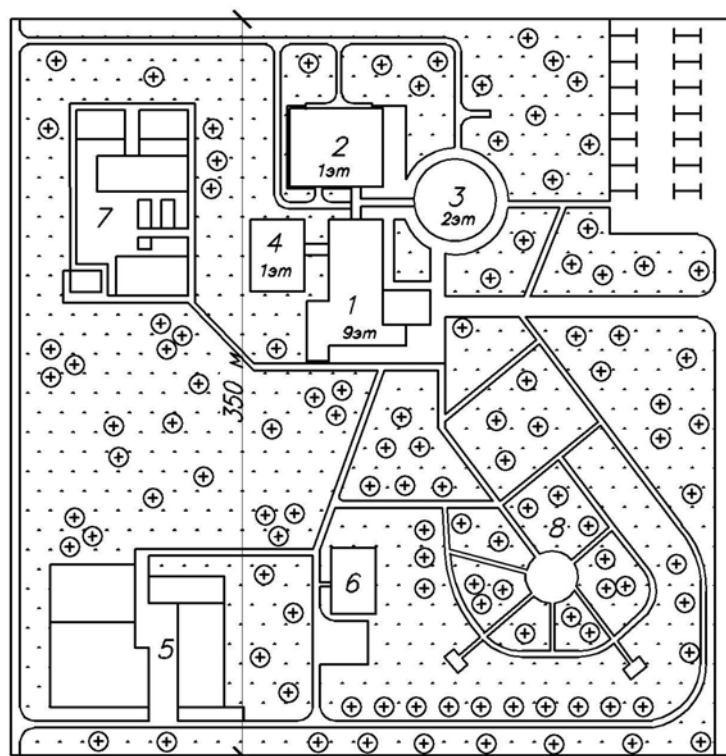
Условия организации отдыха и лечения в зданиях курортно-оздоровительных учреждений и их комплексов обуславливают функциональную необходимость и наличие в них следующих групп помещений: приемно-вестибюльной; спальных; предприятий общественного питания; культурно-массового и спортивно-оздоровительного обслуживания; лечебных; хозяйственно-бытовых помещений.

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 корпусов 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.



1 – спальный корпус; 2 – пищеблок; 3 – зрелищный блок; 4 – лечебный блок; 5 – хозяйственная зона; 6 – административный корпус; 7 – зона шумного отдыха; 8 – зона тихого отдыха.

Рис. Пример решения генплана санатория

Площадь земельного участка на одно место рекомендуется принимать 120-170 м². 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). Между 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, (см. рис.1).

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 выющихся 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 комом 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 экономить 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 pollytechnic institute, 1986. - S.24-26

Воронежский государственный
архитектурно-строительный универси-
тет

К-т техн. наук, проф., Л.П. Салогуб;
Магистр, В.А. Поляков.

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering*

*Kand. Sci. Tech., prof. L.P. Salogub;
Master, V.A. Polyakov*

Л.П. Салогуб, В.А. Поляков

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ МАЛЫХ ГОСТИНИЦ КИТАЯ

Рассмотрена архитектура малых гостиниц Китая, которая разнообразна архитектурными и конструктивными решениями. Китай с его древней историей богат множеством известных исторических и культурных памятников и прославившей его на весь мир уникальной природой. Для культуры современного Китая весьма важными условиями являются преемственность традиций при строительстве современных гостиничных комплексов, связь архитектурного прошлого с будущим, сохранение исторических памятников как в масштабе страны, так и в структуре развивающегося города, особенно в районах с преобладанием исторической застройки.

Ключевые слова: Китай, гостиница, архитектура, решения.

L.P. Salogub, V.A. Polyakov

SOME FEATURES OF ARCHITECTURE AND TOWN PLANNING FACTORS OF SMALL HOTELS OF CHINA

The architecture of small hotels in China, which varied architectural and constructive solutions. China, with its ancient history is rich with many famous historical and cultural monuments and glorifies him in all the world's unique nature. For the culture of modern China is very important condition is the continuity of traditions in the construction of modern hotel complexes, the relationship of the architectural past and the future, preservation of historical monuments like the scale of the country and in the structure of the developing cities, especially in areas with a predominance of historic buildings.

Keywords: China, hotel, architecture, solutions.

Для культуры современного Китая весьма важными условиями являются преемственность традиций при строительстве современных гостиничных комплексов, связь архитектурного прошлого с будущим, сохранение исторических памятников, как в масштабе страны, так и в структуре развивающегося города, особенно в районах с преобладанием исторической застройки. В связи, с чем к архитектурному облику гостиничных зданий в Китае предъявляются высокие требования, так как известно, что Китай с его древней историей богат множеством известных исторических и культурных памятников и прославившей его на весь мир уникальной природой.

Сегодня архитектура гостиниц, как в городах, так и в сельской местности Китая богата разнообразными архитектурными и конструктивными решениями. Однако, национальные и

региональные традиции при возведении малых гостиниц не нашли пока должного отражения в проектно-строительной практике. Более того, наметившаяся в последнее время тенденция внедрения западных архитектурных форм и приемов в строительство современных зданий идет вразрез с культурой, традициями, самобытностью и национальным своеобразием архитектуры страны.

При создании архитектурно-планировочных решений малых гостиниц учитываются природно-климатические, социально-демографические, национально-бытовые и другие условия Китая.

По данным 2008г. в Китае насчитывалось около десяти тысяч звездных гостиниц. Это означает, что при населении Китая 1 млрд. 300 тыс. млн. человек на каждую звездную гостиницу приходится 133 тыс. человек. Данная статистика приводит к целесообразности повышения вместимости гостиничных зданий, что, как правило, ведет к увеличению этажности и сопровождается растущими темпами стоимости земельных участков, техническим прогрессом и, как следствие, общим повышением этажности в городах; в ряде случаев играют роль и рекламные соображения.

Применение многоэтажных зданий в Китае имеет определенные ограничения; они до настоящего времени не получили широкого распространения, поскольку около 70% городов страны находятся в сейсмически опасной зоне. В этих условиях малоэтажные гостиницы малой вместимости становятся все более привлекательными для гостиничного бизнеса.

Малые гостиницы в больших городах становятся наиболее успешными гостиничными предприятиями. Их характеризует яркая самобытность и уникальность, что в немалой степени способствует формированию плотной сети малых гостиниц в больших городах.

Малые гостиницы, как правило, имеют вместимость до 100 мест. Анализ показал, что в отдельных населенных пунктах такие гостиницы отсутствуют вовсе, хотя потребность в них существует. В то же время, есть населенные пункты, где в одних районах ощущается нехватка гостиничных мест, а в других, по некоторым данным, до 20% гостиниц малой вместимости пустуют.

Обследования Лу Каймина [1] показали, что в небольших городах с населением около 200-300 тысяч человек единственная гостиница располагается, как правило, рядом с вокзалом или автобусным парком. Вместимость такой гостиницы обычно составляет около 150 мест. Гостиницы такого типа оказываются малорентабельными. Их низкая рентабельность связана не только со значительными удельными и общими эксплуатационными расходами, но часто и с несовершенством проектных решений. Гостиничные предприятия подобного уровня не отвечают запросам рыночной экономики и современного общества.

Генеральные планы гостиниц и гостиничных комплексов разрабатываются на основе рационального использования природных ресурсов, к которым, прежде всего, относятся свободные участки земли, зафиксированные кадастром и свободные от ограничений в их использовании. Размещение зданий, сооружений и коммуникаций учреждений отдыха не допускается в зоне санитарной охраны источников водоснабжения, курортов. На землях заповедников, в зонах охраны памятников истории, культуры и архитектуры гостиничные сооружения размещают по согласованию с органами охраны этих памятников.

Анализ архитектурно-градостроительных и социально-экономических факторов показал преобладание традиционных черт в национальной архитектуре Китая, основными из которых являются следующие:

- гуманистическая направленность и жизнеутверждающий характер трактовки общей

композиции зданий и сооружений, их декора, скульптуры, настенной живописи, проявляющаяся в соразмерной человеку масштабности окружающей искусственной среды;

- логичность и ясность архитектурно-композиционных образов, ярко выраженная архитектурность и экономичность использования художественных средств в выражении пространственной пластики архитектурных ансамблей и их памятников;
- рациональность и простота в выборе конструктивной структуры каменных и деревянных построек.

Библиографический список

1. Л. Каймин «Архитектурная типология малых гостиниц в Китае» -Диссертационный материал 2010 – 174 с.
2. В.И.Духовный «Объемно-планировочные приемы формообразования гостиничных и гражданских зданий и сооружений» - Москва 1993. - 386 с.
3. С.И.Байлик «Организационно-управленческие вопросы обслуживания гостиниц» - Москва 1996.-436 с.
4. В.К.Лицкевич «Влияния факторов природной среды на процессы проектирования жилых и общественных зданий» - Москва 1991.-364 с.

References

1. L. Kaimin «Architectural typology of small hotels in China», Dissertation Material 2010 - 174 s.
2. V.I. Spiritual "Space-planning techniques of shaping hotels and civil buildings and structures" - Moscow 1993. - 386 s.
3. S.I. Baylik "Organizational and managerial issues service hotels - Moscow 1996.-436s.
4. V.K. Litskevich "Effects of environmental factors on the process of designing residential and public buildings" - Moscow 1991.-364s.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры
проектирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Студент кафедры проектирования зданий
и сооружений К.С. Котова
Россия, г. Воронеж, тел. 8 951 558 02 61*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the designing
of buildings and constructions faculty
E.E. Semenova;
Student of the designing of buildings and
constructions faculty K.S. Kotova
Russia, Voronezh, tel. 8 951 558 02 61*

Э.Е. Семенова, К.С. Котова

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ СПАЛЬНОГО КОРПУСА ДОМА РЕБЕНКА

Представлены основные задачи проектирования зданий домов ребенка с точки зрения современного подхода к планированию помещений. Поиск оптимального варианта комфортного проживания и лечения детей. Дан необходимый состав помещений, их наиболее выгодное расположение относительно друг друга, требования к благоустройству территории.

Ключевые слова: современное проектирование, функциональность помещений, благоустройство территории.

E.E. Semenova, K.S. Kotova

STUDY OF SPACE-PLANNING SOLUTIONS DORMITORY HOME OF THE CHILD

The main task of designing buildings to children's homes from the perspective of the modern approach to the planning of the premises. Search for the optimal variant of a comfortable stay and treatment of children. It Is Given necessary composition of the premiseses, their the most profitable location comparatively each other, requirements for landscaping.

Keywords: modern design, feature space, Landscaping.

Дом ребенка является учреждением здравоохранения, предназначенным для воспитания и оказания медицинской помощи детям-сиротам и детям, оставшимся без попечения родителей, а также детям с дефектами умственного и физического развития. В доме ребенка (общего типа) воспитываются дети от рождения до трехлетнего возраста, в специализированном доме ребенка - до четырехлетнего возраста. Из домов ребенка дети выписываются при возвращении их в семью, переводе в детский дом системы просвещения, дом-интернат системы социального обеспечения, при передаче на усыновление и под опеку.

В 1990 году в России насчитывалось 564 детских дома, в 2004 их количество увеличилось почти втрое и составило 1,4 тысячи. Но немаловажным является то, какие это дома. Большинство зданий домов ребенка, социальных приютов для детей – это бывшие детские сады, которые не обеспечивают достаточный набор помещений необходимого для содержания детей лишившихся родителей или оставшихся без их попечения. В таких учреждениях зачастую нет самого необходимого – оказание медицинской помощи и профилактики заболеваний, соответствующих домам ребенка. Наиболее часто задаваемый вопрос благотворительных организаций или просто волонтеров, работникам интернатов – «В какой помощи дом ребенка нуждается больше всего?». Все ответы не обходятся без просьб о создании для детей современного комфорта приносящего им радость. Например – зимний сад,

бассейн, удобный безопасный физкультурный зал, а так же оснащение необходимыми процедурными аппаратами процедурных кабинетов. В дом ребенка попадают дети до 4-х лет которые нуждаются не только в медицинской помощи и теплоте окружающих их людей, но и в условиях адаптирующих к жизни и счастливому детству. Хорошие условия – это, прежде всего функциональность помещений, удобство времяпровождения в обустроенных игровых залах, зимних верандах и на уличных площадках, или сладкий сон в спальне и обед в уютном зале. Их правильное расположение и оборудование исключает большинство проблем, о которых буквально “кричат” детские дома.

Основными задачами учреждения является создание благоприятных условий, приближенных к домашним, способствующих умственному, эмоциональному и физическому развитию личности, а так же обеспечение социальной защиты, медико-психолого-педагогической реабилитации и социальной адаптации воспитанников. Помимо этого освоение образовательных программ, обучение и воспитание в интересах личности, общества и государства, и обеспечение охраны и укрепление здоровья воспитанников, охрана прав и интересов.

В соответствии с положениями о Домах ребенка и Санитарными правилами гигиенического устройства детских дошкольных учреждений, детских домов и школ-интернатов, а так же с учетом современной планировки предусматриваются следующие помещения спального корпуса:

- Игровая (площадью не менее 2 м² на одного ребенка);
- Спальня (площадью не менее 1.8 м² на ребенка);
- Санитарные (площадью не менее 16 м²);
- Буфетная совмещенная с комнатой для приготовления детских смесей (площадью не менее 15 м²);
- Обеденный зал (площадью не менее 15 м²);
- Раздевалка (площадью не менее 18 м²);
- Комната для массажа (7-8 м²);
- Комната для занятий с логопедом (7-8 м²);
- Зимняя веранда для прогулок (площадью 30-35 м²);
- Комната для персонала (площадью не менее 9-10 м²);

Правильному психическому развитию ребенка служит создание благоприятного психологического климата. Этому способствуют интерьеры, фасады, фрагменты участков, по характеру напоминающие жилую среду. Ребенок, находясь в группе не должен чувствовать себя скованно. Организация пространственно-развивающей среды, т.е. планировка, отделка и обстановка в помещении помогает в достижении этой цели. Все это и есть необходимые условия формирования предметной и игровой деятельности детей с нарушением интеллекта.

Каждая групповая ячейка имеет отдельный выход в общий коридор и выход на участки. Наличие выходов при каждой группе предполагает незатруднительную эвакуацию детей и обслуживающего персонала в чрезвычайных ситуациях. Оптимальная этажность корпуса составляет два этажа, что позволяет существенно сократить объем здания и сделать его компактным. Помещения должны быть распределены по функциональным зонам таким образом, чтобы процессы, протекающие в них, были взаимосвязаны, и при этом не мешали друг другу.

Земельный участок дома ребенка удаленный от транспортных магистралей, промышленных, коммунальных и других предприятий создает пространство, защищенное от загрязнений воздуха и источников шума. При спальном корпусе доме ребенка необходима огороженная и благоустроенная территория, оборудованная площадками для организации прогулок. Каждая групповая площадка оборудуется в соответствии с возрастом детей. На групповых площадках для детей 2-3 и 3-4 лет необходимо создавать условия для спокойных игр: строительных, игр с песком, куклами, мелко-сборными конструкторами, крупными

игрушками. В зависимости от общего архитектурного решения всего ансамбля здания, характера окружающей архитектуры и организации благоустройства, высадка деревьев и кустарника, их оформление (рисунок, силуэт кроны) могут носить свободный или регулярный характер. Однако, в любом случае стремление к рассеянной тени от деревьев над игровым пространством для детей, делает участок более комфортным для прогулок в теплое время года. Внешний вид корпуса дополняет окружающую среду яркими красками и сказочными рисунками. Эстетичность фасада и ландшафт территории гармонирующие друг с другом создают условия для интересного времяпровождения.

При решении проблемы в типологическом аспекте необходимо принимать во внимание все факторы, влияющие на общий процесс пребывания в детей в доме ребенка. Большое значение при этом имеет вместимость учреждения. Оно не должно быть излишне большим, где ребенок чувствовал бы себя брошенным и обделенным вниманием. Вместимость не должна превышать 150 мест. Оптимальное количество воспитанников составляет 100-120 человек. В таких учреждениях гораздо проще создать обстановку, близкую по условиям к домашней.

Сложившаяся система учреждений не учитывает разнообразия индивидуальных возможностей детей, она заставляет их "вписываться" в ее крайне ограниченные возможности. Применение малоэтажной блочной системы застройки является условием правильной функциональной организации архитектурного пространства для рассматриваемого учреждения. В связи с тем, что многие вопросы не нашли отражения в существующих нормативных документах, в спальных корпусах Дома ребенка следует планировать помещения учитывая потребности не только здоровых детей, но и детей с недостатками умственного и физического развития. Помещения должны планироваться новыми для нашей практики проектирования, с привязкой на новые функциональные требования.

Именно решение этих проблем актуально на сегодняшний день, потому что касается будущего нашей страны. В стремлении исключить все минусы переоборудованных детских садов или столетних интернатов, и опираясь на современную планировку, создать новое здание, достойное называться Дом ребенка.

Библиографический список

1. СП 2.4.990-00 Гигиенические требования к устройству, содержанию, организации режима работы в детских домах и школах-интернатах для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, 2000.

2. Пособие к МГСН 4.05-95 школы -интернаты для детей инвалидов, 1996.

3. Пособие к МГСН 4.02-94 дома-интернаты для детей инвалидов, 1996.

References

1. S.R. 2.4.990-00 Hygiene requirements for design, content, organization mode in orphanages and boarding schools for orphans and children left without parental care, 2000.

2. Benefit to MGSN 4.05-95 boarding schools for disabled children, 1996.

3. Benefit to MGSN 4.02-94 homes for disabled children, 1996.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц, зав. кафедрой проектирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений
Тютерев Андрей Александрович
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
Tyuterev Andrey
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339*

Э.Е. Семенова, А.А. Тютерев

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Проведено исследование зависимости формы здания на его 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

DEPENDENCE OF ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS ON THE GEOMETRIC SHAPE

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.

Истощение запасов традиционных источников энергии и острая ее нехватка для многих слаборазвитых и развивающихся стран превратили проблему экономии энергоресурсов и поиски альтернативных источников энергии в одну из важнейших проблем экономики любой страны мира на пороге XXI века и в обозримом будущем.

Одним из способов экономии энергии является оптимизация формы здания. Она вместе с ограждающими конструкциями 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 ($S_{\text{нн}} / V$). 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 ($S_{\text{нн}} / V$), 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.

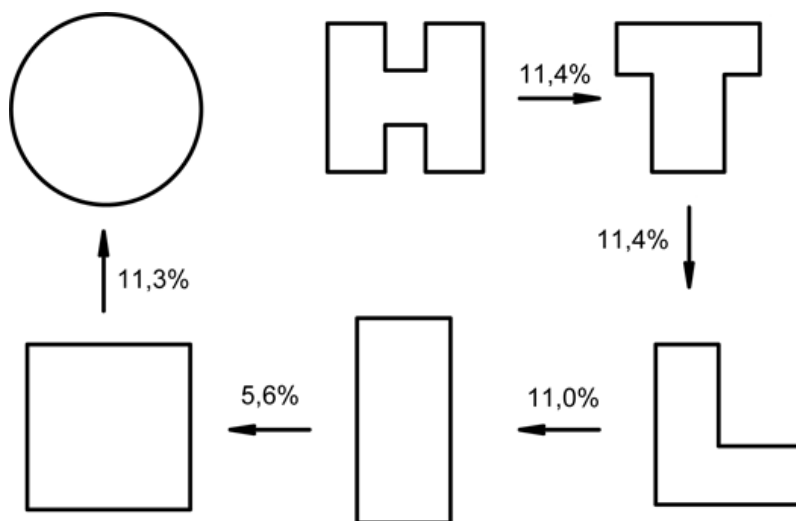


Рис. Влияние конфигурации плана здания на его энергопотребление (стрелкой показано направление роста энергоэффективности)

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.

На стадии проектирования можно прогнозировать расход энергии на отопление здания в зависимости и от его конфигурации в плане. Энергетическая оптимальность плана оцени-

вается 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.

Таблица

Зависимость энергопотребления от конфигурации здания в плане

План	Отношение к S	Площадь стен	Энергопотребление, кВт	Площадь пола, 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.

Следовательно, при выборе объемно - планировочного решения особое внимание следует уделять энергоэффективности формы здания. 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.

References

1. Belyaev V.C. Designing energy-efficient and energy-civil buildings./ V.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.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 697.9:628.8

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры городского строительства и хозяйства Р.В. Воищев
Россия, г. Воронеж, тел. 8 (473) 271-52-49
e-mail: konstruktor180@mail.ru*

*The Voronezh state architecturally-building university
The post-graduate student of department of the city buildings and economy R.V. Voishchev
Russia, Voronezh, ph. 8 (473) 271-52-49
e-mail: konstruktor180@mail.ru*

Р.В. Воищев

РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ НАСЫЩЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ВРЕДНОСТЯМИ ПОМЕЩЕНИЙ С ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ ЖИДКОСТЯМИ

В статье затрагиваются вопросы по расчету воздухообмена в производственных помещениях с легковоспламеняющимися жидкостями. Даются формулы для определения изменения концентрации, а также определения времени насыщения вредностями помещения до заданной концентрации.

Ключевые слова: вентиляция, воздухообмен, воздушная среда, концентрация, технологический процесс, легковоспламеняющаяся жидкость, керосин.

R.V. Voishchev

CALCULATION OF AIR AND TIMING SATURATION OF TECHNOLOGICAL HAZARDS OF PREMISES FLAMMABLE LIQUIDS

The article addresses the issues on the calculation of ventilation in industrial premises with flammable liquids. Provides formulas for determining the concentration changes, as well as determining the time of saturation hazard areas to a given concentration.

Keywords: ventilation, air exchange, air environment, concentration, technology process, flammable liquid, kerosene.

Выбор расчетного воздухообмена вентиляции зависит от режима вентиляционного процесса. Будем называть режим вентиляционного процесса стационарным, когда состояние системы (параметры, характеризующие состояние воздуха помещения, подаваемого и удаляемого, а так же расходы воздуха: L , v , t , d , c) не меняется со временем. Режим вентиляционного процесса будет нестационарным, если хотя бы одна характеризующая состояние системы величина изменяется со временем [1].

Нестационарность вентиляционного процесса вызвана, прежде всего, нестационарностью технологического процесса, аварийными ситуациями или специальными требованиями к вентиляции, например, созданием динамического микроклимата. Нестационарность технологического процесса приводит к изменению потока технологических выделений (ТВ) M в воздушную среду помещения.

Для расчета величин, характеризующих вентиляционный процесс, воспользуемся дифференциальным уравнением воздухообмена [1]:

$$Lc_n d\tau + M d\tau - Lc d\tau = Vdc, \quad (1)$$

где L – воздухообмен, м³/ч; c_n – концентрация вредного вещества в приточном воздухе, г/м³; τ – время, ч; M – количество вредного вещества, выделяющегося в помещении, г/ч; c – концентрация вредного вещества в воздухе помещения, г/м³; V – объем помещения, м³.

Впервые дифференциальное уравнение (1) было выведено и решено Э. Ленцем. В программу расчетов вентиляции оно было введено А.Н. Селиверстовым.

В левой части уравнения (1) первый член показывает, какое количество вредных веществ вносится в помещение с приточным воздухом; второй – количество вредных веществ, выделяющихся в помещении; третий – количество вредных веществ, уносимых из помещения с удаляемым из него воздухом. Итог прихода и расхода вещества равен изменению его содержания в воздухе помещения, г.

Данное уравнение можно представить в виде:

$$\frac{dc}{d\tau} + \frac{L}{V}c = \frac{M + Lc_n}{V}, \quad (2)$$

которое является неоднородным линейным дифференциальным уравнением первого порядка вида:

$$\frac{dy}{dx} + P(x)y = Q(x), \quad (3)$$

общее решение которого известно и может быть следующим:

$$c(\tau) = e^{-\int \frac{L}{V} d\tau} \left[\int e^{\int \frac{L}{V} d\tau} \frac{M + Lc_n}{V} d\tau + C \right], \quad (4)$$

Обозначив пределы интегрирования от 0 до τ и приняв, что постоянная C соответствует концентрации технологических выделений c_n в начальный момент времени, уравнение (4) обретет вид:

$$c(\tau) = e^{-\int_0^{\tau} \frac{L(\tau)}{V} d\tau} \left[c_n + \int_0^{\tau} e^{\int_0^{\xi} \frac{L(\xi)}{V} d\xi} \frac{M(s) + L(s)c_n}{V} ds \right], \quad (5)$$

s, ξ - переменные интегрирования.

Рассмотрим помещение авиационного производства, где проводятся испытания на герметичность элементов летательных аппаратов. Контроль герметичности производится авиационным керосином, который заливается в контролируемую деталь. После чего, в эту деталь закачивается азот для создания избыточного давления 0,025 МПа. Через щели и неплотности в соединениях, керосин просачивается на поверхность детали и испаряется в окружающую среду.

Авиационный керосин относится к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ). Эмиссию вещества M , г/с, испарившегося с поверхности F , м², можно рассчитать по формуле [1]:

$$M = \frac{101,3\beta(c_{ж} - c_0)F}{p_0}, \quad (6)$$

где β – коэффициент массообмена, м/с; $c_0, c_{ж}$ – концентрации паров испаряющегося вещества на некотором удалении от поверхности испарения (в окружающем пространстве) и при 100%-ном насыщении и температуре поверхности жидкости (в непосредственной близости от поверхности), г/м³; p_0 – барометрическое давление в помещении, кПа.

При нормальных условиях ($p_0=101,3$ кПа) уравнение (28) принимает вид:

$$M = \beta(c_{ж} - c_0)F, \quad (7)$$

Введем некоторые обозначения:

$\beta(c_{ж} - c_0) = W$ – интенсивность испарения, г/(с×м²).

Согласно [2] интенсивность испарения для не нагретых выше температуры окружающей среды ЛВЖ определяется по формуле:

$$W = 10^{-3} \eta \sqrt{\mu P_n}, \quad (8)$$

где η – коэффициент, принимаемый по табл. 3 [2] в зависимости от подвижности и температуры воздушного потока над поверхностью испарения; P_n – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, кПа; μ – молярная масса паровой фазы вещества, г/моль.

Подвижность воздуха ν , м/с, можно определить по формуле:

$$\nu = \frac{Kp \times l}{3600}, \quad (9)$$

где Kp – кратность воздухообмена в помещении, ч⁻¹; l – длина помещения, м.

Рассмотрим случай, когда поток технологических выделений и расход воздуха постоянны во времени: $L(\tau) = L_0 = \text{const}$, то $\eta = \text{const}$, а значит и $W = 10^{-3} \eta \sqrt{\mu P_n} = \text{const}$, отсюда следует, что часовое поступление вредного вещества в помещение, г/ч:

$$M = 3,6 \eta \sqrt{\mu P_n} F, \quad (10)$$

При таких условиях решение (5) позволит выявить изменение концентрации ТВ за время τ , в течение которого $c(\tau) = c_0 f(\tau)$ изменится от c_n до заданной c'_k :

$$c(\tau) = e^{-\int_0^{\tau} \frac{L_0}{V} \tau} \left[c_n + \left(e^{\frac{L_0}{V} \tau} - 1 \right) \frac{3,6 \eta \sqrt{\mu P_n} F + L_0 c_n}{L_0} \right], \quad (11)$$

Время τ периода насыщения внутреннего объема помещения технологическими выделениями до заданной концентрации c'_k можно получить преобразованием (11):

$$\tau = \frac{V}{L_0} \ln \left[\frac{3,6 \eta \sqrt{\mu P_n} F - L_0 (c_n - c'_k)}{3,6 \eta \sqrt{\mu P_n} F - L_0 (c'_k - c_n)} \right]. \quad (12)$$

Выводы

Данная методика позволяет определять время насыщения внутреннего объема помещения технологическими выделениями до заданной концентрации, т.е. время предвключения принудительной системы вентиляции в помещениях с легковоспламеняющимися жидкостями.

Библиографический список

1. Сазонов Э.В. Организация и расчет воздухообмена помещений. – Воронеж: ВВА-ИИ, 2000, 109с.
2. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: Приказ МЧС №314, 2003, 22 с.

References

1. Sazonov, EV Organization and calculation of air space. - Voronezh: VVAII, 2000, 109 s.
2. NPB 105-03. Definition of categories of rooms, buildings and outdoor facilities for explosion and fire hazard. - M.: Emergency Order № 314, 2003, 22 s..

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Канд. техн. наук, доц. кафедры Отопления и вентиляции М.Н. Жерлыкина

Магистрант кафедры Отопления и вентиляции С.В. Чуйкин

*Россия, г. Воронеж, тел. 8-951-5643629;
e-mail: ser.chu@mail.ru*

The Voronezh state architecturally-building university

Cand.Tech.Sci. the senior lecturer of the department of Heating and ventilation M.N. Zherlykina

Master of the department of Heating and ventilation S.V. Chuikin

*Russia, Voronezh, ph. 8-951-5643629;
e-mail: ser.chu@mail.ru*

М.Н. Жерлыкина, С.В. Чуйкин

ВАРИАНТНЫЕ РЕШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВЫБРОСА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Рассматривается схема для вентиляционных выбросов промышленных производств при неблагоприятных метеорологических условиях. Предложен алгоритм расчета количества подмешиваемого воздуха для устройства, уменьшающего значение концентрации загрязняющего вещества в вентиляционном выбросе.

Ключевые слова: вентиляционный выброс, подмешивание воздуха, вентиляция промышленных производств, экология, охрана воздушного бассейна.

M.N. Zherlykina, S.V. Chuikin

ALTERNATIVE DECISIONS OF THE ORGANIZATION OF VENTILATING EMISSION OF HARMFUL SUBSTANCES OF INDUSTRIAL PRODUCTIONS AT ADVERSE WEATHER CONDITIONS

The scheme for ventilating emissions is considered at adverse weather conditions. The algorithm of calculation of quantity of mixed air for the device reducing value of concentration of polluting substance in ventilating emission is offered.

Keywords: ventilating emission, подмешивание air, ventilation of industrial productions, ecology, protection of air pool.

При неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) промышленные предприятия должны обеспечить снижение выбросов вредных веществ, вплоть до частичной или полной остановки работы предприятия [1].

Согласно [4], разработка мероприятий по регулированию выбросов в атмосферу осуществляется непосредственно на предприятиях, в организациях и учреждениях, являющихся источниками загрязнения атмосферы.

В зависимости от ожидаемого уровня загрязнения атмосферы устанавливаются три режима работы предприятий в периоды НМУ.

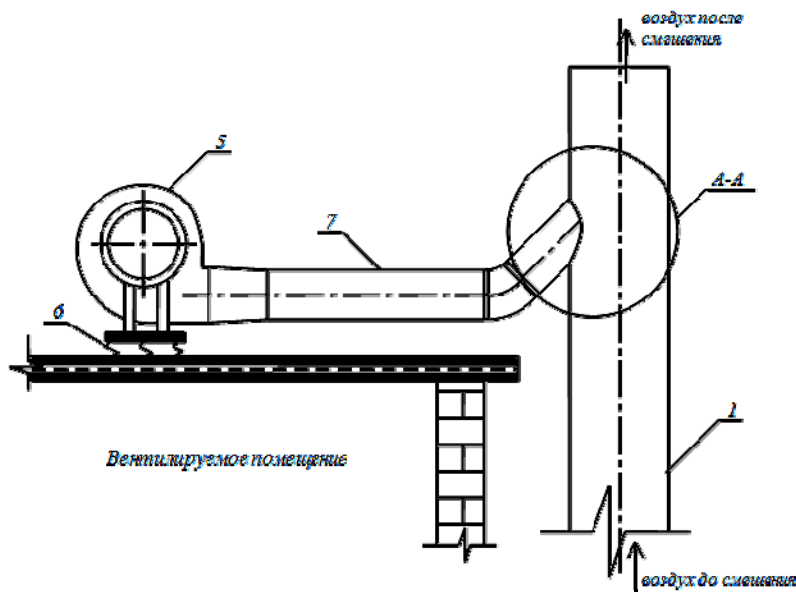
Для I режима работы предприятия, количество выбросов сокращается на 15÷20% по сравнению с выбросами при нормальных метеорологических условиях. При II режиме, сокращение выбросов должно составлять 20÷40% при III режиме – не менее 40÷60%.

Для веществ, выбросы которых не создают максимальные приземные концентрации (на границе санитарно-защитной или ближайшей жилой застройки) более 0,1ПДК, мероприятия по регулированию выбросов не разрабатываются.

Мероприятия по сокращению выбросов должны включать не только организационно-технические решения, но и повышение эффективности очистки выбросов, например за счет включения дополнительных ступеней очистки или разбавления выбросов, находившихся ранее в режиме ожидания [5].

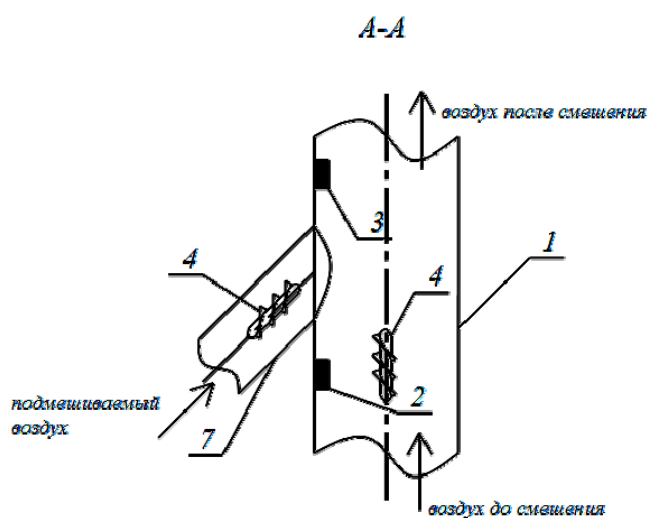
Как отмечалось выше, для предотвращения возможной остановки предприятия при НМУ разрабатываются мероприятия по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Одним из таких мероприятий является организация выброса с подмешиванием чистого воздуха к вентиляционному выбросу.

На рисунках 1 и 2 приведена схема подмешивающей установки способствующей уменьшению концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы [2].



1 – вентиляционная шахта; 5 – вентиляционный агрегат; 6 – виброоснование;
7 – воздуховод с подмешиваемым воздухом

Рис. 1. Устройство для уменьшения выброса загрязняющих веществ



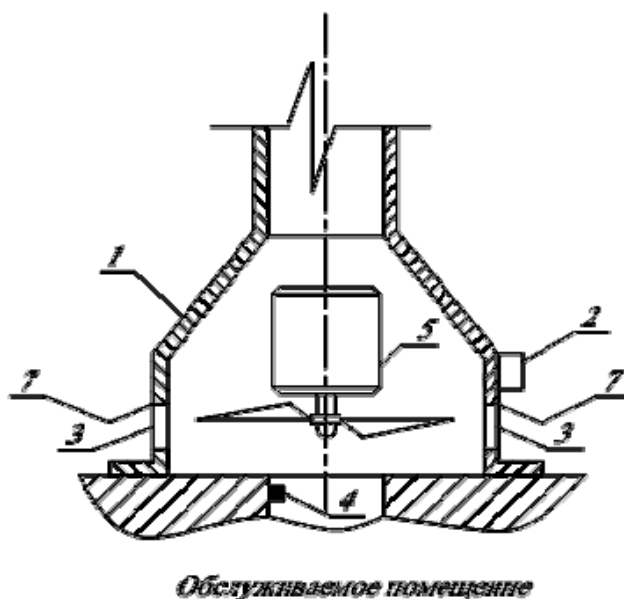
1 – вентиляционная шахта; 2 и 3 – датчики определяющие запыленность вентилируемого воздуха;
7 – воздуховод с подмешиваемым воздухом; 4 – выходной завихритель

Рис. 2. Узел присоединения вентиляционной шахты и воздуховода подмешиваемого воздуха

Воздуховод 7 подсоединяемый к вентиляционной шахте 1 наклонен к ее оси в направлении удаляемого воздуха и снабжен выходным завихрителем 4. Датчики 2 и 3 определяющие концентрацию загрязняющего вещества в вентилируемом воздухе подключены к блоку управления и расположены, соответственно, перед и за смешением двух потоков воздуха. В зависимости от значения концентрации вредных веществ в отводящем воздухе, фиксируемых датчиками 2 и 3, изменяется производительность вентиляционного агрегата 5, что обеспечивает снижение концентрации загрязняющего вещества в вентвыбросах. Использование завихрителей 4 обеспечивает равномерное распределение вредностей в удаляемом воздухе.

При работе предприятия в нормальных метеорологических условиях, вентиляционный агрегат 5 отключен. В случае возникновения неблагоприятных метеоусловий подается сигнал на блок управления, который включается вентиляционный агрегат 5, подающий чистый воздух в вентиляционную шахту 1 и разбавляет вентиляционные выбросы до допустимых значений. Датчики 2 и 3 контролируют значения концентрации вредных веществ, тем самым корректируют работу устройства. В случае повышения концентрации сверх нормативной, для данной установки, датчик 2 подает сигнал на блок управления, который увеличивает производительность вентиляционного агрегата 5.

Схема с подмешиванием чистого воздуха для разбавления вентиляционных выбросов так же может использоваться при общеобменной вентиляции осуществляемой с помощью крышных вентиляторов. На рисунке 3 представлена принципиальная схема изобретения Полосина И.И., позволяющая снизить значения приземных концентраций загрязняющих веществ при неблагоприятных метеорологических условиях [3].



1-корпус вентилятора; 2-блок управления; 3-отверстия для забора подмешиваемого воздуха; 4- датчики определяющие запыленность вентилируемого воздуха; 5-осевой вентилятор; 6-обслуживаемое помещение; 7-шторы для регулирования количества подмешиваемого воздуха

Рис. 3. Схема крышного вентилятора для уменьшения выброса загрязняющих веществ путем подмешивания чистого воздуха

Устройство состоит из блока управления 2, закрепленного на корпусе вентилятора 1, осевого вентилятора 5, отверстий для забора подмешиваемого воздуха 3 регулируемое шторами 7 и датчиков 4 определяющих концентрацию загрязняющих веществ. Механизм работает следующим образом. При увеличении выброса загрязняющих веществ сверх ПДВ, датчики 4 подают сигнал на блок управления 2, который включает механизм для поднятия штор

7. Через отверстия 3 поступает чистый воздух, который разбавляет концентрацию загрязняющих веществ до допустимой. При снижении концентрации шторы 7 опускаются, и вентилятор переходит к стандартному режиму работы.

Принцип работы рассматриваемых устройств представляет собой смешение двух воздушных потоков с различной концентрацией загрязняющих веществ (рис. 4).

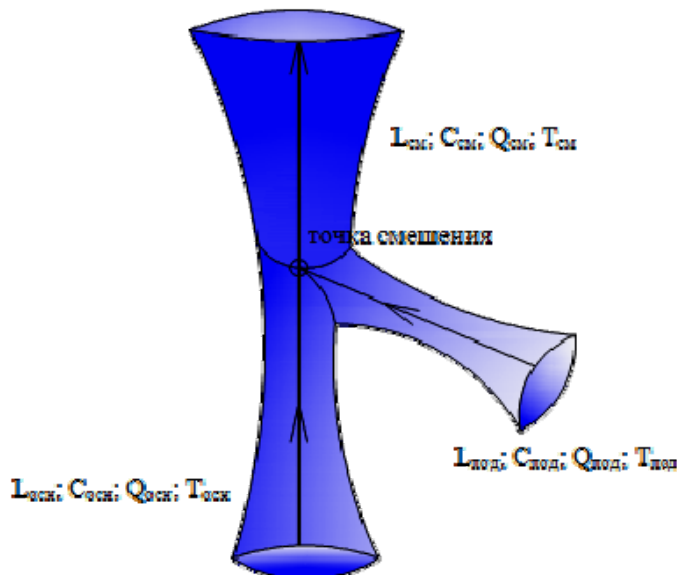


Рис. 4. Схема слияния двух воздушных потоков с различными концентрациями загрязняющих веществ

В связи со сложностью реальных процессов протекающих при смешении воздушных потоков, для определения необходимого количества подмешиваемого воздуха вводятся граничные условия:

1. Структура потока в рабочей камере (камере смешения) соответствует режиму идеального смешения;
2. Процесс смешения адиабатный (т.е. отсутствует теплообмен с окружающей средой);
3. Все потоки имеют одно фазовое состояние. В противном случае необходимо учитывать фазовое равновесие в системе твердой – жидкой – газовой фаз, и условия его установления, а также тепловой баланс процессов установления фазового равновесия;
4. Давление входных и выходных потоков – одинаковое. При изменении давления могут возникнуть условия, приводящие к изменению фазового состояния.

При выполнении приведенных выше граничных условий, общее уравнение материального баланса имеет вид:

$$L_{см} = L_{осн} + L_{под} \quad (1)$$

где $L_{см}$ – расход воздушного потока после слияния, м³/ч; $L_{осн}$ – расход основного воздушного потока (вентиляционный выброс от производства), м³/ч; $L_{под}$ – расход подмешиваемого воздуха, м³/ч.

С использованием уравнения материального баланса для вещества можно рассчитать состав выходного потока:

$$L_{под} = \frac{L_{см} C_{см} - L_{осн} C_{осн}}{C_{под}} \quad (2)$$

где $C_{под}$ – концентрация ЗВ в подмешиваемом воздухе, мг/м³; $C_{осн}$ – концентрация ЗВ в основном потоке воздуха, мг/м³; $C_{см}$ – концентрация ЗВ после смешения двух потоков, мг/м³; $L_{см}$, $L_{осн}$ и $L_{под}$ – то же, что и формуле (1).

Следует отметить, что при расчетах состав потока обычно используется не в процентах, а в долях ($\Sigma=1$), а использование различных единиц измерения для расхода и состава недопустимо.

Общее уравнение теплового баланса запишется:

$$Q_{см} = Q_{осн} + Q_{под} Bm, \quad (3)$$

где $Q_{см}$ – теплота воздушного потока после смешения, Вт; $Q_{осн}$ – теплоты основного воздушного потока, Вт; $Q_{под}$ – теплота подмешиваемого воздуха, Вт.

При неизвестной теплоте потока, она может быть рассчитана на основании материального баланса по уравнению:

$$Q = \frac{G \cdot c_p \cdot T}{3,6} Bm, \quad (4)$$

где G – массовый расход рассматриваемого потока, кг/ч; T – температура рассматриваемого потока, К; c_p – удельная изобарная теплоемкость потока (смеси веществ), кДж/(кг·К).

Решая совместно уравнения (3) и (4) получим:

$$\frac{G_{см} \cdot c_p^{см} \cdot T_{см}}{3,6} = \frac{(G_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн})}{3,6} + \frac{G_{под} \cdot c_p^{под} \cdot T_{под}}{3,6} Bm, \quad (5)$$

Из уравнения (5) следует, что расход подмешиваемого воздуха, с учетом граничных условий, определяется по формуле:

$$L_{под} = \frac{(L_{см} \cdot c_p^{см} \cdot T_{см}) - (L_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн})}{c_p^{под} \cdot T_{под}} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6)$$

Подставив уравнение (2) в формулу (6) получим:

$$\frac{L_{см} \cdot C_{см} - L_{осн} \cdot C_{осн}}{C_{под}} = \frac{(L_{см} \cdot c_p^{см} \cdot T_{см}) - (L_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн})}{c_p^{под} \cdot T_{под}}, \quad (7)$$

Из полученного уравнения следует, что концентрация вредного вещества после смешения определяется по формуле:

$$C_{см} = \frac{\left[\frac{((L_{см} \cdot c_p^{см} \cdot T_{см}) - (L_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн})) C_{под}}{c_p^{под} \cdot T_{под}} \right] + L_{осн} \cdot C_{осн}}{L_{см}} \text{ мг}/\text{м}^3, \quad (8)$$

Температура воздуха после смешения определяется по формуле:

$$T_{см} = \frac{(G_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн}) + (G_{под} \cdot c_p^{под} \cdot T_{под})}{G_{см} \cdot c_p^{см}} \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (9)$$

Для выполнения санитарно-эпидемиологических требований выброс загрязняющего вещества в атмосферу не должен превышать уровня ПДВ:

$$M \leq \text{ПДВ } \text{г}/\text{с}, \quad (10)$$

где M – выброс загрязняющего вещества, определяемый по формуле:

$$M = L \cdot C \text{ г}/\text{с}, \quad (11)$$

где L – объемный расход выброса, $\text{м}^3/\text{с}$; $C=C_{см}$ – концентрация загрязняющего вещества, $\text{г}/\text{м}^3$.

После преобразований уравнение (11) примет вид:

$$M = L_{см} \cdot C_{см} \text{ г}/\text{с}, \quad (12)$$

где $C_{см}$ – то же, что и в формуле (2); $L_{см}$ – объемный расход воздуха после смешения, $\text{м}^3/\text{с}$.

Таким образом, для обеспечения санитарно-эпидемиологических требований, должно выполняться условие:

$$\left[\frac{((L_{см} \cdot c_p^{см} \cdot T_{см}) - (L_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн})) \cdot C_{под}}{c_p^{под} \cdot T_{под}} \right] + L_{осн} \cdot C_{осн} \leq \text{ПДВ}, \quad (13)$$

Для дальнейшего решения примем наиболее не благоприятный случай когда:

$$M = ПДВ \text{ з/с}, \quad (14)$$

Из уравнения (13) следует, что расход воздуха после смешения определяется по формуле:

$$L_{см} = \frac{(ПДВ - L_{осн} \cdot C_{осн}) \cdot c_p^{под} \cdot T_{под}}{c_p^{см} \cdot T_{см} \cdot C_{под}} + \frac{L_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн}}{c_p^{см} \cdot T_{см}} \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (15)$$

Из уравнений (1) и (15) следует, что количество подмешиваемого воздуха находится по формуле:

$$L_{под} = \left[\frac{(ПДВ - L_{осн} \cdot C_{осн}) \cdot c_p^{под} \cdot T_{под}}{c_p^{см} \cdot T_{см} \cdot C_{под}} + \frac{L_{осн} \cdot c_p^{осн} \cdot T_{осн}}{c_p^{см} \cdot T_{см}} \right] - L_{осн} \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (16)$$

На рисунке 5 приведена зависимость количества подмешиваемого воздуха, для устройства [12], от концентрации загрязняющего вещества в вентиляционном выбросе.

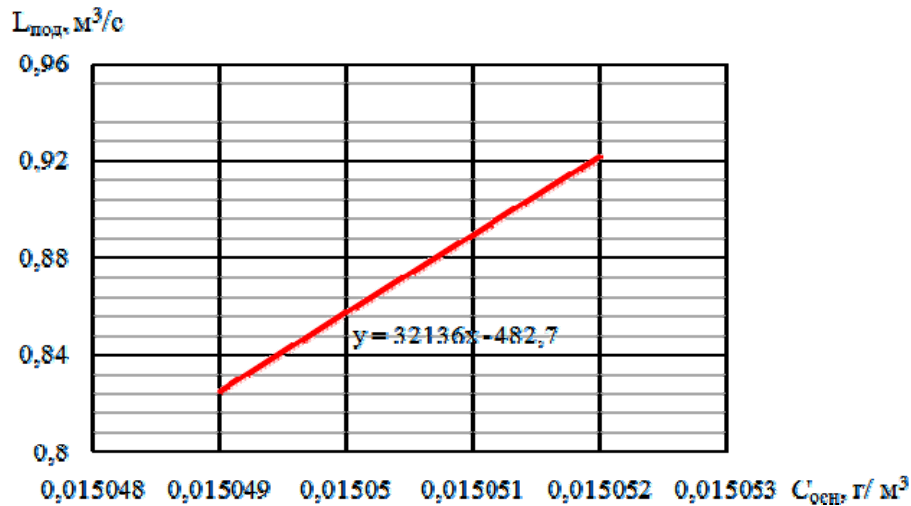


Рис. 5. Зависимость количества подмешиваемого воздуха от концентрации загрязняющего вещества в вентиляционном выбросе

Таким образом, рассмотрена схема промышленного вентиляционного выброса с подмешиванием наружного воздуха для снижения концентрации загрязняющего вещества в приземном слое атмосферы. Разработан алгоритм для определения необходимого расхода подмешиваемого воздуха. Полученные данные позволяют использовать рассматриваемое устройство для снижения концентрации загрязняющего вещества в вентиляционном выбросе на производстве.

Для снижения концентрации загрязняющих веществ в вентиляционном выбросе при неблагоприятных метеорологических условиях предлагается использование устройства с подмешиванием наружного воздуха к выбросу в количестве, определяемом по формуле (16). Полученные результаты необходимо подтвердить экспериментальными исследованиями

Библиографический список

1. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы, атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 14 с.

2. Пат. СССР № 1325255. Устройство для удаления воздуха из помещения / И.И. Полосин, В.В. Паринов. – Оpubл. 23.07.1987г. – 6 с.
3. Пат. СССР № 1341391. Устройство для поворота лопасти осевого вентилятора / И.И. Полосин, В.Е. Тройнин. – Оpubл. 30.09.1987г. – 6 с.
4. РД 52.04.52-85. Руководящий документ. Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. Новосибирск, 1986. Ленинград, 1987.
5. Полосин И.И. Охрана атмосферы от выбросов промышленной вентиляции и котельных// учебное пособие -ВГАСУ.- Воронеж, 2007.-192 стр.

References

1. GOST 17.2.3.02-78. Wildlife management, atmosphere. Rules of an establishment of admissible emissions of harmful substances the industrial enterprises. – M: Standards Publishing House, 1979. – 14 p.
2. A stalemate. The USSR № 1325255. The device for removal of air from a premise / I.I.half-aspen, V.V.Parinov. – Opubl. 23.07.1987г. – 6 p.
3. A stalemate. The USSR № 1341391. The device for turn of the blade of the axial fan / I.I.half-aspen, V.E.Trojnin. – Opubl. 30.09.1987г. – 6 p.
4. РД 52.04.52-85. The supervising document. Methodical instructions. Regulation of emissions at adverse weather conditions. Novosibirsk, 1986. Leningrad, 1987.
5. I.I.Ohraga's half-aspens of atmosphere from emissions of industrial ventilation and котельных//the manual-VGASU. - Voronezh, 2007.-192 p.

УДК 589.03.43

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет
Магистрант
Е.В.Плаксына
Россия, г. Воронеж
e-mail: 2010plaksina@rambler.ru*

*Voronezh State University of Ar-
chitecture and Civil Engineering
The undergraduate
E.V. Plaksina
Russia, Voronezh
e-mail: 2010plaksina@rambler.ru*

Е.В. Плаксына

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ (ПОЛИМЕРНЫХ) ТРУБОПРОВОДОВ

Полимерные трубы, будучи продуктом современных технологий, не подвержены коррозии и зарастанию, способны поддерживать одинаковый напор в течение всего срока эксплуатации, не лопаются при замерзании жидкости внутри. В современном мире, когда проблемам экологии уделяется весьма серьезное внимание, использование полимерных труб становится важным шагом в борьбе с загрязнением окружающей среды. При правильном применении и утилизации полимерные трубы могут не наносить вообще никакого вреда природе.

Ключевые слова: полимерные трубы, окружающая среда, система плинтусов, отсутствие коррозии.

E.V. Plaksina

ECOLOGICAL QUALITIES OF POLYETHYLENE (POLYMERIC) PIPELINES

Polymeric pipes, being a product of modern technologies, aren't subject to corrosion and зарастанию, are capable to support an identical pressure during all term of operation, don't burst at liquid freezing inside. In the modern world when the close attention is given to ecology problems rather, use of polymeric becomes important step to environment pollution abatement. At correct application and recycling polymeric pipes put in general any harm to the nature.

Keywords: polymeric pipes, environment, system of plinths, absence of corrosion.

На рынке для систем отопления представлен очень большой выбор труб, но их можно разделить всего лишь на три типа: полимерные (полиэтиленовые, металлопластиковые, полипропиленовые армированные), медные и стальные.

Относительно труб из стали, то они давно себя зарекомендовали с хорошей стороны и используются в большинстве отопительных систем городских квартир, но именно стальные трубы имеют один очень большой недостаток – они подвержены процессу коррозии, но их низкая цена – это их большой плюс.

Однако нужно заметить, что многие фирмы очень с большой неохотой берутся за монтаж стальных труб, так как они трудны в обработке, не очень чистые, поэтому монтаж с использованием стальных труб всегда дороже.

Относительно полимерных труб - они имеют очень много позитивных сторон – низкий вес, удобство при монтаже, отсутствие коррозии, очень низкий коэффициент сопротивления, но если брать во внимание цену – то она наиболее высокая среди всех видов труб для отопления.

Если говорить про медные трубы, то они тоже наделены очень большим спектром преимуществ – красивые, удобные в монтаже, не ржавеют, экологически чистые, но широкому

использованию данного рода труб препятствует довольно высокая цена, и данные трубы требуют хороших навыков у работников при работе с ними.

В зданиях с системами центрального водяного отопления с трубопроводами из полимерных материалов следует предусматривать автоматическое регулирование параметров теплоносителя в индивидуальных тепловых пунктах при любом расходе теплоты зданием. Параметры теплоносителя (температура, давление) не должны превышать 90 °С и 1,0 МПа, а также предельно допустимых значений, указанных в документации предприятий-изготовителей [1].

Прокладка трубопроводов из полимерных труб должна предусматриваться скрытой: в полу, плинтусах, за экранами, в штробах, шахтах и каналах; допускается открытая прокладка в местах, где исключается их механическое, термическое повреждение и прямое воздействие ультрафиолетового излучения на трубы [1].

Например, система плинтусов рисунок 1:

преимущества:

- идеально при новом строительстве и реконструкции;
- мало грязи и работ при монтаже;
- быстрый монтаж.

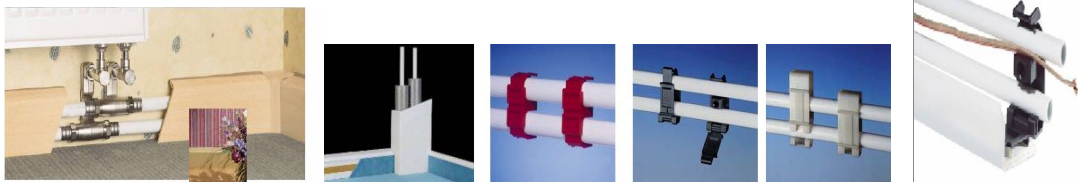


Рис.1. Прокладка трубопроводов система плинтусов

Полимерные трубы на рисунке 2 в отличие от труб стальных не подвержены коррозии.



Рис.2. Полимерные трубы

Выполненные из полимерного материала – полипропилена – они унаследовали общее качество пластиковых труб: отсутствие коррозии. Это качество очень важно, т. к. в масштабах страны оно дает большой экономический эффект. Полипропиленовые трубы и фитинги, пришедшие на замену стальным, позволяют прокладывать трубопроводы из таких пластиковых труб в земле и в воздухе без применения каких-то материалов, защищающих их от воздействия атмосферы и окружающей, даже агрессивной, среды.

За городом, где электроснабжение и газоснабжение работают не так стабильно, как в городе, нередко случаются замораживания трубопроводов отопления и водоснабжения. Полимерные трубы, в отличие от металлических, это испытание выдерживают значительно легче, т. к. при замерзании в них воды они не растрескиваются, как стальные, а лишь несколько изменяются в объеме, а затем, после того, как оттают, снова принимают первоначальный вид.

В помещениях категорий А, Б и В1—В4 по пожарной опасности трубопроводы из полимерных материалов следует прокладывать скрыто.

Допускается применение труб в качестве отопительных элементов, встроенных в строительные конструкции, при обеспечении требуемого предела их огнестойкости.

При скрытой прокладке трубопроводов следует предусматривать люки в местах расположения разборных соединений и арматуры.

Полимерные трубы, будучи продуктом современных технологий, не подвержены коррозии и зарастанию, способны поддерживать одинаковый напор в течение всего срока эксплуатации, не лопаются при замерзании жидкости внутри. Иными словами, большинство причин аварий на металлических трубопроводах не актуальны в случаях полимерных труб. Многие люди, особенно, так или иначе связанные с промышленностью, слышали о таких материалах, как ПВХ, ПНД, полипропилен и других – именно из них изготавливаются экологичные, прочные и дешевые полимерные трубы. Поливинилхлорид, полиэтилен низкого давления и полипропилен легко получают в современной химической промышленности, удобны в обработке, изделия из них износостойки и прочны. Именно это послужило причиной для широкого распространения труб и фитингов из этих полимеров. Также полимеру намного проще придать нужную форму, чем металлу, что приводит к дополнительному расширению сфер применения трубопроводов.

Все эти трубы легко заменяются в случае аварии на трубопроводе, а при необходимости могут быть даже присоединены к существующим металлическим трубопроводам (за счет специальных врезок и фитингов), поэтому для многих предприятий переход от аварийных металлических трубопроводов к современным полимерным может происходить постепенно и не требовать значительных разовых затрат. Для коммунальных хозяйств особенно важны такие параметры полимерных труб, как их вес, стоимость, простота и удобство монтажа. Обладая всеми этими качествами, трубы ПНД и ПП так же широко используются в коммунальной и бытовой сферах, как и в промышленности. Немного проигрывают им в эксплуатационных качествах трубы ПВХ, обладающие более низким температурным потолком – всего около 60 °С. Потенциально это ограничивает сферу их применения, но во многих случаях они находят свое место в отдельных секциях трубопровода вместе с аналогами из других полимеров за счет дешевизны и большей простоты в установке.

Не на последнем месте стоят и экологические качества полимерных труб. В современном мире, когда проблемам экологии уделяется весьма серьезное внимание, использование полимерных труб становится важным шагом в борьбе с загрязнением окружающей среды. При правильном применении и утилизации полимерные трубы могут не наносить вообще никакого вреда природе, опережая свои металлические аналоги и по этому показателю.

Библиографический список

1. СНиП 41-01-2003. «Отопление, вентиляция и кондиционирование». – М.: ГУП ЦПП, 2004. – 55 с.
2. АВОК №6, 2005 г. «Высотные здания».
3. Запорная арматура и трубопроводная арматура "Стройтехнология", 2009 г.

References

1. СНиП 41-01-2003. «Heating, ventilation and air-conditioning». – M: State Unitary Enterprise TSPP, 2004. – 55 with.
2. АВОК №6, 2005 «High-rise buildings».
3. Zapornaja armature and pipeline armature "Strojtehnologija", 2009 г.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 728.1:662.997

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Доц, Т.В. Богатова;

Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений

Монева Яна Сергеевна

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

Moneva Yana

Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339

Т.В. Богатова, Я.С. Монева

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

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.

Ключевые слова: солнечные батареи, энергосбережение, альтернативные источники энергии

T.V. Bogatova, Y.S. Moneva

ANALYSIS OF EXPERIENCE IN SOLAR ENERGY IN RUSSIA

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%.

Keywords: solar batteries, power efficiency, alternative energy sources.

Полное количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли за неделю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и урана. И в России наибольший теоретический потенциал, более 2000 млрд. тонн условного топлива (т.у.т.), имеет солнечная энергия. Несмотря на такой большой потенциал в новой энергетической программе России вклад возобновляемых источников определен в очень малом объеме. В России солнечная энергетика пока мало востребована. Однако потенциал для ее использования в России есть, особенно это касается Краснодарского края и Ставрополья, а также восточных областей (Якутии, Магаданской области). Во многих областях Сибири и на юге страны число солнечных дней в году может достигать трехсот. Этот показатель сопоставим с климатическим состоянием Южной Европы, где фотоэлектрические установки используются активно. При этом необходимо учитывать, что среднегодовые поступления солнечного излучения во многих южных районах России больше, чем в Германии, Италии и Испании. Солнечная энергетика полезна и для тех регионов, которые слишком дорого подключать к единой энергосистеме (отдаленные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока). Россия расположена между 41 и 82 градусами северной широты и уровни солнечной радиации на ее территории существенно варьируются. По оценкам, солнечная радиация в отдаленных северных рай-

онах составляет 810 кВт·час/м² в год, тогда как в южных районах она превышает 1300 кВт·час/м² в год. Также наблюдаются большие сезонные колебания в приходе солнечной энергии. Например, на широте 55 градусов суточный приход солнечной радиации составляет в январе 1,69 кВт·ч/м², а в июле - 11,41 кВт·ч/м². Существует обширная картографическая и табличная база данных по ресурсам солнечной энергии в России.



Рис. Продолжительность солнечного сияния

На территорию России выпадает не так уж мало солнечных часов – от 1500 до 2000 и более в год. Причем в Сибири и на Дальнем Востоке их не меньше, чем в Краснодарском крае. Для России широкое использование фотоэнергетики имеет не меньшее значение. Сейчас более 10 млн. граждан России живут без централизованного электрообеспечения. Даже если для 1 млн. граждан будет использована фото энергетика (на каждого гражданина ~ 2 кВт·ч/сутки), необходимо установить более 500 мВт пиковой мощности фото энергосистем. Вторым огромным российским потенциальным потребителем фото энергетика является сельскохозяйственный сектор, который самостоятельно способен потреблять сотни мегаватт пиковой энергии солнечных батарей в год. Если к этому добавить уже естественно нарождающийся рынок автономных фото энергосистем для навигационного обеспечения, систем телекоммуникаций, систем для курортно-оздоровительного и туристического бизнеса, коттеджей, уличных солнечных фонарей и т. д, то суммарно потребности в России в солнечных батареях могут составить более 1 гВт/год.

В ясную погоду на 1м² земной поверхности в среднем падает 1000 Ватт световой энергии солнца. В зависимости от местности участка земли солнечная энергия поступает неравномерно из-за облачности в пасмурную погоду, есть места, где солнце светит 320-350 дней в году, а есть такие места, где солнца не бывает вообще. Автономные солнечные энергосистемы могут быть успешно использованы в городах и районах с централизованным энергоснабжением. В развитых странах солнечная энергетика активно используется для автономного освещения подъездов жилых сооружений, рекламных щитов, уличного и домашнего освещения. Многие объекты малого и среднего бизнеса используют солнечные системы в целях минимизации издержек в процессе производства и эксплуатации своих объектов.

Исходя из этого, прежде чем ставить солнечные батареи с целью выработки электричества, необходимо рассчитать эффективность применения данного метода. Ниже приведена таблица поступления солнечной радиации, для некоторых городов построенная по данным спутников NASA.

Таблица поступления солнечной радиации

Справочная таблица среднемесячной суммарной солнечной радиации, кВт*ч./м ²													
	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	В год
Москва	20,6	53,0	108,4	127,6	166,3	163,0	167,7	145,0	104,6	60,7	34,8	22	1173,7
Воронеж	30,7	60,1	117	129	169	166	176	151	120	81,8	50,3	37,1	1245
Краснодар	42,8	77,8	127	147	178	171	194	172	148	123	81,7	55,6	1433
Махачкала	48,2	77	128	168	200	190	208	196	161	132	93	77,2	1581
Рязань	21,2	55	109	130	168	165	169	147	106	62,3	35,2	23	1174

* К – коэффициент суммарной солнечной радиации по отношению к г. Москва.

Библиографический список.

1. Андерсон Б. Солнечная энергия: Основы строительного проектирования / Пер. с англ. А.Р. Анисимова; Под ред. Ю.Н. Малевского. М.: Стройиздат, 1982. - 375 с.
2. Перминов Э.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы освоения // Энергетическое строительство. 2003. №12. С.9-15.
3. Аббасов, П.А. Оценка потенциала солнечной энергии для разработки энергоэффективных зданий / П.А. Аббасов, Н.В. Гричковская // Academia. Архитектура и строительство. - 2006. - №4. - 36 - 44.
4. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

References

1. Anderson, B. Solar energy: Fundamentals of structural design/ Ed. from engl. A.R. Anisimova; Ed. Y.N. Malevsky. M.: Stroyizdat, 1982. – 375 p.
2. Perminov, E.M. Renewable energy sources: state and prospects of development / construction of energy. 2003. № 12. P.9-15.
3. Abbasov, P.A. Assessing the potential of solar energy for energy efficient buildings / P.A. Abbasov, N.V. Grichkovskaya // Academia. Architecture and engineering. - 2006. - № 4. - 36 - 44.
4. Tabunshikov, U.A. The power effective buildings / U.A. Tabunshikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin. – M.: AVOK-PRESS, 2003. – 200 p.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Доцент кафедры проектирования промышленных и гражданских зданий

Л.И. Гулак;

Магистрант кафедры проектирования промышленных 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

НЕДОСТАТКИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА КАК УТЕПЛИТЕЛЯ 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

DISADVANTAGES OF FOAM POLYSTYRENE AS HEAT INSULATION MATERIAL 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 foam, 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 – пенополистирол, являющийся одним из представителей класса пенопластов.

Тип утеплителя и его основные показатели (плотность, огне- и влагостойкость, паропроницаемость, теплопроводность, прочность, толщина и др.) устанавливаются проектом на основании теплотехнических расчетов, нормативов требуемого термосопротивления ограждающих конструкций для конкретного региона, материала и фактического состояния наружных ограж-

дающих конструкций зданий, требований экологии и пожарной безопасности. В качестве теплоизоляции используются как волокнистые (минераловатные и стекловолокнистые) утеплители, так и плиты из гранулированного или экструдированного пенополистирола.

Утеплитель – одно из самых слабых звеньев в строительстве, поскольку их срок жизни намного меньше других материалов ограждающих конструкций. Минеральные утеплители практически не имеют ограничений. Однако за счет дороговизны используются реже. Многие минераловатные плиты впитывают в себя большое количество влаги, за счет чего утеплитель перестает выполнять свои основные функции. Большую популярность при устройстве теплоизоляции в нашей стране имеет пенополистирол. За счет невысокой стоимости, влагостойкости, низкой теплопроводности, малого веса этот материал очень широко применяется в строительстве. Более подходящим является экструдированный пенополистирол, отличающийся более высоким качеством за счет однородной структуры (отсутствие гранул и межзерновых пустот).

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).

Однако полистирол имеет ряд огромных недостатков и на практике изучен весьма слабо. Кроме того, многие заявленные производителями показатели оказываются существенно завышенными. Все разновидности имеют одинаковый химический состав основного полимера - полистирола и могут различаться по химическому составу лишь добавками: порообразователями, пластификаторами, антипиренами и др.

Согласно последним российским исследованиям, в частности, срок жизни пенополистирола составляет 10 лет, после чего он начинает постепенно разрушаться. Иногда утепление с этим материалом приходят в неудовлетворительное состояние через 6-8 лет. Хотя главное требование к теплоизоляционному материалу – срок службы утеплителя должен быть соизмерим со сроком службы объекта, в котором он применяется. (Согласно отечественным новым строительным нормам он должен составлять не менее 25 лет). Экспериментально также установлено, что влага и отрицательные температуры существенным образом ухудшают структуру пор пенополистирола и его теплозащитные свойства. В отличие от минеральной ваты, пенополистирол требует идеально ровной и гладкой поверхности подосновы.

Пенополистирол в трехслойной конструкции выступает как мощный паробарьер. Если заглянуть в СНиП II-3-79* "Строительная теплотехника", то можно убедиться: коэффициент паропроницаемости, для пенополистирола 0,05 мг/(м·ч·Па), а, скажем, для обыкновенного глиняного кирпича 0,11 мг/(м·ч·Па). Говоря простым языком: пенополистирол - материал "не дышащий". Получается неоднородная с точки зрения строительной теплофизики система, и создаются самые благоприятные условия для образования и накопления в толще стены конденсата. Это значительно снижает теплозащитные свойства. При отрицательных температурах вода замерзает и увеличивается в объеме (до 9%). Любые материалы после многократной череды процессов "замораживания-оттаивания" просто превращаются в труху". За счет низкой паропроницаемости пенополистирола при отсутствии принудительной приточно-вытяжной вентиляции из-за скопления конденсата образуется плесень и грибок, происходит разрушение конструкций, ухудшается микроклимат в помещении.

Самый большой недостаток пенополистирола – горючесть и токсичность. 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. 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.

Поэтому согласно действующим строительным и пожарным нормам его применение ограничено. Допустимо применение пенополистирольных плит при утеплении фасадов в зданиях и сооружениях до 9 этажей (за исключением лечебных заведений), а в городах, где имеется специальная техника для пожаротушения - выше 10 этажей. Однако только при условии выполнения изолирующих поясов из слоя негорючего (минераловатного) утеплителя.

Сейчас вносятся изменения в пожарные нормы: допускаться к применению будет пенополистирол только категории Г1 и Г2, соответственно запрещено использование категории Г3 и Г4. Кроме того, ограничена этажность использования пенополистирола до 26м (9 этажей). К сведению: в Европе использование пенополистирола на фасадах ограничено домами не выше трех этажей.

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

Библиографический список

1. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
2. <http://www.petroperl.ru/text/view.php?&id0=42>.
3. А.Н. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко и др. Пожарная опасность строительных материалов. –М, Стройиздат, 1988.
4. Стандарт организации СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий».
5. Блази В. Мир строительства. Справочник проектировщика. Строительная физика. Москва. 2004.
6. Санитарно-химический анализ пластмасс. Л. Химия. 1977. Стр. 179, 180.

References

1. SNIP 23-02-2003 "Heat protection of the buildings".
2. <http://www.petroperl.ru/text/view.php?&id0=42>.
3. A.N. Baratov, R.A. Andrianov, A.YA. Korolichenko and others Fire danger building materials. -M, Stroyizdat, 1988.
4. Standard to organizations STO 00044807-001-2006 "Heat protection characteristic barrier design of the buildings".
5. Blazi V. World construction. The Reference book of the designer. The Building physics. Moscow. 2004.
6. Sanitary-chemical analysis of plastic. L. Chemistry. 1977. P.. 179, 180.

*Воронежский государственный архи-
тектурно-строительный университет
Магистрант
С.А.Жданова
Россия, г. Воронеж
e-mail: zhdanova_s_a@mail.ru*

*Voronezh State University of Ar-
chitecture and Civil Engineering
The undergraduate
S.A.Zhdanova
Russia, Voronezh
e-mail: zhdanova_s_a@mail.ru*

С.А. Жданова

УТЕПЛЕНИЕ МАНСАРДНОЙ КРЫШИ

Устройство мансардного этажа на месте чердачного помещения или на плоской крыше зданий значительно сокращает теплопотери через кровлю. Но конструкция мансарды в большей степени, чем нижележащие этажи подвержена теплопотерям. по причине того, что крыша мансарды имеет большую поверхность соприкосновения с внешней средой. Поэтому для комфорта и экономии тепла необходимо эффективное и тщательное утепление мансарды и применение современных изоляционных материалов.

S.A. Zhdanova

WARMING OF THE MANSARD ROOF

The device of a mansard floor on a place of a garret or on a flat roof of buildings considerably reduces теплопотери through a roof. But the penthouse construction in a greater degree, than underlaying floors is subject теплопотерям. For the reason that the penthouse roof has the big surface of contact with environment. Therefore for comfort and economy it is warm effective both careful warming of a penthouse and application modern изоляционных materials is necessary.

В связи с необходимостью оптимально использовать жилую площадь, в строительстве все чаще используются мансардные помещения.

Теплопотери через мансарду достаточно велики, т.к. она имеет большую поверхность соприкосновения с внешней средой, поэтому необходимо правильно выполнять утепление ее покрытия, которое должно не только защищать дом от атмосферных осадков, но и препятствовать охлаждению помещений верхнего этажа.

Теплоизоляция крыши мансардного помещения с Пенофолом. В настоящее время для утепления мансарды используют различные виды утеплителей: пенопласт, минеральная вата, пенополистирол, и др.

Поскольку речь идет об изоляции жилых помещений, то наряду с такими очевидными параметрами для теплоизоляционных материалов, как коэффициент теплопроводности и плотность, нужно учитывать пожаробезопасность и паропроницаемость.

Одним из таких утеплителей может быть выбран **пеноизол** плотностью 20 кг/м³. Будучи негорючими и паропроницаемыми, **пеноизол** характеризуются также способностью легко отдавать излишнюю влагу. Все это дает хорошую гарантию того, что утеплитель будет выполнять свою задачу многие десятилетия.

Пенополистирольные плиты для утепления мансард подходят плохо, так как этот материал пожароопасен и непроницаем для пара.

Маты из стекловолокна лишены этих недостатков, но имеют свойство терять форму и оседать даже без внешней нагрузки, что приводит к постепенному ухудшению теплоизоляционных свойств.

Одним из лучших видов утеплений мансарды является утепление с Пенофолом.

Пенофол - экологически чистый продукт. Не выделяет никаких вредных газов, имеет высокий показатель теплового сопротивления. Помещение остаётся прохладным летом и тёплым зимой. Предотвращает сквозняки в здании. Надёжный паро-, гидро-, звуко-, ветроизолялятор. Обеспечивает защиту от радиации. Надёжный барьер для радона. Установка Пенофола быстрая и простая. При установке не требуется защитная одежда. Обеспечивает максимальный комфорт. Улучшает теплоизоляцию - сокращает теплопотери. Паропроницаемость Пенофола менее 0,001 мг/м·ч·Па, а звукопоглощение не менее 32 дБ.

Теплоизоляционный материал Пенофол представляет собой состав из одного или двух слоев алюминия и слоя пенистого самозатухающего полиэтилена с воздушными пузырьками. Такой материал наиболее эффективен по сравнению со многими традиционными теплоизоляционными изделиями

Пенофол, как правило, бывает нескольких типов:

- тип А — на основе полиэтилена с односторонним покрытием алюминиевой фольгой. Такой материал рекомендуется применять для теплоизоляции кровли и потолка жилых помещений, стен бань, саун и подвальных помещений;
- тип В — на основе полиэтилена с двусторонним покрытием алюминиевой фольгой. Данный материал можно применять для утепления стен по блочным ограждающим конструкциям, стен легких дачных и сельскохозяйственных построек, пола по деревянному брусу;
- тип С — на основе полиэтилена с односторонним покрытием алюминиевой фольгой, на другой стороне которого нанесен клеевой слой. Этот отражающий материал можно использовать для теплоизоляции салонов автомашин, для утепления различных конструкций из металла.

Для многих регионов нашей страны сопротивление теплопередаче обеспечивает слой пенопласта или минеральной ваты толщиной 200 мм, а иногда и более. Установка массивной изоляции такой толщины вряд ли будет разумна с экономической точки зрения. Тем же нормативным требованиям удовлетворяет отражающая изоляция Пенофол и слой минеральной ваты 100 мм.

Пенофол относится к разряду отражающих теплоизоляционных материалов и представляет собой вспененную основу утеплителя толщиной 4 мм с односторонним или двусторонним фольгированием алюминией. Такая структура придает ему свойства как тепло-, так и парозащиты. Кроме того, он является барьером от проникновения радона.

Традиционные утеплители не защищают строения от теплопотерь, обусловленных тепловым излучением. Наилучшим барьером, останавливающим тепловое излучение, является Пенофол, так как он имеет высокую отражательную и низкую излучательную способности. Пенофол использует уникальные природные свойства химически чистой (99,4%) полированной алюминиевой фольги – свойства отражать 95-97 % и излучать не более 3-5 % теплового излучения. При отражении тепловых волн поверхность Пенофола остается холодной. Через слой Пенофола проходит только 3-5 % теплового излучения.

Кроме того, слой пузырьков «запечатанного в полиэтилен» воздуха между слоями алюминиевой фольги создает дополнительное тепловое сопротивление, препятствующее потерям тепла за счет теплопроводности.

В отличие от традиционных утеплителей, теплоизолирующие свойства Пенофола не зависят от влияния влаги, так как он обладает очень низким коэффициентом паропроницаемости и водопоглощения и не требует паро- и гидрозащитных пленок для выполнения теплоизоляционных функций.

Результаты различных экспериментов свидетельствуют о том, что Пенофол — эффективный теплоизолятор, с помощью которого можно сэкономить 30-40% энергии, подаваемой на отопление помещений. Характерной особенностью отражающей теплоизоляции является то, что с повышением температуры нагревателя и внешней среды эффективность теплоизоляции возрастает.

Область применения “Пенофола” очень широка: для утепления крыш над внутренней отделкой, для полов и стен, для изоляции трубопроводов и т.п.

Существует два способа применения отражающей теплоизоляции:

- утепление только с использованием отражающей теплоизоляции;
- утепление в комплексе с традиционной теплоизоляцией.

Используя “Пенофол” в конструкции кровли, можно решить две проблемы: теплоизоляционную (сбережение тепла в здании) и теплозащитную (защита дома от перегрева).

Для теплоизоляции крыши мансардного помещения необходимо устанавливать два слоя Пенофола марки В (двухслойное фольгирование). Устанавливают Пенофол (первый слой) ниже теплоизоляции, где он выполняет функции пароизоляции. При установке отражающей теплоизоляции нужно помнить, что она действует только при наличии воздушной прослойки, так как без нее возникает явление теплопередачи через твердые тела. Идеальное воздушное пространство, которое должно размещаться перед отражающим слоем, составляет 2см. Меньшие воздушные прослойки соответственно менее эффективны. Пенофол можно установить одновременно и ниже и выше теплоизоляции, в этом случае он заменит и пароизоляцию и гидроизоляцию.

Схема крепления показана на рисунке.

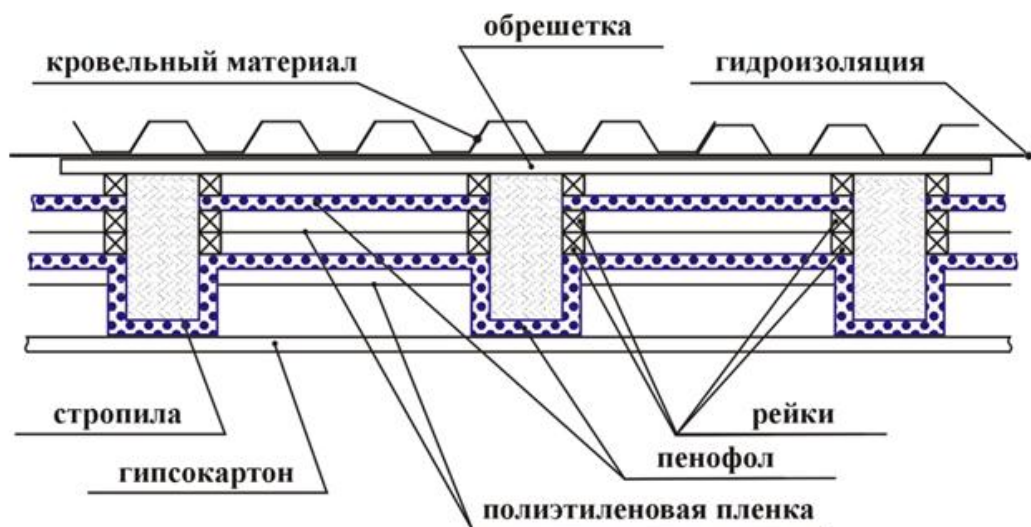


Рис. Теплоизоляции крыши мансардного помещения

Порядок монтажа следующий:

К стропилам, непосредственно под деревянной обрешеткой, крепятся деревянные рейки размером от 10 x 10 до 20 x 20 мм. Пенофол марки В-4 (4 мм) крепить к рейкам, как показано на рисунке, скобами степлера или мелкими гвоздями. Для обеспечения паро-, гидроизоляции обязательно проклеить стыки липкой алюминиевой лентой. Ниже слоя Пенофола к стропилам крепится следующий ряд деревянных реек, размером от 10 x 10 до 20 x 20 мм. К этому ряду реек крепится слой полиэтилена. Ниже слоя полиэтилена к стропилам крепится третий ряд деревянных реек, размером от 10 x 10 до 20 x 20 мм. Второй слой Пенофола марки В-4 (4 мм) крепится к стропилам и третьему ряду реек, как показано на рисунке. Для увеличения

теплового сопротивления конструкции ниже слоя Пенофола на расстоянии 10 – 20 мм крепится еще один слой полиэтиленовой пленки, как показано на рисунке. Этот слой степлером пристреливается прямо к стропилам через Пенофол. В данной конструкции вентилируемой остается только прослойка между первым слоем Пенофола и гидроизоляцией. Все остальные слои Пенофола и полиэтиленовой пленки сводятся воедино и закрепляются к коньку крыши и к пристенному примыканию. Покрытие под отделку (гипсокартонные плиты, вагонка, ДВП или другие отделочные материалы аналогичного назначения) крепится к стропилам через слой Пенофола.

Сопротивление теплопередаче R крыши в данном варианте за счет применения двух слоев Пенофола и двух слоев полиэтиленовой пленки будет составлять от $3,0 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$ до $3,6 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$.

Выводы

Применение современных изоляционных материалов, таких как Пенофол, позволяет решить проблемы энергосбережения, поддержания положительной температуры мансардного помещения, служит для повышения комфортности помещений и микроклимата мансардного этажа, значительно снижает расходы на отопление за счет снижения теплопотерь, так же они экологически безопасны, не выделяют вредных газов, имеют высокий показатель теплового сопротивления.

Библиографический список

1. СНиП II-3-79* "Строительная теплотехника"
2. Мансарда как инструмент реконструкции // Технологии строительства, 2006 №6 с34- 35
3. Реконструкция жилых зданий: Учеб. Пособие / В. Н. Семенов, Ф. М. Савченко, Э. Е. Семенова; Под общей ред. В. Н. Семенова; Воронеж. Гос. Арх. - строит, ун-т. - Воронеж, 2002. - 200 с.
4. Приоритетные направления для повышения энергоэффективности зданий / Федоров С.Н. Энергосбережение, 2008. - №5. –с.23-25.

References

1. СНиП II-3-79* "Building the heating engineer"
2. A penthouse as the reconstruction tool//Technologies of building, 2006 №6 s34 - 35
3. Reconstruction of residential buildings: Studies. The grant / V.N.Semenov, F. M.Savchenko, E.E.Semenova; Under the general ред. V.N.Semenova; Voronezh. Гос. Арх. - builds, un y. - Voronezh, 2002. - 200 with.
4. Priority directions for increase of power efficiency of buildings / Feodors of S.N.power savings, 2008. - №5.-s.23-25.6. Reconstruction of coverings of civil buildings / Topchy V. D//Housing Building, 2007 №8 sb-8

УДК 536.2

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры городского хозяйства и строительства*

Д.Ю. Королев

Россия, г. Воронеж, тел. 8960-117-51-82

e-mail: Vittorea@ya.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Post-graduate of chair of municipal economy and building

D.U. Korolev

Russia, Voronezh, tel. 8960-117-51-82

e-mail: Vittorea@ya.ru

Д.Ю. Королев

ОКРАШИВАНИЕ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ МАТЕРИАЛАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Приводятся результаты исследований теплозащитных свойств фасадной краски Moutrikal. Полученные теплотехнические параметры указывают на эффективность данного материала как теплоизоляционного покрытия. Рекомендуется нанесение краски выполнять в два слоя, так как их большее количество приводит к возрастанию теплопроводности Moutrikal.

Ключевые слова: новые фасадные краски, энергосбережение

D.U. Korolev

COLOURING OF EXTERNAL PROTECTIONS BY MATERIALS OF THE NEW GENERATIONS FOR OPERATION OF BUILDINGS SAVING UP ENERGY

Results of researches of properties of front paint Moutrikal are resulted. The received technical parametres specify in efficiency of the given material as thermal insulating cover. It is recommended to carry out paint drawing in two layers as their significant amount leads to increase of heat conductivity Moutrikal.

Keywords: new front paints, energy savings

Постоянный рост цен на топливные ресурсы создает объективные предпосылки для разработки и внедрения мероприятий по сокращению их потребления. В балансе расходов энергии зданиями, площади которых не используются для производственных процессов, их значительная величина приходится на отопление и горячее водоснабжение. Поэтому одним из важных направлений сокращения потребления ресурсов является повышение теплозащитных свойств наружных ограждений.

Современное строительство предполагает обязательное применение теплоизоляционных материалов для конструкций, подверженных воздействию окружающей среды. Но наряду с этим существуют значительное количество зданий, для которых характерны длительный срок эксплуатации и массивность наружных ограждений, имеющих относительно высокий коэффициент теплопроводности. Для данных сооружений, нуждающихся в капитальном ремонте с мало затратной структурой его проведения при сложившейся экономической ситуации и с учетом введения в действие государственной программы сокращения потребления энергоресурсов, следует оценить возможность применения энергосберегающих фасадных красок. Полученные посредством нано-технологий отделочные материалы, нанесенные на обрабатываемую поверхность высокопроизводительным способом, могут обеспечить повышение теплозащитных свойств наружных ограждений, что в случае их массового применения окажет положительное влияние на достижение энергосбережения.

Для выявления среди новых лакокрасочных материалов («НаноакрилTM-фасад», «Теплокрас», «Теплос-топ», «Аврора», «Корунд», «Moutrical» и т. д.) составов, относящихся к разряду теплоизоляционных, в Воронежском государственном архитектурно-строительном

университете проводятся лабораторные исследования, приближенные к реальным условиям эксплуатации зданий.

Результаты экспериментальных испытаний окрасочного материала Moutrical, относящегося к рассматриваемой категории, показали несомненное преимущество данного покрытия для энергосберегающей эксплуатации зданий. Состав Moutrical, который наносился на фрагмент кирпичной кладки в один или несколько слоев, после его высыхания подвергался поэтапному исследованию на лабораторной установке.

На первом этапе с помощью прибора для определения теплопроводности материалов ИТС-1 были получены значения коэффициентов теплопроводности силикатного кирпича, цементно-песчаного раствора и покрытия.

На втором этапе фрагмент стены с покрытием монтировался на морозильную камеру, с помощью которой создавался тепловой поток и градиент температуры, характерный для наружной ограждающей конструкции.

В качестве температурных датчиков использовались поверхностные термоэлектрические преобразователи ДТПЛ011-0,5/1,5. Показания снимались с помощью восьмиканального измерителя температур УКТ-38 (ОВЕН). Оцифровка и фиксация результатов измерений осуществлялась с помощью адаптера сети АС-2(ОВЕН) в комплекте с портативным ПК (ACER) в режиме online с периодом записи 5 мин.

В табл. 1 приведены более точные экспериментальные измерения, которые получены при выполнении второго этапа исследований. В результате обработки экспериментальных данных была подтверждена высокая энергоэффективность Moutrical как теплоизоляционного покрытия при нанесении его не более чем в два слоя. При дальнейшей окраске теплозащитные свойства этого материала снижаются примерно в 3 раза. Для выполнения теплотехнических расчетов наружных ограждений, точность которых влияет на требуемую тепловую нагрузку для систем отопления зданий, следует применять средние значения теплопроводности:

- для двухслойного покрытия $\lambda_M=0,0021 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$;
- для многослойного покрытия $\lambda_M=0,0076 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$.

Учитывая полученные характеристики для исследуемого покрытия, Moutrical целесообразно рекомендовать как надежное фасадное окрашивание (нормативный срок службы 11 лет), снижающее потери теплоты через наружные ограждения. Это особенно важно для зданий, представляющих историческую и архитектурную ценность, так как рекомендуемое утепление конструкций с их наружной стороны известными и широко применяемыми средствами в данном случае не может быть осуществлено.

Полученные коэффициенты теплопроводности (табл. 1) на порядок меньше чем у современных эффективных теплоизолирующих материалов, используемых в строительстве, поэтому нанесенное покрытие Moutrical даже при его незначительной толщине обеспечит снижение теплопотерь наружными стенами. Кроме того, кратковременность производства работ при окрашивании качественным составом, сохраняющим свою структуру на протяжении нескольких лет, является дополнительным стимулирующим условием активного использования Moutrical.

Чтобы оценить снижение теплового потока через наружные стены при применении данного окрасочного материала, необходимо рассмотреть возникаемый температурный режим в наружном ограждении. Изменение теплопроводности Moutrical в зависимости от количества нанесенных слоев на конструкции, то есть от толщины покрытия может быть с достаточной точностью (среднеквадратичное отклонение составляет 0,03) аппроксимирована выражением

$$\lambda_M = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot x} \quad (1)$$

где x – координата, откладываемая по толщине слоя покрытия, м, в соответствии со схемой рис. 1; b_0 , b_1 – коэффициенты, полученные в результате аппроксимации, $b_0=0,0012$, $b_1=878,75$.

Таблица

Итоговые значения коэффициента теплопроводности покрытия Moutrical
по результатам расчетов*

Количество слоев покрытия Moutrical	Фактическая толщина покрытия, м	Значения коэффициента теплопроводности λ_M , Вт/(м °C)
1 слой с холодной стороны	0,0004	0,0015
2 слоя с холодной стороны	0,00087	0,0027
3 слоя с холодной стороны	0,0014	0,0048
4 слоя с холодной стороны	0,00187	0,0061
5 слоев с холодной стороны	0,00233	0,0084
5 слоев с холодной стороны и 1 слоя с теплой стороны	<u>0,00233</u> 0,0005	0,0092
5 слоев с холодной стороны и 2 слоя с теплой стороны	<u>0,00233</u> 0,001	0,0083
5 слоев с холодной стороны и 3 слоя с теплой стороны	<u>0,00233</u> 0,0013	0,0086
Статистические характеристики		
По всем слоям	λ_M^{CP} , Вт/(м °C)	0,0062
	среднеквадратическое отклонение, Вт/(м °C)	0,0024
По первым двум	λ_M^{CP} , Вт/(м °C)	0,0021
	среднеквадратическое отклонение, Вт/(м °C)	0,00045
По последующим слоям	λ_M^{CP} , Вт/(м °C)	0,0076
	среднеквадратическое отклонение, Вт/(м °C)	0,0014

* - Над чертой приведены значения для основных слоев покрытия Moutrical с холодной стороны, под чертой – для дополнительных слоев Moutrical с теплой стороны.

Рассматривая тепловой режим ограждений в холодный период года, следует отметить, что среднесуточное колебание температур наружного воздуха будет незначительным и это дает основание считать процесс потери теплоты стационарным [1].

Поэтому изменение температуры, возникающий в покрытии, будет соответствовать зависимости [2], полученной из уравнения теплопроводности с учетом граничных условий третьего рода

$$t = t_{GP} - \frac{\alpha_H}{b_0 \cdot b_1} (t_{HП} - t_H) \left(1 - \frac{1}{e^{b_1 \cdot x}} \right), \quad (2)$$

где t_{GP} – температура на границе оштукатуренной поверхности наружного ограждения и окрасочного материала при $x=0$, °C; $t_{HП}$, t_H – температуры на наружной поверхности ограждения и наружного воздуха, °C; α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C).

Чтобы оценить характер изменения температуры в тонком слое покрытия и его влияние на тепловой режим конструкции в целом, рассмотрим для примера стену из силикатного кирпича с учетом оштукатуренных внутренней и наружной поверхностей, имеющую общую толщину 530 мм и фасадное окрашивание указанным материалом. Так как силикатный кирпич и используемый цементно-песчаный раствор имеют приблизительно одинаковое значе-

ние теплопроводности, то в этом случае наружное ограждение можно считать двухслойным, в котором внешний слой выполнен посредством Moutrical.

Как показывают результаты расчетов, приведенные на рис. 2, для климатических условий Воронежской областистоль пренебрежимо тонкий слой покрытия Moutrical позволяет существенно сдерживать падение температур в несущей конструкции наружной стены. Характер изменения теплового режима подтверждает наибольшее влияние двух первых слоев покрытия и снижение его эффективности при большем количестве нанесений на поверхность наружного ограждения.

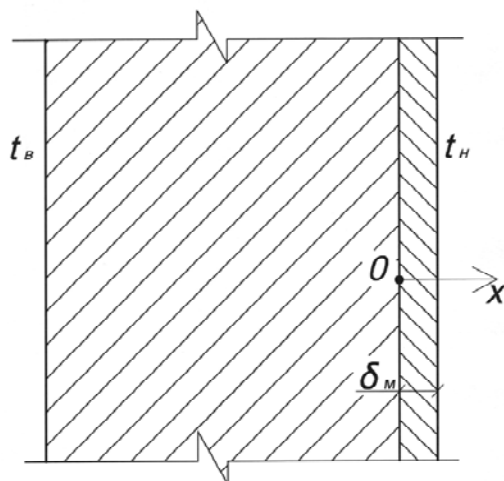


Рис. 1. Схема наружного ограждения с теплоизоляционным покрытием

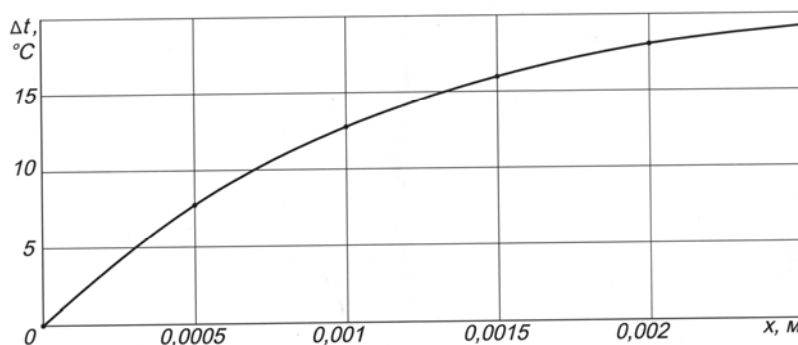


Рис. 2. Перепад температур на границе наружного ограждения и в покрытии Moutrical в зависимости от x координаты

Применение Moutrical для зданий, соответствующих устаревшим требованиям по теплозащите, позволит не только сократить теплопотери и тем самым повысить их энергоэффективность, но и вывести зону конденсационной влаги из-под воздействия отрицательных температур. Это в свою очередь создает условия для нормальных тепло- и влажностных режимов конструкций и значительно увеличивает срок дальнейшей эксплуатации зданий без необходимости проведения капитальных ремонтов.

Учитывая полученные результаты исследований, можно заключить, что разрабатываемые новые фасадные краски или другие отделочные материалы с подобными свойствами при снижении их стоимости найдут широкое применение в строительстве по трем причинам: 1) высокое качество получаемых покрытий; 2) срок службы более 10 лет; 3) обладают энергосберегающим эффектом, который при их дальнейшем совершенствовании может быть повышен за счет разработки составов, обладающих экранирующими свойствами, снижающими тепловое излучение в окружающую среду.

Библиографический список

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий/ Под. Ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.
2. Королев Д.Ю., Тертычный О.В., Семенов В.Н., Щукина Т.В. Фасадные краски нового поколения и температурный режим наружных ограждений при их применении// Изв. Вузов «Строительство», 2011.- № 1. – С. 93-99.

References

1. Fokin K.F. Building of the heating engineer of protecting parts of buildings/ Under edition J.A.Tabunshchikov, V.G.Gagarin. - M: AVOK-PRESS, 2006. - 256 p.
2. Korolev D.U., Tertychnyj O.V., Semenov V.N., Schukina T.V. Front of a paint of new generation and a temperature mode of external protections at their application//News of High schools "Buildings", 2011. № 1. - P. 93-99.

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Аспирант кафедры теплогазоснабжения
Л.В. Кузнецова
Россия, г. Воронеж, тел. 8920-464-60-08
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. 8920-464-60-08
e-mail: Vittorea@ya.ru*

Л.В. Кузнецова

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ УГРОЗЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ

Рассматриваются различные способы комплексной защиты возводимых зданий. Оцениваются огнезащитные свойства материалов, применяемых для утепления наружных ограждений, и их теплофизические характеристики. Приведены стоимостные показатели, рекомендуемых для комплексной защиты материалов.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, повышение огнезащиты строительных конструкций, энергоэффективность зданий.

L.V. Kuznetsova

INCREASE OF HEAT-SHIELDING PROPERTIES OF PROTECTING DESIGNS TAKING INTO ACCOUNT THREAT OF OCCURRENCE OF EXTREME SITUATIONS

Various ways of complex protection of erected buildings are considered. It is estimated fireproof properties of the materials applied to warming of external protections, and their thermal characteristics. The cost indexes, materials recommended for complex protection are resulted.

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

В настоящее время Россия, как и многие ведущие страны мира, стремится оптимизировать свое энергопотребление. Это объясняется тем, что эффективность использования природных, в том числе и топливных ресурсов определяет устойчивый рост экономики страны, ее конкурентоспособность и энергетическую безопасность, и наоборот, противоположная ситуация провоцирует возникновение перебоев в обеспечении ресурсами, ставит под сомнение поступательное развитие национального промышленно-производственного комплекса.

Основой энергосбережения является рациональное использование добываемых углеводородов, предполагающее максимальное устранение потерь и более полное вовлечение в оборот попутных продуктов, вторичных и возобновляемых источников. Для оперативного выявления необоснованных утечек теплоты следует проводить обследования посредством тепловизора. Внешний вид и функциональные возможности этих приборов похожи на цифровые фотокамеры, но создаваемые изображения, называемые «термограммами», условны, так как их цвет не соответствует реальной действительности, а служит лишь для обозначения температуры, либо он вовсе отсутствует, передовая тепловой поток различной яркостью (рис.1).

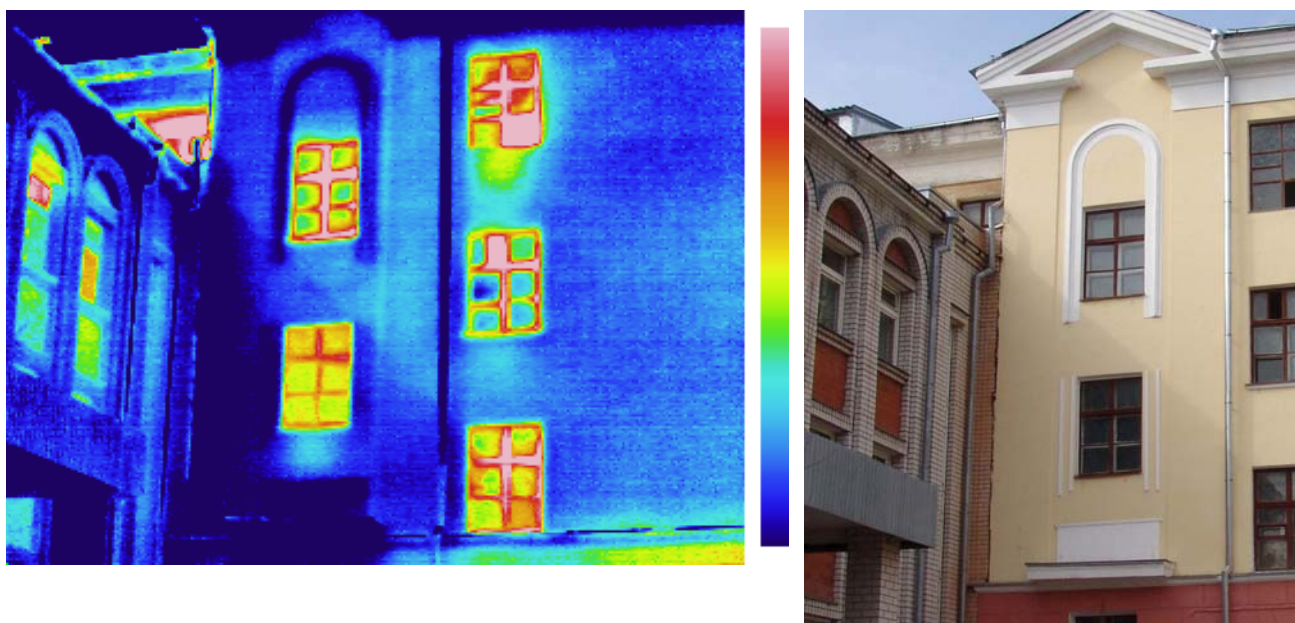


Рис. 1. Термограмма и фотография фасада школы №12 г.Воронежа

Стоимость такого обследования зависит от общей площади строения на участке и количества отапливаемых этажей. Минимальные затраты на подобные услуги составляют около 11 000 руб. Но несмотря на немалые денежные расходы на проведение экспресс-энергосбережения, его результаты, на основании которых разрабатываются и реализуются мероприятия по устранению дефектов, позволяют экономить до 65-70% затрат на отопление, создавать комфортные условия в помещениях, в случае их отсутствия, а также продлевать срок службы строительных конструкций.

При принятии решений по улучшению теплоизоляционных свойств наружных ограждений в процессе обследования целесообразно использовать комплексные способы защиты не только сокращающие потери теплоты, но и повышающие степень огнестойкости здания. Такая энергоэффективная изоляция строительных конструкций значительно уменьшит ущерб от возможного пожара, существенно снижая вероятность его распространения при чрезвычайных ситуациях, риск возникновения которых подтвердили климатические аномалии июля и августа 2010 года. Необходимый уровень защиты достигается применением негорючих материалов, имеющих низкие коэффициенты теплопроводности и высокие пределы огнестойкости. Данные средства защиты позволяют в короткие сроки возводить безопасные для пребывания людей здания из прочных металлических или облегченных железобетонных конструкций. При этом пониженная массивность сооружений позволит получить значительный экономический эффект.

Для решения выше обозначенных комплексных задач требуются огнезащитные материалы с низкой теплопроводностью, величины которой соответствует современным, эффективным утеплителям. Одними из основных материалов данного класса являются плиты на основе базальтового волокна (рис. 2 а).

В качестве сырья для получения такого типа изоляции используются горные породы базальтовой группы. Производственный процесс начинается с расплавки вулканической породы при температуре 1500 °С. Затем получаемая подвижная структура вытягивается в волокна, и одновременно с этим добавляются связующие и гидрофобизирующие компоненты. В результате образуется каменная вата.



а - плиты из базальтового волокна; б - штапельное стекловолокно

Рис. 2. Теплоизоляционные материалы

Отличительными свойствами продукции из каменной ваты являются [1]:

- низкий коэффициент теплопроводности, что позволяет создать комфортные условия внутри помещения, сохраняя тепло зимой и прохладу летом;
- негорючесть, т.к. горные породы базальтовой группы имеют температуру плавления около 1000 °С;
- хорошая звукоизоляция, материал обладает отличными акустическими свойствами и при применении улучшает воздушную звукоизоляцию помещений, а также звукопоглощающие свойства конструкций, снижая уровень шума в соседних помещениях;
- гидрофобность создает превосходные водоотталкивающие свойства, что вместе с отличной паропроницаемостью позволяет легко и эффективно выводить пары воды из помещения и конструкций в окружающую среду;
- устойчивость к деформациям, достигаемая структурой минеральной ваты, которая не имеет конкретного направления, что обеспечивает высокую жесткость.

Ещё одним набирающим в последнее время популярность теплоизоляционным материалом, способным так же выполнять огнезащитные функции, является штапельное стекловолокно (рис. 2 б). Стеклообразная или каменная вата и штапельное стекловолокно по определению продукты разные. Вата (от немецкого слова *watte*) — слабо уплотненная масса коротких, не более 3 см, перепутанных волокон. Штапельное стекловолокно в отличие от стеклообразной и каменной ваты, имеет длину 15–30 см [2]. Поэтому и называется «штапельное», т. е. волокно, равное по длине хлопковому или шерстяному волокну. Из него производят ткани, например, стеклохолст. Длина волокна влияет на упругость, акустические свойства и возможность изготавливать малоплотные изделия с низкой теплопроводностью, способные сохранять первоначальную форму. Диаметр волокна определяет высокие прочностные свойства создаваемых материалов. Чем оно тоньше, тем меньше дефектов в его поперечном сечении и тем большие нагрузки на разрыв или кручение оно способно выдержать. У стеклообразного волокна диаметр составляет всего 4–7 микрон. Для его получения используется кварцевый песок и добавки, модифицирующие свойства стекла. Штапельное стекловолокно представлено на рынке несколькими марками. Продукция компании URSA, Isover, Knauf, ТИСМА, пользующаяся высоким спросом, производится в России на немецком оборудовании по немецкой технологии.

К достоинствам данного материала можно отнести:

- повышенная упругость позволяет транспортировать материал (спрессованный по сравнению с первоначальным объемом в 4 раза) в виде рулонов и упаковок. В развернутом виде

- помимо матов (рулонный материал) стекловолокно выпускается также в виде плит с высокой жесткостью, позволяющей выдерживать значительные нагрузки. Жесткие плиты, облицованные стекловолокном, являются хорошей ветрозащитой. По длинным сторонам плит возможно соединение в шпунт и гребень, что обеспечивает надежное крепление и отсутствие зазоров. Основное применение таких плит - это изоляция стен под штукатурку на фасадах;
- стекловолокнистые изделия имеют большую прочность и отличаются виброустойчивостью;
- малый вес, мягкость и эластичность позволяют применять изделия из стекловолокна на неровных поверхностях, а также в конструкциях любой формы и конфигурации. В то же время стекловолокно высокого качества гарантирует стабильность формы полученных из него изделий.

Одним из перспективных направлений развития огнезащитных составов с теплоизоляционными свойствами является разработка и применение штукатурных составов на основе минеральных волокон, перлита и вермикулита. Данные штукатурные материалы (рис. 3) имеют ряд преимуществ [3]:

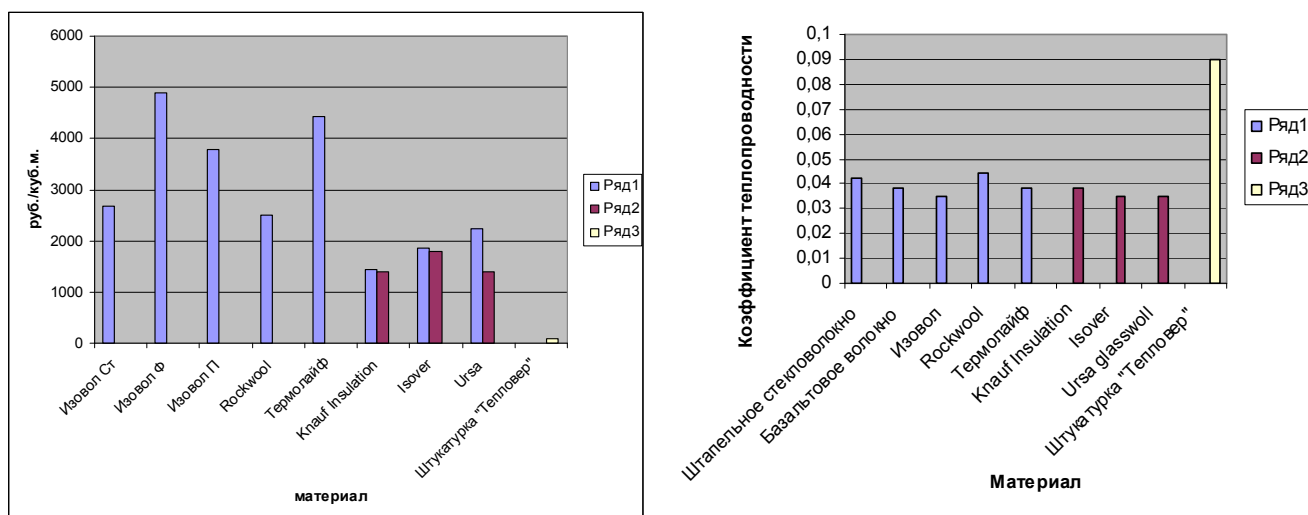
- их использование исключает необходимость применения утеплителей, таких как стекловата, пенопласт, пенополистирол, минеральная вата и т.п.;
- при применении таких материалов происходит снижение нагрузки на несущие конструкции что приводит к сокращению затрат на возведение фундамента (указанные растворы позволяют уменьшать толщину кирпичной кладки на 25-33%, тем самым весьма значительно снижая стоимость строительства);
- толщина необходимого слоя штукатурки может быть в пределах от 5 до 40 мм, что позволяет увеличить жилую площадь в частных домах и полезную в коммерческих зданиях;
- данные составы могут быть применены не только при отделке внутри помещений, но и снаружи, так как обладают достаточной морозоустойчивостью и долговечностью (срок эксплуатации 10-15 лет);
- характеризуются низкой теплопроводностью, что позволяет их использовать не только как огнезащитный материал, способный повышать предел огнестойкости строительных конструкций, но и как теплоизоляционный;
- имеют пониженную складываемость при деформациях и ударах;
- относятся к экологически чистым материалам;
- обладают улучшенной сцепляемостью с различными структурами строительных конструкций, что приводит к сокращению трудоемкости работ.



Рис. 3. Штукатурные составы на основе минеральных волокон, перлита и вермикулита

Рассмотренные материалы позволяют осуществлять комплексную защиту строительных конструкций, которая предполагает не только их утепление, если они являются наружными ограждениями, но и повышение предела огнестойкости. Последнее является очень

важным условием безопасности при плотной застройке территорий, особенно с учетом возникновения огнеопасных ситуаций, спровоцированных погодными аномалиями. Оценить их теплозащитные свойства можно по коэффициенту теплопроводности, который для различных материалов представлен на сравнительной диаграмме (рис. 4 б). Но при возведении зданий на первом плане рассматривается ценовой вопрос используемых материалов, который наглядно продемонстрирован на рис. 4 а.



а - стоимость 1 куб.м. теплоизоляционных материалов;
б – коэффициент теплопроводности теплоизоляционных материалов Вт/(м·°С)
ряд 1 - на основе базальтового волокна;
ряд 2 - из штапельного стекловолокна;
ряд 3 – теплоизоляционные штукатурки.

Рис. 4 Сравнительная характеристика теплоизоляционных материалов

Выбирая тот или иной материал по его стоимостным показателям, не следует забывать и о достигаемой безопасности в сооружениях, которая часто становится бесценной.

Библиографический список

1. Филимонов В.П. Материалы для пассивной огнезащиты строительных конструкций//Строительные материалы, 2006, №4. – С. 28-29.
2. Рубинов М.М.Современные огнезащитные материалы надежная пожаробезопасность строительных объектов //Пожарная безопасность в строительстве, 2006, №4. - С.51-55.
3. Конышев А.П. Базальт побеждает огонь//Пожарная безопасность в строительстве, 2009, №2. - С.34-35.

References

1. Filimonov V.P. Materialy for passive fire protection of building designs//Building materials, 2006, №4. –P. 28-29.
2. Rubinov M.M. Modern fireproof materials reliable fire safety of building objects//Fire safety in building, 2006, №4. - P.51-55.
3. Konyshov A.P. Basalt wins fire//Fire safety building, 2009, №2. - P.34-35.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Д-р техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции И.И. Полосин

Студентка Н.В. Кузнецова

Магистр кафедры отопления и вентиляции

А.Г. Скрипак

Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-28-92

e-mail: Vittorea@yandex.ru.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Dr.Sci.Tech., the prof. of chair of heating and ventilation I.I. Polosin

Student N.V.Kuznetsova

The master of chair of heating and ventilation

A.G.Skrirak

Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-28-92

e-mail: Vittorea@yandex.ru.

И.И. Полосин, Н.В. Кузнецова, А.Г. Скрипак

БИОГАЗ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫМИ РЕСУРСАМИ СООРУЖЕНИЙ

Рассматриваются перспективы использования отходов сельского хозяйства и животноводства для производства газа. Описываются требуемые условия для нормального протекания брожения сырья и его этапы, приводящие к образованию метана. Для сокращения затрат на биогазовые установки и более эффективного использования теплоты, выделяющейся при брожении и подогревающей органическую массу, предложено реакторы размещать в полости емкости, свободный объем которой предназначена для накопления и хранения топлива.

Ключевые слова: отходы сельского хозяйства и животноводства, производство биогаза

I.I. Polosin, N.V.Kuznetsova, A.G.Skrirak

BIOGAS AS A WAY OF SUPPORT FUEL RESOURCES OF CONSTRUCTIONS

Prospects of use of a waste of agriculture and animal industries for gas manufacture are considered. Demanded conditions for normal course of fermentation of raw materials and its stages leading to formation of methane are described. For reduction of expenses for biogas installations and more the effective utilization of the heat which is allocated at fermentation and warming up organic weight, is offered to place reactors in the capacity cavity which free volume intends for accumulation and fuel storage.

Keywords: a waste of agriculture and stockraising, biogas manufacture

В России, являющейся крупнейшим поставщиком природного газа в страны ближнего и дальнего зарубежья, многие населенные пункты остаются без данного вида топлива по ряду причин. Одной из них является значительная удаленность от магистральных трубопроводов, что существенно затрудняет в ближайшем будущем решение вопроса центрального снабжения зданий поселков и осложняет бытовые условия проживания значительной части граждан. Эта ситуация может быть изменена при наличии приусадебных или фермерских хозяйств, крупных животноводческих комплексов или предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Отходы от этих видов производственной деятельности представляют собой достаточно калорийное сырье для производства биогаза, который, в последствие, направляется для использования на сами предприятия, а избытки на бытовые нужды населения, тем самым частично снимая проблему энергообеспечения жилого фонда. Сельскохозяйственные, животноводческие и перерабатывающие предприятия в этом плане являются бес-

перебойными источниками сырья, которое в отсутствии организованной его переработки постепенно разлагается в воздушной среде на различные компоненты, загрязняющие окружающую среду. Так, например, в процессе брожения навоза выделяется значительное количество метана, способствующее парниковому эффекту, интенсивность образования которого превышает в 21 раз ситуацию, развивающуюся от углекислого газа.

Современные технологии позволяют перерабатывать в биогаз любые виды органического сырья. К ним относится навоз, птичий помет, зерновая и меласная после спиртовая барда, свекольный, фруктовый, ягодный и овощной жом, травяной силос, отходы рыбных и забойных цехов. Качество сырья характеризуется влажностью и выходом биогаза с возможно большим содержанием в нем метана. В среднем из тонны навоза крупного рогатого скота получается 50-65 м³ биогаза, имеющего в своем составе 60 % метана, из различных видов энергетических растений 150-500 м³ с 70 % метана [1]. Максимальное количество биогаза 1300 м³ можно получить из 1 т животного жира, при этом содержание метана может составить до 87 % [1].

Альтернативным ресурсом для производства биогаза и удобрений является растениеводство. В Европе из 15 тыс. биогазовых станций половина работает на кукурузном силосе, который на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных видов растительного сырья для переработки. Кукуруза дает хороший урожай с гектара и большой выход газа с 1 т до 220 м³. Что немаловажно, при выращивании энергетических культур средства не затрачиваются на удобрения, поскольку при этом их производят реакторы попутно с газом.

Биогазовые установки, перерабатывающие навоз являются самыми простыми по конструктивному исполнению. Микроорганизмы, участвующие в процессе брожения, попадают в навоз из кишечника животных и их не нужно добавлять к отходам для ускорения процесса разложения, как в случае с некоторыми видами растительного сырья. Также нет необходимости оснащать установку реактором гидролиза, который предусматривается для птичьего помета.

Для успешной жизнедеятельности и хорошей работы всех микроорганизмов внутри реактора необходимо обеспечивать специальные условия. Обязательными факторами в этом случае являются:

- анаэробные условия - бактерии могут активно работать только при отсутствии кислорода и в конструкциях реакторов изначально предусмотрено соблюдение этого условия;
- влажность - бактерии могут жить, питаться, размножаться и производить биогаз только во влажной среде;
- температура - оптимальным режимом для всех групп бактерий является диапазон 35-40 °С, что может быть обеспечено системой автоматического контроля;
- период брожения - количество произведенного газа постепенно увеличивается по мере увеличения длительности брожения: вначале оно происходит быстрее, по мере возрастания продолжительности брожения – медленнее, затем наступает такой момент, когда дальнейшее пребывание в ферментаторе будет нецелесообразно с экономической точки зрения;
- уровень pH - в то время, как гидролизующие и кислотообразующие бактерии в кислой среде с уровнем pH 4,5-6,3 достигают оптимума своей активности, бактерии, образующие уксусную кислоту и метан, могут жить только при нейтральном или слабощелочном уровне pH 6,8-8. Если уровень pH превышает оптимальный, то бактерии замедляют свою жизнедеятельность, что снижает выработку биогаза, потому следует выдерживать уровень pH 7, способствующий метанообразованию;
- равномерная подача субстрата - продукты обмена веществ каждой группы бактерий выступают питательными веществами для последующей группы бактерий, все из которых работают с разной скоростью. Бактерии ни в коем случае нельзя перекармливать, а то какая-то группа просто может не успеть произвести необходимую среду обитания для сле-

- подача питательных веществ - следует обеспечивать бактерии всеми необходимыми питательными веществами, просто постоянно подавая свежие отходы. Это не требует дополнительного их добавления, так как все они уже содержатся в субстратах: витамины, растворимые соединения азота, минеральные вещества, микроэлементы и в очень небольшом количестве тяжелые металлы. Никель, кобальт, молибден, вольфрам и железо необходимы бактериям для образования ферментов так же изначально имеющихся в субстратах;
- размер частичек - размер бактерий 1/1000 мм, и поэтому чем мельче частички, тем легче и быстрее бактерии смогут разлагать сырье; при этом период брожения будет сокращаться, а метанообразование ускоряться. Для этого при необходимости проводится дополнительное измельчение субстратов перед подачей в реактор;
- перемешивание – этот процесс важен не только для избежания появления плавающей корки и осадка, но и для выведения выработанного газа. Мешалки могут работать постоянно в щадящем для бактерий режиме.
- стабильность процесса - микроорганизмы привыкают к определенным условиям и рациону. Любые изменения, если они вносятся, должны быть постепенными.

Конечным продуктом биологической обработки отходов являются:

- о биогаз, состоящий из метана не менее 55%, оксида углерода не более 45%, сероводорода не более 2% и водорода не более 1%;
- о органической массы, как остатка брожения, состоящего из воды, остатков целлюлозы, незначительной массовой части бактерий и питательных органических элементов (азот, фосфор, калий и т.д.).

В анаэробных условиях бактерии разлагают органический субстрат, а биогаз является промежуточным продуктом их обмена веществ. Процесс разложения можно разделить на 4 этапа [2], в каждом из которых участие принимают разные группы бактерий (табл. 1).

Таблица 1

Четыре этапа процесса брожения

Этапы	I	II	III	IV
Процесс	Гидролиз	Повышение кислотности	Образование уксусной кислоты	Образование метана
Бактерии	Аэробные гидролизные бактерии	Кислотообразующие бактерии	Бактерии образующие уксусную кислоту	Метановые бактерии
Выход	Моносахариды, аминокислоты и жирные кислоты	Органические кислоты, двуокись углерода	Уксусная кислота, двуокись углерода, водород	Метан, двуокись углерода, водород

На первом этапе аэробные бактерии перестраивают высокомолекулярные органические субстанции (белок, углеводы, жиры, целлюлозу) с помощью ферментов на низкомолекулярные соединения, такие как моносахариды, аминокислоты, жирные кислоты и воду. Ферменты, выделяемые гидролизными бактериями, расщепляют органические составляющие субстрата на малые водорастворимые молекулы. Полимеры превращаются в мономеры, то есть отдельные молекулы. Этот процесс называется гидролиз.

Далее расщеплением занимаются кислотообразующие бактерии. Отдельные молекулы проникают в клетки бактерий, где происходит их дальнейшее преобразование. В этом про-

цессе частично принимают участие анаэробные бактерии, употребляющие остатки кислорода и образующие тем самым необходимые для метановых бактерий анаэробные условия.

На этом этапе вырабатываются:

- кислоты: уксусная, муравьиная, масляная, пропионовая, капроновая и молочная;
- спирты и кетоны: метанол, этанол, пропанол, бутанол, глицерин и ацетон;
- газы: двуокись углерода, углерод, сероводород и аммиак.

Все происходящие изменения в субстрате называют этапом окисления.

После этого кислотообразующие бактерии создают из органических кислот исходные продукты для образования метана, а именно: уксусную кислоту, двуокись углерода и водород. Для жизнедеятельности указанных бактерий, поглощающих водород, очень важно соблюдение стабильного температурного режима.

На последнем, четвертом этапе образуется метан, двуокись углерода и вода. 90% всего метана вырабатывается на этом этапе, 70% происходит из уксусной кислоты. Таким образом, образование уксусной кислоты, то есть 3 этап расщепления, является фактором, определяющим скорость образования метана.

В большинстве случаев такие процессы происходят одновременно, то есть отсутствует раздел по месту протекания или продолжительности разложения, что относит их к технологиям одностадийным (рис.). Для сбраживания быстроразлагаемых видов сырья в чистом виде требуется особая двухстадийная технология. Например, птичий помет, спиртовая барда не перерабатываются в биогаз в обычном реакторе (ферментаторе). Для переработки такого сырья необходимо установить дополнительный реактор гидролиза, который позволяет контролировать уровень кислотности, чтобы бактерии не погибли из-за повышенного содержания кислот или щелочей, а так же повысить выход метана.



Рис. Одно- и двухстадийная технология производства биогаза

Выбор оборудования для производства биогаза не так уж широк, очевидно, в виду того, что этот бизнес пока находится на этапе становления. Наиболее известное оборудование от немецких производителей. К ним относятся следующие фирмы: Schmack, EnviTec Biogas, Biogas Nord, Lipp. Стоимость смонтированной биогазовой станции зависит от ценовой политики производителя и может быть от 3 до 4 млн. евро за 1 МВт. Украина-швейцарская фирма Zorg предлагает биоустановки за 2,5-2,7 млн. евро. Учитывая высокую стоимость предлагаемых на рынке установок, повышается вероятность появления российских производителей биогазовых станций небольшой мощности, что является более перспективным при существующем положении в сельском хозяйстве, где в настоящее время происходит медленное восстановление посевных площадей и поголовья скота.

Узкий круг имеющихся данных по параметрам оборудования, показателям производительности и оптимизации их конструктивного исполнения, гарантирующих безотказную

эксплуатацию, сдерживают темпы расширения использования биогаза, что недопустимо при столь перспективном виде энергозамещения. Это обуславливается и тем, что вырабатываемый и накопленный в хранилищах газ может быть израсходован в режимах пикового потребления для отопления и горячего водоснабжения, а также для других бытовых нужд.

Рассматривая вопросы бесперебойного альтернативного газоснабжения необходимо в первую очередь создавать условия для повышения производительности биореакторов. Это может быть достигнуто как новыми конструктивными разработками, включая дополнительные устройства подогрева отходов, так и активизирующими добавками, ускоряющими процесс разложения и не снижающими впоследствии качество получаемого удобрения. Вероятно, для решения некоторых из этих задач следует использовать реакторы, имеющие двойную оболочку, позволяющую дополнительно образованное пространство заполнять полученным газом для его хранения [3]. Так как накапливаемый газ имеет низкую теплопроводность близкую к параметрам воздушной среды (табл. 2), которую по своим свойствам можно отнести к теплоизолирующим материалам, то расположение в емкости хранения газа реактора позволит не только сократить расходы на монтаж системы альтернативного газоснабжения, но и обеспечит поддержание температурного режима в холодный период года без существенных затрат на подогрев сырья.

Таблица 2

Теплопроводность газов при температуре 30 °С

Наименование газа	Воздух	Метан CH_4	Пропан C_3H_8
λ , Вт/(м·°С)	0,026	0,034	0,018

Определение целесообразных условий применения типовых реакторов, создание новых конструктивных разработок посредством технических решений по поддержанию высокой производительности получения газа требуют проведения обширных исследований. Все это позволит выявить приоритетные тенденции совершенствования биогазовых установок, развивая в необходимом направлении, что впоследствии повлияет на темпы их внедрения для газоснабжения сооружений.

Библиографический список

1. Горбунов А.В. Анаэробные дигесторы и альтернативная энергетика// Оборудование. Разработки. Технологии. 2009, №10. – С.16-20.
2. Шаталов В.И., Свитличная Ю.И. Получение энергии и удобрений из биомассы// Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2010, 32 – С. 77-80.
3. Полосин И.И, Кузнецова Н.В., Щукина Т.В. Альтернативное энергообеспечение зданий при многофункциональном использовании солнечной радиации и биогаза из отходов сельского хозяйства// Экология и промышленность России, 2011. – январь. – С. 23-25.

References

1. Gorbunov A.V. Anaerobic Digestors and alternative power//the Equipment. Workings out. Technologies 2009, №10. – С.16-20.
2. Shalotov V.I., Svitlichnaya Yu.I. Reception of energy and fertilizers from a biomass// Energy Technologies and Resource. 2010, 32 – С. 77-80.
3. Polosin I.I., Kuznetsova N.V., Shchukina T.V. Alternative energy supply of buildings at multifunctional use of solar radiation and biogas from agricultural waste/// Ecology and the industry of Russia, 2011. – January. – С. 23-25.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой проектирования зданий и сооружений Э.Е. Семенова;

Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений

Амирханян Лусине Симоновна

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

Amirkhanyan Lusine

Russia, Voronezh, tel. 8(4732)774-339

Э.Е. Семенова, Л.С. Амирханян

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Рассмотрен вопрос зависимости объемно-планировочного решения на снижение теплопотерь в жилых зданиях. Установлено, что переход на проектирование и строительство ширококорпусных жилых зданий приводит к существенной экономии энергоресурсов на отопление, которая может достигать 40% за счет сокращения площади наружных стен на единицу жилых домов.

Ключевые слова: объемно-планировочное решение, 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

Considered depending on space-planning solutions to reduce heat loss in residential buildings. Established that the transition to the design and construction of the large-case residential buildings leads to significant energy savings for heating, which can reach 40% by reducing the area of exterior walls per unit residential buildings.

Keywords: the space-planning decision, the large-case residential buildings.

Энергосбережение с каждым годом становится все более актуальной проблемой. Ограниченность энергетических ресурсов, высокая стоимость энергии, негативное влияние на окружающую среду, связанное с ее производством, - все эти факторы невольно наводят на мысль, что разумней снижать потребление энергии, нежели постоянно увеличивать ее производство, а значит, и количество проблем. Во всем мире уже давно ведется поиск путей уменьшения энергопотребления за счет его рационального использования.

Одним из самых активных потребителей энергии в нашей стране является строительный комплекс. 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 теплопотери в зданиях по экспертным оценкам распределяются следующим образом: до 40% – за счет организованной и неорганизованной инфильтрации нагретого воз-

духа, 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;
- чрезвычайно развитая сеть наружных теплотрасс с недостаточной или нарушенной тепловой изоляцией;
- недостаточное теплоизоляционное качество наружных стен, покрытий, потолков подвалов и светопрозрачных ограждений;
- отсутствие приборов учета, контроля и регулирования на системах отопления и горячего водоснабжения;
- отсутствие действенного механизма материальной заинтересованности энергопотребителей в ее экономии;
- устаревшие, и в большинстве непроизводительные, типы котельного оборудования;
- 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.

Рациональной компактностью характеризуются ширококорпусные дома. Такие дома позволяют снизить теплопотери, микроклимат в них более устойчив, менее подвержен ветровому «выдуванию», выхолаживанию помещений квартир. Поэтому там, где это возможно, следует стремиться к уширению корпуса проектируемого жилого здания, поскольку это обеспечивает снижение теплопотерь за счет улучшения коэффициента компактности.

Применение ширококорпусных зданий и прогрессивных технических решений для них обеспечивает значительное улучшение технико-экономических показателей жилых домов для массового строительства. Доказано, что стоимость квадратного метра общей площади в зданиях с широким корпусом снижается на 10-15% против аналогичных показателей в традиционных домах массового строительства.

Кроме стоимостного эффекта при строительстве применение ширококорпусных зданий позволяет до 15% сократить территорию застройки и на протяжении периода их эксплуатации существенную экономию энергоресурсов на отопление, которая может достигать 40% за счет сокращения площади наружных стен на единицу жилых домов и повышения теплоизо-

лирующих свойств ограждающих конструкций, использование энергоэффективных систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и электроснабжения.

Переход на строительство ширококорпусных зданий обеспечивает большую социальную привлекательность этого жилища и масштабную народноэффективность.

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. Граник, Ю. Г. Объемно-планировочные решения при формировании новых типов энергоэффективных жилых зданий// Ю. Г. Граник, А. А. Магай, В. С. Беляев ЭСКО №4,2004.
3. Рочегова Н.А., Федоров Е.П. Дома с широким корпусом получают путевку в жизнь / ВСТ. - 1997. - №1. - 43.
4. 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. Granik, Y.G. Space-planning decisions during the formation of new types of energy efficient residential buildings / Y.G. Granik, A. A. Magay, V.S. Belyaev ESCO №4,2004.
3. Rochegova N.A., Fedorov, E.P. Homes with a wide body get a start in life / TSA. - 1997. - № 1. - 43.
4. Tabunshikov, U.A. The power effective buildings / U.A. Tabunshikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin. – M.: AVOK-PRESS, 2003. – 200 p.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой проектирования 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

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КАК СПОСОБ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЙ БОЛЬНИЦ

Изложена концепция проектирования зданий больниц с точки зрения обеспечения комфортных условий и хорошего психологического состояния пациентов. Приведены основные требования к микроклимату зданий больниц и методы повышения их энергоэффективности.

Ключевые слова: микроклимат, тепловой режим, энергетическая эффективность.

THE POWER SAVINGS AND POWER EFFICIENCY INCREASE AS THE WAY OF CHANGE OF THE MICROCLIMATE OF 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. The basic requirements are led to a microclimate of buildings of hospitals and methods of increase of their power efficiency.

Keywords: microclimate, thermal mode, power efficiency.

В XXI веке предпочтения людей сдвигаются от обычного качества внутреннего воздуха к отличному. На основании имеющейся информации и результатов новейших исследований могут быть сформулированы пять принципов новой философии отличного качества воздуха в помещении:

1. Более высокое качество воздуха в помещении увеличивает производительность труда и уменьшает симптомы «нездорового» здания.
2. Все источники загрязнения внутреннего воздуха должны удаляться.
3. Для людей, находящихся в помещении, воздух постоянно должен быть прохладным и сухим.
4. «Персональная вентиляция», т. е. подача чистого воздуха в небольших количествах, должна осуществляться очень мягко и индивидуально, вблизи зоны дыхания каждого человека.

5. Должно обеспечиваться индивидуальное управление климатическими параметрами в помещении.

Предполагается, что эти принципы обеспечения отличного качества внутреннего воздуха будут сочетаться со значительными усилиями для повышения эффективности использования энергии и качества жизнеподдержания.

Здание – как среда обитания человека – должно удовлетворять ряду условий, которые включают в себя требования к системам обеспечения качества микроклимата и экологиче-

ской безопасности помещений, энергетической эффективности здания, степени его интеллектуализации и гармонизации с естественной окружающей средой и т. д.

Термин «системы обеспечения качества микроклимата» включает в себя устройства и оборудование для обеспечения санитарно-гигиенических показателей помещения: температуры, влажности, подвижности и газового состава воздуха, радиационной температуры помещения.

Термин «экологическая безопасность жилища» включает в себя систему показателей, значимость которых постоянно возрастает вместе с ростом знаний о радиационной активности строительных материалов и об их влиянии на самочувствие и здоровье людей, о поступлении радона, об аэрозолях и других загрязняющих веществах.

«Энергетическую эффективность здания» принято характеризовать сегодня величиной удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в холодный и переходный периоды года. Однако этот показатель следовало бы понимать значительно шире, имея в виду установочную мощность системы отопления, затраты энергии на кондиционирование воздуха помещений в течение летнего периода, установочную мощность системы охлаждения и, наконец, затраты энергии на климатизацию помещения в годовом периоде.

Термин «интеллектуализация здания» в соответствии с содержанием данной статьи включает в себя уровень автоматизации систем обеспечения микроклимата помещений. Однако учитывая сегодняшнюю обстановку, содержание данного термина следует дополнить требованиями к автоматизации систем пожароповещения и тушения, безопасности и защиты от террористических актов.

Термин «Гармонизация здания с естественной окружающей средой» означает, что здание — как некоторое искусственное образование в этой среде — должно не только не разрушать или сохранять ее, но даже стремиться к улучшению этой среды. Минимум показателей влияния здания на окружающую среду включает выделение углекислого газа от сжигания топлива или бытового газа, количество сточных вод, бытовой мусор.

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. Некачественная система воздухоподготовки может свести на нет все усилия врачей и подвергнуть серьезнейшей опасности как медицинский персонал, так и других пациентов.

Здания больниц являются крупными потребителями энергии, при этом энергия используется множеством систем и установок таких учреждений. 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.

Теплозащитные характеристики ограждающих конструкций больничных зданий долж-

ны 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.

Стоимость утепления наружных стен существующих зданий в значительной степени зависит от принятого конструктивного варианта. Наиболее дешевым является вариант утепления с оштукатуриванием фасадных поверхностей, при облицовке же кирпичом стоимость работ по утеплению возрастает на 30 %, а при применении декоративных экранов («вентилируемый фасад») стоимость возрастает в 1,8–2 раза (в зависимости от стоимости используемых экранов).

Расчеты показывают, что за счет экономии тепла увеличение единовременных затрат во вновь строящихся зданиях окупается в течение 7–8 лет, а в существующих домах – в течение 12–15 лет.

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 грибков.

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).

Для обеспечения комфортных условий и хорошего психологического состояния пациентов в больничных зданиях большое внимание уделяется окнам. Их размеры, форма и рас-

положение 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.

Поскольку основное охлаждение помещений в зимнее время происходит через щели и неплотности в окнах, повышение их теплозащитных качеств связано с уменьшением воздухопроницаемости за счет применения герметизирующих прокладок. Это, с одной стороны, снижает теплопотери, с другой – уменьшает ниже требуемого количество свежего воздуха, поступающего в помещение. Поэтому необходим переход от неорганизованной переменной инфильтрации к организованному регулируемому притоку наружного воздуха с помощью специальных устройств. Они должны отвечать следующим требованиям:

- отсутствие дискомфорта по температуре и подвижности воздуха в зоне обитания;
- герметичность устройства в закрытом положении;
- термическое сопротивление клапана приточного устройства – не менее термического сопротивления оконного заполнения;
- возможность плавного регулирования во всем диапазоне – от полностью открытого до полностью закрытого положения;
- эстетичность.

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.

Предполагается, что в будущем акценты должны быть смещены от проводимых в настоящее время усилий по уменьшению неудовлетворенности и жалоб к созданию условий для обеспечения отличного качества воздуха в помещениях.

Для реализации этой новой философии отличного качества могут быть полезны следующие принципы:

- более качественный воздух повышает производительность труда и уменьшает количество проявлений синдрома «нездорового» здания;

- людям должен подаваться прохладный и сухой воздух;

- чистый воздух должен в небольших количествах подаваться туда, где он потребляется, т. е. должна быть реализована «персональная вентиляция» с подачей воздуха непосредственно в зону дыхания каждого человека;

- должны устраняться все лишние источники загрязнения;

- для решения проблемы разных температурных предпочтений должен быть обеспечен индивидуальный температурный контроль.

Предполагается, что указанные здесь принципы отличного качества будут объединены с действенными мерами по повышению эффективности потребления энергии и качества жизнеподдержания.

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.

УДК 725:699.8

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры проекти-
рования зданий и сооружений*

Э. Е. Семенова;

*Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений*

Кошелева Дарья Сергеевна

Россия, г. Воронеж, тел.8(473)274-75-96

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering*

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

E.E. Semenova;

*Undergraduate of designing of buildings and
constructions faculty*

Kosheleva Darja Sergeevna

Russia, Voronezh, tel. 8(473)274-75-96

Э. Е. Семенова, Д. С. Кошелева

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Представлены основные энергосберегающие решения при проектировании гражданских зданий. Установлено, что эффект энергоресурсосбережения достигается оптимальным сочетанием архитектурно - градостроительных, объемно- планировочных решений и повышением теплозащиты гражданских зданий.

Ключевые слова: энергосбережение, объемно-планировочные решения, ширококорпусные дома, теплоэффективность, базальтопластик, экструзионный пенополистерол, стеклянная кровля, подпольное отопление, инфракрасная отопительная пленка.

E.E. Semenova, D. S. Kosheleva

STUDIES ON THE APPLICATION OF ENERGY-SAVING SOLUTIONS FOR THE DESIGN OF CIVIL BUILDINGS

The basic energy-saving solutions in the design of civic buildings. It was established that the effect of energy saving achieved by the optimal combination of architecture - urban planning, space planning solutions and increase the thermal protection of civilian buildings.

Keywords: energy saving, space – planning decisions, shirokokorpusnye houses, teploeffektivnost, basalt, extruded polystyrene foam, glass roof, underfloor heating, infrared heating film.

Энергоэффективным является экологически чистое здание, в котором с заданной обеспеченностью поддерживается комфортный микроклимат и реализован комплекс мероприятий, обеспечивающих существенное снижение расхода энергетических, материальных и других ресурсов, в том числе за счет использования вторичных и возобновляемых источников энергии.

Решение проблемы создания такого жилья основано на комплексном системном подходе, когда здание и его инженерное оборудование рассматриваются как единая теплоэнергетическая система, а эффект энергоресурсосбережения достигается оптимальным сочетанием архитектурно-градостроительных, объемно-планировочных решений, повышением теплозащиты оболочки и совершенствованием систем инженерного оборудования.

Объемно-планировочные решения жилых домов в значительной мере влияют на их энергоэффективность. Исследования показали, что многоэтажные 17–25 и более этажные жилые дома испытывают особые воздействия окружающей среды. На высоте вокруг домов возникают мощные вихревые потоки, вызывающие дополнительные нагрузки на конструк-

ции. В самом здании возникает неблагоприятная обстановка в части воздушного режима и микроклимата в помещениях квартир. Возникает так называемый переток отработанного воздуха с нижних этажей на верхние. Чтобы чистый воздух попадал в квартиры верхних этажей с улицы рекомендуют устроить 1–2 уплотненные двери между лестнично-лифтовым холлом. Устройство дополнительных дверей обеспечивает не только правильный вентиляционный режим, но уменьшает теплопотери помещениями квартиры и защищает жильцов от излишнего шума.

При градостроительном решении застройки, учитывая указанные ветровые нагрузки на малоэтажные здания, целесообразна установка ветрозащитных жилых домов с понижением этажности жилых зданий с подветренной стороны, что обеспечит теплозащиту жилых домов следующих за ветрозащитными. К сохранению тепла приводит применение градостроительного приема «замкнутых» дворов для укрытия от ветра, шума магистралей и улиц.

В этой связи в современных нормативных документах вводится такой показатель, как коэффициент компактности, представляющий собой отношение площади наружных ограждений к отапливаемому объему здания. Помимо этого, в нормативах предусматривается дифференцируемый допускаемый расход энергии на отопление жилого здания в зависимости от его этажности. По этим показателям оптимальная высота здания находится в диапазоне 9–16 этажей.

Рациональной компактностью характеризуются так называемые ширококорпусные дома. Такие дома позволяют снизить теплопотери, микроклимат в них более устойчив, менее подвержен ветровому «выдуванию», выхолаживанию помещений квартир. Имеются планировочные решения жилых зданий, основанные на лучевом расположении квартир. Такой планировочный прием позволяет размещать большее количество квартир на этаже (от 8 до 12) без удлинения внеквартирных коммуникаций. Эти решения обеспечивают уменьшение периметра наружных стен на единицу общей площади дома, уменьшение длины наружных и внутренних инженерных коммуникаций, увеличение нагрузки на лифты, что в конечном итоге ведет к экономному расходованию энергетических ресурсов. Основные вне-квартирные коридоры при данном планировочном решении могут быть освещены вторым светом.

Для повышения теплоэффективности жилых зданий целесообразно применять такие архитектурные приемы, как ориентация здания по сторонам света с учетом преобладающих направлений холодного ветра, максимальное остекление южных фасадов и минимальное остекление северных фасадов.



Рис. 1. Схема ширококорпусного многоэтажного жилого дома

Повышение теплозащиты оболочки здания обеспечивается за счет применения трехслойных наружных панелей с эффективным утеплителем, установки эффективных оконных блоков, теплых полов, современных кровельных утеплителей, а также остекления лоджий. Последнее решение приводит к снижению (до 5%) расчетных тепловых потерь зданий и годового расхода тепла (до 8%) за счет поглощенного солнечного излучения.

Базальтопластик является лучшим на сегодняшний день энерго- и ресурсосберегающим материалом при изготовлении гибких связей и строительных дюбелей. Гибкие связи используются в строительстве и предназначены для соединения несущей стены с облицовочным слоем через утеплитель в системе трехслойных стен.

Так как базальтопластиковая гибкая связь абсолютно коррозионно- и щелочестойкая (не ржавеет и не разрушается), то при ее использовании повышается надежность здания, увеличивается межремонтный период и значительно снижаются затраты на содержание самого здания.

Использование базальтопластиковых гибких связей решает еще одну проблему - существование «мостиков холода». «Мостики холода» - места расположения стальной арматуры в бетонной панели, через которые происходят теплопотери. Такие теплопотери влияют на энергоэффективность здания. Это происходит благодаря тому, что данные связи обладают низкой теплопроводностью (в 100 раз ниже стали) и при их использовании происходит снижение теплопотерь до 34%.

Комплексное утепление фасадов зданий стало широко распространенной строительной технологией, поскольку позволяет решать две важные задачи. Во-первых, грамотная теплоизоляция стен обеспечивает эффективное энерго- и теплосбережение, экономя до 45 % тепловой энергии, расходуемой на обогрев помещений. Во-вторых, способствует поддержанию внутри здания комфортной для проживания температуры и влажности и защищает стены здания от агрессивного воздействия внешней среды: образования мостиков холода, температурных трещин, пятен сырости, коррозии, конденсата, роста плесени и грибов.

Одними из самых высоких эксплуатационных характеристик на сегодняшний день обладают системы наружного утепления фасадов на основе теплоизоляции из экструзионного пенополистирола, благодаря целому ряду следующих преимуществ: экономия расходов на теплоизоляцию зданий, долговечность материала, отсутствие конденсата, удобство применения и монтажа и экологичность.

Также, плиты экструзионного пенополистирола (XPS) используются в современных технологиях утепления кровель. Экструзионный пенополистирол является оптимальным решением для утепления кровель, так как не впитывает воду, обладает высокой механической прочностью, долговечностью, является химически стойким и не подверженным гниению.

Одним из решений энергосберегающих решений является применение стеклянной кровли. Для того чтобы увеличить сопротивление теплопередаче и повысить теплоизоляционные свойства остекленной поверхности, конструкторы перешли от раздельного остекления к стеклопакетам. Стеклопакеты представляют собой конструкцию из двух или нескольких стекол, герметично соединенных по контуру. Пространство между стеклами может быть заполнено инертным газом, что повышает звуко- и теплоизоляционные свойства по сравнению с раздельным остеклением.

В последнее время чрезвычайно популярным стало устройство полов с подогревом, которое не может обойтись без грамотного утепления. Роль теплоизоляции в этом случае заключается в уменьшении расхода тепловой энергии в направлении стяжки, что значительно повышает экономию электроэнергии.

Подпольное отопление – это система обогрева, при которой тепло передается от труб с теплоносителем, через бетонную греющую плиту, а также через покрытие пола к потребителю путем излучения.

Главным преимуществом подпольного отопления является вертикальное распределение тепла. Тёплый воздух поднимается вверх и собирается у потолка, в то время как холодный воздух остаётся у поверхности пола. С помощью подпольного отопления можно предотвратить холодные сквозняки от окон, быстро нагревая воздух у поверхности пола.

Инфракрасная отопительная пленка — это новый шаг в развитии отопительных систем и, в частности, инфракрасного обогрева. По сравнению с привычными системами отопления инфракрасный способ обогрева более эффективен и экономичен. «Теплый пол» инфракрасная пленка потребляет энергию на 20–40 % меньше, чем требуют другие электрообогреватели. Несмотря на то, что толщина инфракрасной отопительной пленки не превышает 1 мм, она является очень прочным нагревательным элементом. Пленка не может накапливать и удерживать тепло внутри собственных слоев, а передает их объектам нагрева даже на расстоянии. За счет этого любой материал, который используется для покрытия пола, нагревается сильнее, чем сама инфракрасная пленка.

Подводя итоги сказанному, отметим, что уровень эффективности энергоиспользования является своего рода индикатором научно-технического и экономического потенциала страны. Инвестиции, необходимые для реализации энергосберегающих мероприятий у потребителей энергоресурсов в 3 - 4 раза ниже, чем затраты на производство соответствующего количества энергоресурсов. Реализация разумной энергосберегающей стратегии может оказать широкое и многогранное положительное влияние на развитие экономики, в том числе и на повышение уровня жизни.

Библиографический список

1. И.Бутовский, П.Матросов. Наружная теплоизоляция - эффективное средство повышения теплозащиты зданий - Жилищное строительство, №9, 1996, с.7-10.
2. Савченко Ф. М., Семенов В. Н., Семенова Э. Е. Объемно – планировочные решения и техническая эксплуатация многоэтажных зданий. Учебное пособие. Воронеж 2001.
3. Ю.Матросов, И.Бутовский, М.Бродач. Здания с эффективным использованием энергии (новый принцип нормирования), ж-л АВОК, № 3, 1996.
4. Ю.Матросов, И.Бутовский, Д.Гольдштейн. Региональное нормирование - стимул повышения энергоэффективности зданий - ж-л АВОК, №5, 1997, с.24-29.
5. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника

References

1. I. Butovskiy, P. Matrosov. Exterior insulation - an effective means of improving the thermal performance of buildings - Residential Construction, № 9, 1996, p.7-10.
2. Savchenko F.M., Semenov V.N., Semenova E. E. Space - design solutions and technical operation of multi-storey buildings. Textbook. Voronezh 2001.
3. Y. Matrosov, I. Butovskiy, M. Brodach. Buildings with energy efficient (new valuation principle), x-l ABOK, № 3, 1996.
4. Y. Matrosov, I. Butovskiy, D. Goldstein. Regional rationing - an incentive to improve energy efficiency of buildings - x-l ABOK, № 5, 1997, p.24-29.
5. SNIP II-3-79*. Building Heat Engineering.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой проектирования зданий и сооружений Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений М.А. Овсянникова
Россия, г. Воронеж, тел 8(473)2774339*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer, head of designing of buildings and E.E. Semenova;
Master's designing of buildings and constructions faculty M.A. Ovsyannikova
Russia, Voronezh, tel. 8(473)2774339*

Э.Е. Семенова, М.А. Овсянникова

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрены современные типы энергоэффективных ограждений на основе преимущественного использования многослойных конструкций с малотеплопроводными теплоизоляционными материалами.

Ключевые слова: теплозащита ограждающих конструкций, теплоизоляционные материалы, энергетическая эффективность.

E.E. Semenova, M.A. Ovsyannikova

MODERN SOLUTIONS OF EXTERNAL PROTECTING CONSTRUCTIONS

The modern types of energy efficient fencing on the basis of preemptive use of multilayer structures with low-thermal conductivity heat-insulating materials.

Keywords: low-thermal conductivity, heat-insulating materials.

В настоящее время уже 47 из 96 регионов страны активно вступили в компанию по внедрению энергосберегающих технологий в строительстве как при возведении новых объектов, так и реконструируя старые.

Развитие этого направления невозможно без создания новых типов энергоэффективных термически однородных ограждающих конструкций зданий с повышенной теплозащитой. При этом основными направлениями при проектировании этих конструкций является оптимизация теплозащитных и теплоинерционных свойств на основе преимущественного использования многослойных конструкций с малотеплопроводными теплоизоляционными материалами, разработка инженерных методов расчета приведенного сопротивления теплопередаче многокомпонентных непрозрачных ограждающих конструкций, обеспечивающих проектирование термически однородных конструкций.

Современные тенденции развития промышленных ограждающих конструкций предусматривают возможность существенного повышения термического сопротивления конструкций наружных ограждений и увеличения термической однородности ограждений, конечным пределом которой является равенство приведенного сопротивления теплопередаче ограждения и сопротивления теплопередаче по глади. Эта задача успешно решается применением таких эффективных теплоизоляционных материалов, как пенопласты и изделия из минеральных волокон, из которых наиболее широкое распространение получили пенополистирол, пенополиуретан, плиты из базальтовых и стеклянных волокон.

Одним из массовых видов строительства являются крупнопанельные здания. Мощная база строительной индустрии, высокие темпы строительства таких зданий при далеко не

удовлетворенном спросе на жилье сделало необходимым найти такое конструктивное решение наружных стен крупнопанельных зданий, которое бы удовлетворяло современным требованиям по теплозащите зданий, не требовало бы значительной реконструкции или замены стальных форм и оснастки для их изготовления.

Таким решением оказались трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем взамен ранее применяющихся керамзитобетонных панелей. В качестве связей между наружным и внутренним слоями трехслойных панелей применены железобетонные шпонки. Эти связи - шпонки - имеют малые размеры поперечного сечения, армируются стержнями диаметром 4-5 мм из стали класса В-1 или Вр1 и располагаются прерывисто, равномерно распределяясь по всей площади панели. Изготовленные из тяжелого бетона, панели имеют качественную фактуру и могут изготавливаться фасадной поверхностью как вниз, так и вверх. Фасадные поверхности могут иметь полную заводскую готовность или окрашиваются в процессе строительства.

Таблица

Приведенное сопротивление теплопередаче промышленных стеновых панелей
(без оконных проемов)

Наружные стены	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{ог}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ для условий эксплуатации	
	А	Б
1. Из трехслойных железобетонных панелей с утеплителем из пенополистирола плотностью 40 кг/м ³ и гибкими металлическими связями ($r = 0,7$)		
- толщиной 300мм	2,7	2,3
- 350мм	3,6	3,0
- 400мм	4,4	3,7
- 450мм	5,3	4,4
2. Из трехслойных железобетонных панелей с утеплителем из минераловатных плит плотностью 100 кг/м ³ и гибкими металлическими связями ($r = 0,7$)		
- толщиной 300мм	1,9	1,7
- 350мм	2,5	2,2
- 400мм	3,1	2,7
- 450мм	3,7	3,2
3. Из трехслойных железобетонных панелей с утеплителем из пенополистирола плотностью 40 кг/м ³ и железобетонными шпонками ($r=0,6$)		
- толщиной 300мм	2,3	1,9 2,5

- 350мм	3,1	3,1
- 400мм	3,8	
4. Из трехслойных железобетонных панелей с утеплителем из минераловатных плит плотностью 100 кг/м ³ и железобетонными шпонками ($\gamma = 0,6$)		
- толщиной 300мм	1,6	1,4
- 350мм	2,1	1,9
- 400мм	2,6	2,3
5. Из трехслойных панелей на деревянном каркасе с утеплителем из минераловатных прошивных матов плотностью 125 кг/м ³ и обшивками из водостойкой фанеры или твердых древесноволокнистых плит ($\gamma = 0,7$)		
- толщиной 150мм	2,3	2,0
- 200мм	3,3	2,5
- 250мм	3,4	3,0

Другим наиболее перспективным способом повышения теплозащиты как вновь строящихся, так и реконструируемых зданий является наружная теплоизоляция стен.

Способ наружной теплоизоляции стен с оштукатуриванием плитного утеплителя по ряду преимуществ - относительно невысокой стоимости, простоты устройства, традиционности внешнего вида - получил наибольшее распространение. Способ состоит в приклеивании или механическом креплении к стенам теплоизоляционных плит, обычно из пенополистирола и минеральной ваты, и нанесении по ним полимерцементного покрытия или цементной штукатурки, армированных сетками из стекловолокна или стали.

Из наружных покрытий наибольшее применение получили полимерцементные, обладающие более высокой трещиностойкостью, а следовательно, долговечностью по сравнению с цементными штукатурками. Они водонепроницаемы, но паропроницаемы, что важно для поддержания нормального влажностного состояния стены.

Клеевое крепление пенополистирольных плит к стенам является более простым в исполнении по сравнению с механическим, но менее надежным при плохом качестве склеивания. Поэтому область применения этого крепления ограничивается стенами с ровной поверхностью без штукатурного покрытия. Клеящий состав наносят на поверхность плит пятнами и по контуру. Для повышения надежности крепления используют дюбели из нержавеющей стали или пластмассы устанавливаемые с шагом 0,5-1,0 м, способные полностью воспринять нагрузку от системы теплоизоляции.

Способ наружной теплоизоляции стен с облицовкой на отnose состоит в креплении к стенам теплоизоляционного материала и устройстве защитно-декоративной облицовки на отnose по заанкеренному в стену каркасу из деревянных реек или металлических профилей и анкеров.

Основным преимуществом конструкции является наличие естественно вентилируемого воздушного промежутка между слоем утеплителя и облицовкой, обеспечивающего вывод из конструкции конденсационной и построечной влаги и защиту теплоизоляционного материала от атмосферных осадков. Воздушная прослойка улучшает теплоизоляционные качества

стеневой конструкции за счет экранирующего действия облицовки по отношению к лучистой составляющей теплового потока, проходящего через стену.

Перспективным способом наружной теплоизоляции стен, освоенным в России и за рубежом (ФРГ, Франции и др.), является нанесение на наружную поверхность теплоизоляционного штукатурного покрытия. Достоинства способа заключается в простоте и высокой скорости производства работ благодаря использованию современных средств механизации.

Теплоизоляционные растворы приготавливают сразу перед началом штукатурных работ путем затворения водой и перемешивания сухих теплоизоляционных смесей заводского изготовления. В состав смесей входит теплоизоляционный заполнитель, связующее, минеральные наполнители и добавки. Среди теплоизоляционных заполнителей наиболее эффективен заполнитель из гранул пенополистирола, хотя могут применяться и другие материалы: гранулы пеностекла, вспученного перлита и т.д. Связующее - цемент, гипс и др.

Важно отметить, что проектирование зданий, отвечающих требованиям энергосбережения, вовсе не означает автоматического их удорожания. Реализация рациональных конструктивных решений обеспечит не только энергоэффективность зданий, но и позволит проектировать здания, отвечающие современным архитектурным требованиям, без существенного увеличения материальных затрат.

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. Стандарт организации СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий».

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

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры отопле-
ния и вентиляции Т.В. Щукина
Магистр кафедры отопления и вентиляции
Алахмди Крар Кассим
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-28-92
e-mail: Vittorea@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., the senior lecturer of chair of
heating and ventilation T.V.Schukina
The master of chair of heating and ventilation
Krar K. F. Alahmdi
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-28-92
e-mail: Vittorea@yandex.ru.*

Щукина Т.В., Алахмди Крар Кассим

ИННОВАЦИОННЫЕ ПАССИВНЫЕ ГЕЛИОСИСТЕМЫ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Рассматривается возможность пассивного использования солнечного излучения для энергосберегающей эксплуатации зданий. Получено уравнение теплового потока, учитывающее поглощение и пропускание солнечной радиации аккумулялирующим массивом. Приведены результаты расчетов и рекомендации по конструктивному исполнению гелиоактивных наружных ограждений.

Ключевые слова: пассивное использование солнечной энергии, конструкции наружных ограждений.

T.V.Schukina, Krar K. F. Alahmdi

INNOVATIVE PASSIVE SYSTEMS FOR OPERATION OF BUILDINGS SAVING UP ENERGY

Possibility of passive use of a sunlight for operation of buildings saving up energy is considered. The equation of a thermal stream considering absorption of solar radiation by a heat-sink file is received. Results of calculations and the recommendation about a design of external protections are resulted.

Keywords: passive use of a solar energy, a design of external protections

Динамическое развитие экономики при неуклонном росте цен на энергоносители невозможно без решения первоочередной задачи сокращения потребления топливных ресурсов относится к первоочередным задачам, особенно в рамках жилищно-коммунального хозяйства, как наиболее проблемного сектора в энергоснабжении объектов. Добиться высоких показателей в энергосбережении можно развивая три приоритетных направления: качество тепловой изоляции, эффективность систем теплоснабжения и экологически чистые возобновляемые источники энергии.

На современном этапе выполнения, законодательно утвержденной, программы экономии энергоресурсов, предпочтение отдается двум первым методам решения проблемы. Но их дальнейшее развитие и продвижение наиболее результативных способов понижения энергоемкости в районы с плотной застройкой непременно спровоцируют активный поиск эффективных решений по нетрадиционному обеспечению ресурсами зданий.

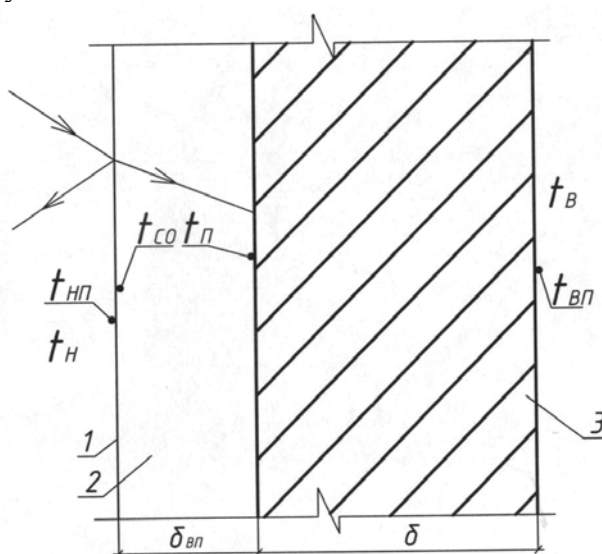
Использование возобновляемых источников на территории России, как правило, ограничивается значительными капитальными вложениями на генерирующее оборудование. Поэтому на первых этапах внедрения энергосберегающих технологий следует применять мало

затратные способы получения тепловой энергии, к которым в полной мере относится пассивное солнечное отопление.

Кпд пассивной системы отопления находится в пределах 25-30 %, но при благоприятных климатических условиях, рациональной планировке и технических решениях, способствующих возрастанию энергооблученности, может быть значительно выше и достигать 60 % [1]. В этом случае было бы расточительно не использовать солнечную энергию для замещения тепловых нагрузок, тем более что основной недостаток такой системы, то есть большие суточные колебания температуры воздуха внутри помещений, успешно преодолевают современные средства автоматического регулирования теплоотдачи отопительных приборов. Применяемые для этой цели клапаны позволяют поддерживать требуемые параметры микроклимата помещений при прямом улавливании солнечного излучения за счет снижения расхода теплоносителя, направляемого в отопительные приборы, и тем самым обеспечивая существенное энергосбережение, в том числе и электроэнергии при достигаемом высоком уровне естественного освещения.

Для повышения кпд пассивных систем и снижения затрат на их обустройство следует использовать современные архитектурные тенденции в проектировании зданий, в том числе и часто встречаемые в последнее время светопрозрачные наружные ограждения для строительных конструкций. Размещение в образованной за остеклением воздушной прослойке мобильных экранирующих устройств позволит осуществлять регулирование поступления солнечной радиации и сокращать потери теплоты зданием в ее отсутствие в холодный период года.

Наружные стены, имеющие фасадное светопрозрачное ограждение (рис. 1), позволяют использовать наиболее доступный способ прямого улавливания солнечной энергии и ее передачи потребителю для поддержания параметров микроклимата помещений с минимальными затратами на традиционное отопление зданий. Уровень компенсации лучистой энергией в тепловой нагрузке систем отопления зависит от свето- и теплотехнических показателей строительных материалов наружного ограждения. Поэтому при проектировании гелиоактивных конструкций следует учитывать их трансмиссионную способность для утилизации солнечной радиации. Влияние возникаемого в этом случае теплового процесса на сокращение потерь можно оценить при допущении, что поглощающая способность остекления мала, и преодолевшее его излучение поступит на поверхность несущей строительной конструкции, повышая ее температуру.



1 – остекление; 2 - воздушная прослойка; 3 – несущий слой строительной конструкции

Рис. 1. Схема гелиоактивного наружного ограждения

Для стационарных условий плотность теплового потока, проходящего через такое наружное ограждение (рис. 1), можно представить в следующем виде

$$\frac{Q}{A} = \frac{(t_B - t_{BP})}{R_B}, \quad (1)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(t_{BP} - t_{\Pi})}{R}, \quad (2)$$

$$\frac{Q}{A} + d_{CO} \cdot a \cdot I_{\Pi} = \frac{(t_{\Pi} - t_{CO})}{R_{BP}}, \quad (3)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(t_{CO} - t_{HP})}{R_{CO}}, \quad (4)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(t_{HP} - t_H)}{R_H}, \quad (5)$$

где Q – тепловой поток, Вт; A – площадь ограждения, м²; d_{CO} – коэффициент пропускания светопрозрачного ограждения; a – коэффициент поглощения несущего слоя строительной конструкции; I_{Π} – солнечная радиация поступающая на вертикальную поверхность ограждения, Вт/м²; t_B , t_{BP} , t_{Π} , t_{CO} , t_{HP} , t_H – температуры, соответственно, внутреннего воздуха, на внутренней поверхности ограждения, на поверхности несущего слоя, подвергаемой воздействию солнечной радиации, на поверхности остекления со стороны воздушной прослойки, на наружной поверхности ограждения и наружного воздуха, °C; $R_B = \frac{1}{\alpha_B}$ – сопротивление теплоотдаче внутренней поверхности, (м²·°C)/Вт; α_B – коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C); $R = \frac{\delta}{\lambda}$, $R_{CO} = \frac{\delta_{CO}}{\lambda_{CO}}$ – термические со-

противления слое, соответственно, несущей конструкции и светопрозрачного, (м²·°C)/Вт; δ , δ_{CO} – толщина слоя несущего и светопрозрачного, м; λ , λ_{CO} – коэффициенты теплопроводности материалов строительной конструкции, Вт/(м·°C); R_{BP} – термическое сопротивление воздушной прослойки, (м²·°C)/Вт; $R_H = \frac{1}{\alpha_H}$ – сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения, (м²·°C)/Вт; α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции; Вт/(м²·°C).

После несложных преобразований и с учетом коэффициента теплопередачи получим зависимость

$$\frac{Q}{A} = (t_H - t_{\Pi}) \cdot K - d_{CO} \cdot a \cdot I_{\Pi} \cdot K \cdot R_{BP}, \quad (6)$$

где K – коэффициент теплопередачи, равный $K = \frac{1}{R_B + R + R_{BP} + R_{CO} + R_H}$, Вт/(м²·°C).

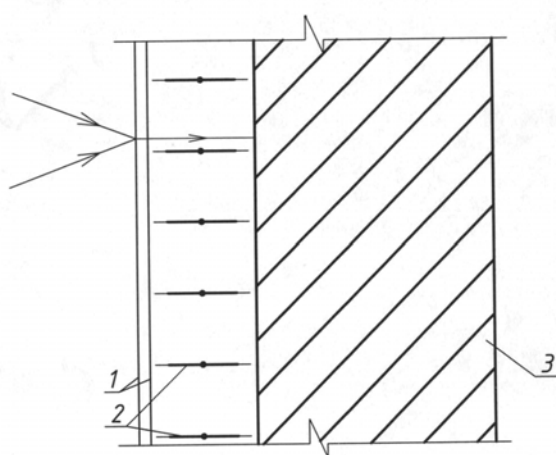
Так как произведение $s = K \cdot R$ является коэффициентом пропускания поглощенного тепла [2], то выражение (6) будет иметь вид

$$\frac{Q}{A} = (t_H - t_{\Pi}) \cdot K - d_{CO} \cdot a \cdot s \cdot I_{\Pi} \quad (7)$$

Рассмотрим влияние поглощения солнечной радиации строительными конструкциями на тепловую нагрузку здания с учетом их южной ориентации и для климатических условий г. Ростова на Дону. Пусть наружное ограждение (рис. 2) имеет теплозащитный стеклопакет с высокой пропускной способностью для солнечной радиации [3] и воздушную прослойку, с установленными в ней автоматическими подвижными жалюзи [1], выполненными из

фольгированного пенофола с коэффициентом теплопроводности $0,031 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$. Основной несущий слой представляет собой кладку из силикатного кирпича, который имеет коэффициент поглощения солнечной радиации равный $0,6$.

Учитывая современные требования к тепловой защите зданий [4] для данного климатического района сопротивление теплопередачи наружных стен должно быть не менее $2,44 \text{ (м}^2\cdot^\circ\text{С)/Вт}$ - для жилых, $2,09$ - общественных и $1,6$ - производственных зданий. В ночное время суток закрытые жалюзи из фольгированного пенофола толщиной 10 мм позволяют обеспечить этот норматив для общественных сооружений при кирпичной кладке в 510 мм . Но в дневное время суток, даже в самый холодный месяц солнечное излучение благодаря такой конструкции будет проникать в ее структуру, нагревая несущий слой. Это подтверждается результатами расчетов, выполненными в соответствии с (6, 7) и представленными на рис. 3. Зависимости 3, 4, 5 (рис. 3) получены при среднем потоке солнечной радиации в январе с учетом действительной облачности климатического района и для теплозащитного остекления, имеющего коэффициент пропускания излучения равный $0,55$ [3]. Безусловно, в тепловых процессах заметно влияние окраски несущего слоя, которая позволяет повысить поглощение солнечной радиации до $0,7$ при силикатном темно-сером покрытии и до $0,9$ при черном.



1 – однокамерный стеклопакет; 2 – жалюзи из фольгированного теплоизоляционного материала;
3 – силикатный кирпич

Рис. 2. Вид сверху гелиоактивной наружной стены снабженной подвижными жалюзи

Необходимо отметить, что используя новые технологии, в том числе и на нано уровне, можно добиться повышения пропускной способности светопрозрачного ограждения, и тогда, как показано на рис. 3, уже при обеспечении $d_{CO}=0,8$ теплотери полностью компенсируются, а избыток теплоты может быть аккумулирован в строительных конструкциях для последующего использования в ночное время суток. Но даже обычный силикатный кирпич, а также в дополнении покрытый силикатной темно-серой краской при расчетном коэффициенте пропускания стекла $0,55$ позволят сократить теплотери относительно современных требований по теплозащите для климатических условий г. Ростова на $16-26 \%$. При уменьшении толщины несущего слоя до 380 мм с целью сокращения капитальных затрат и тех же параметрах эксплуатации солнечная радиация восполнит теплотери на $3-14 \%$.

Специфика требований к светопрозрачным ограждениям пассивных систем солнечного отопления может быть в какой-то мере удовлетворена существующим ассортиментом, который значительно расширился, в том числе и по его энергетическим показателям. Если обычное строительное силикатное стекло имеет коэффициент пропускания $0,88$, то при низком содержании железа ($0,001-0,002 \%$) данная величина возрастает до $0,91$, а при нанесении специального антибликового покрытия до $0,95$ [5]. Последнее обеспечивает не только повышение пропускания солнечной радиации, но и не смачиваемость поверхности стекла. Его по-

лучают, как правило, специальным протравлением. Выпускают также и структурное стекло, которое имеет пропускательную способность на 1-2 % выше гладкого. Его производят методом прокатки следующих видов: матовое, кегелеобразное, призматическое и крупной текстуры. Наряду с высокими показателями по пропусканию солнечного излучения светопрозрачные ограждения для аккумулирующих массивов должны обладать теплозащитным эффектом, необходимым для противостояния неблагоприятным погодным условиям.

Применяя также для этой цели подвижные экранирующие теплоизоляционные устройства, следует более обоснованно подходить к вопросу их теплотехнических свойств. Так, например, предложенный ранее и использованный в расчетах, пенофол выпускается толщиной 3, 4, 5, 8 и 10 мм. По данным производителя при одной фольгированной поверхности этого материала независимо от его толщины термическое сопротивление составляет $0,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$, а при металлизированном покрытии с двух сторон - $1,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$. Отражающий эффект пенофола достигает 90 %.

Изменения теплового потока, проходящего через гелиоактивные наружные ограждения (рис. 3) показывают, что для повышения эффективности пассивного использования солнечной энергии снижение коэффициента теплопередачи в соответствии с современными требованиями по тепловой защите зданий не рационально, так как это сопровождается уменьшением тепlopоступлений от солнечной радиации. Для прямого улавливания излучения большего диапазона следует применять строительные материалы с высокими показателями по светотехническим и поглощающим свойствам, а также мобильные средства с теплоизолирующим и отражающим эффектами, создающими дополнительное сопротивление тепловому потоку при неблагоприятных погодных условиях. Только обеспечение регулирования пропускной способности светопрозрачных ограждений и теплозащитных свойств, включая аккумулирующую способность строительных конструкций, усиленную дополнительными прослойками с активными компонентами, можно добиться значительного сокращения потребляемых зданиями энергоресурсов.

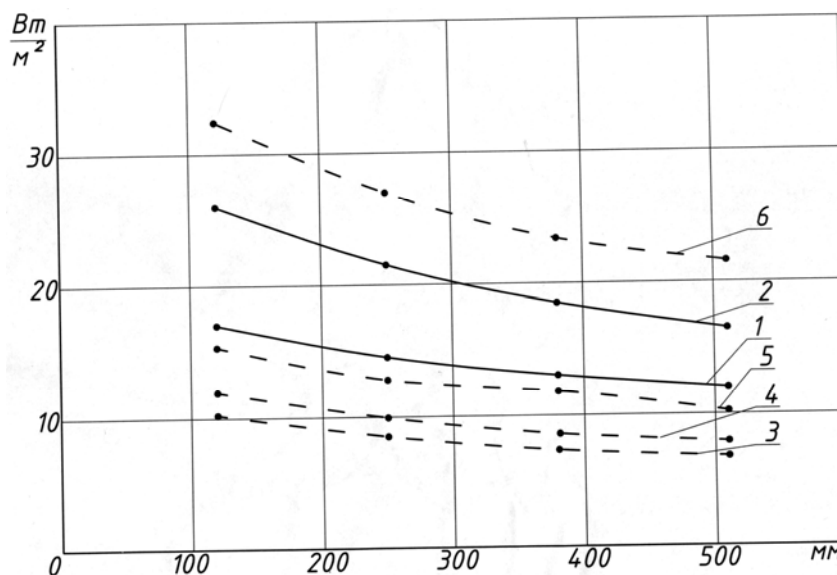


Рис. 3. Тепловой поток через 1 м^2 наружной стены при среднемесячной температуре января для климатических условий г. Ростова на Дону в зависимости от толщины кирпичной кладки; 1, 2 — тепlopотери, соответственно, при открытых и закрытых жалюзях; 3 — тепlopоступления от солнечной радиации при пропускной способности стекла 0,55 и кладке из силикатного кирпича; 4 — тоже, при окрашивании несущего слоя силикатным темно-серым покрытием; 5 — тоже, при окрашивании черным цветом; 6 — тепlopоступления от солнечной радиации при пропускной способности стекла 0,8 и при окрашивании силикатного кирпича черным цветом

Библиографический список

1. Щукина Т.В. Энергосберегающие наружные ограждения для зданий с регулируемым микроклиматом// Промышленное и гражданское строительство, 2009.- № 4.-С. 48-49.
2. Маркус Т.А., Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 543 с.
3. Дроздов В.А., Савин В.К., Александров Ю.П. Теплообмен в светопрозрачных ограждающих конструкциях. – М.: Стройиздат, 1979. – 307 с.
4. СНиП 23-02-2003.Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 25 с.
5. Stefan Trojek/ Solarglas/ Marktübersicht/ Auf den Ertrag Kommts Sonne, Wind, Wärmt// 2009, №13. - P. 7 - 9.

References

1. Schukina T.V. Energosberegajushchie external protections for buildings with an adjustable microclimate//Industrial and civil building, 2009. № 4.-P. 48-49.
2. Markus T.A., Моррис E.N.building, a climate and energy. - Л: the Hydraulic engineering meteorological edition, 1985. - 543 p.
3. Drozdov V.A., Savin V.K., Alexandov U.P. Heat exchange in transparent protecting designs. - M: Building publishing house, 1979. - 307 p.
4. Building norms and rules 23-02-2003. Thermal protection of buildings. - M: State building of Russia, 2004. - 25 p.
5. Stefan Trojek/ Solarglas/ Marktübersicht/ Auf den Ertrag Kommts Sonne, Wind, Wärmt// 2009, №13. - P. 7 - 9.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 692.2 (470.324); 504

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет*

*Докт. техн. наук, профессор, заведующий
кафедрой строительных конструкций, осно-
ваний и фундаментов Ю.М.Борисов; Канд.
техн. наук, доцент кафедры строительных
конструкций, оснований и фундаментов Д.В.
Панфилов; Доцент кафедры строительных
конструкций, оснований и фундаментов Н.Г.
Назаренко; Канд. техн. наук, доцент кафе-
дры строительных конструкций, оснований и
фундаментов В.И. Луганский. Россия, г. Во-
ронеж, тел. (4732)71-53-84
e-mail: panfilov_dv@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering*

*Doctor of Technical Sciences, professor, head
of the department Building construction and
foundation Yu.M. Borisov;
Ph. D., associate professor of Building construc-
tion and foundation department D.V. Panfilov;
Associate professor of Building construction and
foundation department N.G. Nazarenko;
Ph. D., associate professor of Building construc-
tion and foundation department V.I. Luganskiy;
Russia, Voronezh, tel. (4732)71-53-84
e-mail: panfilov_dv@vgasu.vrn.ru*

Ю.М. Борисов, Д.В. Панфилов, Н.Г. Назаренко, В.И. Луганский

К ВОПРОСУ О РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЯХ К ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫМ СТЕНАМ КАМЕННЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ

Обеспечение жителей Воронежской области, состоящих на учете на улучшение жилищных условий, при существующих темпах предоставления жилья, растягивается на 3-4 поколения. В регионе имеется развитая база стройиндустрии, выпускающая высокоэкологичные материалы и конструкции, мощности ее используются на 80%. Это свидетельствует о возможности увеличения темпов строительства жилья. Технологической основой создания малоэтажных домов является "растущий" дом. Сформулированы технические требования к стенам многоквартирных каменных домов. При этом жилые объекты при меньшей стоимости обладают качествами адаптивности к эпохе, социальному и материальному положению семьи, не менее века сохранять нормальное физическое состояние дома, отвечать современным требованиям по энергосбережению.

Ключевые слова: жилой дом, экологически безопасный материал, стена, ремонтпригодность, срок службы

Yu.M. Borisov, D.V. Panfilov, N.G. Nazarenko, V.I. Luganskiy

ON REGIONALNYH TECHNICAL REQUIREMENTS FOR ENVIRONMENTALLY SECURE WALLS OF STONE LOW-RISE BUILDINGS

Providing residents of Voronezh region, registered at improving Ms-lischnyh conditions at the current pace of housing, spread over 3-4 generations. The region has well-developed base of the construction industry, which produces vysokoekolo-techmaterials and construction, power it uses by 80%. This indicates the possibility of increasing the pace of housing construction. Technological basis for a low-rise buildings is a "growing" house. Formulated by the technical requirements for single-family brick walls of houses. In this case, residential buildings at a lower cost have qualities of adaptability to age, socio-

economic status of the family, no less than a century to maintain the normal of the physical condition of the house, to meet modern requirements for energy efficiency.

Key words: dwelling house, environmentally safe material, wall, remontopri-fitness, life

Актуальность проблемы

В Воронежской области на конец 2008 года на учете на получение жилья и улучшение жилищных условий состояло 47.6 тыс. семей [1]. При ежегодном выделении 2тыс. квартир, что в 4 раза превышает среднестатистические показатели 2003...2007 годов, процесс обеспечения граждан жильем затянется на 25 лет. За период 2006-2008г. среднегодовые цены на рынке жилья выросли более чем в 2 раза – до 34282 руб. за кв. м общей площади. Среднедушевые доходы населения увеличились на 34 % и составили в 2008 г. -10397,4 руб. Около 65% населения области имеют доходы ниже среднего уровня и почти пятая часть - ниже прожиточного минимума. Воронежстат заключает [1, с.23], что для указанных категорий населения жилищные проблемы могут быть решены через предоставление социального жилья.

В стране около 70% населения хотят улучшить жилищные условия [2]. Поэтому снижение стоимости и создание долговечного жилья является чрезвычайно актуальной проблемой.

Среди множества факторов, управляющих средой обитания человека (инженерно-геологические условия, состав атмосферного воздуха, уровни внешних воздействий, и др.), физическое состояние жилого дома можно отнести к относительно доступному фактору управления. Жилой дом выполняет важнейшие социальные функции [3]. Он представляет собой живой организм и, выполненный из экологически чистых и долговечных материалов, может служить многим поколениям. Особая роль в поддержании микроклимата жилища, определяющего качество жизни человека, наряду с системами обеспечения воздушного, теплового и светового режимов, принадлежит ограждающим конструкциям - самому затратному элементу дома.

Технологическая основа создания малоэтажных домов

Физическое состояние дома, его инженерное обустройство в каждый период времени должны отвечать запросам семьи. Дом не должен морально стареть, несмотря на возраст. Он должен обладать качествами адаптивности к эпохе, традициям, составу семьи, социальному и материальному положению и индивидуальным потребностям проживающих, приобретать нужные типологические варианты [4,с.17, 5].

Традиционным типом частного жилища в России, по мнению РААСН [4,с.17, 5], остается односемейный усадебный дом с возможностью его роста в горизонтальном и вертикальном направлениях. В конце XX века подготовлены рекомендации [6], а в начале XXI века подтверждена актуальность поэтапного строительства жилых домов (так называемый «растущий» дом)[3]. Композиционные и конструктивные решения таких домов позволяют возводить их собственными силами семьи, что особенно важно в кризисные годы. Стены и перегородки первого этажа «растущих» домов выполнены из каменных материалов. Идея «растущего» жилого дома разрабатывается в учебниках по направлению «Архитектура» [7].

Возрождается интерес к Российской практике строительства домов XVIII - XIX веков, для которых характерно сооружение I этажа из каменных материалов, а II этажа - из древесины.

Экологическая безопасность жилища

Экологическая безопасность жилища согласно современным представлениям [4,с.21] определяется качеством воздуха в помещении, наличием внешних источников воздействий и физическим состоянием здания. Минимально допустимый объем воздуха на одного человека составляет 50 куб. м [4,с.27]. Институтом экологии установлено присутствие в обычной квартире примерно 100-150 химических соединений [2]. Наиболее опасными являются аэрозоли свинца, кадмия, ртути, меди, стирола, цинка, бензола, фенола, формальдегида. К мощным источникам загрязнения относится пенополистирол, выделяющий высокотоксичные ингредиенты, в т.ч. при горении. Считается, что по патогенному воздействию на человека этот источник более губителен, чем весь автотранспорт мегаполиса [2].

Удаление вредных веществ из воздуха жилых помещений является важнейшей составляющей экологической безопасности жилища. Производительность системы вентиляции в режиме обслуживания должна обеспечивать обмен воздуха в течение часа не менее однократного объема помещения с постоянным пребыванием людей, 60 куб. м – из кухни, 25 куб. м - из ванной, уборной.

В соответствии с СанПиН 2.1.2.1002-00 запрещается размещение жилых помещений в цокольных и подвальных этажах, должны быть обеспечены допустимые уровни инсоляции и естественной освещенности. Для объектов с внешними источниками специфических воздействий сформулированы допустимые уровни шума, вибрации, ультразвука и инфразвука, электрических и электромагнитных полей и ионизирующего излучения. Внутри зданий мощность эквивалентной дозы облучения не должна превышать допустимой для открытой местности дозы более чем на 33 мкР/час. Среднегодовая эквивалентная равновесная активность радона в воздухе помещений ограничена - 100 Бк/м³ для проектируемых и 200 Бк/м³ - для эксплуатируемых зданий, удельная эффективная активность естественных радионуклидов в строительных материалах вновь строящихся зданий - 370 Бк/кг. Дозовые пределы величины интенсивности ионизирующего излучения, связанного с радиоактивностью строительных материалов, в среднем за 5 лет не должны превышать 1 мЭв в год, но не более 5 мЭв в год.

С позиций физиологической комфортности жилых помещений важными представляются и другие свойства материалов. В частности, металлические кровли и стены, арматурные каркасы и сетки усиливают воздействия электромагнитных излучений [2]. По мнению НИИЖБ, их целесообразно исключить или свести к минимуму - долгожители живут в домах, не содержащих металла в заметных количествах, – преимущественно в деревянных или каменных. Ограждающие конструкции не должны поглощать пыль и химические соединения, поступающие с наружным вентиляционным воздухом, и служить источником загрязнения внутреннего воздуха.

Экологическим требованиям, предъявляемым к жилым домам, удовлетворяют каменные конструкции. Кирпич и блоки из ячеистых бетонов относятся к экологически чистым, долговечным и пожаробезопасным материалам. Благодаря низким параметрам электрической, магнитной и электромагнитной проницаемости, они положительно влияют на сохранение естественной среды обитания человека. Кирпично-каменные дома, как и бревенчато-брусчатые, относятся к наивысшей группе качества. С учетом долговечности они представляются наиболее конкурентоспособными. Позволяют уменьшить разработку природных ресурсов страны, а также довести со временем обеспеченность жилой площадью до уровня стран с высокоразвитой экономикой, напр., Северной Европы, США.

В Воронежском регионе этому благоприятствует наличие развитой базы стройиндустрии, мощности которой по итогам 2005г. [8,9] по выпуску кирпича использованы на 78%, а газосиликатных блоков – на 81%. В связи с уменьшением объемов строительства жилых домов в период кризиса резервы по выпуску высокоэкологических материалов еще выше.

Строительно-технические требования к жилым зданиям

Проектирование жилых зданий по Гост 3976-83 следует вести с учетом природно-климатических условий района строительства и с соблюдением требований по обеспечению пожарной безопасности, надежности, защиты от коррозии и шума, охраны труда и окружающей среды, параметров микроклимата. Допускается проектировать квартиры в одном или двух уровнях с высотой помещений не менее 2,5м. Нормируемые параметры микроклимата жилых помещений согласно межгосударственному стандарту 30494-96: температура, скорость движения и относительная влажность воздуха; результирующая температура помещения; локальная асимметрия результирующей температуры. Их оптимальные значения составляют последовательно: 20 - 22° С; 0,15 м/с; 45 - 30%; 19 - 20°С; 2,5°С.

Нормативные требования к жилым домам, учитывающие их социальную функцию и обеспечение эксплуатационных характеристик, приведены в строительных нормах и правилах [10, 11, 12]. Конструкции жилых домов должны воспринимать расчетные значения силовых воздействий, возможные в условиях эксплуатации, без недопустимого ухудшения эксплуатационных свойств конструкций или дома в целом.

Требования по степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности не предъявляются к одно-, двухэтажным жилым домам. Их строительные конструкции не должны способствовать скрытому распространению огня. Основные конструкции домов высотой 3 этажа должны соответствовать требованиям, предъявляемым к конструкциям зданий III степени огнестойкости по СНиП 21-01-97.

Конкретное значение срока службы дома [10] не нормируется, оно может устанавливаться в задании на проектирование объекта. К неремонтируемым отнесены элементы дома, которыми определяется его прочность, устойчивость и срок службы здания в целом. Заменяемыми считаются элементы и детали дома со сроками службы, меньшими сроками службы дома. Решение о применении заменяемых материалов или элементов устанавливается технико-экономическими расчетами.

Ограждающие конструкции должны иметь стабильные теплоизоляционные свойства. В сочетании с надежной гидроизоляцией от проникновения влаги в жидкой фазе должно быть сведено к минимуму проникновение водяных паров в толщу утеплителя [12].

По числу основных слоев наружные стены классифицируют [12]:

- однослойные, из конструкционно-теплоизоляционных материалов;
- двухслойные, с предпочтительным расположением утеплителя снаружи;
- трехслойные, с защитными слоями на точечных связях с соотношением толщин наружных и внутренних слоев не менее 1:1,25.

Многослойные конструкции следует проектировать с расположением на теплой стороне слоев большой теплопроводности и низкой паропроницаемости. Долговечность теплоизоляционных материалов и конструкций должна быть более 25 лет, сменяемых уплотнителей – 15 лет.

Важнейшим эксплуатационным признаком стен является их прогнозируемая долговечность. Капитальные здания со стенами крупноблочными, кирпичными толщиной 1,5 - 2,5 кирпича и перекрытиями железобетонными, бетонными или деревянными рекомендовано относить к I уровню ответственности [13], а со стенами крупноблочными, облегченной кладки из кирпича, монолитного шлакобетона, легкого бетона - ко II уровню ответственности. Срок их службы назначен соответственно 125 и 100 лет.

Прогнозируемая долговечность наружных стен нормирована СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий». Для зданий высотой до 16 этажей с наружными несущими и самонесущими стенами из легкого бетонных крупноразмерных блоков с железобетонными перекрытиями и внутренними бетонными стенами она определена равной 125 лет. Для кирпичных зданий высотой до 9 этажей с наружными стенами самонесущими и ненесущими из облегченной кладки, утепленной минераловатными и пе-

нополистирольными плитами, ячеистобетонными и полистиролбетонными блоками- 100 лет.

Долговечность многослойных стен зависит от срока службы теплоизоляционных материалов, особенно беспрессового пенополистирола, на долю которого приходится 70% от общего объема пенопластов. Широкомасштабными экспериментами [14] установлены временные пределы старения пенополистирола, составляющие от 20,2 до 60,8 лет. Его долговечность оценивается периодом 13-40 лет. Для экструзионного пенополистирола различных производителей она равна соответственно: 16, 34, 37, 40 лет.

Данные по долговечности теплоизоляционных материалов (табл.) подтверждают необходимость замены утеплителя стен в процессе эксплуатации дома. Однократной она может быть при пенополиуретановых утеплителях и многократной – при других. Обязательность этого мероприятия подтверждается СТО 00044807-001-2006. Нормированная продолжительность эффективной эксплуатации конструкций кирпичных (F35) наружных стен зданий до первого капитального ремонта при утеплении пенополиуретановыми плитами или напылением с облицовкой керамическим кирпичом (F35) составит 50 лет, а жесткими минераловатными плитами на дюбелях – 35 лет. Утепление кирпичных стен (F35) беспрессовыми пенополистирольными плитами на дюбелях уменьшает продолжительность эксплуатации до первого капитального ремонта до 25 лет.

ОАО “СПбЗНИиПИ” (ранее ЛенЗНИИЭП) выполнена оценка эксплуатационного срока службы двухслойной конструкции стены: внутренний слой, обращенный в сторону помещения, из газобетонных блоков D500 F35 толщиной 400мм и облицовочный $\delta=120$ мм из одинарного пустотелого лицевого кирпича СОРП 150/75 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,67$ Вт/м·°С. Слои кладки соединены гибкими связями с площадью поперечного сечения стены $0,5\text{см}^2$ на 1м^2 поверхности стены. Общая толщина стены равна 540мм. Установлено, что прогнозируемый срок службы испытанной конструкции стены до первого капремонта составляет 60лет. При правильной эксплуатации – недопущении накопления влаги на участке газосиликатных блоков, обращенному к облицовочному слою, ресурс стены составит 100 и более лет эксплуатации.

Приведенные выше данные требуют нового подхода к проектированию стен каменных усадебных домов.

Технические требования к стенам многоквартирных каменных домов

В настоящем разделе по ГОСТ 2.114-95 ЕСКД сформулированы требования к стенам из каменных материалов и конструкций. Ряд положений вытекает из приведенных выше разделов, при подготовке других – приведены ссылки на использованные информационные источники.

1. Целесообразность использования каменных материалов для возведения стен жилых зданий обоснована их экологической чистотой, недоиспользованием мощностей базы строительной индустрии региона, возможностью выполнения работ владельцем дома и снижения прямых затрат в период строительства и капитального ремонта дома. Кирпичные дома по экологичности уступают место только деревянным из массивной древесины. Каменные конструкции широко используют в зарубежном строительстве [18,21] в одно-, двух- и трехслойных конструкциях, а так же в массовом строительстве в России и соседних регионах [22].

2. Облегченные кирпичные стены относятся к наукоемкой продукции, конкурентно способны [22], обладают высокой эксплуатационной стойкостью. Позволяют продлить жизненный цикл дома, сохранить природные ресурсы для многих поколений, достичь показателей обеспеченности жилой площадью на 1 чел. до уровня высокоразвитых капиталистических стран.

3. Конструктивные решения стен в сочетании со статической схемой здания должны позволять жилому дому выполнять его функциональное назначение, предусмотренное ГОСТ 3976-83, СНиП 31-02-2001 с соблюдением требований ГОСТ 27751-88, ГОСТ 30494-96 и СанПиН 2.1.2.1002-00.

В сочетании с конструктивной схемой должна быть обеспечена возможность: пристраивать дополнительные помещения; осваивать в качестве жилого чердачное пространство или увеличивать этажность здания; осуществлять при необходимости, перепланировку помещений в основной «коробке» дома. Этапность наращивания мощностей принимать в соответствии с Рекомендациями [6] с отражением в паспорте дома расчетных нагрузок.

4. Долговечность каменных стен принимать не менее ста лет с уточнением экономическими расчетами. Минимальную продолжительность эффективной эксплуатации до постановки на капитальный ремонт назначать по ВСН58-88 (Р). В целях повышения эксплуатационной стойкости изоляционных материалов рекомендуется увеличивать на 15-20% их расчетные значения сопротивления теплопередаче [15].

5. Каменные и бетонные материалы должны соответствовать требованиям действующих государственных стандартов и СНиП II - 22-81, СНиП 52-01-03, СТО 00044807-001-2006. Предпочтение следует отдавать конструктивно-теплоизоляционным материалам: монопор, газосиликату с коэффициентом завершения структурообразования не менее 0,6 [8,9,23], керамзитопенобетону, пустотелым поризованным керамическим камням.

6. Многослойные стены следует конструировать с учетом последующей замены теплоизоляционного материала [10,15] с соблюдением требований по обеспечению расчетных параметров теплоизоляции по СНиП 23-02-2003. При этом должны быть соблюдены требования по рациональному расположению слоев и обеспечению расчетной воздухопроницаемости ограждающих конструкций. Предпочтительны решения, позволяющие производить замену утеплителя без нарушения эксплуатационного режима здания.

7. В качестве эталонных решений облегченной кладки рекомендуется принимать решения по типовой серии 2.130.8 вып. 0, 1 и разработанные ЦНИИСК им. Кучеренко [24] после ввода в действие СНиП 23-02-2003 с уточнением толщин в расчете на реальные климатические и силовые воздействия.

8. При конструировании наружных стен из облегченной кладки необходимо руководствоваться СНиП 3.03.01-87 и рекомендациями [24,25]:

- ширину межоконных простенков целесообразно назначить равной пяти толщинам стены;
- наружную грань оконных переплетов надо размещать не менее чем на кирпич от наружной грани стены, при этом предпочтительны переплеты с повышенным расстоянием между стеклами;
- все швы наружного и внутреннего слоя стены следует тщательно заполнять раствором с расшивкой фасадных швов и затиркой внутренних швов при обязательном выполнении мокрой штукатурки со стороны поверхности помещения;
- утеплитель должен плотно примыкать к внутреннему слою стены;
- минимальная толщина наружного слоя не должна быть менее 50 мм;
- наружный слой кладки толщиной 120 мм и менее необходимо армировать, в первую очередь под оконными проемами;
- свес кладки лицевого слоя не должен превышать 15 мм по отношению к опорным конструкциям.

9. Облегченные стены следует конструировать с жесткими или гибкими связями по СНиП II -22-81. Вертикальные и горизонтальные диафрагмы при жестких связях предпочтительно выполнять «теплыми». При конструировании стен предусматривать воздушный зазор шириной 20-40мм между облицовочным и конструктивно-теплоизоляционным слоями кладки [26].

Таблица

Систематизированные данные по срокам службы теплоизоляционных материалов

№ п/п	Вид теплоизоляционного материала	Плотность кг/м³	Теплопроводность Вт/(м² · °С)		Сохранение физико-механических характеристик, лет	Источник информации, год публикации	Примечания
			До старения	После старения			
1	Пенополистирол беспрессовый плитный	40	0,043	0,052 0,054	30 40	[15] 2003	* При t=80-90°C проходит термоокислительная деструкция с изменением объема и выделением вредных веществ. ** Для продления безремонтного срока предлагается увеличить расчетные значения коэффициента теплопроводности на 15-20 %
2	Пенополистирол экструдированный	35,0	0,027	0,0278	-	[16] 2005	* Сохранение физико-механических характеристик в течение 25-40 лет в реальных объектах за рубежом.
	Пенополиуретан плиточный	35,6	35,6	0,0216	-		
	Пенополиуретан напыленный	24,3	54,3	0,0256	-		
3	Пенополистирол экструдированный «Экстрол»	28-48	0,031	-	50	[17] 2008	Протокол испытаний НИИСФ №1566 от 30.09.2007г.
4	Пенополиуретан	50-80 83	0,024 0,033	- -	- -	[18] 2007	* Изменение коэффициента теплопроводности в среднем 0,3% / год ** Неизменность физико-механических свойств при УФ облучении в течение 60-ти лет и 40 лет - при длительном воздействии знакопеременных температур и циклической деформации
5	Минераловатные плиты на лигносульфатном связующем	125-175			16-28	[19] 1999,	Данные института «Термоизоляция» г.Вильнюс, сжимаемость 2%.
	Минераловатные плиты на фенолоспиртах марки Б	125-175			21-25	2000	Выполнены институтом ВНИИТеплоизоляция (СССР), сжимаемость плит 2 - 12%. Срок эксплуатации плит прогнозируется равным 45 лет.
6	Минераловатные плиты горячего прессования на фенолоспиртах марки Б	300	0,054	-	30	[20] 1987	При увеличении на 20% термического сопротивления.

Прочерк означает отсутствие данных.

Библиографический список

1. О жилищном строительстве в Воронежской области в 2008 году. Аналитическая записка, Воронеж. –Воронежстат, -2009. -32с.
2. Семченков, А.С. «Русский дом» из хризотил–бетона – доступное жилье с комфортными условиями проживания. / А.С.Семченков. – Асбест: ГУП СО «Асбестовская типография». – 2007. – 50 с.
3. Асаул, А.Н. Теория и практика малоэтажного строительства в России. / Под ред. д.э.н., проф. А.Н. Асаула / А.Н.Асаул, Ю.Н. Казаков, Н.И.Пасяда, И.В.Денисова. – СПб: Гуманистика. – 2005. – 563с.
4. Труды общего собрания РААСН. Жилище XXI века как основа формирования среды жизнедеятельности. Направления перспективного развития. – М.: Издательство АСВ. – 2007. –480с.
5. Хихлуха, Л.В. Малоэтажное жилище в XXI веке, его социальная роль и архитектура./Л.В.Хихлуха// Строительные материалы. - 2007. - № 8. – с. 2-7.
6. Рекомендации по проектированию перспективных типов сельского жилища для индивидуальных застройщиков. М.: ЦНИПЭП гражданстрой. – 1990. – 150 с.
7. Колодин, К.И. Формообразование объектов загородной среды: Учебное пособие для вузов / К.И.Колодин. – М.: Архитектура. – С». – 2004. – 256 с.
8. Чернышов, Е.М. Эффективность применения ячеистого бетона в жилищном строительстве / Е.М.Чернышов, Н.И.Акулова, Ю.А. Кухтин // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. - № 3. – с. 29-32.
9. Чернышов, Е.М. Сценарии и прогнозы реализации национального проекта в регионе / Е.М.Чернышов, Н.И.Акулова // Промышленное и гражданское строительство. – 2006. - № 11. – с. 40-42.
10. СНиП 31-02-2001. Дома жилые многоквартирные / Рострой России - М.: ГУП ЦПП, 2001.-14с.
11. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: ФГУП ЦПП. 2004.-26с.
12. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М.: ФГУП ЦПП.-2004.-139с.
13. Агаджанов, В.И. Установление сроков службы зданий и сооружений при их проектировании / В.И. Агаджанов // Промышленное и гражданское строительство.-2001.-№12.-с.23-24.
14. Ясин, Ю.Д. Пенополистирол. ресурс и старение материала. долговечность конструкций / Ю.Д. Ясин, В.Ю.Ясин, А.В.Ли // Строительные материалы.-2002.-№5.-с.33-35.
15. Лобов, О.И. Фактическая и прогнозируемая долговечность пенополистирольных плит в наружных ограждающих конструкциях зданий / О.И. Лобов, А.И. Ананьев, В.П. Можаяев, П.А. Вязовченко // Промышленное и гражданское строительство.-2003.-№3.-с.54-56.
16. Денисов, А.В. Жесткие пенополиуретаны теплоизоляционного назначения / А.В. Денисов // Строительные материалы.- 2005.- № 6.- с.21-22
17. Веселов, В.В. Экстрол. Области применения / В.В.Веселов, М.В.Зобова // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.-2008.-№4.-с.16-17
18. Евсеев, Л.Д. Пенополиуретан сохранит тепло вашего дома / Л.Д. Евсеев, Г.Д.Локшин // Жилищное строительство.-2007.-№10.-с.25-27
19. Гнип, И.Я. Прогнозируемая оценка долговечности минераловатных плит на лигно-сульфатном связующем / И.Я. Гнип, В.И.Кершулис // Строительные материалы,-2000.-№2.-с.32-35
20. Бобров, Ю.Л. Долговечность теплоизоляционных материалов / Ю.Л. Бобров.-М.: Стройиздат.-1987.-168с.

21. Дмитриев, П.А. Современные тенденции и принципы проектирования стеновых ограждающих конструкций малоэтажных жилых зданий / П.А.Дмитриев, Р.Б.Орлович // Известия вузов. Строительство.-1998.-№1.-с.4-10
22. Демин, О.Б. Обоснование экономической эффективности стеновых ограждающих конструкций / О.Б.Демин, Е.В. Аленичева, И.Я.Гиясова // Жилищное строительство.-2005.-№10.-с.29-30
23. Чернышов, Е.М. Прогнозирование полного и остаточного ресурсов ограждающих конструкций из ячеистого бетона /Е.М. Чернышов, В.В. Власов, Е.И. Баутина. -Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2007.-194с.
24. Ищук, М.К. Здания с наружными стенами из облегченной кладки / М.К.Ищук // Жилищное строительство.-1996.-№7(463).-с.12-14
25. Богословский, В.Н. Наружные кирпичные стены их эффективной кладки с повышенными теплоизоляционными свойствами / В.Н.Богословский, Н.В.Коваленко, А.И. Ананьев // Жилищное строительство.-1995.-№3.-с.17-21
26. Кнатько, М.В. Лабораторные и натурные исследования долговечности (эксплуатационного срока службы) стеновой конструкции из автоклавного газобетона с облицовочным слоем из силикатного кирпича / М.В. Кнатько, А.С.Горшков, П.П.Рымкевич // Инженерно-строительный журнал.-2009.-№8.с.20-26

References

1. Housing in the Voronezh region in 2008. Analytical for-squeak, Voronezh. -Voronezhstat, - 2009. -32s.
2. Semchenkov, AS "Russian house" of chrysotile concrete - affordable accommodation with comfort, with the initial conditions of residence. / A. Semchenkov. - Asbestos: SUE CO "Asbestovsky tipogra-raphy." - 2007. - 50.
3. Asaul, AN Theory and practice of low-rise construction in Russia. Ed. PhD, prof. ANAsaul / AN Asaul, JN Kazakov, NI Pasyada, IV Denisov. - St. Petersburg: Gu-Manistique. - 2005. - 563s.
4. Proceedings of the General Meeting RAASN. Residence of the XXI century as the basis for the formation of living environment. The direction of future development. - Moscow: Publishing House of the DIA. - 2007. -480s.
5. Hihluha, LV Low-rise housing in the XXI century, its social role and arhitektura./L.V.Hihluha // Building Materials. - 2007. - № 8. - With. 2-7.
6. Recommendations for the design of promising types of rural housing for in-vidual developers. MM: TSNIPPEP grazhdanstroy. - 1990. - 150.
7. Kolodin, KI Shaping objects suburban environments: A manual for schools / KI Kolodin. - M.: Architecture. - C. - 2004. - 256.
8. Chernyshov, EM Efficacy of cellular concrete in residential construction in the proof / EA Chernyshov, NI Akulova, JA Kukhtin // Industrial and civil construction. - 2002. - № 3.- With. 29-32.
9. Chernyshov, EM Scenarios and forecasts of the national project in the region / EA Chernyshov, NI Akulova // Industrial and civil construction. - 2006. - № 11. - With. 40-42.
10. SNIP 02/31/2001. Detached dwelling houses / Rosstroy Russia - Moscow: GUP LAC, 2001.-14с.
11. SNIP 02/23/2003. Thermal protection of buildings. Moscow: Federal State Unitary Enterprise Support Center. 2004.-26с.
12. SP 23-101-2004. Design of thermal protection of buildings. Moscow: Federal State Unitary Enterprise TSPP.-2004.-139s.
13. Aghajanov, VI Specified service life of buildings and structures in their projects tirovanii / VI Aghajanov // Industrial and Civil stroitelstvo.-2001 .- № 12.-p.23-24.

14. Yasin, JD Polystyrene foam. life and aging of the material. durable construc-struction / YD Yasin, B. Yu Yassin, A. Lee // Construction materialy.-2002 .- № 5.-pp.33-35.
15. Lobov, O. Actual and projected longevity of polystyrene plates in the outer envelope of Buildings / OI Lobov, AI Ananiev, VP Mo zhaev, PA Vyazovchenko // Industrial and Civil stroitelstvo.-2003 .- № 3.-p.54-56.
16. Denisov, AV Rigid polyurethane foam insulation destination / AV Denisov // Building Materials .- 2005 .- № 6 .- p.21-22
17. Veselov, VV Ekstrol. Applications / VV Veselov, MV Zobov / construction materials, equipment, technologies XXI veka.-2008 .- № 4.-p.16-17
18. Evseev, LD Polyurethane retain heat your home / LD Evseev, G. D. Lockshin / Housing stroitelstvo.-2007 .- № 10.-p.25-27
19. Gnip, IJ The projected estimate of durability of mineral wool slabs on ligno-sulphate binder / IJ Gnip, VI Kershulis // Building Materials, -2000 .- № 2.-pp.32-35
20. Bobrov, JL Durability of insulating materials / JL Bobrov.-M.: Stroyizdat.-1987.-168s.
21. Dmitriev, PA Recent trends and principles of design of wall-bounded structures is born of low-rise residential buildings / AP Dmitriev, RB Orlovich "Izv. Stroitelstvo.-1998 .- № 1.-p.4-10
22. Demin, OB Rationale for cost-effectiveness of wall walling / OB Demin, EVAlenicheva, IY Giyasova / Housing stroitelstvo.-2005 .- № 10.-p.29-30
23. Chernyshov, EM Prediction of total and residual resources walling of cellular concrete / EM Chernyshov, V. Vlasov, EI Bautin. Rostov-on-Don: Rost. state. constructs.Univ, 2007.-194s.
24. Ishchuk, MK Buildings with exterior walls made of lightweight masonry / MK Ischuk / Housing stroitelstvo.-1996 .- № 7 (463) .- pp.12-14
25. Theological, VN Exterior brick masonry walls of their effective with increased thermal insulation properties, shennymi / VN Theology, NV Kovalenko, AI Ananiev / Housing stroitelstvo.-1995 .- № 3.-p.17-21
26. Knatko, MV Laboratory and field studies longevity (operating a gravitational lifetime) wall structure of AAC with the facing layer of a silicate brick / MV Knatko, AS Gorshkov, P. Rymkevich / Civil Engineering zhurnal.-2009 .- № 8.s.20-26

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет
Магистр кафедры отопления и вентиляции
Е.Г. Головин
Канд. техн. наук, доцент кафедры отопле-
ния и вентиляции Т.В. Щукина
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-28-92
e-mail: Vittorea@yandex.ru.*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
The master of chair of heating and ventilation
E.G.Golovin
Cand. Sci. Tech., the senior lecturer of chair of
heating and ventilation T.V.Schukina
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-28-92
e-mail: Vittorea@yandex.ru.*

Е.Г. Головин, Т.В. Щукина

МИКРОКЛИМАТ ПОМЕЩЕНИЙ С ПЛОТНЫМ НАСАЖДЕНИЕМ РАСТЕНИЙ

Рассматриваются влияние планировки зимнего сада на создание благоприятных ус-
ловий для роста растений и особенности микроклимата в сооружениях данного назначения.

Ключевые слова: зимние сады, теплицы, оранжереи, микроклимат

E.G. Golovin, T.V. Schukina

MICROCLIMATE OF PREMISES WITH DENSE PLANTING OF PLANTS

Are considered influence of a lay-out of a winter garden on creation of favorable condi-
tions for growth of plants and feature of a microclimate in this appointment constructions.

Keywords: winter gardens, hothouses, greenhouses, a microclimate.

Современное представление о зимнем саде значительно шире понятия оранжерея с ее влажным и теплым воздухом, тропическими растениями и яркими экзотическими цветами. В современной архитектуре зимний сад является многофункциональным помещением, и хотя в Англии такой сад называют словом conservatories (изолированный), он неразрывно связан с другими зонами жилого дома, общественного или производственного здания, являясь важным структурным элементом единого архитектурного пространства объекта. Зимний сад может быть гостиной, рабочим кабинетом, спальней, столовой, детской, тренажерным залом, зоной отдыха, рекреационным помещением общественного или производственного комплекса.

Прямая связь уголка живой природы в застекленном объеме с жилыми помещениями, их взаимопроникновение сегодня являются определяющими признаками зимнего сада. Зимний сад становится одной из комнат дома, хотя и особенной — «зеленой» комнатой.

Зимний сад может быть ориентирован на любую сторону света, но наиболее предпочтительной является южная сторона. Расположение зимнего сада с южной стороны создает как бы буферную зону, которая, работая круглый год, оказывает существенное влияние на режим здания, повышая тем самым его комфортность.

Оптимальным размером зимнего сада, используемого в жилой застройке, считается площадь в 100-150 м². Различают несколько видов зимних садов [1]. Так называемый викторианский имеет форму трех- или пятигранного эркера и многоскатную крышу. Георгианский тип имеет лаконичные формы стен и крыши. Эти формы лишь условно показывают возможности устройства зимних садов самой различной планировки и архитектурно-конструктивного решения.

Важнейшей составляющей конструкций зимних садов и оранжерей являются светопрозрачные элементы. Наиболее распространенным материалом для стен служит любое листовое стекло в однокамерном или двухкамерном стеклопакете, или поликарбонат. Светопрозрачные ограждения, применяемые для остекления зимних садов и оранжерей, оборудуют специальными устройствами для устранения запотевания. Крыши перекрывают стеклопакетами из закаленного стекла или поликарбонатом толщиной 20-24 мм в жилых помещениях и толщиной 6, 10 и 16 мм в оранжереях [2].

Принесет ли зимний сад радость или сплошные огорчения, во многом зависит от правильной вентиляции и затенения. В солнечный день при температуре воздуха +28°C столбик термометра внутри зимнего сада достигает отметки +75°C, однако при достаточной вентиляции эту температуру можно понизить до +35°C. Условно говоря, 10 % стеклянной оболочки зимнего сада, две трети из которых расположены вверху, должны открываться. В целом система вентиляции зимнего сада должна обеспечивать пяти-десятикратную замену воздуха в течение часа [3].

Но даже с такой эффективной вентиляцией не избежать использования затеняющих устройств, которые снижали бы интенсивность солнечных лучей как минимум до 60 %. Идеальное затенение создают растущие у стен зимнего сада деревья: летом их листва смягчает солнечный свет, а зимой беспрепятственно пропускает его сквозь оголенные ветви. Если таких деревьев нет, то придется выбирать из двух видов искусственного затенения - внутреннего или внешнего. Снаружи обычно устанавливаются маркизы, а внутри - гардины, состоящие из жалюзи. Лучше вид затенения запланировать заранее.

Без автоматики, которая бы полностью или частично управляла вентиляцией и затенением, владелец зимнего сада будет иметь много хлопот. Автоматически управляемые рольставни или рулонные тканевые навесы не только обеспечат защиту от солнца, но и оградят от незваных гостей.

Зимние сады бывают отапливаемые и неотапливаемые. В неотапливаемом саду с ориентацией на юг температура воздуха в холодное время года, в среднем, на двенадцать градусов выше, чем снаружи, а при северной ориентации - на пять градусов. Минимальная же температура, при которой растения благополучно перенесут зиму, равна +5°C. Такую температуру в наших климатических условиях можно поддерживать только с помощью отопительного устройства, например, в центре сада можно устраивать открытый камин, который прекрасно согреет ваши растения.

Большую проблему для зимних садов представляет образование конденсата на стеклах. Это происходит в том случае, если оболочка сада состоит из обычных стеклопакетов без теплоотражающего стекла. Другие причины, по которым появляется влага, - отопление, плохая вентиляция, избыточное выделение влаги растениями. Появление небольшого количества влаги на стеклах не должно вызывать особого беспокойства.

Зимние сады обогревают с помощью водяных радиаторов или электрических конвекторов. Иногда для дополнительного обогрева применяют системы электрических «теплых полов». Для дополнительного обогрева теплолюбивых растений используют инфракрасные излучатели. Для тепла используют также кондиционеры и солнечные батареи.

Как уже упоминалось, для устранения перегрева в летнее время, когда температура в зимнем саду может подняться до +65°C, используют различные солнцезащитные шторы, жалюзи и др. Хорошо аккумулируют тепло полы, которые рекомендуется выполнять из каменных или керамических материалов.

Для устранения избыточной влажности зимних садов устраивается система приточно-вытяжной вентиляции. Она состоит, как правило, из вентиляционных мансардных окон, приточных и вытяжных вентиляторов. Если зимний сад ориентирован на южную или юго-западную сторону, устройство мансардных окон обязательно, поскольку только они обеспечат естественный воздухообмен в жаркие летние дни. Механические и электрические вентиляторы устанавливают на полу и коньке крыши сада напротив друг друга. Для автоматического регулирования

воздухообмена применяются различные системы, которые управляют мансардными вентиляционными окнами, вентиляторами и устройствами затемнения - жалюзи и шторами.

В отличие от теплиц, где выращиваются 1-2 вида культур, в оранжереях и зимних садах разводят множество видов растений с различными требованиями к температурно-влажностному режиму.

Простая геометрическая форма также позволяет проще оборудовать объем сооружения для обогрева и вентиляции. Наружные ограждающие конструкции зимних садов и оранжерей включают цокольную часть (чаще всего глухую), среднюю (остекленную) и верхнюю часть, где размещают устройства для вентиляции и проветривания (жалюзи, открывающиеся створки и др.) [1]. Инженерное оборудование зимних садов, оранжерей и особенно таких сложных сооружений как климатроны и фитотроны включает различные системы оборудования, которые обеспечивают 4 основных показателя внутреннего микроклимата: температура воздуха, его влажность, кратность воздухообмена и уровень освещенности в той или иной зоне внутреннего пространства сооружения. Для этого создаются системы автоматического регулирования температуры воздуха и грунта, приготовления воды для полива растений, стерилизации грунта пропариванием, подкормки растений удобрениями, углекислотой, подсветки местного значения и ряд других систем.

Компьютер вычисляет средние значения температуры и влажности воздуха в ночной и дневной периоды (от восхода до захода солнца) для каждой теплицы, а также средние значения температуры и влажности воздуха за каждый час в течение суток, и сохраняет эти данные в архиве. Все данные о состоянии и динамике микроклимата теплиц передаются с контроллера в персональный компьютер. Программа для персонального компьютера обеспечивает текущее ежеминутное отслеживание всех параметров, сигнализацию о выходе параметра за установленные допуски и архивирование данных для последующего просмотра и анализа.

Микроклимат теплицы программируется на сутки либо с персонального компьютера, либо с пульта контроллера. В суточной программе задаются дневные и ночные режимы микроклимата и динамика переходов между ними. Заданный в программе режим микроклимата может автоматически корректироваться в зависимости от мощности солнечного излучения. В процессе работы контроллер согласно заданной программе с учетом внешних условий (солнечного излучения, внешней температуры, скорости и направления ветра) производит согласованное регулирование температуры теплоносителя в 4-х контурах обогрева и управляет положением форточной вентиляции. Контроллер управляет исполнительными механизмами через отдельный блок релейной коммутации. В этом блоке имеются и средства ручного включения механизмов.

Библиографический список

1. Новика Н.В. Архитектура теплиц и оранжерей. – М.: Архитектура-С, 2006. – 109 с.
2. Колесникова Т.Н. Принципы и рекомендации по архитектурному формированию основных зданий современных тепличных предприятий// Промышленное и гражданское строительство, 2007, №1 – С. 42-43.
3. Бодров В.И., Бодров М.В., Трифонов Н.А., Чурмеева Т.Н. Микроклимат зданий и сооружений. – Нижний Новгород: Арабеск, 2001. – 394 с.

References

1. Novikova N.V. Architecture of hothouses and greenhouses. - M: Architecture-C, 2006. - 109 p.
2. Kolesnikov T.N. Principles and recommendations about architectural formation of the basic buildings of the modern hothouse enterprises//Industrial and civil building, 2007, №1 – P. 42-43.
3. Bodrov V. I, Bodrov M. V, Trifonov N.A., Churmeeva T.N. Microclimate of buildings and constructions. - Nizhni Novgorod: Arabesque, 2001. - 394 p.

*Военный авиационный инженерный
университет (г. Воронеж)
Адъюнкт кафедры автомобильной
подготовки В.В. Татаринов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(908)144-23-17
Старший научный сотрудник научно-
исследовательской лаборатории № 3
Л.А. Кукарских
Россия, г. Воронеж, тел. 8(906)673-52-37*

*Military aviation ingenearing university
(Voronezh)
Post-graduate of automobile fabrication
faculty V.V. Tatarinov
Russia, Voronezh, tel. 8(908)144-23-17
Senior scientific-research laboratory № 3
research assistant L.A. Kukarskih
Russia, Voronezh, tel. 8(906)673-52-37*

В.В. Татаринов, Л.А. Кукарских

МЕТОДИКА ГЕО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В АТМОСФЕРУ С ПОПОРАВКОЙ НА СОСТОЯНИЕ АВТОДОРОГ

В статье указывается, что при расчете выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта используют методики 1996 и 1999 годов. Приведена формула, которую предлагает Спиридонов Е. Г. в своей монографии, для определения выбросов вредных газообразных веществ при эксплуатации средств наземного обеспечения полетов. Уточняется методика Спиридонова Е.Г. и вводятся новые коэффициенты, учитывающие качество дорог и траекторию движения.

Ключевые слова: методика, автотранспорт, загрязняющие вещества, концентрация, коэффициент.

V.V. Tatarinov, L.A. Kukarskih

METHODS OF GEO-ECOLOGICAL ESTIMATION OF AUTO TRANSPORT POLLUTED SUBSTANCES WASTES INTO THE ATMOSPHERE, THE ROADS' STATE TAKEN INTO CONSIDERATION

The article points out that methods of 1996 and 1999 are used in calculation of auto transport polluted substances wastes into the atmosphere. The formula for determination of harmful gaseous substances wastes during ground forces means providing flights operation, suggested by Spiridonov E.G. in his monograph, is given. The method of Spiridonov E.G. is being made more precise, new coefficients, taking into consideration the quality of roads and traffic paths are introduced.

Keywords: method, auto transport, polluted substances wastes, concentration, coefficient.

При определении уровня воздействия автотранспорта на окружающую среду, в частности, для расчета количества выбросов наиболее опасных для здоровья людей вредных веществ в атмосферный воздух, используют различные расчетные методы и методики.

По методике 1996 года выброс загрязняющих веществ от автотранспорта необходимо рассматривать, учитывая:

- условия движения автомобилей, то есть направление движения, протяженность участков дорог, число полос движения, интенсивность движения в данном направлении, количество перекрестков и светофоров;
- режимы движения автотранспорта, то есть движение, связанное с разгоном, торможением или с работой двигателя на холостом ходу;
- скорость движения;
- технический уровень и состояние транспортных средств.

По методике 1999 года при определении выброса загрязняющих веществ необходимо также учитывать:

- погодные условия (дождь, снег или солнечная погода);
- месяц года;
- сезон (зима, лето, осень, весна);
- время суток (день, ночь).

Необходимо выявлять и учитывать периоды наибольших выбросов. Она предполагает расчет полей приземных концентраций и разработку карт местности с нанесенными на них изолиниями концентраций веществ, существенно загрязняющих атмосферный воздух.

Спиридонов Е.Г. в своей монографии для получения достоверных результатов по количеству выбросов газообразных вредных веществ при эксплуатации средств наземного обеспечения полетов предлагает использовать следующую формулу:

$$m_i = J_i Q_{\text{км}} L_{p_i} K_1 K_2 K_3 K_{\text{дв}} K_{\text{тм}} 10^{-3}, \quad (1)$$

где m_i – масса выброса i -ого вида примеси в атмосферу, т; J_i – индекс выброса, оценивающий долю выброса i -ого вида вредной примеси на единицу массы топлива, израсходованного двигателем; $Q_{\text{км}}$ – расход топлива на 1 км пробега автомобиля, л/км; L_{p_i} – общий пробег автомобиля, км; p_i – средняя плотность топлива, г/см³; K_1, K_2, K_3 – коэффициенты влияния соответственно среднего возраста парка автомобилей, уровня технического состояния, природно-климатических условий; $K_{\text{дв}}$ – коэффициент, учитывающий условия движения автомобиля; $K_{\text{тм}}$ – коэффициент, учитывающий тип покрытия, по которому осуществляет движение автомобиль.

В монографии приведены значения коэффициентов влияния среднего возраста парка автомобилей, уровня технического состояния и природно-климатических условий. Значения коэффициента, учитывающего условия движения автомобиля, и коэффициента, учитывающего тип покрытия, определены и даны на основании экспериментальных данных [3].

По вышеуказанной формуле предлагается производить расчет выбросов загрязняющих веществ для ограниченного пространства (площадки обслуживания воздушных судов).

Если же рассматривать выбросы вредных веществ от автотранспорта в целом в атмосферный воздух города, района, области, то необходимо учитывать еще и количество автомобилей, и марку топлива, и состояние автомобильных дорог, и траекторию движения транспорта. Чем хуже качество дорожного полотна (больше дырок, ям, ухабин и т.д.), тем больше выбросов от автотранспорта, так как больше времени затрачивается на движение, связанное с разгоном, торможением, увеличивается также и время работы холостого хода двигателя. Почему надо учитывать траекторию движения. Большое количество автомашин, малая пропускная способность дорог (особенно в городе), нехватка развязок автомагистралей – все это способствует образованию больших пробок. Чтобы не стоять часами в пробках, водитель меняет траекторию своего движения, то есть сворачивает с основной прямой дороги и объезжает этот участок закоулками, переулками или другими улицами. На что тратится и больше времени и больше горючего и водитель, как правило, вынужден использовать разные режимы движения автомобиля – все это способствует увеличению количества выхлопных газов, то есть выбросов.

С учетом этих факторов формула 1 примет следующий вид:

$$m_i = J_i Q_{\text{км}} L K_1 K_2 K_3 K_{\text{дв}} K_{\text{тм}} K_{\text{кп}} K_{\text{мп}} 10^{-3}, \quad (2)$$

где J_i – индекс выброса, оценивающий долю выброса i -ого вида вредной примеси на единицу массы топлива, израсходованного разными двигателями; $Q_{\text{км}}$ – расход топлива разных марок на 1 км пробега автомобиля, л/км; L – общий пробег автомобиля, км; $K_{\text{кп}}$ – коэффициент, учитывающий качество автомобильных дорог (таблица 1); $K_{\text{мп}}$ – коэффициент, учитывающий траекторию движения автотранспорта.

Состояние автомобильной дороги на всей ее протяженности разное, поэтому целесообразнее дорогу поделить на участки и для каждого участка определить коэффициент $K_{кп}$. Участки автомобильной дороги по состоянию покрытия можно разделить на шесть групп.

Таблица

Значения коэффициентов влияния качества автомобильных дорог

Состояние участка автомобильной дороги	Коэффициент, учитывающий это состояние
С хорошим покрытием без ям, дырок и т.д.	1,02
Разбита на 10-20%	1,07
Разбита на 30-40%	1,16
Разбита на 50-60%	1,21
Разбита на 70-80 %	1,25
Состояние плохое, более 90 % разбита	1,32

Значения коэффициента $K_{кп}$ найдены расчетным путем.

Значения коэффициента $K_{тр}$ тоже рассчитываются.

Измерить выбросы от работы автомобильного транспорта практически невозможно, но введение дополнительных коэффициентов способствует получению более достоверных данных по количеству загрязняющих атмосферу веществ.

Библиографический список

1. Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях. Москва, 1996. – 15с.
2. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. С.-Пб., 1998. – 56с.
3. Спиридонов Е.Г. Проблемы загрязнения приземного слоя атмосферы в зоне обслуживания воздушных судов. Монография. Воронеж: Типография ВВАИИ, 2004. – 190с.
4. Технический отчет. Разработка информационного обеспечения подсистемы расчета выбросов вредных веществ в атмосферу от автотранспорта системы расчетного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха г.Воронежа. Воронеж, 2003. – 21с.

References

1. Estimation of pollution discharged by auto transport on highways methods. Moscow, 1996. – 15 p.
2. A list and codes of polluting the atmosphere substances. St.P. 1998. – 56 p.
3. Spiridonov E.G. Problems of the lowest earth layer pollution in the aircraft service area. Monograph. Voronezh: Aircraft engineering university printing office, 2004. – 190 p.
4. Technical report. Working out of subsystem estimation of pollution discharged by auto transport information supply of estimated pollution monitoring system in Voronezh. Voronezh, 2003. – 21 p.

*Военный авиационный инженерный
университет (г. Воронеж)
Адъюнкт кафедры автомобильной
подготовки В.В. Татаринов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(908)144-23-17
Кандидат военных наук, профессор кафедры
автомобильной подготовки А.А. Томилов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(920)463-61-18*

*Military aviation ingenearing university
(Voronezh)
Post-graduate of automobile fabrication
faculty V.V. Tatarinov
Russia, Voronezh, tel. 8(908)144-23-17
Candidate of military sciences, professor of
automobile training department A.A. Tomilov
Russia, Voronezh, tel. 8(920)463-61-18*

В.В. Татаринов, А.А. Томилов

НОМОГРАММНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

В статье предложен номограммный метод оценки и прогнозирования загрязнения окружающей среды отработавшими газами автотранспорта как наиболее доступный и оперативный по определению концентрации вредных веществ отработавших газов для различных марок автомобилей.

Ключевые слова: номограммный метод, загрязнение атмосферы, концентрация, оценка, автотранспорт.

V.V. Tatarinov, A.A. Tomilov

NOMOGRAM METHOD OF ESTIMATION AND FORECASTING OF AUTO TRANSPORT ATMOSPHERE POLLUTION LEVEL

The article suggests nomogram method of estimation and forecasting of environmental pollution by auto transport exhaust fumes as most available and effective in exhaust fumes harmful substances concentration determination for different automobile types (brands).

Keywords: nomograms method, atmosphere pollution, concentration, estimation, auto transport.

Наибольшую сложность при оценке состояния окружающей среды представляет переход от качественных показателей к количественным. Поэтому разработка системного подхода к технико-экологическим показателям для оценки взаимодействия дорожно-транспортного комплекса с окружающей средой является актуальной проблемой. Многообразие и недостаточное совершенство используемых методов оценки воздействия транспортного загрязнения на людей, растительный и животный мир, а также глобальное накопление отдельных контаминантов в биосфере Земли приводят к неоправданно большим потерям в социально-экономической сфере. В данной работе предлагается доступный и оперативный метод оценки и прогнозирования уровня загрязнения окружающей среды от автотранспорта с помощью номограмм.

В основу номограммного метода расчета концентрации оксида углерода положены зависимости, полученные в результате анализа двухмерной диффузионной модели рассеивания легких аэрозолей с учетом корректирующего влияния внешних факторов на величину концентраций. В отличие от существующих номограмм для расчета концентраций легких фракций предлагается метод, позволяющий учитывать нелинейный характер изменения основных параметров экологической системы. Номограмма построена в безразмерном виде, кроме параметра скорости автомобиля v , от которого зависит мощность выбросов бесконечного линейного источника (автомобильной дороги).

В конечном варианте концентрация CO , полученная номограммным методом, определяется в виде:

где C_{CO}^H – концентрация оксида углерода, полученная по номограмме (см. рисунок 1); K_i, K_a, K_z, K_{hw} – соответствующие поправочные коэффициенты (см. рисунки 2 – 5).



Для определения влияния высоты отбора проб на концентрацию СО производится газовый анализ проб воздуха, отбираемых на различной высоте с помощью специального зонда. Зонд имеет форму цилиндра с отверстиями для отбора проб воздуха на различной высоте: 0,2 м; 1,5 м; 2,0 м; 3,0 м; 4,0 м; 5,0 м; и 6,0 м. При отборе проб отверстия на фиксированной высоте открыты, а остальные закрываются.

$$K_i = \begin{cases} 1 + 1/(1 + 13 \cdot 3/i), & \text{если } i \geq 0 \\ 1 + 1/(1 + 50/i), & \text{если } i < 0 \end{cases}, \quad (2)$$

$$K_{\alpha} = \sqrt{6,11 \cdot 10^{-3} \alpha_{\text{pad}} + 0,45}, \quad (4)$$

В выражении (5) коэффициент K_{hw} рассчитывается с учетом пролегания дороги в шиповенной лесополосе, а в выражении (6) коэффициент K_{hw} рассчитывается с учетом пролегания дороги в хвойной лесопосадке:

$$K_{hw} = \frac{\{1,118[0,0125 + 0,025/(0,025 + h/l_1)]^{0,5} - 0,125\}}{0,132(h/l_1) + 1}, \quad (5)$$

$$K_{hw} = \frac{\{1,118[0,0125 + 0,133/(0,133 + h/l_1)]^{0,5} - 0,125\}}{0,132(h/l_1) + 1}, \quad (6)$$

Коэффициент K_θ характеризует интенсивность рассеивания вредных веществ в зависимости от времени года: теплое (весна – лето) и холодное (осень – зима). В теплое время года рассеивание происходит интенсивнее, поэтому для него применяется $K_\theta = 1,415$ (среднестатистическое значение: в теплое время года концентрации CO и NO_x выше на 32 – 51 %). Для холодного времени года $K_\theta = 1$.

На рисунках 2 – 5 представлены графики для определения поправочных коэффициентов, построенные на основе экспериментальных данных.

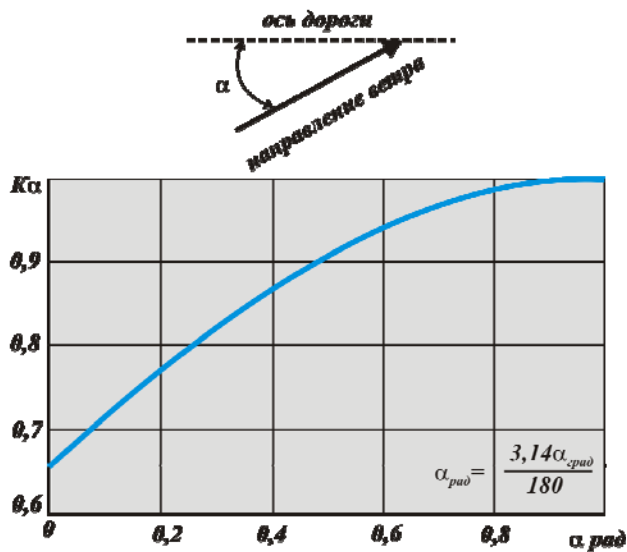
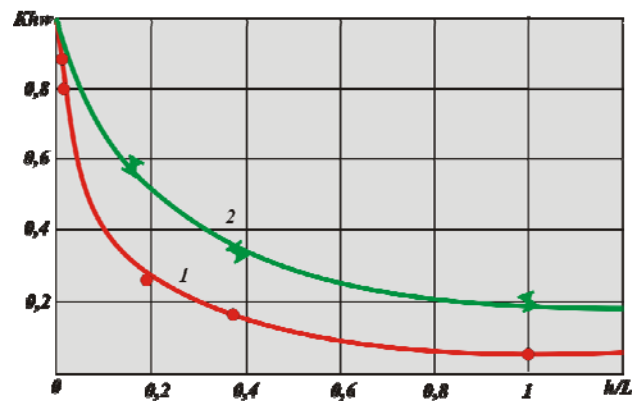


Рис. 2. Зависимость K_α от направления ветра



1 – хвойные посадки; 2 – широколиственные

Рис. 3. Зависимость K_{hw} от h/L

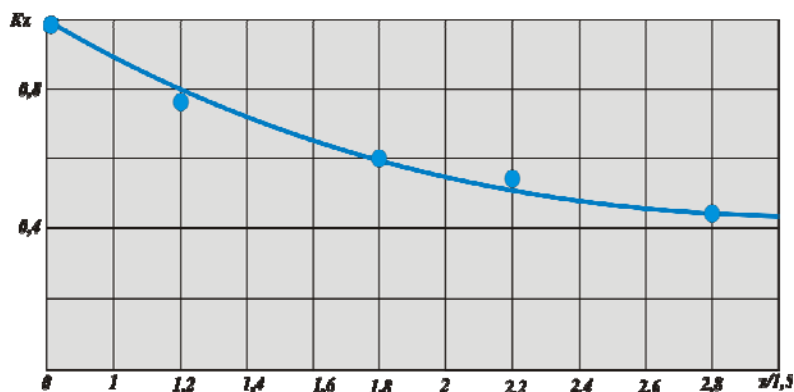


Рис. 4. Зависимость K_z от $z/1,5$

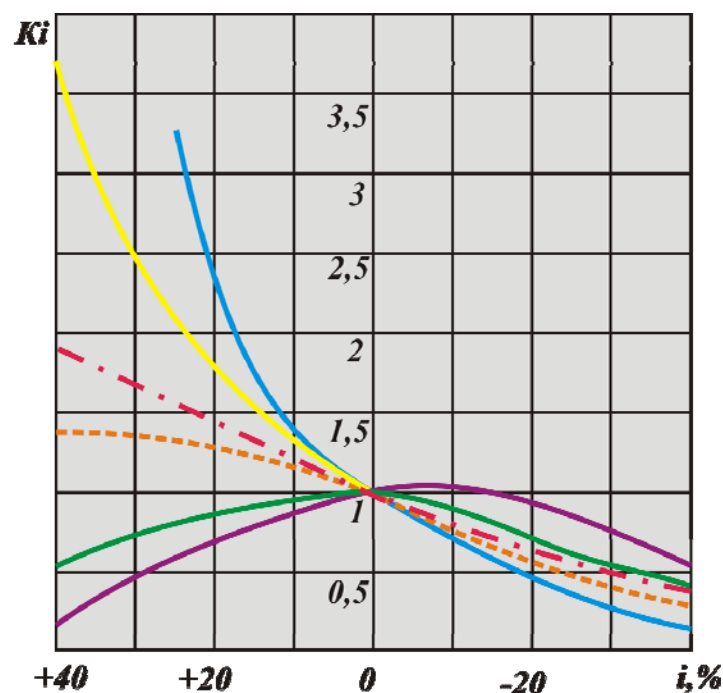


Рис. 5. Зависимость K_i от величины уклона для приведенного автомобиля

При построении номограммы учитывается, что в расчетных формулах меняется мощность выбросов, а диффузионные параметры δ_g, δ_r практически не изменяются при одних и тех же антропогенных условиях. Номограмма построена для приведенного автомобиля ЗИЛ-131.

Конечная концентрация СО в воздухе определяется с учетом состава транспортного потока и приведенных коэффициентов K , учитывающих отличие других марок автомобилей от приведенного.

Аналогичным образом можно применить номограммный метод для определения концентраций других загрязнителей с учетом коэффициентов приведения K_{pri} и для других марок автомобилей.

Библиографический список

1. Шмаль А.Г. «Методика оценки воздействия на окружающую среду». Экономический вестник России. – М.: № 4-2001.
2. Подольский В.П., Артюхов В.Г., Турбин В.С., Канищев А.Н. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1999. – 264 с.

References

1. Shmal A.G. "Environment estimation influence method". Economics bulletin of Russia. M.: №4-2001.
2. Podolsky V.P., Artukhov V.G., Turbin V.S., Kanishev A.N. Auto transport pollution of roadside territories. –Voronezh: Voronezh state university publishing house, 1999. – 264 p.

Воронежский Государственный Архитектурно-Строительный Университет
Аспирантка Цеханович А.Е.
Россия, Воронеж, ул. Кольцовская 36-25
тел. 89515406223
e-mail: alex_apr@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil engineering
Post-graduate student Tsekhanovich A.E.
Russia, Voronezh, Kolcovskaya st, 36-25
tel. 89515406223
e-mail: alex_apr@mail.ru

А.Е. Цеханович

ТЕХНОПАРК КАК БЛАГОПРИЯТНАЯ СРЕДА ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЧЕЛОВЕКА

Многие процессы, которые происходят в последнее десятилетие в производстве, бизнесе, российской науке являются закономерным результатом изменений, происходящих в общественном и политическом укладе государства. Роль науки, научно-технических разработок и научно-технического комплекса, рассматривается как главная в экономической перспективности развития нашей страны. В России, создавшей рыночную экономику, пришлось искать эффективные формы взаимодействия науки с производством. Внимание привлекли технополисные структуры функционирующие в Западной Европе, Северной Америке, Юго-восточной Азии. В их числе: Адлерсхоф (ФРГ), Стокли (Великобритания), София Антинополис и Монпелье (Франция), Силикон-Вэлли и Дорога 128 (США), Цукуба (Япония). Создание грамотно выстроенного взаимодействия научной зоны, производственного сектора и привлечение инвестиций – станет основой для создания перспективного пространства для реализации новых идей, проектов и технологий [4].

Ключевые слова: Многокомпонентная структура, технополис, технопарк, научный потенциал, научная зона, технопарковая среда.

A.E. Tsekhanovich

TECHNOPARK AS THE FAVORABLE ENVIRONMENT FOR DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC POTENTIAL OF THE PERSON

Many processes which occur last decade in manufacture, business, the Russian science are natural result of the changes occurring in public and political way of the state. The role of a science, scientific and technical workings out and a scientific and technical complex, is considered as main in economic perspectivity of development of our country. In Russia which has created market economy, it was necessary to search for effective forms of interaction of a science with manufacture. Attention have involved technopolis structures functioning in the Western Europe, the North America, Southeast Asia. Among them: Adlerschof (Germany), Stokli (Great Britain), Sofia Antinopolis and Monpele (France), Silicone-velli also Is expensive 128 (USA), Tsukuba (Japan). Creation of competently built interaction of a scientific zone, industrial sector and attraction of investments – becomes a basis for creation of perspective space for realization of new ideas, projects and technologies [4].

Keywords: Multicomponent structure, a technopolis, a technopark, scientific potential, a scientific zone, technopark environment.

Современное пространство для жизни, работы и отдыха населения является неотъемлемой составляющей для внимательного изучения специалистов во многих областях. Его

грамотное построение и расположение является результативным показателем качественной жизни людей и перспективной возможностью для построения производственного и научного сектора [1]. Создание оптимально сбалансированной среды является перспективной возможностью повысить не только экономику региона и страны в целом, но и вывести на новый уровень взаимодействие в научной среде, дать возможность качественного обмена информацией и развития науки для мирового сообщества.

Актуальность данного исследования заключается в создании и градостроительном формировании территории технопарка, его пространственной среды, для качественной реализации нововведений и перспективных возможностей жизнедеятельности населения. Целью данного исследования является: возможность привлечения внимания к данному аспекту; выявление закономерностей при создании благоприятной технопарковой среды.

В составе технологической зоны возникают инкубаторы инноваций, объединяющие под своей крышей научно-технологические фирмы, использующие рисковый капитал; наукоемкие производства, ориентированные на внедрение новой техники и технологии; образовательные комплексы, занятые подготовкой кадров; сервисные подразделения, содействующие производству новой продукции и ее распространению; телекоммуникационные центры, обеспечивающие возможности делового общения. Технопарк – многокомпонентная структура, важным звеном которой является построение грамотного пространства для развития научного потенциала [4]. В состав научного звена технопарка должны входить:

- крупное научное звено (университет, НИИ);
- возможность опытным путем достичь необходимого результата (лаборатории),
- производственно-технические организации;
- коммуникационное звено (возможность проведения конференций, круглых столов);
- возможность проследить весь путь продукта «от идеи до воплощения в жизнь», выявить все недостатки и достоинства.

Фундаментальное значение для концепции технопарка имеет связь с вузом или НИИ – важный инструмент взаимодействия вуза и промышленности. Особенность состоит в том, что фирмы физически располагаются в парке и благодаря этому находятся в тесном контакте с учеными и оборудованием. Весьма желательно, чтобы сотрудничество такого рода строилось на долговременной основе. Тогда у парка будет надежная и хорошо развитая база. Качество сотрудничества находится в большой зависимости от отношения к нему вуза или НИИ. Если оно имеет негативный характер, мало что будет сделано, однако даже при позитивном отношении от научных работников и профессорско-преподавательского состава требуется желание, энтузиазм для работы с фирмами парка. Научный парк должен находиться, возможно, ближе к вузу или НИИ, так как именно они выступают своеобразными «центрами кристаллизации» парка. Достичь этого легче всего за счет размещения научного парка в кампусе вуза и труднее всего, если вуз или НИИ расположены в центре города. Так же очень важно обеспечить свободную циркуляцию информационного потока. А расположение технопарка в непосредственной близости к НИИ или вузу способствует увеличению частоты контактов, в том числе и на неформальной основе, а также увеличивается объем информационного обмена между вузом (НИИ) и парком. Если технопарк располагается на расстоянии от НИИ или вуза, что способствует образованию транспортных потоков, то качество и количество контактов обязательно начнет снижаться. Возможное компактное расположение снимит все эти недостатки. Это преимущество может быть реализовано, если научный парк расположен неподалеку от крупного аэропорта, железнодорожного вокзала, порта, главных автомагистралей и имеет хорошие средства коммуникации и связи [3].

Место, в котором располагается научный парк, должно не только гармонировать с национальными и культурными особенностями страны, но быть привлекательным для потенциальных клиентских фирм с точки зрения их развития, имиджа перед инвесторами и привлечения самых лучших специалистов. Для полноценного и грамотного построенного техно-

паркового пространства, необходимо учесть и создание жизненного пространства. В его состав могут входить: благоприятные и процветающие зоны проживания. Сама технологическая структура не может быть обособленной, находясь в структуре города. Она является его составляющей, его компонентом, а в том случае, когда она основополагающая (технополис и моногород), то и первостепенной. С помощью технопарка можно решить ряд задач:

- оказание содействия университетам и научным центрам в передаче технологий в экономику;
- поддержка на предначальной и начальной стадии предпринимателей в сфере науки и техники;
- привитие культуры предпринимательства в сфере науки и техники в университетах, научных центрах;
- экономическое возрождение и появление новых видов производств, структурной перестройки промышленности, научных центров;
- создание новых рабочих мест, особенно в районах с большой безработицей [2].

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Создание благоприятной и закономерно выстроенной архитектурно-планировочной структуры технопарка позволит благотворно повлиять на жизнь общества в целом и региона в частности.

2. Решение поставленных задач выведет научное звено на новый уровень, улучшит социальную ситуацию в обществе и даст возможность обновления градостроительной обстановки.

Библиографический список

1. Средовой подход в архитектуре и градостроительстве.- М.: ВНИИТАГ, 1989. – 158 с.
2. Технопарки: организация и управление: Пер. с англ. – М.: Т384 МЭИ, 1997. – 164 с.
3. Холодова Л.П. Актуальные теоретические проблемы современной архитектуры. М.: МАрхи, 1988.
4. Шукшунов В.Е. Технопарки России. – М.: Ассоциация «Технопарк», 1996.

References

1. The spatial approach in architecture and town-planning. - M: VNIITAG, 1989. – 158 p.
2. Technoparks: the organization and management: the Lane with English – M: T384 MEI, 1997. – 164.
3. Holodova L.P. Actual theoretical problems of modern architecture. M: MArch, 1988.
4. Shukshunov V. E. Technoparks of Russia. – M: Association "Technopark", 1996.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 621.879.31

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный универси-
тет
К-т техн. наук, проф. Ю.М. Бузин;
Магистрант А. В. Лопухов;
Магистрант А. А. Беленов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 271-01-29*

*Voronezh State University of
Architecture and Civil Engineering
Cand. of Techn. Science, prof. Yu. M. Buzin;
Magistrant A. V. Lopykhov;
Magistrant A. A. Belenov
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 271-01-29*

Ю.М. Бузин, А. В. Лопухов, А. А. Беленов

СТРАТЕГИЯ АДАПТАЦИИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО ЭКСКАВАТОРА ДЛЯ РАБОТЫ В СПЕЦИФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Проанализировав отечественные и зарубежные научно-технические мате-
риалы по рабочему оборудованию одноковшовых гидравлических экскаваторов, была
выбрана стратегия его адаптации. И как результат – предложена структурная
схема полностью адаптированного рабочего оборудования для работы в специфиче-
ских условиях работы экскаватора.*

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, рабочее оборудование, условия эксплуатации, адаптация.

Yu. M. Buzin, A. V. Lopykhov, A. A. Belenov

STRAJEGY OF ADAPTING SINGLE – BUCKET SHOVEL OPERATING EQUIPMENT FOR WORK UNDER SPECIFIC OPERATING CONDITIONS

*Having analyzed home and forcing scientific – and – technical literature on
single – bucket hydraulic excavator operating equipment, a strategy for its adaption has
been chosen. As a result, a design scheme of fully adapted operating equipment for
work under specific operating conditions is proposed.*

Keywords: single–bucket hydraulic excavator, operating equipment, operating conditions, adaptation.

Строительные одноковшовые экскаваторы являются полноповоротными универсальными машинами, имеющими комплект сменного рабочего оборудования. Недостаток этого комплекта состоит в том, что оборудование, входящее в него, является сменным, т. е. адаптация его к изменяющимся технологическим условиям работы экскаватора происходит дискретно с затратой времени на его смену. Кроме того элементы сменного рабочего оборудования, а именно стрелы и рукояти, повторяются, но с другими размерами и конфигурацией. Т.е. комплект является многочисленным по номенклатуре, а следовательно в целом металлоемким и достаточно дорогим.

Цель проводимых исследований состояла в том, чтобы универсальность машины обеспечивалась не комплектом сменного рабочего оборудования, а единым адаптивным рабочим оборудованием с сменными рабочими органами (ковшами, рыхлителем, захватными устрой-

ствами, ножницами и др.), имеющим возможность машинисту непосредственно с рабочего места непрерывно изменять главные рабочие параметры разработки грунта, режимы этой разработки (прямое, обратное и боковое) и заменять рабочие органы в соответствии с технологией производства работ. Такое рабочее оборудование существенно повышает эффективность работы единого энергетического модуля – базовой машины с учетом изменяющихся условий работы.

Используя возможности жесткой подвески рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора, как основы для создания строительного манипулятора, представляется существенно расширить его адаптивные возможности.

Эти машины работают в различных технологических условиях, когда изменяются параметры копания и выгрузки грунта, режимы копания – прямое, обратное и боковое и возникает необходимость оперативно использовать различные рабочие органы. Часто эти условия чередуются, особенно в специфических ситуациях, что требует оперативной адаптации экскаватора.

Анализ отечественной и зарубежной научно – технической литературы по одноковшовым гидравлическим экскаваторам и промышленных образцов позволяет констатировать следующие три основных направления адаптации отдельных элементов рабочего оборудования.

1. При работе в условиях изменяющихся параметров копания и выгрузки грунта необходимо оперативно изменять линейные размеры рабочего оборудования, а именно длину стрелы и рукояти. Это достигается за счет их телескопических конструкций и шарнирно – сочлененной стрелы с управляемым углом складывания ее секций.

2. Совмещение прямого, обратного и бокового режимов разработки грунта достигается поворотом рукояти.

3. Для оперативного использования нужного вида сменного рабочего органа между ним и рукоятью устанавливается быстросъемное устройство.

Таким образом, по нашему мнению, специальное полностью адаптированное рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора для работы в специфических условиях эксплуатации (стесненные условия застройки, чрезвычайные ситуации и др.) должно включать:

- а) шарнирно – сочлененную стрелу с индивидуальным гидромеханизмом управления углом складывания ее секцией;

- б) полно поворотную рукоять, управляемую от индивидуального гидромотора с планетарным или волновым редуктором;

- в) быстросъемное устройство с индивидуальным гидроуправлением для оперативной установки соответствующего рабочего органа.

Данное рабочее оборудование позволяет существенно расширить технологические возможности базовой машины, тем самым повысить эффективность ее работы. Одновременно позволяет заменить комплект сменного рабочего оборудования комплектом сменных рабочих органов, что уменьшает общую металлоемкость и стоимость рабочего оборудования. Таким образом, одноковшовый экскаватор с данной структурой рабочего оборудования становится строительным манипулятором.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
К-т техн. наук, проф. Ю.М. Бузин;
Магистрант Н. В. Федотов;
Магистрант А. А. Беленов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 271-01-29

Voronezh State University of
Architecture and Civil Engineering
Cand. of Techn. Science, prof. Yu. M. Buzin;
Magistrant N. V. Fedotov;
Magistrant A. A. Belenov
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 271-01-29

Ю.М. Бузин, Н. В. Федотов, А. А. Беленов

СНИЖЕНИЕ СИЛОВОЙ НАГРУЖЕННОСТИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОБРАТНАЯ ЛОПАТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

Предложен новый подход к снижению силовой нагруженности рабочего оборудования обратная лопата гидравлического экскаватора в процессе разработки грунта путем изменения направления активного силового потока.

Ключевые слова: гидравлический экскаватор, рабочее оборудование обратная лопата, силовая нагруженность.

Yu. M. Buzin, N. V. Fedotov, A. A. Belenov

REDUCING FORCE LOADING OF HYDRAULIC EXCAVATOR OPERATING EQUIPMENT BACKHOE

A new approach is proposed for reducing force loading of hydraulic excavator operating equipment backhoe in the process of cutting soil by changing the direction of an active force flow.

Keywords: hydraulic excavator, operating equipment backhoe, force loading.

Одним из направлений совершенствования конструкций экскаваторов является снижение их металлоемкости.

Не ухудшая прочностные свойства элементов конструкции эту задачу можно решить кардинальным путем, уменьшая силовую нагруженность этих элементов. Это возможно путем изменения направления силовых потоков на расчетный элемент конструкции.

Основной режим копания грунта обратной лопатой гидравлического оператора осуществляется поворотом рукоятки со скоростью ω_p относительно шарнира O_p , соединяющего рукоять со стрелой (рис. 1).

На одном конце рукояти крепится рабочий орган (ковш или рыхлитель), а на другом конце крепится шток гидроцилиндра ГЦ_р поворота рукояти. Расстояние от режущей кромки рабочего органа до шарнира O_p радиус R_p . Плечо усилия $S_{шр}$ на штоке гидроцилиндра поворота рукояти относительно шарнира O_p – $h_{шр}$. Таким образом, усилие резания P_p , реализуемое

на рабочем органе, будет равно $P_p = S_{шр}h_{цр}/R_p$. Так как $R_p \gg h_{цр}$, то для реализации необходимого для разработки грунта усилия P_p на рабочем органе потребуется существенно большее усилие на штоке гидроцилиндра $S_{шр} = P_p R_p / h_{цр}$, т.е. $S_{шр} \gg P_p$. Усилия $S_{шр}$ и P_p как раз и являются главными силовыми факторами загрузки остова рукояти, а через шарнир O_p и остова стрелы.

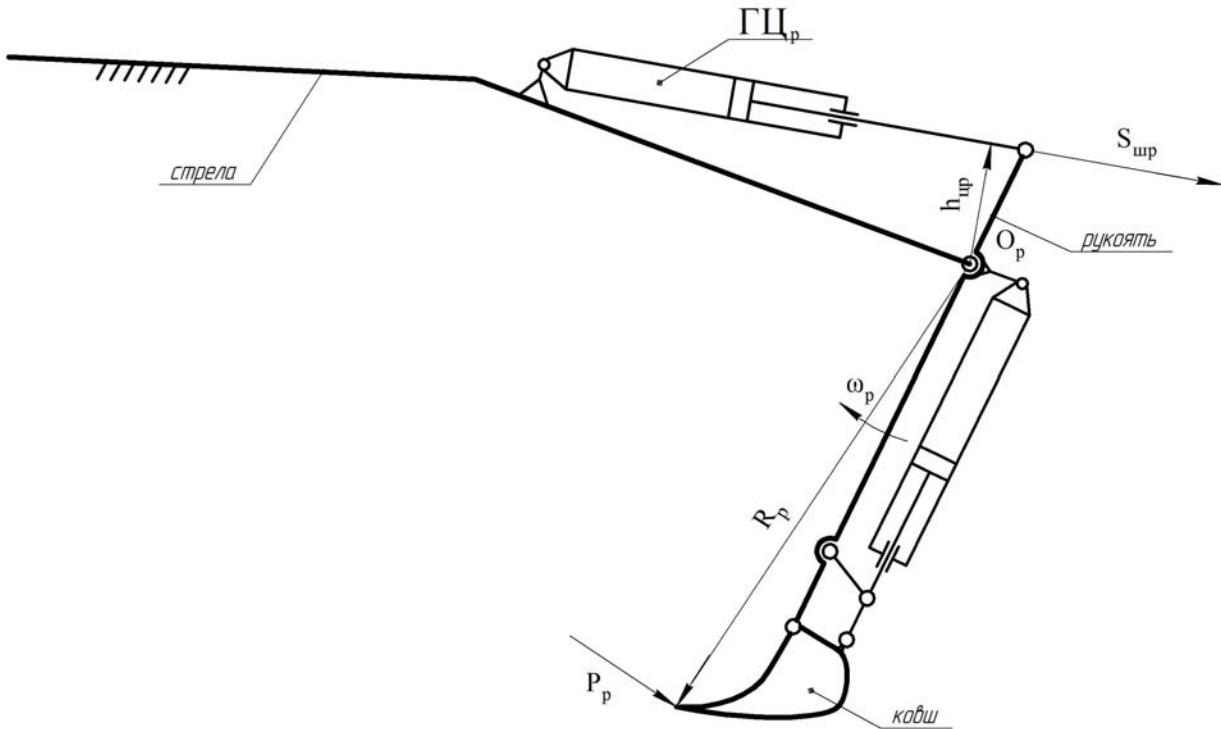


Рис. 1. Схема рабочего оборудования

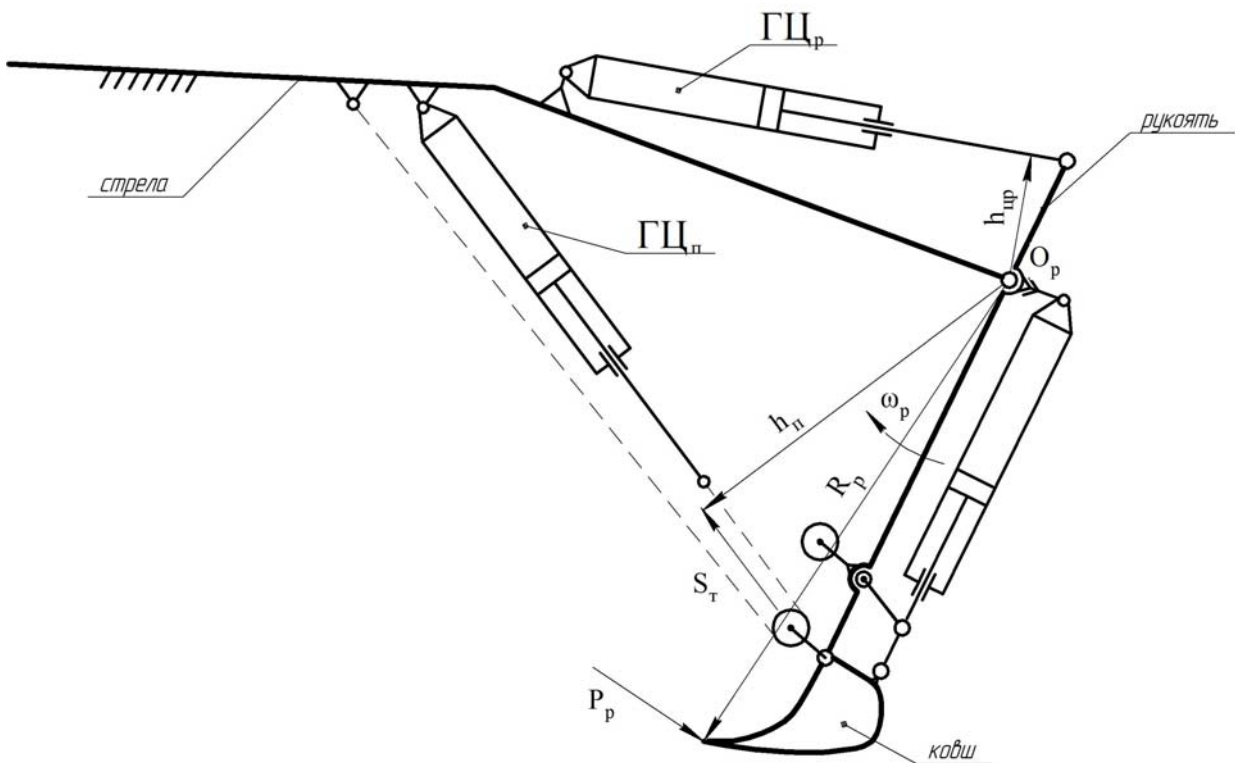


Рис. 2. Схема рабочего оборудования

С целью уменьшения силовой нагруженности рабочего оборудования необходимо плечи приложения сил $S_{шр}$ и P_p изменить таким образом, чтобы $h_{шр} \geq R_p$ или изменить саму схему приложения активного усилия поворота рукояти. Второй вариант является более целесообразным. Для этого активные усилия, как и сопротивление грунта резанию, прикладывается непосредственно к рабочему органу. Такая схема управления рабочим органом используется у канатных экскаваторов.

На рис. 2 представлен вариант этого решения. Разработка грунта осуществляется поворотом рукояти (ω_p) относительно шарнира O_p с помощью тягового механизма, включающего гидроцилиндр $ГЦ_n$ и канатный полиспаст, подвижный блок которого установлен непосредственно на рабочем органе. Действующее тяговое усилие S_t приложено непосредственно к рабочему органу и его плечо относительно шарнира O_p $h_{шр} \ll h_n \approx R_p$. В этом случае необходимое действующее тяговое усилие S_t будет равно $S_t = P_p R_p / h_n$.

Так как $h_n \gg h_{шр}$, то $S_{шр} \gg S_t \approx R_p$. При этом реакция от усилия S_t в шарнире O_p будет практически равна нулю, поэтому он будет нагружен только силами тяжести рукояти, ковша с грунтом, гидроцилиндра поворота ковша и шарнирно-рычажного механизма поворота ковша.

В этом случае копание грунта осуществляется работой только тягового гидроцилиндра $ГЦ_n$, а гидроцилиндр $ГЦ_p$ переводится в плавающее положение.

Поворот рукояти на выгрузку грунта из ковша и для начала копания осуществляется с помощью гидроцилиндра $ГЦ_p$, а гидроцилиндр $ГЦ_n$ переводится в плавающее положение. При этом гидроцилиндр $ГЦ_p$ преодолевает только нагрузки от сил тяжести рукояти, ковша с грунтом и ковшового гидроцилиндра, которые существенно меньше, чем при разработке грунта.

На основании приведенных исследований можно сделать следующий вывод наиболее рациональным путем снижения силовой нагруженности рабочего оборудования обратная лопата гидравлического экскаватора при разработке грунта поворотом рукояти является приближение точки приложения активной силы S_t к точке приложения реакции P_p , т.е. к ковшу. Это возможно путем установки дополнительного тягового механизма, включающего гидроцилиндр $ГЦ_n$ и канатный полиспаст. При этом гидроцилиндр поворота рукояти при разработке грунта будет исключен из работы.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры высшей
математики М.Д. Гончаров
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-62
e-mail: goncharov@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the mathematical
Dept. M.D. Goncharov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: goncharov@vgasu.vrn.ru

М.Д. Гончаров

ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ В СЛУЧАЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЛИНЕЙНО-УПРУГОЙ СВЯЗИ РОТОРА И СТАТОРА

Рассматривается случай, когда реакции, сосредоточенные в промежуточных опорах между ротором и статором, заменяются реакцией, распределенной по всей длине двигателя. При этом задача об отыскании собственных частот и форм поперечных колебаний математически сводится от интегрирования системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений к одному дифференциальному уравнению.

Ключевые слова: реакции опор, линейно-упругая связь, система дифференциальных уравнений, частота, формы упругих линий ротора и статора.

M.D. Goncharov

TRANSVERSE VIBRATION MUD MOTOR, THE DISTRIBUTION OF LINEAR-ELASTIC COMMUNICATIONS ROTOR AND STATOR

The case when the reaction concentrated in the intermediate supports between the rotor and stator, replaced by a reaction which was distributed over the entire length of the engine. The task of finding natural frequencies and shapes of transverse vibrations is mathematically reduced by integrating the system of two ordinary differential equations to a differential equation.

Keywords: reaction of supports, linear-elastic coupling, the system of differential equations, frequency, shape, elastic lines of the rotor and stator.

В случае распределенной по длине ротора и статора линейно-упругой связи задача об отыскании собственных частот и форм поперечных колебаний обычно сводится к интегрированию двух совместных обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка [1]:

$$\begin{aligned}\frac{EJ}{l^4} \frac{d^4 y}{d \bar{x}^4} &= m \omega^2 y - c_0 (y - y^*); \\ \frac{EJ^*}{l^4} \frac{d^4 y^*}{d \bar{x}^4} &= m^* \omega^2 y^* + c_0 (y - y^*),\end{aligned}\tag{1}$$

где EJ и EJ^* - изгибные жесткости ротора и статора, $c_0(y - y^*)$ - сила упругого взаимодействия ротора и статора, c_0 - жесткость упругой связи, отнесенная к единице длины, $\bar{x} = x/l$ - безразмерная координата, l - длина забойного двигателя, m и m^* - погонные массы ротора и статора, ω - собственная частота.

Для решения системы (1) сведем ее к одному дифференциальному уравнению восьмого порядка. Выразим для этого из первого уравнения системы y^* через y . При этом получим уравнение упругой линии статора y^* через упругую линию ротора y :

$$y^* = \frac{EJ^*}{c_0 l^4} y^{IV} - \left(\frac{m\omega^2}{c_0} - 1 \right) y. \quad (2)$$

Подставляя формулу (2) во второе уравнение системы (1), получим после преобразований одно дифференциальное уравнение восьмого порядка относительно y :

$$y^{VIII} - 2py^{IV} + qy = 0, \quad (3)$$

где

$$p = \frac{1}{2} \left[\frac{(m\omega^2 - c_0)l^4}{EJ} + \frac{(m^*\omega^2 - c_0)l^4}{EJ^*} \right]; \quad (4)$$

$$q = \frac{(m\omega^2 - c_0)(m^*\omega^2 - c_0)l^8}{E^2 JJ^*} - \frac{c_0^2 l^8}{E^2 JJ^*}. \quad (5)$$

Частное решение уравнения (3), как известно, [2] берется в виде

$$y = e^{r\bar{x}}, \quad (6)$$

в котором числа r являются корнями характеристического уравнения для дифференциального уравнения (3):

$$r^8 - 2pr^4 + q = 0. \quad (7)$$

Восемь корней характеристического уравнения (7) имеют вид:

$$r_{1,4}^- = \mu \cdot i^n, \quad r_{5,8}^- = \nu \cdot i^n, \quad (n = 0, 1, 2, 3),$$

где

$$\mu = \sqrt[4]{p + \sqrt{p^2 - q}}, \quad \nu = \sqrt[4]{p - \sqrt{p^2 - q}}, \quad i = \sqrt{-1}. \quad (8)$$

Как видно из выражений (4), (5) p и q являются функциями ω , т.е. $p(\omega)$, $q(\omega)$ и при различных ω будут принимать различные значения, а следовательно, будут изменяться и корни характеристического уравнения.

Исследуем теперь функции $p(\omega)$ и $q(\omega)$. Вначале находим корень уравнения $p(\omega) = 0$, который оказывается равным:

$$\omega^2 = \frac{c_0(J + J^*)}{m^*J + mJ^*}. \quad (9)$$

Так как $p(0) < 0$ при $\omega = 0$ (см 4), то

$$\begin{aligned} p < 0 \text{ при } \omega^2 &< \frac{c_0(J + J^*)}{m^*J + mJ^*}, \\ p > 0 \text{ при } \omega^2 &> \frac{c_0(J + J^*)}{m^*J + mJ^*}. \end{aligned} \quad (10)$$

Отыскание корней уравнения $q(\omega) = 0$ приводит к выражению

$$\omega^2 \left[mm^*\omega^2 - c_0 \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*} \right) \right] = 0, \quad (11)$$

откуда получаем два корня

$$\omega^2 = 0 \text{ и } \omega^2 = c_0 \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*} \right). \quad (12)$$

Для определения знака функции $q(\omega)$ на промежутке $\left[0, c_0\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*}\right)\right]$ придадим значение

$$\omega^2 = \frac{c_0}{m}, \left[0 < \frac{c_0}{m} < c_0\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*}\right)\right].$$

Тогда

$$q\left(\omega^2 = \frac{c_0}{m}\right) = -\frac{c_0^2 l^8}{E^2 J J^*} < 0,$$

т.е.

$$\begin{aligned} q < 0 \text{ при } 0 < \omega^2 < c_0\left(\frac{1}{m} - \frac{1}{m^*}\right); \\ q > 0 \text{ при } \omega^2 > c_0\left(\frac{1}{m} - \frac{1}{m^*}\right). \end{aligned} \quad (13)$$

Для сравнения корней (9) и (12) положим $m^* \geq m$, т.е. $m^* = km$, где $k \geq 1$ (в противном случае полагаем $m = km^*$), тогда корни (9) и (12) преобразуются к виду:

$$\omega^2 = \frac{c_0(J + J^*)}{m(J^* + kJ)}; \quad \omega^2 = \frac{c_0}{m}\left(1 + \frac{1}{k}\right).$$

Учитывая что $J + J^*/J^* + kJ \leq 1$, а $1 + 1/k > 1$, получаем неравенство

$$c_0 = \frac{J + J^*}{mJ^* + m^*J} < c_0\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*}\right). \quad (14)$$

В результате совместного рассмотрения неравенств (9), (12) и (14) приходим к следующим трем случаям:

- 1) $p \leq 0$, $q < 0$, если $0 < \omega^2 < \frac{J + J^*}{mJ^* + m^*J}$;
- 2) $p > 0$, $q \leq 0$, если $\frac{c_0(J + J^*)}{mJ^* + m^*J} < \omega^2 \leq c_0\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*}\right)$;
- 3) $p > 0$, $q > 0$, если $c_0\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*}\right) < \omega^2$.

Значения подкоренных выражений (8) в зависимости от знаков p и q приведены в табл. 1.

Таблица

Зависимость знаков подкоренных выражений μ и ν от значений величин p и q .

Знаки подкоренных выражений	Значения p и q		
	$p < 0, q > 0$	$p > 0, q < 0$	$p > 0, q > 0$
$\mu^4 = p + \sqrt{p^2 - q}$			
$\nu^4 = p - \sqrt{p^2 - q}$	+	+	+
	+	-	+

Как видно из табл. 1 первое подкоренное выражение при любых значениях p и q остается положительным, а второе при изменении знака q с минуса на плюс изменяет свой знак также с минуса на плюс, т.е. при $q = 0$, $\nu = \sqrt[4]{\sqrt{p^2 - q} - p} = 0$.

Преобразовывая выражение для ν в случае $q < 0$, получим:

$$\nu = \sqrt[4]{-1} \cdot \sqrt[4]{\sqrt{p^2 - q} - p} = \frac{1}{\sqrt{2}}(i+1) \sqrt[4]{\sqrt{p^2 - q} - p}.$$

Обозначим здесь

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt[4]{\sqrt{p^2 - q} - p} = \alpha. \quad (16)$$

Тогда корни характеристического уравнения (7) будут иметь вид:

при $q < 0$

$$r_{1,4} = \mu \cdot i^n, \quad r_{5,8} = \alpha \cdot i^n(i+1), \quad (n = 0, 1, 2, 3). \quad (17)$$

при $q > 0$

$$r_{1,4} = \mu \cdot i^n, \quad r_{5,8} = \nu \cdot i^n, \quad (n = 0, 1, 2, 3).$$

Теперь для различных случаев: 1) $q < 0$; 2) $q > 0$; 3) $q = 0$ можно записать решение дифференциального уравнения (3).

Например, для первого случая $q < 0$ или $\omega^2 < c_0 \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m^*} \right)$ имеем $r_1 = \mu$, $r_2 = i\mu$,

$r_3 = -\mu$, $r_4 = -i\mu$, $r_5 = \alpha(1+i)$, $r_6 = \alpha(-1+i)$, $r_7 = \alpha(-1-i)$, $r_8 = \alpha(1+i)$. Тогда общее решение запишется так:

$$y(\bar{x}) = c_1 e^{\mu \bar{x}} + c_2 e^{i\mu \bar{x}} + c_3 e^{-\mu \bar{x}} + c_4 e^{-i\mu \bar{x}} + c_5 e^{\alpha(1+i)\bar{x}} + c_6 e^{-\alpha(1-i)\bar{x}} + c_7 e^{-\alpha(1+i)\bar{x}} + c_8 e^{-i\mu \bar{x}}. \quad (18)$$

Формула (18) определяет формы совместных колебаний системы ротор-статор забойного двигателя для случая распределенной по длине линейно-упругой связи.

Вывод. Замена реакций, сосредоточенных в промежуточных опорах забойного двигателя, распределенной по длине линейно-упругой связью ротора и статора приводит к качественно новой математической модели для расчета поперечных колебаний и позволяет аналитически находить его амплитудно-частотные характеристики.

Библиографический список

1. Гончаров М.Д. Математические методы прогнозирования резонансных режимов турбинных двигателей. Ворон. госуд. унив., Воронеж: 1991 – 165 с.
2. Гутер Р.С., Янпольский А.Р. Дифференциальные уравнения. М., Высшая школа, 1976 – 304 с.

References

1. Goncharov M.D. Mathematical methods for predicting the resonant modes of turbine engines. Raven. Educat. Univ., Voronezh: 1991 - 165 sec.
2. Guter R.S., Yanpolsky A.R. Differential equations. M., Graduate School, 1976 - 304 sec.

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
строительных и дорожных машин В.А. Жулай;
К-т физ.-мат. наук, доц., В.И. Енин;
А.В. Крестников;
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)277-01-29;
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of
building and road machines V.A. Zhulai;
Kand.Sci.of phys.and mat.Teach., V.I. Yenin;
A.V. Krestnikov;
Russia, Voronezh, tel. 8(473)277-01-29;
e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru

В.А. Жулай, В.И. Енин, А.В. Крестников

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Представлены результаты аппроксимации скоростных характеристик двигателей строительных и дорожных машин функцией. Получены значения коэффициентов функции аппроксимирующей регуляторные характеристики двигателей: ЯМЗ – 238 М, ЯМЗ – 236, СМД – 14, А – 01 М, Д 442 – 25 БИ. Определение значения коэффициентов предложенной аппроксимирующей зависимости проводилось в вычислительной системе MathCad с помощью метода наименьших квадратов.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, скоростные характеристики, регуляторные характеристики, строительные и дорожные машины.

V.A. Zhulai, V.I. Yenin, A.V. Krestnikov

MATHEMATICAL DESCRIPTION SPEED CHARACTERISTICS ENGINES BUILDING AND ROAD MACHINES

The article presents the results of approximation of speed's characteristics of construction site engines and road machines by function. Obtained the values of coefficients of function approximating the regulator's characteristics of motors: YAMZ – 238 M, YAMZ – 236, SMD – 14, A – 01 M, D 442 – 25 BI. Detection of value of coefficients of representable approximation's dependence is surveyed by computation system MathCad using least-squares method.

Keywords: internal combustion engines, speed characteristics, regulatory characteristics, building and road machines.

Практически на всех современных мобильных строительных и дорожных машинах (СДМ) в качестве основной силовой установки используются дизельные двигатели со всережимными регуляторами. Работа этих двигателей при различной нагрузке описывается их скоростной или внешней характеристикой, представляющей собой графические зависимости изменения мощности N_e , крутящего момента M_e и расхода топлива (часового G_e и (или) удельного g_e) в функции угловой скорости ω_e или частоты вращения n_e коленчатого вала двигателя [1,3]. Скоростная характеристика дизельного двигателя с регуляторной ветвью иногда сокращенно называется регуляторной характеристикой [1,4].

Вид регуляторной характеристики дизельного двигателя (см. рис. 1) формируется в основном регулятором его топливного насоса. Она имеет три характерных участка. Первый участок AB , представляющий собой прямую с небольшим углом наклона к оси ординат, называется регуляторным, т. к. на нем частота вращения коленчатого вала поддерживается

центробежным регулятором. На втором участке BC частота вращения коленчатого вала определяется работой корректора топливного насоса. В конце этого участка достигается максимальное значение крутящего момента $M_{e\max}$. Третий участок CD фактически является безрегуляторным, т.к. на нем рейка топливного насоса остается неподвижной. График второго и третьего участков регуляторной характеристики представляет собой пологую кривую с экстремумом (максимумом) в точке C ($M_{e\max}$).

На регуляторной характеристике выделяют несколько характерных точек, соответствующих: режиму холостого хода – угловая скорость холостого хода ω_{ex} (точка A); номинальному режиму, соответствующему максимальной мощности двигателя $N_{e\max}$ (точка B) – номинальные угловая скорость ω_{en} и крутящий момент M_{en} ; режим максимального крутящего момента двигателя $M_{e\max}$ (точка C).

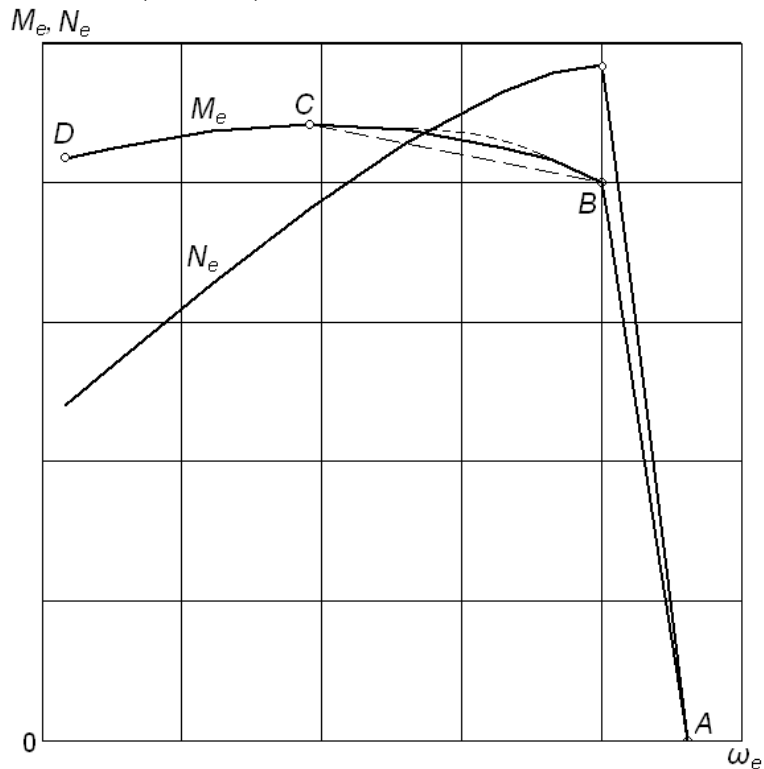


Рис. 1. Типовая регуляторная характеристика дизельного двигателя и аппроксимирующие её зависимости

- — типовая регуляторная характеристика
- — аппроксимация прямой и параболой
- - - - - — аппроксимация отрезками двух прямых

Регуляторная характеристика является основой при построении и анализе тяговых характеристик землеройно-транспортных машин, выходных характеристик гидромеханических, гидростатических и других видов комбинированных приводов строительных и дорожных машин. Кроме того взаимосвязь крутящего момента M_e и угловой скорости ω_e служит исходной зависимостью при исследовании динамики СДМ и их приводов. Так величина крутящего момента двигателя при неустановившейся нагрузке определяется по формуле [3]

$$M_{e\partial} = M_e + \lambda \frac{d\omega_e}{dt}, \quad (1)$$

где M_e – крутящий момент,

λ – коэффициент неустановившегося режима,

$\frac{d\omega_e}{dt}$ – угловое ускорение коленчатого вала.

Для определения выходной характеристики системы двигатель – гидротрансформатор используется традиционная зависимость $M_e = f(\omega_e)$, а при построении тяговой характеристики и исследовании тягово-динамических качеств землеройно-транспортных машин (ЗТМ) применяют перестроенную зависимость $\omega_e = f(M_e)$ [4]. Таким образом, при исследовании тяговых качеств и динамики строительных и дорожных машин с помощью тяговой характеристики, её основной зависимостью является зависимость устанавливающая взаимосвязь крутящего момента M_e и угловой скорости $\omega_e - M_e = f(\omega_e)$ или $\omega_e = f(M_e)$, а зависимость $N_e = f(\omega_e)$ будет производной от неё, определяемой расчетом по формуле

$$N_e = M_e \omega_e.$$

Построение указанных выше характеристик производится различными графо-аналитическими и аналитическими способами. В настоящее время ввиду широких возможностей современной вычислительной техники используются в основном аналитические способы обеспечивающие большую точность. В этом случае погрешность получаемых значений требуемых параметров определяется точностью аппроксимации исходных зависимостей, т.е. зависимостей скоростной характеристики дизельного двигателя с регуляторной ветвью. Следовательно, задача наиболее точной аппроксимации зависимостей регуляторной характеристики является весьма актуальной.

Сейчас при расчетах строительных и дорожных машин используются два вида аппроксимации зависимости крутящего момента от угловой скорости $M_e = f(\omega_e)$. Первая, наиболее простая, но и менее точная, это линейная зависимость, когда регуляторная ветвь характеристики и участок корректорной от номинальной угловой скорости ω_{en} до угловой скорости, соответствующей максимальному крутящему моменту $\omega_{e \max}$, заменяются двумя прямыми, соединяющими характерные точки – $M_e = 0$; M_{en} и $M_{e \max}$ (т. А, В_М и С_М) [3,4]. Вторая [3], более точная, когда регуляторная ветвь также представлена прямой и выражена уравнением

$$M_e = p + s\omega_e, \quad (2)$$

где p, s – постоянные (для данного двигателя) коэффициенты, а корректорная ветвь описывается уравнением параболы

$$M_e = a + b\omega_e + c\omega_e^2, \quad (3)$$

где a, b, c – постоянные (для данного двигателя) коэффициенты.

Основным недостатком этих видов аппроксимации зависимости $M_e = f(\omega_e)$ является наличие двух участков, описываемых различными уравнениями, что вызывает сложности и неудобства при проведении расчетов из-за необходимости введения в алгоритмы и программы дополнительных блоков, распознающих и согласующих вычисления отдельно на каждом из этих участков. Кроме того, при дифференцировании такой зависимости в точке перегиба будет возникать разрыв производной, что при проведении вычислений также потребует применения специальных методов.

В связи с этим, после проведенного анализа возможности применения различных формул для описания сразу всех участков перестроенной скоростной характеристики дизельного двигателя с регуляторной ветвью $\omega_e = f(M_e)$, предложено использовать многочлен вида

$$\omega_e = \omega_{ex} - b M_e - d c^{k(M_e - M_{e \max})}, \quad (4)$$

где a, b, c, d, k, m – постоянные (для данного двигателя) коэффициенты.

Рассмотрим описание скоростной характеристики дизельного двигателя с регуляторной ветвью предложенной аппроксимирующей зависимостью. Для корректорного и безрегуляторного участков регуляторной характеристики свойственна неоднозначность зависимости $\omega_e = f(M_e)$ – одному значению крутящего момента M_e соответствуют два значения угловой скорости ω_e . Поэтому коэффициенты предложенной аппроксимирующей зависимости, как и

для аппроксимации двумя прямыми, будем отыскивать на участке изменения крутящего момента от нуля до максимального значения $M_{e\max}$.

В качестве примера возьмем характеристику двигателя Д 442-25 БИ т. к. двигатели этого семейства нашли широкое применение на тракторах и различных строительных и дорожных машинах.

Определение значений коэффициентов предложенной аппроксимирующей зависимости производилось в вычислительной системе MathCad с помощью метода наименьших квадратов.

Для перестроенной регуляторной характеристики дизельного двигателя Д 442-25 БИ получены следующие значения коэффициентов аппроксимирующей функции $b = 0,019$; $d = 54,4$; $c = 1,3$; $k = 0,079$.

На рис. 2 приведены перестроенная типовая регуляторная характеристика этого двигателя и аппроксимация её предложенной функцией.

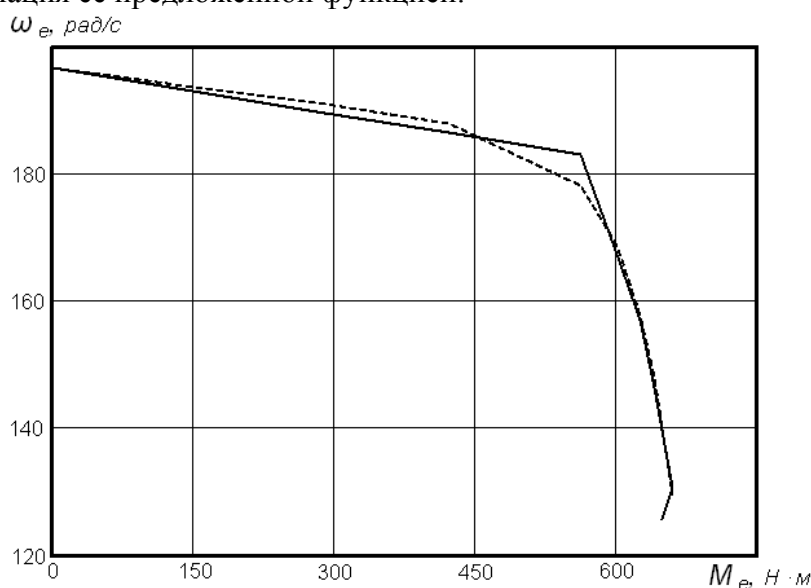


Рис. 2. Перестроенная типовая регуляторная характеристика двигателя Д 442-25 БИ и аппроксимирующая её зависимость

— перестроенная типовая регуляторная характеристика
 - - - - - аппроксимация степенной функцией

Среднее квадратическое отклонение угловой скорости предложенной аппроксимирующей зависимости от типовой характеристики составило $\sigma_\omega = 1,95$ рад/с, что при отнесении её к величине номинальной угловой скорости $\omega_{ен} = 183,2$ рад/с даёт значение коэффициента вариации, являющегося оценкой приведенной погрешности [5], равное

$$\gamma_\omega = \frac{\sigma_\omega}{\omega_{ен}} = \frac{1,95}{183,2} 100\% = 1,06\%,$$

что вполне приемлемо для инженерных расчетов.

Таким образом, предложенная аппроксимирующая функция (4) адекватно, с достаточной для инженерных расчетов точностью одновременно описывают регуляторный и корректорный участки перестроенной регуляторной характеристики дизельного двигателя. Безрегуляторный участок характеристики этими зависимостями не описывается.

Аналогично были получены значения коэффициентов функции аппроксимирующей регуляторные характеристики двигателей: ЯМЗ – 238 М, ЯМЗ – 236, СМД – 14, А – 01 М нашедших широкое применение в строительных и дорожных машинах, приведенные в таблице.

Таблица

Значения основных характеристик и коэффициентов функции аппроксимирующей основную зависимость перестроенной регуляторной характеристики

Двигатель	$M_{e \max}$, Н·м	$N_{e \max}$, кВт	ω_{ex} , рад/с	Коэффициенты				Среднее квадратическое отклонение $\sigma_{\omega_{ex}}$
				b	d	c	k	
Д 442 – 25 БИ	660	104,4	196,8	0,019	54,328	1,294	0,079	1,947
ЯМЗ – 238 М	882,6	176	238,1	0,022	50	1,4	0,1	2,530
ЯМЗ – 236;	675,5	125,7	230,3	0,007	88,953	1,349	0,09	3,002
СМД – 14;	367,6	55,15	188,4	0,018	68,179	1,427	0,106	1,965
А – 01 М;	607,6	95,6	193,6	0,024	45,015	1,325	0,084	2,057

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод:

Предложенная аппроксимирующая зависимость для угловой скорости коленчатого вала и крутящего момента перестроенной регуляторной характеристики дизельного двигателя адекватно описывает одновременно её регуляторную и корректорную ветви.

Библиографический список

1. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: КолосС, 2004. – 504 с.
2. Кутьков Г.М. Тяговая динамика тракторов. М.: Машиностроение, 1980. – 215 с.
3. Багиров Д.Д., Златопольский А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1974. – 220 с.
4. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1969. – 520 с.
5. Иваницкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.

References

1. Kutko G.M. Tractors and cars. Theory and technological properties. - M.: ColosS, 2004. – 504 p.
2. Kutko G.M. Pulling the dynamics of tractors. M.: Mashinostroenie, 1980. -215 p.
3. Bagirov, D.D., Zlatopolskiy A.V. Internal combustion engines building and road machines. – M.: Mashinostroenie, 1974. - 220 p.
4. Ulyanov N.A. The theory of self-propelled wheeled earth-moving vehicles. – M.: Mashinostroenie, 1969. – 520 p.
5. Ivanitsky P.V., Zograf I.A. Estimation of errors of measurement results. - L.: Energoatomizdat, 1991. - 304 p.

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., Кафедра «Строительные и дорожные машины»*

П.И. Никулин

*Аспиранта кафедры «Строительные и дорожные машины» А.О. Онгери
Аспиранта кафедры «Строительные и дорожные машины» О.В. Чуйков
Россия, Г. Воронеж, тел. +79050521054
e-mail: brialf49@yahoo.com*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. Technical sciences, prof., Department «Road and Building Machines»*

P.I. Nikulin

*PhD «Road and Building Machines Department» A.O. Onger
PhD «Road and Building Machines Department» O.V. Chuikov
Russia, Voronezh City, tel. +79050521054
e-mail: brialf49@yahoo.com*

П.И. Никулин, О.В. Чуйков, О.А. Онгери

ВЛИЯНИЕ УГЛА РЕЗАНИЯ И ВЫСОТЫ ОТВАЛА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУЛЬДОЗЕРА

В статье рассмотрен вопрос о влиянии конструктивных параметров рабочих органов землеройно-транспортных машин на процесс копания грунта. Разработаны конструкции рабочего оборудования бульдозера, обладающие свойствами адаптации к грунтовой среде.

Ключевые слова: бульдозе, отвальный рабочий орган, тяговая характеристика, движитель, угол резания, высота отвала, сопротивление грунта копанию, производительность

P.I. Nikulin, O.V. Chuikov, A. O. Onger

INFLUENCE OF CUTTING ANGLE AND HEIGHT OF A BULLDOZER BLADE ON PRODUCTIVITY

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 are designed hence developing adaptations possessing properties of soil cohesion environment.

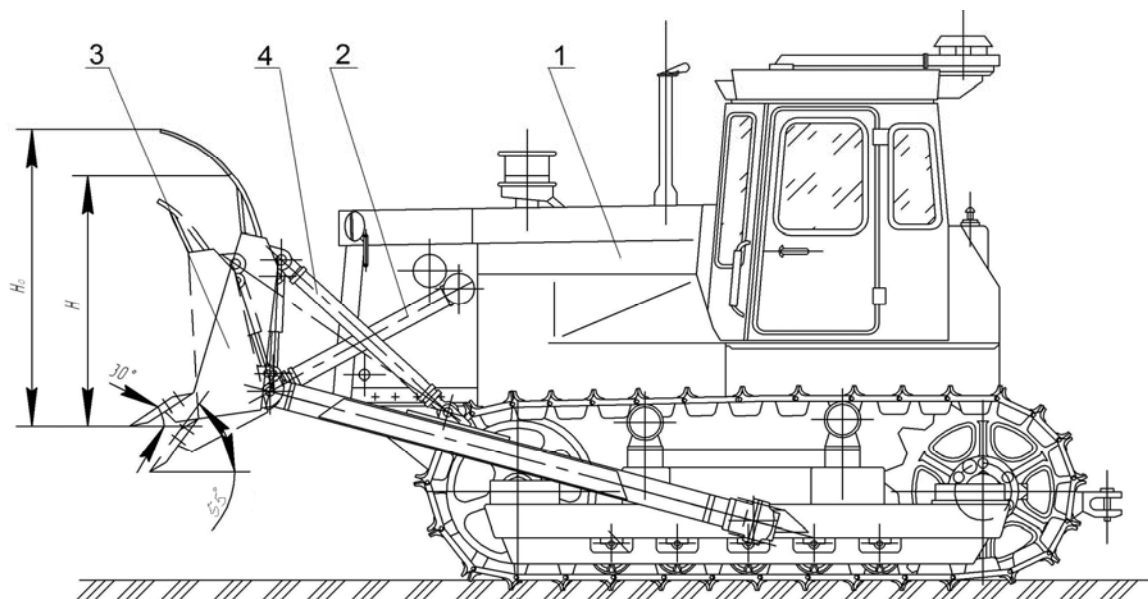
Keywords: Bulldozer, cutting blades, traction characteristic, engine, cutting angle, blade height, digging resistance, productivity

Основной особенностью рабочего процесса бульдозера является взаимодействие рабочего органа с грунтами, обладающими различными физико-механическими свойствами. Создание адаптивных рабочих органов и разработка систем автоматического управления (САУ) является важной научной проблемой, решение которой позволит существенно улучшить технико-экономические показатели бульдозера.

В предлагаемых в настоящее время САУ рабочим оборудованием объектом управления служит глубина копания. Ее регулирование позволяет выходить на номинальный тяговый режим работы бульдозера. Однако данное техническое решение не является оптимальным.

Авторами статьи в качестве объекта управления помимо глубины копания предлагается принимать угол резания и высоту отвала.

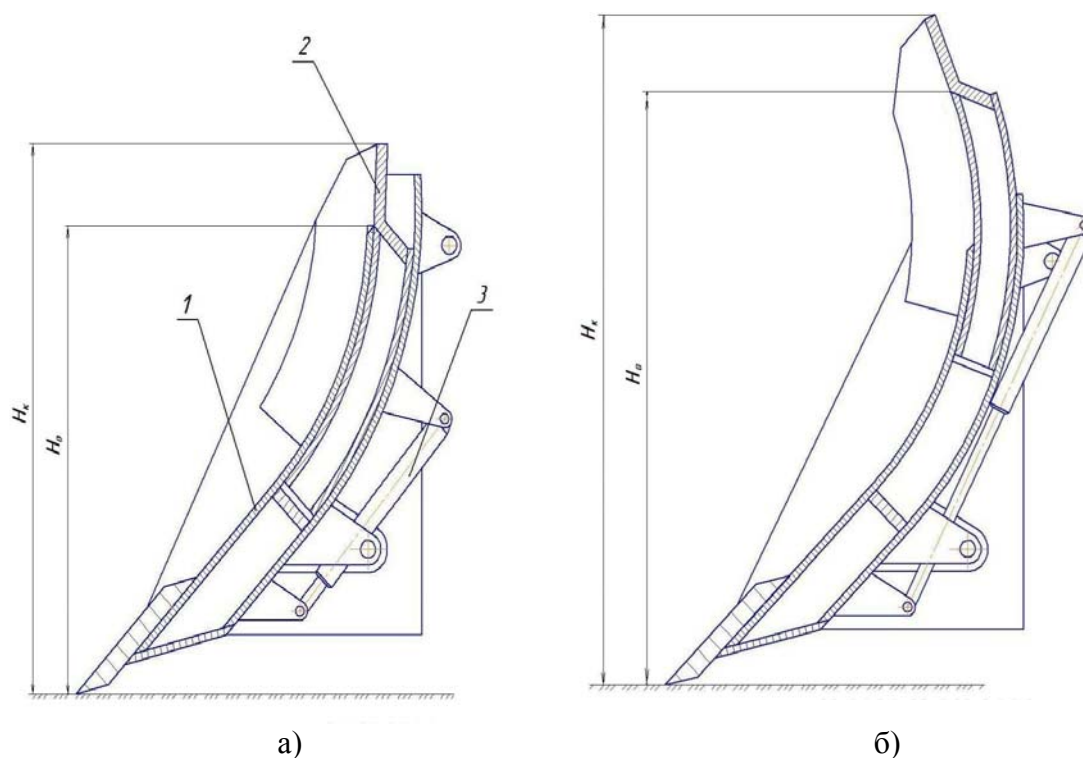
С этой целью было разработано модернизированное рабочее оборудование бульдозера, позволяющее изменять угол резания в диапазоне оптимальных значений (30-55 град) [1] и высоту отвала в процессе разработки грунта [2].



1 - базовый тягач; 2 – основные гидроцилиндры управления; 3 – отвальный рабочий орган;
4 – гидроцилиндры изменения угла резания

Рис.1. Общий вид бульдозера, оснащенного модернизированным рабочим оборудованием

Следует отметить, что одной из особенностей модернизации рабочего оборудования является совпадение горизонтальных осей крепления основных гидроцилиндров к отвалу с горизонтальными осями крепления толкающих брусьев к отвалу, что позволяет изменять угол резания в значительных пределах.



а) дополнительная секция опущена; б) дополнительная секция поднята
1 – отвал; 2 – дополнительная секция отвала; 3 – гидроцилиндры управления дополнительной секцией;
 H_0 - высота отвала без учета козырька, м; H_k - высота отвала с учетом козырька, м

Рис.2. Модернизированное рабочее оборудование бульдозера

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.

Целесообразность применения предлагаемого модернизированного рабочего оборудования имеет теоретическое обоснование.

Снижение сопротивления грунта копанью за счет оптимизации угла резания позволяет направить запас мощности двигателя на увеличение высоты отвала, а, следовательно, и на увеличение объема перемещаемого грунта.

Для анализа эффективности использования предлагаемых параметров адаптации следует сравнить выходные показатели рабочего процесса бульдозера при оснащении его серийным и модернизированным рабочим оборудованием.

В качестве примера рассмотрим бульдозер Б-10М со следующими параметрами серийного рабочего оборудования: высота отвала – 0.95 м; длина отвала – 3.22 м; угол резания – 55 градусов.

Для расчета используем следующие зависимости.

Расчет сопротивления грунта копанью для неповоротного отвала производится по формуле [3]:

$$P_{\text{кон}} = P_p + P_{\text{тр}} + P_n + P_{\text{в}}, \text{ Н}; \quad (1)$$

где P_p - сила резания грунта, Н;

$P_{\text{тр}}$ - сила трения ножа о грунт, Н;

P_n - сила сопротивления перемещению призмы волочения грунта, Н;

$P_{\text{в}}$ - сила трения грунта при движении вверх по отвалу, Н;

Расчет силы резания грунта производится по уравнению Зеленина - Горовица [4], как наиболее близкому к экспериментальным данным:

$$P_p = (1 + \text{ctg} \alpha \cdot \text{tg} \delta) \frac{l \cdot h \cdot (1 - \sin \rho \cdot \cos 2\varphi_H)}{1 + \sin \rho \cdot \cos 2\varphi_H}; \quad (2)$$

где l - ширина резания, см;

h - глубина резания, см;

ρ - угол внешнего трения грунта по грунту, град;

$2\varphi_H = 2\varphi_{\text{II}} - 2\alpha - \delta - \arcsin(\sin \rho \cdot \sin \delta)$;

C_0 - сцепление грунта, Н/см²;

γ_z - объемный вес грунта, Н/см³;

α - угол резания, град;

δ - угол трения грунта по стали, град;

Для расчета силы трения ножа о грунт использовалась зависимость [3]:

$$P_{\text{тр}} = \mu_1 \cdot G_{\text{II}}; \quad (3)$$

где $\mu_2 = \text{tg} \delta$ - коэффициент трения грунта по стали;

P_2 - вертикальная составляющая сопротивления грунта резанию, Н;

$$P_2 = P_p \cdot \text{ctg}(\alpha + \delta); \quad (4) \text{ Сила со-}$$

противления перемещению призмы волочения грунта определялась из выражения [3]:

$$P_{\text{II}} = \mu_1 \cdot G_{\text{II}}; \quad (5)$$

где μ_1 - коэффициент трения грунта по грунту;

G_n - вес призмы волочения грунта, Н;

Вес призмы волочения рассчитывается по формуле [8]:

$$G_{\Pi} = \frac{\gamma_{\varepsilon} \cdot B_0 \cdot H_0^2}{k_p \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}; \quad (6)$$

где γ_{ε} - объемный вес грунта, Н/м³;

B_0 - длина отвала, м;

H_0 - высота отвала без учета козырька, м;

ε - угол естественного откоса грунта, град;

k_p - коэффициент разрыхления грунта;

Для определения величины силы сопротивления движению стружки грунта вверх по отвалу использовалась формула [3]:

$$P_B = \mu_2 \cdot G_{\Pi} \cdot \cos^2 \alpha; \quad (7)$$

Техническая производительность бульдозера при резании и перемещении грунта находится их выражения [3]:

$$\Pi_T = \frac{60 \cdot V_{\Pi}}{t_{\Pi}} \cdot k_y, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (8)$$

где V_{Π} - объем призмы грунта, перемещаемого перед отвалом, м³;

k_y - коэффициент, учитывающий уклон грунтовой поверхности;

при работе под уклон до 5°: $k_y = 1 \dots 1,33$;

при работе под уклон 5...10°: $k_y = 1,33 \dots 1,94$; для расчетов принимаем $k_y = 1,00$.

T_{Π} - продолжительность рабочего цикла, мин;

$$V_{\Pi} = \frac{B_0 \cdot H_0^2}{k_p \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_0}, \text{ м}^3; \quad (9)$$

где B_0 - длина отвала, м;

H_0 - высота отвала без учета козырька, м;

φ_0 - угол естественного откоса грунта, град;

k_p - коэффициент разрыхления грунта;

Продолжительность рабочего цикла определяется из выражения [3]:

$$t_{\Pi} = 60 \left(\frac{l_1}{v_{\partial 1cp}} + \frac{l_2}{v_{\partial 2cp}} + \frac{l_3}{v_{T3cp}} \right) + (t_p + t_{nn} + t_{no}), \text{ мин}; \quad (10)$$

где l_1 , l_2 и l_3 - соответственно пути зарезания грунта, перемещения призмы грунта и холостого хода, км;

$v_{\partial 1cp}$ и $v_{\partial 2cp}$ - средние действительные скорости движения бульдозера при резании грунта и перемещении призмы волочения, км/ч;

v_{T3cp} - средняя теоретическая скорость движения бульдозера на обратном холостом ходу, км/ч;

t_p , t_{nn} и t_{no} - время, затрачиваемое на разворот бульдозера, переключение передач, а также подъем и опускание отвала, мин;

Значения рабочих скоростей, необходимые для расчета времени рабочего цикла, были приняты из тяговой характеристики бульдозера Б-10М с гидромеханической трансмиссией: двигатель ЯМЗ-236; гидротрансформатор ГТР-4300.

Рассмотрим следующие режимы работы бульдозера при копании грунта.

1) в качестве грунтовых условий рассматривается глина с углом естественного откоса $\varphi_0 = 35^\circ$ и коэффициентом разрыхления $k_p = 1,29$.

Режим номинальной силы тяги $T_{ном} = 137$ кН.

При установке максимально возможной глубины копания $h = 60$ мм для серийного бульдозера получим: сила сопротивления грунта копанию $P_{кон} = 137,5$ кН, объем призмы грунта $V_n = 1,61$ м³; техническая производительность $P_T = 25,273$ м³/ч.

Для бульдозера с модернизированным рабочим оборудованием устанавливается угол резания $\alpha = 30^\circ$ и глубина копания идентичная, серийному бульдозеру. В этом случае сила сопротивления грунта копанию равняется $P_{кон} = 119,98$ кН, следовательно, имеется запас двигателя по мощности, равный 17 кН, который можно направить на увеличение объема призмы грунта путем изменения высоты отвала. При увеличении высоты отвала на 18% ($H_0 = 1,12$ м) объем призмы грунта будет равен $V_n = 2,24$ м³; сила сопротивления грунта копанию возрастет до значения номинальной силы тяги $P_{кон} = 137$ кН, а техническая производительность увеличится на 39 % ($P_T = 25,273$ м³/ч).

2) в качестве грунтовых условий рассматривается суглинок с углом естественного откоса $\varphi_0 = 30^\circ$ и коэффициентом разрыхления $k_p = 1,21$.

При установке максимально возможной глубины копания $h = 100$ мм для серийного бульдозера получим: сила сопротивления грунта копанию $P_{кон} = 136$ кН, объем призмы грунта $V_n = 2,08$ м³; техническая производительность $P_T = 32,67$ м³/ч.

Для бульдозера с модернизированным рабочим оборудованием устанавливается угол резания $\alpha = 30^\circ$ и глубина копания идентичная, серийному бульдозеру. В этом случае сила сопротивления грунта копанию равняется $P_{кон} = 120,686$ кН, следовательно, имеется запас двигателя по мощности, равный 16 кН, который можно направить на увеличение объема призмы грунта путем изменения высоты отвала. При увеличении высоты отвала на 18% ($H_0 = 1,1$ м) объем призмы грунта будет равен $V_n = 2,79$ м³; сила сопротивления грунта копанию возрастет до значения номинальной силы тяги $P_{кон} = 137$ кН, а техническая производительность увеличится на 34 % ($P_T = 43,8$ м³/ч).

Анализируя полученные расчетным путем данные можно сделать выводы об эффективности предлагаемой конструкции рабочего оборудования бульдозера.

Поэтому в дальнейшем предполагается создание модели рабочего оборудования бульдозера, позволяющего адаптировать угол резания и высоту отвала к грунтовым условиям с целью получения экспериментальных данных, подтверждающих расчетные зависимости.

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. Волков Д.П., Крикун В.Я., Никулин П.И. Машины для земляных работ. - М.:Машиностроение,1992.-448 с.
4. Зеленин А.Н., Керов И.П., Баловнев В.И. Машины для земляных работ. - М.:Машиностроение,1975.-424 с.
5. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. - М.:Машиностроение,1981.-223 с.
6. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.:Машиностроение, 1977.-288 с.
7. Артемьев К.А. Теория резания грунтов землеройными машинами. - Новосибирск: Новосибирский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбашева,1978.-104 с.
8. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. - М.: Машиностроение, 1971.- 357 с.
9. Исследование машин для земляных работ: Сборник научных трудов / ВНИИ транспортного строительства; под ред. И.А. Недорезова. - М.:Транспорт,1984.-134 с.

References

1. Patent for the invention №2374396 « the Working equipment of a bulldozer » Nikulin P.I., Chukov O.V.
2. Никулин П.И, Chuikov O.V., Onger A.O. Working equipment of bulldozer with 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. Zelenin A.N., Kerov I.P., Баловнев V.I. Machines for excavation work. - M.: Mechatronics, 1975.-424 p.
5. Balovnev V.I. Road- building machine with intensified action working parts.- M.: Mechatronics, 1981.-223 p.
6. Fedorov Д.И. Working parts of earthmoving machines. - M.:Mechatronics, 1977.-288 p.
7. Artemyev K.A. Theory of cutting by Earth-moving machines. - Novosibirsk: Novosibirsk Engineering and building institute V.V.Kuibasheva, 1978.-104 p.
8. Vetrov Y.A. Cutting of ground by earthmoving machines. - M.: Mechatronics, 1971.357 p.
9. Research on earthmoving machines: the Collection research work / VNII transport construction; under red. I.A. Nedorezova. - M.:Transport, 1984.-134 p.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., кафедры «Строитель-
ные и дорожные машины» В.А. Нилов.
Канд. техн. наук, доц. ВВАИУ П.И. Иванищев
Студенты кафедры «Строительные и до-
рожные машины» Сысоев В.С.
Россия, г. Воронеж, тел. 8-(473)-277-01-29)
e-mail: pmptm@vorstu.ru*

*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
Students «Road and Building Machines
Department» Sysoev V.S.
Russia, Voronezh, tel. 8-(473)-277-01-29)
e-mail: pmptm@vorstu.ru*

В.А. Нилов, П.И. Иванищев, В.С. Сысоев

ВЛИЯНИЕ УГЛА УСТАНОВКИ ТОЛКАЮЩЕЙ ПЛИТЫ НА СЦЕПНЫЕ КАЧЕСТВА БУЛЬДОЗЕРА-ТОЛКАЧА

В статье рассматривается вопрос о совершенствовании конструкции толкающей плиты бульдозера-толкача, применяемого для обслуживания скреперов. Предлагается устанавливать толкающую плиту наклонно, что обеспечивает меньшую неравномерность вертикальных нагрузок на ходовую часть и повышение сцепного веса толкача.

Ключевые слова: бульдозер, толкающая плита, наклон, амортизатор, неравномерность нагружения.

V.A. Nilov, P.I. Ivanishchev, Sysoev V.S.

INFLUENCE OF THE CORNER OF INSTALLATION OF THE PUSHING PLATE ON COUPLING QUALITIES OF THE BULLDOZER - PUSHER

In article the question on perfection of a design of a pushing plate of the bulldozer-pusher used for service of scrapers is considered. It is offered to establish pushing plate under an inclination, that provides smaller non-uniformity of vertical loadings on a running part and increase of coupling weight of a pusher.

Keywords: the bulldozer, a pushing plate, an inclination, the shock-absorber, non-uniformity to load.

Для облегчения набора грунта самоходным или прицепными скреперами в строительстве применяют специальные толкачи на базе серийных тракторов. Рабочее оборудование толкача представляет собой установленную вертикально толкающую плиту, соединенную с рамой гусеничного трактора (рис. 1). В ряде случаев в качестве толкача скреперов применяют серийные бульдозеры (рис. 2).

Для улучшения условий работы операторов толкачей рабочее оборудование бульдозеров стали приспособлять к особенностям работы в качестве скреперных толкачей [1]. В настоящее время отечественная промышленность выпускает две марки бульдозеров-толкачей: ДЗ-120, созданный на базе бульдозера ДЗ-110А и ДЗ-121 на базе бульдозера ДЗ-118.

Рабочее оборудование бульдозера-толкача ДЗ-120 (рис. 3) максимально унифицировано с рабочим оборудованием бульдозера ДЗ-110А и отличается от него установкой вместо жестких раскосов резинометаллических амортизаторов 5 и усилением металлической накладки отвала бульдозера 1 в месте контакта с буфером скрепера.



Рис.1. Трактор в качестве толкача



Рис.2. Бульдозер в качестве толкача

Недостатком серийной конструкции рабочего оборудования бульдозера-толкача (рис. 1) является перераспределение вертикального нагружения опорной поверхности базового трактора при толкании скрепера. На рис. 4 приведена (упрощенная) схема сил, действующих на толкач. В общем случае (поскольку буфер скрепера выполнен по цилиндрической поверхности) силовое взаимодействие буфера скрепера и толкающей плиты толкача действует нормально к поверхности толкающей плиты. Если толкающую плиту установить наклонно (угол β), то появляется вертикальная сила, которая улучшает равномерность вертикального нагружения опорной поверхности толкача.

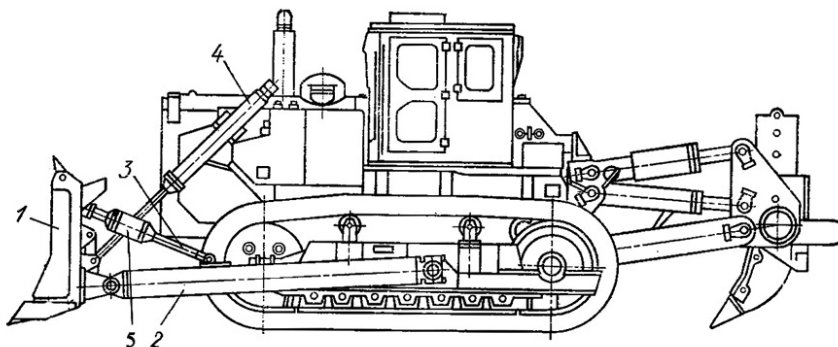


Рис.3. Бульдозер-толкач

Рассматривая равновесие толкача относительно точек A и B можно определить величины вертикальных реакций грунта R_1 и R_2 в этих точках (формулы (1 и 2)) и оценить влияние угла β наклона толкающей плиты на сцепной вес толкача, а также соотношение нормальных реакций грунта R_1/R_2 , по которому можно судить о степени неравномерности нагружения

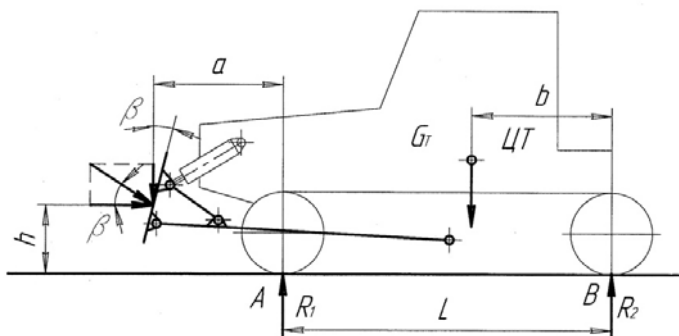


Рис.4. Схема (упрощенная) сил, действующих на толкач скрепера

опорных поверхностей трактора при работе со скрепером.

$$R_1 = \frac{1}{L} [G_T b + T[(a + L) \sin \beta - h \cos \beta]], \quad (1)$$

$$R_2 = \frac{1}{L} [G_T (L - b) + T(h \cos \beta - a \sin \beta)], \quad (2)$$

где L – продольная база толкача; G_T – вес толкача; T – сила тяги, развиваемая толкачом; β – угол наклона толкающей плиты; a , b , h – соответствующие плечи сил.

Расчеты, выполненные по приведенным зависимостям, показывают, что вертикальные опорные реакции ходовой части толкача существенно изменяются как от развиваемой им силы тяги, так от угла наклона β толкающей плиты. При отсутствии силового воздействия на толкающую плиту ($T=0$) величины опорных реакций близки (коэффициент неравномерности $R_1/R_2=0,951$). Появление толкающего усилия ($T=0,85$ ф G_T , [2]) вызывает резкое изменение картины (рис. 5): при вертикальном положении толкающей плиты ($\beta=0$) коэффициент неравномерности резко увеличивается ($R_1/R_2=0,328$) поскольку реакция R_1 существенно снижается по сравнению со статическим значением (точки 1, 2 на рис. 5), а реакция R_2 значительно возрастает (точки 3, 4). При этом величина толкающего усилия в расчетах принята равной 110,77 кН.

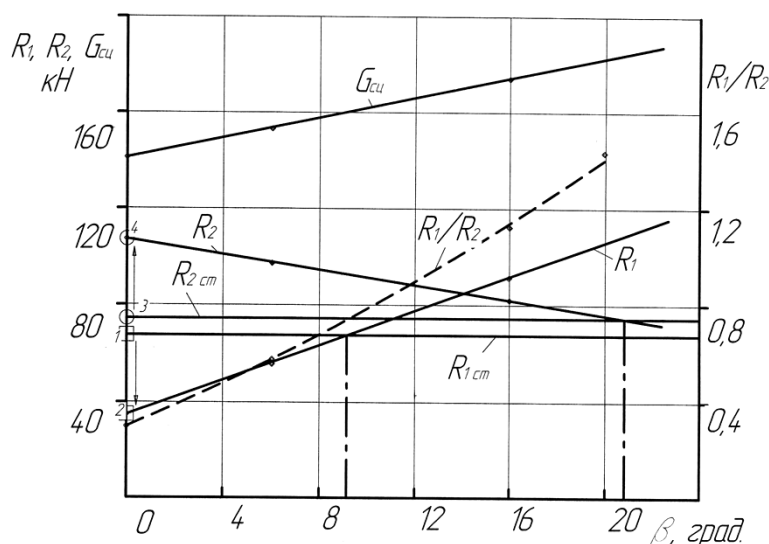


Рис.5. Влияние угла наклона толкающей плиты на опорные реакции толкача

Рекомендуемая наклонная установка толкающей плиты позволяет выровнять опорные реакции грунта на ходовую часть толкача. При этом следует иметь в виду, что угол наклона β толкающей плиты должен быть меньше угла трения стали о сталь, который составляет (при коэффициенте трения $f=0,15 \dots 0,2$) величину $\varphi = 8,5 \dots 11,5^\circ$. Такой наклон толкающей плиты обеспечивает коэффициент неравномерности опорных реакций R_1/R_2 в пределах $0,7 \dots 0,8$, что существенно лучше минимального приведенного выше значения $0,328$. Немаловажно отметить, что при этом увеличивается и сцепной вес толкача (он увеличивается в среднем на $8 \dots 9\%$).

Выполненные исследования показывают целесообразность не только установки амортизаторов толкающей плиты (рис. 3), но необходимость монтажа самой толкающей плиты с фиксированным предварительным наклоном (с учетом деформации амортизаторов под нагрузкой и полужесткой подвески рамы самого трактора). Такая конструкция рабочего оборудо-

дования толкача будет полнее соответствовать условиям его работы и способствовать повышению производительности обслуживаемых им скреперов.

Библиографический список

1. Домбровский Н.Г., Картвелишвили Ю.Л., Гальперин М.И. Строительные машины. Учебник для вузов. В 2 частях. Ч. 1-я. М., «Машиностроение», 1976. – 391 с.
2. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. М., «Машиностроение», 1969. – 520 с.

References

1. Dombrovskij N.G., Kartvelishvili J.L., Galperin M.I. Building of the machine. The textbook for high schools. In 2 parts. P. 1-n. M., "Mechanical engineering", 1976. - 391 pp.
2. Yljanov N.A. Theory of self-propelled wheel digging-transport machines. M., "Mechanical engineering", 1969. - 520 pp.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., кафедры «Строитель-
ные и дорожные машины» В.А. Нилов
Канд. техн. наук, доц. ВВАИУ А.А. Косенко
Магистранты кафедры «Строительные и до-
рожные машины» Сидоров А.А., Марфенко В.В.
Россия, г. Воронеж, тел. 8-(473)-277-01-29
e-mail: pmptm@vorstu.ru*

*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, A.A. Kosenko
Magistracy «Road and Building Machines
Department» Sidorov A.A., Marfenko V.V.
Russia, Voronezh, tel. 8-(473)-277-01-29
e-mail: pmptm@vorstu.ru*

В.А. Нилов, А.А. Косенко, А.А.Сидоров, В.В. Марфенко

ПОИСК РАЦИОНАЛЬНОЙ ВМЕСТИМОСТИ КОВША СКРЕПЕРНОГО АГРЕГАТА

В статье рассмотрен вопрос об экономико-математическом моделировании скреперных агрегатов. Приведено математическое описание экономико-математической модели прицепного скреперного агрегата и даны результаты расчетов технико-экономических показателей агрегата.

Ключевые слова: скрепер, вместимость ковша, тягач, агрегат, экономико-математическая моделирование.

V.A. Nilov, A.A. Kosenko, A.A. Sidorov, V.V. Marfenko

In article the question on economic-mathematical modeling scraper units is considered. The mathematical description of economic-mathematical model hook-on scraper the unit is resulted and results of calculations of technical and economic parameters of the unit are given.

Keywords: a scraper, capacity of a ladle, the tractor, the unit, economic-mathematical modeling.

Повышение производительности скреперных агрегатов возможно за счет совершенствования их рабочих органов, повышения тяговых качеств, рационального агрегатирования, совершенствования технической и производственной эксплуатации. Одним из наименее изученных вопросов является рациональное (оптимальное) агрегатирование тягача и ковша скрепера. Основы этого направления изложены в работе [1], где в качестве главных параметров оптимизации предложены производительность и приведенные удельные затраты на разработку и перемещение грунта, причем последние позволяют сравнивать разные по составу и производительности скреперные агрегаты.

Основой рационального агрегатирования скреперных агрегатов является наиболее полное математическое описание всех этапов технологического процесса, тяговых и скоростных качеств, экономических компонентов их эксплуатации, а также учета различных ограничивающих факторов. В развитие исследований [1] разработаны ЭВМ-модели для прицепных скреперных агрегатов к колесному и гусеничному тягачам при работе с толкачом и без него, полуприцепных скреперов и скреперных поездов.

В таблице приведено сокращенное математическое описание работы прицепного скреперного агрегата с изменяемым сцепным весом [2, 3].

Экономико-математическая модель прицепного скрепера
и колёсного тягача с изменяемым сцепным весом

№ п/п	Математическое описание
1	2
1	Обозначение в таблице: Скреперный агрегат – (СА). Тягово-сцепное догружающее устройство – ТСДУ. Принимаем условие, что величина догрузки ΔQ_i тягача Т-150К в режиме копания постоянна. Она принимается: 1) $\Delta Q_1 = -8$ кН (серийный Т-150К + серийный ДЗ-111А); 2) $\Delta Q_2 = 19$ кН (серийный Т-150К + серийный ДЗ-111А с ТСДУ); Далее для каждого из трёх СА, задаётся величина догрузки $\Delta Q_{1,2}$ тягача Т-150К в режиме копания самонабором, и в цикле определяется величина Z_y и $\Pi_{Э,СМ}$ для каждой вместимости ковша из ряда q_i от 1 до 7 м³ с шагом 0,5 м³.
2	Ширина ковша B_k принимается равной ширине резания ковшем серийного скрепера ДЗ-111А: $B_k = 2,43$ м.
3	Длина и высота ковша $L_k = \sqrt{\frac{\Omega \cdot q}{B_k}}; H_k = \sqrt{\frac{q}{B_k \cdot \Omega}}, \text{ м.}$
4	Максимальная высота заполнения ковша H_3 принимается равной геометрической высоте ковша H_k : $H_3 = H_k$, м.
5	Вес грунта и вес скрепера $G_z = \gamma_z \cdot q; G_C = K_m \cdot q, \text{ кН.}$
6	Сопротивление качению для порожнего СА $P_{fn} = f_T \cdot G_T + f_C \cdot G_C, \text{ кН.}$
7	Сопротивление качению для гружёного СА $P_{fcp} = f_T \cdot G_T + f_C \cdot (G_C + G_z), \text{ кН.}$
8	Сопротивление преодолению средних уклонов для порожнего СА $P_n^{ycp} = (G_T + G_C) \cdot \sin \alpha_{cp} + P_{fn} \cdot \cos \alpha_{cp}, \text{ кН.}$
9	Сопротивление преодолению средних уклонов для гружёного СА $P_{cp}^{ycp} = (G_T + G_C + G_z) \cdot \sin \alpha_{cp} + P_{fcp} \cdot \cos \alpha_{cp}, \text{ кН.}$
10	Сопротивление преодолению максимального уклона для гружёного СА $P_{cp}^{y\max} = (G_T + G_C + G_z) \cdot \sin \alpha_{\max} + P_{fcp} \cdot \cos \alpha_{\max}, \text{ кН.}$
11	Максимальное сопротивление копанию по условию допустимой силы тяги, развиваемой колёсными движителями трактора Т-150К $T_{kon} = 0,75 \cdot \varphi \cdot (G_T + \Delta Q) - P_{fcp}, \text{ кН.}$
12	Силовой радиус колёсных движителей трактора Т-150К при копании $r_{ck} = r_0 - \frac{(G_T + \Delta Q)}{4E_{iu}}, \text{ м.}$

29	Полное время цикла $T_{\text{ц}} = 0,06 \left(\frac{L_H}{V_H} + \frac{L - L \cdot K_y}{V_{\text{зр}}} + \frac{L \cdot K_y}{V_{\text{зр}}^{\text{усп}}} + \frac{L_H + L - L \cdot K_y + L_p}{V_n} + \frac{L \cdot K_y}{V_n^{\text{усп}}} + \frac{L_p}{V_p} \right) + 2t_{\text{нов}} + t_{\text{п.п}}, \text{ мин}$
30	Эксплуатационная производительность за одну смену работы СА $\Pi_{\text{э.см}} = \frac{60 q \kappa_1 8,2 \kappa_c}{\kappa_p T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3.$
31	Расчетно-балансовая стоимость СА $\Pi_{\text{СА}} = \Pi_T + c_{\text{уд}} q_{\text{кы}} + c_{\text{ш}}, \text{ руб.}$
32	Амортизационные отчисления $S_{\text{АО}} = K_{\text{НП}} K_{\text{АО}} K_{\delta} \Pi_{\text{СА}}, \text{ руб.}$
33	Затраты на горюче-смазочные материалы $S_{\text{ГСМ}} = (K_{\text{НП}} \cdot 1,03 / 10^3) N_{\text{ЕН}} q_{\text{ен}} K_{\text{ДВ}} K_N K_{\text{ДМ}} T c_T (1 + \varepsilon), \text{ руб.}$
34	Затраты на обслуживание и ремонт $S_{\text{ТО,ТР}} = 0,001 \cdot T_{\text{Г}} (S_{\text{ТОН}} + 0,03 c_{\text{уд}} q), \text{ руб.}$
35	Затраты на шины при эксплуатации $S_{\text{Ш}} = K_{\text{НП}} C_{\text{Ш}} (T_{\text{Г}} t_{\text{сл}} - t_{\text{ш}}) / (t_{\text{сл}} t_{\text{ш}}), \text{ руб.}$
36	Затраты на зарплату рабочих СА за год $З_{\text{П}} = K_{\text{НЗ}} K_{\text{Р1}} \lambda T_{\text{Г}} C_{\text{Тл}}, \text{ руб.}$
37	Затраты на перебазировки СА за год $S_{\text{ПЕР}} = \frac{T_{\text{Г}} \Pi_{\text{э.см}}}{8,2 \cdot V_{\text{об}}} \{ K_{\text{НЗ}} [S_3 + (L_{\text{ПЕР}} - 25) S_{\text{Зл}}] + K_{\text{НП}} [S_{\text{Р}} + (L_{\text{ПЕР}} - 25) S_{\text{Рл}}] \}, \text{ руб.}$
38	Затраты на масло для гидросистемы в год $S_{\text{МГ}} = K_{\text{НП}} V_{\text{Г}} \gamma_{\text{М}} \Pi_{\text{МГ}} K_{\delta} \frac{T_{\text{Г}}}{t_{\text{МГ}}}, \text{ руб.}$
39	Годовые текущие затраты на эксплуатацию скреперного агрегата за год $S = S_{\text{ПЕР}} + S_{\text{АО}} + S_{\text{ГСМ}} + S_{\text{ТО,ТР}} + S_{\text{Ш}} + S_{\text{МГ}} + З_{\text{П}}, \text{ руб.}$
40	Стоимость машино-смены СА $C_{\text{МС}} = S / T_{\text{ГСМ}}, \text{ руб./смену}$
41	Капитальные вложения при изготовлении скреперного агрегата $K_{\text{СМ}} = \frac{K_{\delta} \Pi_{\text{СА}}}{T_{\text{ГСМ}} t_{\text{Сл}}}$
42	Приведенные удельные затраты на выработку одного м ³ грунта $Z_y = \frac{C_{\text{МС}} + E_{\text{Н}} K_{\text{СМ}}}{\Pi_{\text{э.см}}}$

Вся модель (таблица) условно разделена на 7 блоков.

1. В первом блоке (позиция 1) задаётся величина изменения сцепного веса тягача, определяющая тяговые возможности его движителей, и основные вместимости ковшей, для которых будет производиться определение Z_y и $\Pi_{\text{э.см}}$.

2. Во втором блоке (позиции 2...4) определяются основные параметры ковшей для каждого СА с разной вместимостью q_i . При определении параметров варьируемых ковшей заданной является ширина ковша B_k , для которой рассчитывается оптимальная вместимость. Приведённая длина L_k и геометрическая высота ковша H_k являются зависимыми от вместимости.

3. В третьем блоке (позиция 5) определяются весовые параметры прицепного скрепера. Вес металлоконструкций прицепного скрепера пропорционален коэффициенту металлоемкости K_M , величина которого определена, исходя из паспортных данных скрепера ДЗ-111А, и составила 971 кг/м^3 .

- В четвертом блоке уравнениями 6... определяются показатели тяговых качеств колесного тягача СА с учётом изменения его сцепного веса от вертикального догружающего усилия.

4. В пятом блоке уравнениями (не показано) представлено описание режима копания грунта:

- глубины h_p резания ножами по условию допустимого буксования движителей тягача [3];
- пути L_H наполнения ковша, используемого далее для определения времени движения СА при наборе грунта.

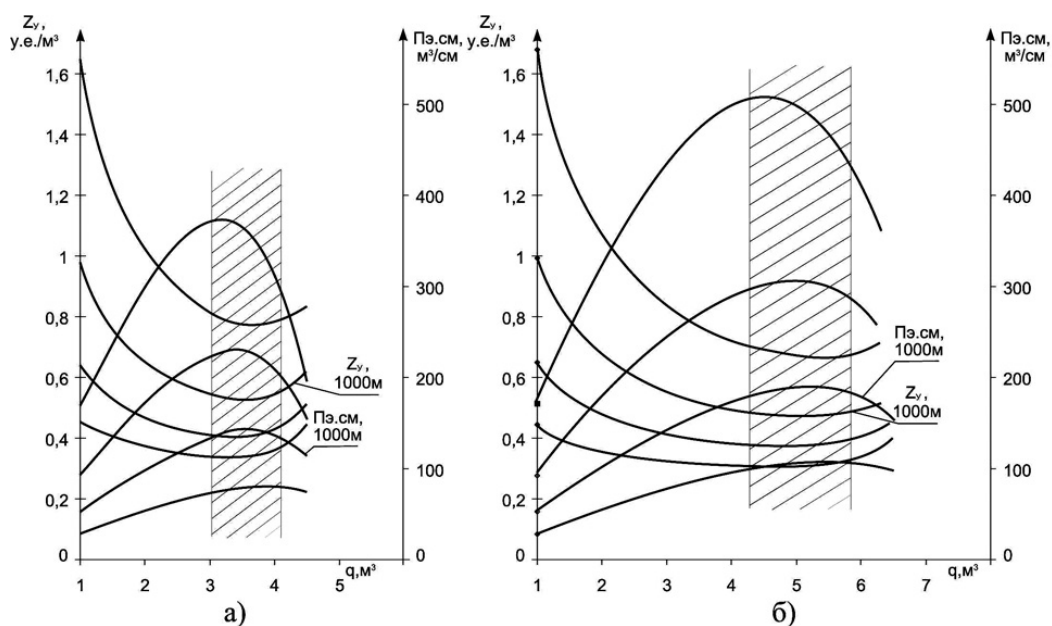
5. В шестом блоке формулами (не показано) описан процесс транспортирования грунта, холостого хода и разгрузки.

6. В седьмом блоке зависимостями 29...43 описаны технико-экономические показатели работы скреперного агрегата. Определяются время цикла $T_{ц}$, эксплуатационная сменная производительность $П_{э,см}$, цена скреперных агрегатов $Ц_{СА}$, величина амортизационных отчислений $С_{АО}$, затраты на горюче-смазочные материалы $С_{ГСМ}$, затраты на техническое обслуживание и ремонт агрегатов $С_{ТО,ТР}$, затраты на шины $С_{Ш}$, на перебазировку скреперного агрегата $С_{ПЕР}$ в зависимости от объема работ $V_{об}$ на одном объекте, затраты на масло для гидросистемы $С_{МГ}$, затраты на зарплату $З_{П}$, общие годовые затраты $С$, стоимость машино-смены $С_{МС}$, капитальные вложения $К_{СМ}$ при изготовлении скреперного агрегата, отнесенные к одной смене работы СА, приведенные удельные затраты Z_y на разработку 1 м^3 грунта.

На рисунке представлены графики изменения зависимостей Z_y и $П_{э,см}$ от вместимости ковша (q), величины догрузки (ΔQ) и дальности транспортирования (L) для двух исследуемых скреперных агрегатов на базе трактора Т-150К при работе на грунте II категории с разной дальностью транспортирования грунта и различной вместимостью ковша, построенные по приведенному выше (таблица) математическому описанию. Графики построены по результатам расчета скреперных агрегатов СА₁₋₂ на базе трактора Т-150К с вместимостью ковшей $1...7 \text{ м}^3$ для дальностей транспортирования грунта 200, 500, 1000, 2000 м.

Полученные зависимости Z_y и $П_{э,см}$ показывают, что с увеличением вместимости ковша q производительность СА сначала возрастает, затем достигает своего максимального значения $П_{э,смmax}$, и при дальнейшем увеличении q_i значение $П_{э,см}$ снижается. $П_{э,см}$ возрастает с уменьшением дальности транспортирования грунта. Максимальное значение значения $П_{э,смmax}$, для каждого из исследуемых СА, с увеличением дальности транспортирования грунта немного смещается в зону большей вместимости ковша.

Величина Z_y с увеличением вместимости ковша агрегата вначале снижается, достигает минимального значения Z_{ymin} , а затем начинает возрастать. С увеличением дальности транспортирования грунта L характер изменения Z_y остается тем же, а абсолютная величина Z_y возрастает. С возрастанием L минимум Z_y , для каждого из СА, смещается в зону немного больших значений вместимости ковша. При одинаковой дальности транспортирования грунта значение Z_y для каждого из СА₁₋₂ имеют минимальные значения при вместимости ковша, несколько большей от значения, соответствующих значения $П_{э,смmax}$. Для каждого из исследуемых СА, при разных дальностях транспортирования грунта оптимальные значения вместимостей ковша, соответствующих Z_{ymin} , изменяются в определенном интервале.



а) серийный прицепной скрепер ДЗ-111А с трактором Т-150К ($\Delta Q = -8$ кН);
 б) серийный прицепной скрепер ДЗ-111А, оборудованный ТСДУ,
 с трактором Т-150К ($\Delta Q = 19$ кН).

Рис. Изменения Z_y и $P_{z,cm}$ при различной величине сцепного веса тягача и дальности транспортирования грунта

На графиках рисунка область оптимальных значений вместимости ковша для каждого скреперного агрегата заштрихована. Например, для первого скреперного агрегата (Т-150К + серийный ДЗ-111А, $\Delta Q = -8$ кН) эта зона находится в интервале от 3,0 до 4,2 м³ с Z_{ymin} в районе 3,5 м³. Для модернизированного скреперного агрегата (Т-150К + серийный прицепной скрепер ДЗ-111А с ТСДУ, обеспечивающим $\Delta Q = 19$ кН) эта зона находится в интервале от 4,2 до 5,7 м³ с Z_{ymin} в районе 4,5 м³.

Проведенные исследования показали, что производительность и приведенные затраты скреперного агрегата нелинейно зависят от его главного параметра, а рациональная вместимость ковша определяется его тяговыми качествами и дальностью транспортирования грунта.

Библиографический список

1. Борисенков В.А. Оптимизация скреперных агрегатов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1999. – с. 248.
2. Косенко А.А. Повышение эффективности работы прицепного скрепера с колесным тягачом.: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – Воронеж, - 2003.
3. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. М., «Машиностроение», 1969. – с. 520.

References

1. Borisenkov V.A. Optimization scrapers units. - Voronezh: Publishing house VGU, 1999. - pp. 248.
2. Kosenko A.A. Increase of an overall performance of a hook-on scraper with wheel tractor.: The author's abstract diss.... Cand. Tech. Sci. - Voronezh, - 2003.
3. Uljanov N.A. Theory of self-propelled wheel digging-transport machines. M., "Mechanical engineering", 1969. - pp. 520.

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., кафедры «Строитель-
ные и дорожные машины» В.А. Нилов.
Студенты кафедры «Строительные и до-
рожные машины» Кутдусов Р.Р., Пьяных Д.Д.
Россия, г. Воронеж, тел. 8-(473)-277-01-29)
e-mail: pmptm@vorstu.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Dr. Technical sciences, prof., Department
«Road and Building Machines» V.A. Nilov.
Students «Road and Building Machines
Department» Kutdusov R.R., Pjanyh D.D.
Russia, Voronezh, tel. 8-(473)-277-01-29)
e-mail: pmptm@vorstu.ru*

В.А. Нилов, Р.Р. Кутдусов, Д.Д. Пьяных

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЕРЕДНЕЙ ЗАСЛОНКИ СКРЕПЕРА КОСОГО РЕЗАНИЯ ГРУНТА

В статье рассмотрен вопрос о конструктивном совершенствовании ножевой системы косого резания грунта, которая позволяет существенно увеличить производительность скрепера за счет снижения сопротивления копанью. Изменена конструкция передней заслонки ковша скрепера так, что она позволяет облегчить поступление грунта в ковш, и обеспечивает надежное запираание ковша, исключающее потери грунта из ковша через ножевую систему.

Ключевые слова: скрепер, ковша, заслонка ковша, косое резание, упоры.

V.A. Nilov, R.R. Kutdusov, D.D. Pjanyh

MODERNIZATION OF LOBBY GATE OF THE SCRAPER SLANTING CUTTING OF THE GROUND

In article the question on constructive perfection digging systems of slanting cutting of a ground which allows to increase essentially productivity of a scraper due to decrease of resistance to digging is considered. The design of a lobby gate a ladle of a scraper so is changed, that it allows facilitating receipt of a ground in a ladle and provides the reliable lock-out of a ladle excluding losses of a ground from a ladle through digging system.

Keywords: a scraper, a ladle, gate a ladle, slanting cutting, emphasizes.

Современные скреперные агрегаты позволяют существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду при строительстве автомобильных дорог, выполнении мелиоративных и ирригационных работ при прокладке дорог в лесистой местности. Повышению эффективности их применения в настоящее время должно закладываться на стадии проектирования. Выполнение работ по экономико-математическому моделированию скреперных агрегатов показало [1], что современные энергонасыщенные тягачи К-701, Т-130 и др. в агрегате с серийными скреперными ковшами, рекомендуемыми промышленностью, являются недогруженными и не реализуют в полной мере свои высокие скоростные качества [2]. Выполненные исследования показали, что, например, трактор К-701 может успешно и длительное время работать с ковшом увеличенной вместимости 10 м^3 (вместо серийного ковша 8 м^3 , рис. 1). Объем перемещаемого скрепером грунта можно увеличивать путем применения толкачей соответствующей мощности или за счет уменьшения сопротивления копанью путем применения различных интенсификаторов заполнения ковша или совершенствования режущей части ковша.



Рис.1. Заполнение ковша увеличенной вместимости (10 м^3) с толкачом на суглинистом грунте

Исследования, проведенные с целью уменьшения сопротивления копанию скрепера за счет применения косого резания грунта, также показали, что для улучшения загрузки трактора Т-130 целесообразно увеличение вместимости ковшей, находящихся в эксплуатации до величины 10 м^3 [2]. Эксплуатация скрепера косого резания грунта производилась как с толкачом (трактор Т-100), так и без него. При этом объем набираемого грунта новым скреперным агрегатом увеличился на 31...46 % (в зависимости от условий работы), а производительность возросла на 25...30 %.

При испытаниях скрепера косого резания грунта была выявлена его конструктивная недоработка передней заслонки ковша [3], заключающаяся в том, что передняя заслонка с острыми выступами (рис. 2) в приоткрытом положении недостаточно хорошо удерживает грунт в ковше. При открытой заслонке грунт не уходит в призму волочения, но выступы заслонки препятствуют прохождению грунта в ковш.

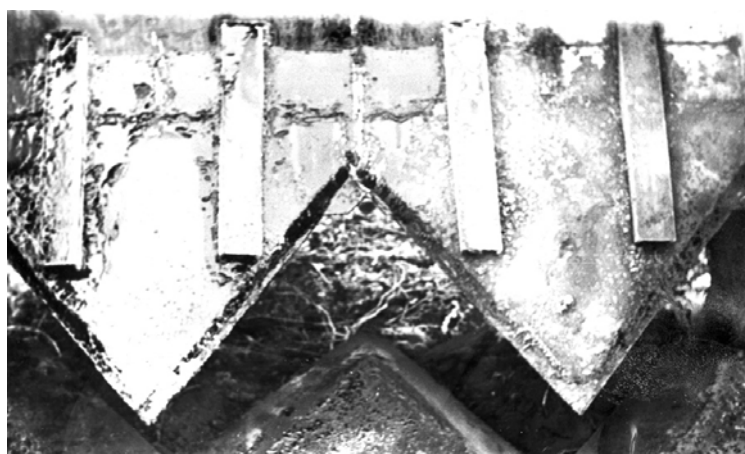


Рис.2. Передняя кромка заслонки ковша косого резания

Для устранения этого недостатка была разработана конструкция передней заслонки, выполненная из двух частей. В процессе копания грунта заслонка работает прямолинейной

кромкой, а плотное примыкание к W-образной ножевой системе обеспечивает её вторая часть, выполненная с двумя выступами по профилю ножевой системы [4]. На рис. 3, 4 приведена конструкция такой передней заслонки.

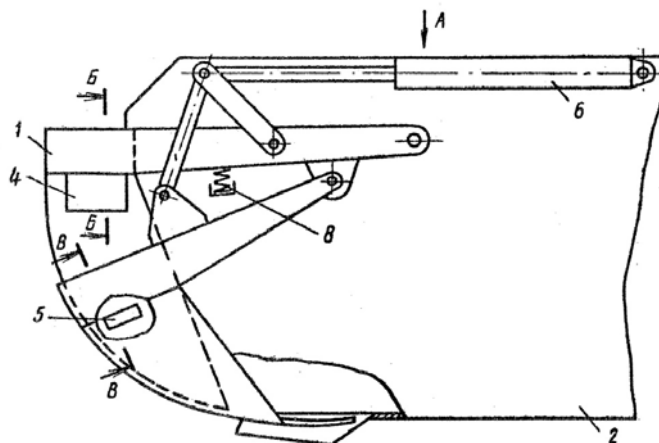


Рис.3. — Заслонки ковша косого резания

Ковш скрепера имеет переднюю дополнительную заслонку 1, шарнирно закрепленную на боковых стенках 2 ковша, и основную заслонку 3, шарнирно присоединенную к рычагам дополнительной передней заслонки 1. На дополнительной заслонке 1 установлены клиновые 4 и плоские 5 упоры, между которыми находится основная передняя заслонка, соединенная с приводом 6. Рабочая кромка дополнительной заслонки 1 выполнена прямолинейной, а рабочая кромка основной заслонки 3 – по форме W-образной ножевой системы 7 ковша. На боковых стенках 2 ковша установлены амортизирующие упоры 8 для дополнительной передней заслонки 1.

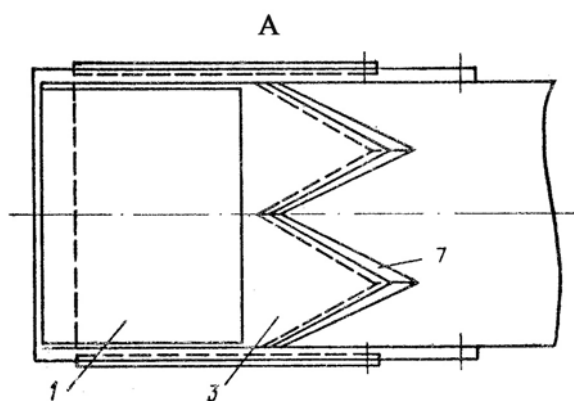


Рис.4. Вид А

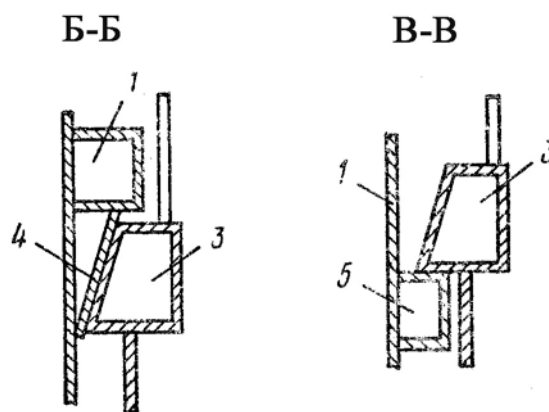


Рис.5. Сечения

Перед началом копания с помощью привода 6 открывают основную переднюю заслонку 3 и перемещают её до соприкосновения с клиновыми упорами 4 дополнительной передней заслонки 1. При этом W-образная рабочая кромка основной заслонки 3 перемещается выше прямолинейной рабочей кромки дополнительной заслонки 1 и в дальнейшем не препятствует поступлению грунта в ковш, а силы трения в клиновых упорах 4 обеспечивают дальнейшее совместное движение вверх и вниз обеих заслонок 3 и 1. Управляя приводом 6, можно регулировать щель для поступления грунта в ковш, как и в обычном ковше.

После заполнения ковша приводом 6 опускают передние заслонки до тех пор, пока дополнительная заслонка 1 не коснется амортизирующего упора 8 на боковых стенках 2 ковша.

В этот момент клиновые упоры 4 разъединяются, и дальше вниз перемещается только одна основная заслонка 3, которая своей W-образной кромкой плотно прилегает к W-образной ножевой системе 7 ковша. В закрытом положении дополнительная заслонка 1 удерживается за счет силового воздействия привода 6 через основную заслонку 3 и плоские упоры 5.

Рассмотренная конструкция составной передней заслонки ковша позволяет улучшить поступление грунта в ковш, облегчает работу оператора скрепера, что в целом способствует повышению производительности скрепера и может применяться в конструкциях ковшей, имеющий криволинейную ножевую систему.

Библиографический список

1. Нилов В.А., Иванищев П.И. Экономико-математическое моделирование скреперных агрегатов. / Труды 13-ой международной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». – Воронеж: Изд.-во ВГАСУ, 2010. – с. 219-222.
2. Апекусов Ю.И., Калашников Ф.Ф., Нилов В.А. Использование тяжелых тракторов с прицепными скреперами // Гидротехника и мелиорация. – 1980. - № 5. – с. 32-33.
3. Борисенков В.А., Кандалинцев В.В., Нилов В.А. Эффект косо го резания грунтов // Механизация строительства. – 1985. – № 3. – с. 10-11.
4. А.с. № 1041641 СССР, МКИ³ Е 02F 3/64. Ковш скрепера. Авт. изобр. Борисенков В.А., Нилов В.А. № 3401213/29-03; заявл. 28.02.82; Опубл. 15.09.83, бюл. № 34. – с.4.

References

1. Nilov V.A., Ivanishchev P.I. Economic-mathematical modeling Scrapers units. / Works of 13-th international scientific-practical conference «High technologies in ecology». - Voronezh: Public VSACU, 2010. - pp. 219-222.
2. Apeksimov J.I., Kalashnikov F.F., Nilov V.A. Use of heavy tractors with hook-on scrapers // Hydraulic engineering and land improvement. - 1980. - № 5. - pp. 32-33.
3. Borisenkov V.A., Kandalintsev V.V., Nilov V.A. Effect of slanting cutting soil // Mechanization of construction. - 1985. - № 3. - pp. 10-11.
4. Ampere-second. № 1041641 USSR, МКИ³ Е 02F 3/64. A ladle of a scraper. Author of invention Borisenkov V.A., Nilov V.A. № 3401213/29-03; Decl. 28.02.82; Public 15.09.83, bull. № 34. – pp. 4.

УДК 628.517.2(031)

*Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет.
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
транспортных машин Ю.Ф. Устинов;
Канд. техн. наук, доц., В.А. Муравьев;
Старший преподаватель кафедры
транспортных машин А.В. Скрынников;
Военный авиационный инженерный
университет (г. Воронеж)
Канд. техн. наук, доц., нач. факультета
В.П.Иванов;
Адъюнкт А.А.Колтаков.
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., V.A. Muravyov;
Senior teacher of the pulpit of the transport
machine A.V. Scrinnicov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18;
Military aviation engineering university
(Voronezh)
Kand. Sci. Tech., the chief of faculty V.P. Ivanov
The post graduatet cadet A.A. Koltakov
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, А.В.Скрынников, В.П. Иванов, А.А. Колтаков

СПОСОБ ВИБРОЗАЩИТЫ МАШИН

Рассматривается способ виброзащиты машин с использованием
виброизоляторов регулируемой жесткости

Ключевые слова: виброзащита машин, виброизоляторы, регулируемая жесткость.

Y.F. Ustinov, V.A. Muravyov, A.V. Scrinnicov, V.P. Ivanov, A.A. Koltakov

METHOD OF VIBRATION PROTECTION OF MACHINES

The way of vibration protection of machines, using shock absorbers adjustable
stiffness.

Keywords: vibroprotection machines, shock absorbers, adjustable stiffness.

Известен способ виброзащиты машин, заключающийся в соединении защищаемого объекта (двигателя, кабины, других агрегатов и механизмов) с ее рамой посредством типовых составных резинометаллических виброизоляторов, состоящих из двух косоразмещенных призматических упругих элементов, работающих на сжатие - сдвиг [1,2].

Недостатком этого способа виброзащиты является то, что при изменении режима работы машины, состоящего в изменении линейных или угловых скоростей ее подвижных звеньев, изменении действующих сил и моментов сил, изменении мощностей силовых установок или рабочих органов, изменяются вибрационные характеристики в опорных связях защищаемого объекта, однако жесткость упругих элементов виброизоляторов остается неизменной.

Задачей настоящей работы является снижение вибрации защищаемых объектов машины при выполнении технологических операций с изменением режима ее работы.

Поставленная задача достигается тем, что в соответствии с изменением режима работы машины принудительно плавно изменяют жесткость виброизоляторов путем изменения угла наклона косоразмещенных упругих элементов.

Известно, что упругие свойства резин характеризуется большим различием модулей объемного сжатия и чистого сдвига, при этом их отношение лежит в пределах от 500 до 5000 [2]. Косоразмещенные упругие элементы виброизолятора работают одновременно на сжатие

и сдвиг. При угле наклона $\varphi = 0^\circ$ эти элементы работают только на сжатие, а при угле наклона $\varphi = 90^\circ$ они работают только на сдвиг.

При принудительном плавном изменении угла наклона косоразмещенных упругих резиновых элементов виброизолятора будет изменяться и его жесткость. На рис. 1 представлена схема реализации способа виброзащиты машин.

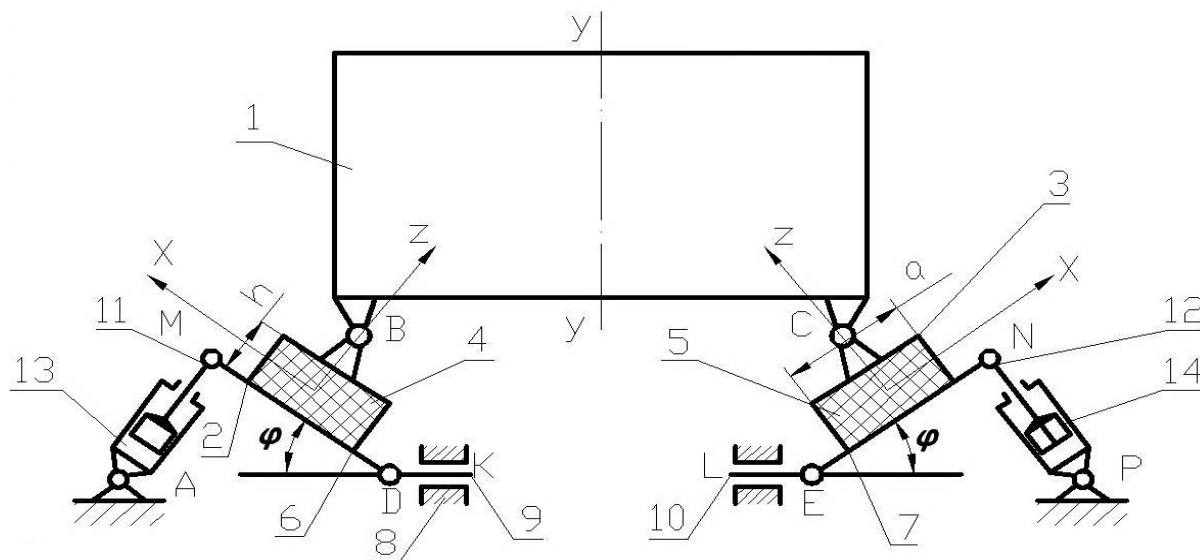


Рис. 1. Схема реализации способа виброзащиты машин

Защищаемый объект 1, являющийся вибрирующим агрегатом при силовом возбуждении или кабиной машины при кинематическом возбуждении, соединен шарнирами В и С с верхними металлическими пластинами 2 и 3 виброизолятора. Виброизолятор состоит из двух косоразмещенных призматических упругих элементов 4 и 5, привулканизированных к верхним 2 и 3 и нижним 6 и 7 металлическим пластинам и наклоненных под углами φ к раме 8 машины.

Нижние металлические пластины 6 и 7 с одной стороны в шарнирах D и E соединены с ползунами 9 и 10, входящими в поступательные пары К и Л с рамой 8 и в поступательную пару О между собой. С другой стороны, нижние металлические пластины 6 и 7 в шарнирах М и N соединены со штоками 11 и 12 гидроцилиндров 13 и 14, соединенных в шарнирах А и Р с рамой машины.

Описанные элементы крепления защищаемого объекта 1 на раме 8 машины расположены по разные стороны от оси У – У защищаемого объекта 1 симметрично.

В соответствии с изменением режима работы машины принудительно плавно изменяют жесткость виброизоляторов путем изменения углов φ наклона косоразмещенных упругих элементов 4 и 5 в интервале значений от 0° до 90° путем одновременного согласованного перемещения штоков 11 и 12 гидроцилиндров 13 и 14.

При этом поворачиваются по отношению к защищаемому объекту 1 верхние 2 и 3 и нижние 6 и 7 металлические пластины и привулканизированные к ним упругие призматические элементы 4 и 5, ползуны 9 и 10 поступательно движутся относительно рамы машины 8, а ось симметрии У – У защищаемого объекта 1 по отношению к раме 8 машины своего положения не меняет.

Жесткость принятого виброизолятора определяется выражением [2]

$$C = \frac{J \cdot G \cdot S}{h}, \text{ кН/м}, \quad (1)$$

где J – безразмерная жесткость упругого элемента (резины), зависящая от его формы;
 G – модуль сдвига резины, МПа;
 S – площадь поперечного сечения упругого элемента, м²;
 h – высота упругого элемента, м (рис. 1).

Для наклонного упругого элемента при сжимающей нагрузке со стороны колеблющегося защищаемого объекта 1 безразмерная жесткость определяется формулой

$$1/J = \sin^2 \varphi / J_X + \cos^2 \varphi / J_Z, \quad (2)$$

где J_X и J_Z – соответственно безразмерная жесткость упругого элемента в направлении осей X и Z (рис. 1).

В направлении оси X упругий элемент работает на сдвиг, а в направлении оси Z – на сжатие.

Если упругий элемент расположен под углом $\varphi = 90^\circ$ к раме машины, то он работает только на сдвиг; при этом $J_X = 1$ [2]. При расположении упругого элемента под углом $\varphi = 0^\circ$ к раме машины он работает только на сжатие; при этом значение J_Z может быть найдено по формуле [2]

$$J_Z = 3 \cdot (0,92 + 0,5 \cdot \alpha^2), \quad (3)$$

где $\alpha = a/h$, a – длина призматического упругого элемента (рис.1),
 если $0,4 \leq \alpha \leq 6$ [3].

Для призматического упругого элемента с размерами, $a = 100$ мм и $h = 68$ мм, $\alpha = a/h = 100/68 = 1,47$ и по формуле (3) $J_Z = 6$.

Пусть площадь поперечного сечения этого упругого элемента $S = a^2 = 0,1^2 = 0,01$ м², а его резина – марки 278 – 4, модуль сдвига которой $G = 6$ МПа [2].

Используя формулы (2) и (1) при значениях $\varphi = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$, получаем значения безразмерной жесткости J и расчетной жесткости C виброизолятора с одним упругим элементом.

Результаты расчетов приведены в табл.1.

Табл. 1.

Значения безразмерной и расчетной жесткости виброизолятора с одним призматическим упругим элементом из резины марки 278 – 4

Угол наклона упругого элемента φ°	Безразмерная жесткость J	Расчетная жесткость C , кН/м
0	6,000	5,29
30	2,670	2,35
60	1,263	1,11
90	1,000	0,88

По данным табл. 1 построен график зависимости расчетной жесткости (c) виброизолятора от угла наклона φ его упругого элемента (рис. 2).

Из графика видно, что при изменении угла наклона упругого элемента виброизолятора от 0° до 90° жесткость его изменяется в 6 раз (от 0,88 до 5,29 кН/м). При этом расчетная жесткость изменяется плавно и в широком диапазоне.

Например, устанавливаемый режим работы виброкатков типа ДУ98 и ДУ99 зависит от вида уплотняемой среды. При уплотнении грунта задаваемая частота колебаний вибровальца $f=40$ Гц, а при уплотнении асфальтобетона $f=50$ Гц [3]. На транспортном режиме источником вибрации является двигатель. При номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя этих виброкатков частота колебаний $f=80$ Гц.

При транспортно-технологической вибрации виброскорость на рабочем месте оператора (пола кабины) при средних геометрических частотах колебаний в октавных

полосах $f \geq 16$ Гц не должна превышать установленной нормы $v = 0,56 \cdot 10^{-2}$ (м/с). На транспортном режиме виброскорость - не более значения $v = 1,10 \cdot 10^{-2}$ (м/с) [4].

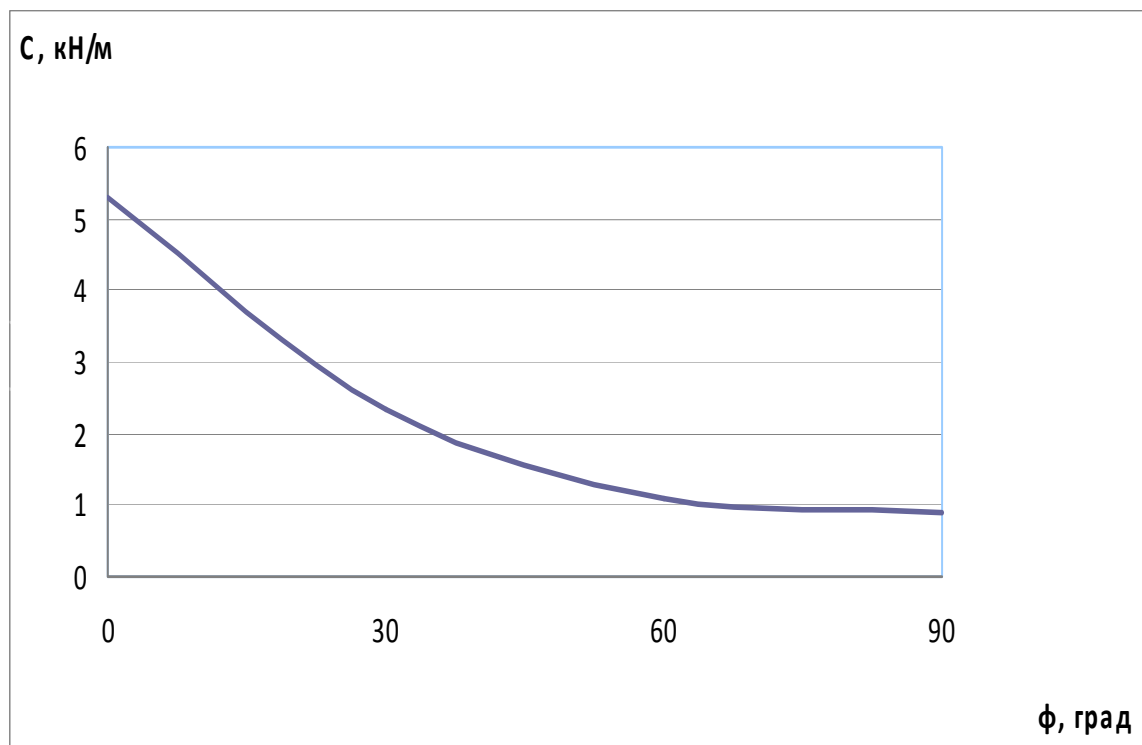


Рис. 2 зависимости расчетной жесткости (c) виброизолятора от угла наклона ϕ его упругого элемента

Расчет необходимой жесткости виброизоляторов выполняется по формуле [5].

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

При кинематическом возбуждении массы m (кабина) со стороны основания P (рама машины, на которой установлены источники вибрации) при слабом демпфировании колебаний ($b \approx 0$) и $c/m < \omega^2$ имеем абсолютное перемещение защищаемого объекта (массы m) как сумму перемещения основания S и относительного перемещения y в соответствии с рис.1 [6]

$$z = A_s \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega^2 - c/m} \right) \sin \omega t, \quad (4)$$

где A_s - максимальное значение амплитуды перемещения (P); ω - угловая частота основания, c^{-1} ; c - приведенный коэффициент жесткости упругого элемента, далее просто жесткость, кН/м;

Известно, что угловая частота ω может быть выражена через частоту колебаний f в герцах, т.е.

$$\omega = 2\pi f \quad (5)$$

Дифференцируя выражение (1), получим виброскорость:

$$\dot{z} = A_s \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega^2 - c/m} \right) \omega \cos \omega t \quad (6)$$

Наибольшее значение виброскорости будет при $\cos \omega t = 1$, тогда

$$\dot{z}_{max} = A_s \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega^2 - c/m} \right) \omega \quad (7)$$

Из полученного выражения определяем жесткость с учетом (2)

$$c = \frac{\dot{z}_{max} m (2\pi f)^2}{\dot{z}_{max} - A_s (2\pi f)} \quad (8)$$

Нормативное значение виброскорости на частотах более 16 Гц в октавных полосах не должно превышать 0,011 м/с [1].

Принимаем для примера $A_s = 0,001$, а массу кабины виброкатка ДУ-99 с учетом массы оператора $m = 375$ кг [4, стр.6].

Определяем требуемую суммарную жесткость виброизоляторов кабины при различных частотах колебаний рамы. Результаты заносим в таблицу 2 и строим соответствующий график (рис. 3).

Таблица 2

Суммарная жёсткость виброизоляторов

Суммарная жёсткость виброизоляторов, 10^3 кН/м				
Частота колебаний рамы, Гц				
20	40	50	60	80
10,7	22,6	27,7	32,8	42,8

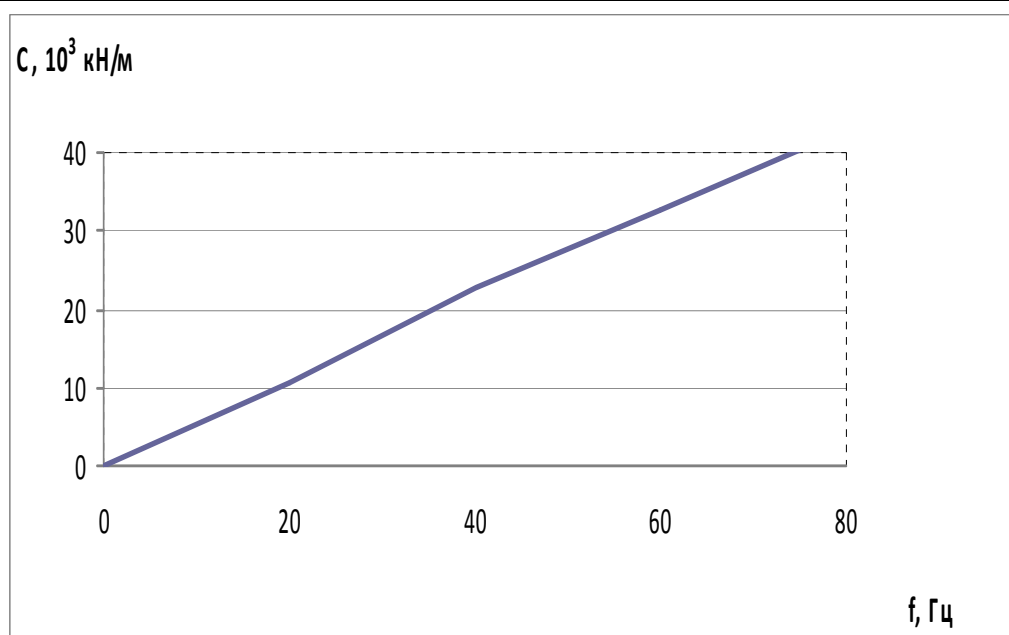


Рис. 3

Как видно из таблицы 2, суммарная жёсткость виброизоляторов кабины при увеличении частоты колебаний рамки существенно возрастает.

Выводы

1. В соответствии с изменением режима работы машины, когда изменяются частота и амплитуда колебаний ее рамы, можно принудительно плавно изменять жесткость резинометаллических виброизоляторов в опорных связях защищаемого объекта путем изменения угла наклона их косоразмещенных упругих элементов. Это позволяет снизить вибрационные характеристики защищаемого объекта до нормативных значений.

Библиографический список

1. Вибрации в технике. Справочник. Том 4. Под ред. Э.Э. Лавендела. – М.: Машиностроение, 1981.
2. Ляпунов В.Т., Лавендел Э.Э., Шляпочников С.А. Резиновые виброизоляторы: Справочник – Л.: Судостроение, 1988, – 216 с.
3. Руководство по эксплуатации и формуляр катков ДУ-98, ДУ-99, ДУ-100. ЗАО «Раскат», 152934, Россия, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Труда, д.2. www.raskat.ru.
4. Ивович В.А., Онищенко В.Я. Защита от вибраций в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1990. - 272 с.
5. Левитский Н.И. Колебания в механизмах: Учеб. пособие для втузов.- М.: Наука. гл. ред. физ.- мат. Лит., 1988. – 336 с.
6. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, Главная редакция физико–математической литературы. 1970, – 334 с.

References

1. Vibrations in the technician. A directory. Volume 4. Under the editorship of E.E.Lavendela. – M: Mechanical engineering, 1981.
2. Lyapunov V. T, Lavendel E.E., Shljapochnikov S.A. Rubber shock absorbers: the Directory – Л: Shipbuilding, 1988, – 216 with.
3. The operation manual and the data card of skating rinks ДУ-98, ДУ-99, ДУ-100. Joint-Stock Company "Peal", 152934, Russia, Yaroslavl region, Rybinsk, Work street, h.2, www.raskat.ru.
4. Ivovich V. A, Onishchenko V. Ja. Protection against vibrations in mechanical engineering. - M: Mechanical engineering, 1990. - 272 with.
5. Levitsky N.I. Fluctuation in mechanisms: Studies. The grant for technical colleges. - M: the Science, the Main edition of the physical and mathematical literature, 1988. – 336 with.
6. Levitsky N.I. Theor of mechanisms and cars. – M: the Science, the Main edition of the physical and mathematical literature. 1970, – 334 with.

*Воронежский Государственный архитек-
турно-строительный университет
Канд. тех. наук, доцент кафедры транс-
портных машин И.А. Фролов
Россия, г. Воронеж, тел. 8 (4732) 271-59-18*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
Ph.D. in Engineering., docent of transportation
machines faculty I.A. Frolov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732) 271-59-18*

И.А. Фролов

КОНТАКТНО-РЕАКТИВНАЯ ПАЙКА ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ЧЕРЕЗ МЕДНУЮ ПРОСЛОЙКУ

Представлены результаты технологического процесса соединения внутренней ребристой оболочки с гладкой наружной припоем, возникающим при контактном плавлении прослойки меди с титаном и последующем его растворении в соединяемых деталях при длительной высокотемпературной выдержке. Доказаны высокая надежность и качество полученных соединений.

Ключевые слова: титановый сплав, тонкая прослойка меди, длительная высокотемпературная выдержка.

I.A. Frolov

CONTACT-REACTIVE BRAZING OF THIN-WALLED PARTS MADE OF TITANIUM ALLOYS THROUGH THE COPPER LAYER

Presents the results of the process inside compound ribbed shell with a smooth outside the fast ice, emerging in contact melting layer of copper with titanium and its subsequent dissolution in the connecting parts during prolonged high temperature exposure. Proven reliability and quality of the compounds.

Key words: titanium alloy, a thin layer of copper, a prolonged high temperature endurance.

Титан и его сплавы являются замечательными материалами: они завоевали прочное место в авиационной и ракетной технике, в судостроении, химической промышленности и различных отраслях машиностроения. Обеспечивая равнопрочность со сталями, изделия из титановых сплавов дают заметный выигрыш в весе, что видно из сравнения их плотностей ($\rho_{\text{Fe}}=7.87$; $\rho_{\text{Ti}}=4.5$) [1].

К числу изделий, единственным способом соединения которых является пайка, относят различные теплообменники, изготовленные из титановых сплавов толщиной ~ 1 мм. Пайку их осуществляют через строго дозируемую тонкую прослойку промежуточного металла, чаще всего меди, которая контактно плавится при достижении заданной температуры нагрева [2,3]. Решению технических вопросов пайки титановых сплавов через медную прослойку посвящено много работ [4,5].

Целью данной работы является определение экспериментально-расчетным путем параметров пайки тонкостенных оболочек из титанового сплава ОТ-4 через прослойку меди и выбор оптимальной схемы осуществления процесса.

Контактному плавлению меди и титана предшествует взаимная диффузия компонентов в твердой фазе, в результате которой образуются микрообъемы сплавов эвтектического состава с минимальными температурами плавления 955°C и 850°C согласно диаграмме состояния системы Ti-Cu [6]. Быстрое расплавление медной прослойки, вступающей в контактное плавление с основным металлом, приводит к образованию жидкой фазы, концентрация которой близка к составу, соответствующему достигнутой температуре нагрева.

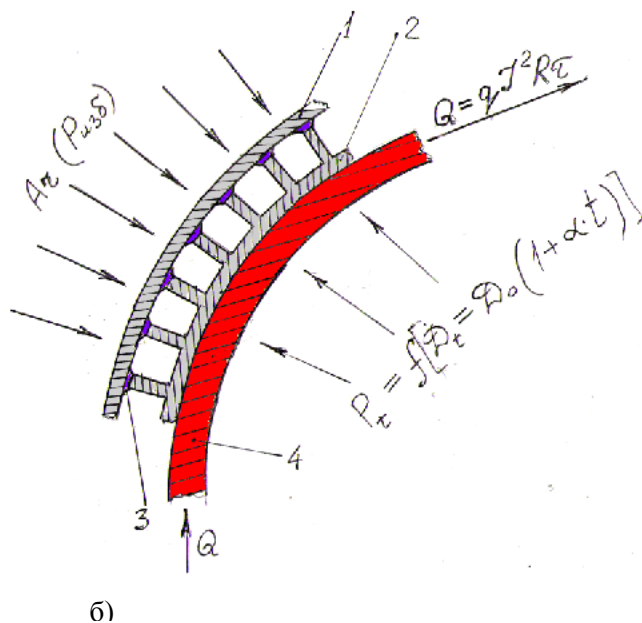
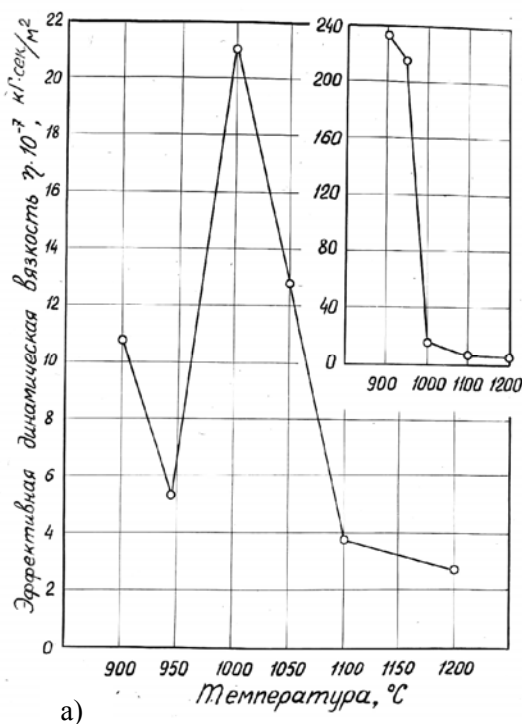
Для умеренной скорости нагрева ($\sim 20^\circ\text{C}/\text{мин}$), исключающей протекание диффузионных процессов, снижающих содержание меди в паяном шве в интервале температур от 850 до 1000°C , толщину прослойки жидкой фазы рассчитывали по формуле:

$$h_L = \frac{\rho_{Cu} * \delta_{Cu} * 100\%}{C_i * \rho_i} \quad (1)$$

где h_L – толщина жидкой меднотитановой прослойки; ρ_{Cu} – плотность и толщина прослойки меди в исходном состоянии соответственно; C_i – содержание меди в сплавах, соответствующих точкам пересечения изотерм нагрева с линией ликвидуса части диаграммы состояния, ограниченной с одной стороны титаном, а с другой – сплавом, состав которого в эвтектической точке соответствует достигнутой температуре нагрева; ρ_i – плотность сплавов, определённая методом аддитивности. Результаты расчета показывают, что в процессе нагрева толщина жидкой прослойки скачкообразно увеличивается при достижении температур эвтектических точек системы Ti-Cu, а при 1000°C она почти в 5 раз превышает исходную [7], что может вызвать недопустимое скопление припоя в каналах изделия.

Поэтому прослойка меди наносилась исключительно на торцы ребер оболочки, а плотный контакт между деталями при пайке обеспечивался эквидистантностью профилей оболочек, что достигалось как технологическим процессом их изготовления, так и приёмом селективной сборки [8].

Дополнительно контакт между паяемыми деталями поддерживался как за счет преимущественного расширения внутренней ребристой оболочки, обусловленной схемой пайки, так и разностью давлений: вакуум $5 \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст. ($6,65 \cdot 10^{-8}$ МПа) во внутренней полости изделия и избыточным давлением инертного газа (аргона) $0,5$ атм. ($5 \cdot 10^{-2}$ МПа) на гладкую оболочку.



1, 2 – оболочки изделия, 3 – прослойка меди,
 Q – оснастка (технологическая оболочка) – источник нагрева ($Q = qI^2R\tau$);
 P_r – давление на внутреннюю оболочку изделия термическим расширением оснастки

Рис. 1. Зависимость эффективной динамической вязкости сплава ОТ4 от температуры (а) и схема пайки (б)

Поскольку титан при 882°C имеет аллотропическое превращение, то при температуре пайки увеличивается его эффективная динамическая вязкость (текучесть).

Расчетным методом с учетом экспериментальных результатов величина избыточного давления аргона (Ризб.) исключила прогиб тонкостенной оболочки при длительной высокотемпературной выдержке [Рис. 1 «а» и «б»].

Эти приёмы обеспечили концентрацию припоя лишь в галтелях соединения за счет капиллярных сил, исключив возможность его нежелательного скопления в каналах изделия.

Поскольку жидкая фаза припоя содержит эвтектическую смесь многочисленных хрупких интерметаллидов (Ti_2Cu ; $TiCu$; Ti_2Cu_3 ; $TiCu_3$), требуется последующая выдержка для диффузионных процессов, снижающих содержание меди в паяном шве.

Длительность этого процесса позволяет определить кинетика растворения ограниченного количества вещества в двух объёмах бесконечной протяженности [9], при которой в центре паяного шва будет содержаться определенное (заданное) количество меди:

$$C_{Cu} = \frac{Q_0}{2\sqrt{\pi Dt}} e^{-\frac{X^2}{4Dt}} \quad (2)$$

где C_{Cu} – содержание меди в центре паяного шва, г/см³; Q_0 – количество меди, диффундирующей через единицу площади поперечного сечения шва, г/см² (при достигнутой температуре нагрева [10] оно равно $\rho_i C_i h_i$); D – коэффициент диффузии меди в титане, равный $7 \cdot 10^{-8}$ см²/с [11]; τ – время выдержки, с; X – глубина диффузии, см (в нашем случае $X=0$).

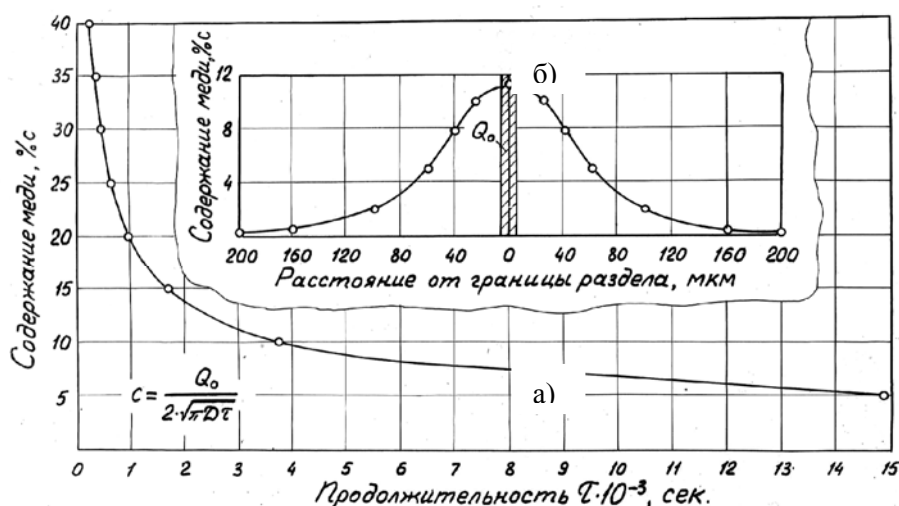


Рис. 2. Зависимость содержания меди в центре паяного шва от времени выдержки (а) и характер её распределения (б) в паяном соединении ($t=1000^\circ C$, $\tau=60$ мин.; $h_{Cu}=10$ мкм.)

Микрорентгеноспектральным анализом паяного соединения установлено, что содержание меди в паяном шве уменьшается с 8-12% в центре и практически до нуля на расстоянии ~200 мкм в глубь основного материала, соответствуя заключительной стадии экспонентного закона растворо-диффузионного процесса.

Это удовлетворительно совпадает с содержанием меди в центре шва, рассчитанным по формуле (2) для процесса пайки через прослойку толщиной 10 мкм при 1000°C в течение 60 мин. Это время выдержки при пайке является наиболее оптимальным, сокращение процесса приводит к охрупчиванию швов из-за повышенного содержания интерметаллидов. [Рис. 2].

Качество паянных соединений оценивали рентгеновским просвечиванием и испытанием на гидрочность при давлении 35Мпа. Контроль качества соединений показал, что разработанный технологический процесс обеспечивает получение изделий, удовлетворяющих предъявленным требованиям. Некоторые изделия от партии подвергали испытанию до раз-

рушения, которое наступало при $P \geq 70$ МПа, а часть соединений – металлографическому и микрорентгеноспектральному анализу.

Металлографическое исследование паяного шва выявляет структуру, соответствующую двойным эвтектическим сплавам. В титановых сплавах, паяных через прослойку меди, наблюдаются пластинчатые участки эвтектики, α - и β - структурные составляющие которой имеют одинаковую ориентацию с направлением, соответствующим матричным зернам соединяемых деталей [Рис. 3].

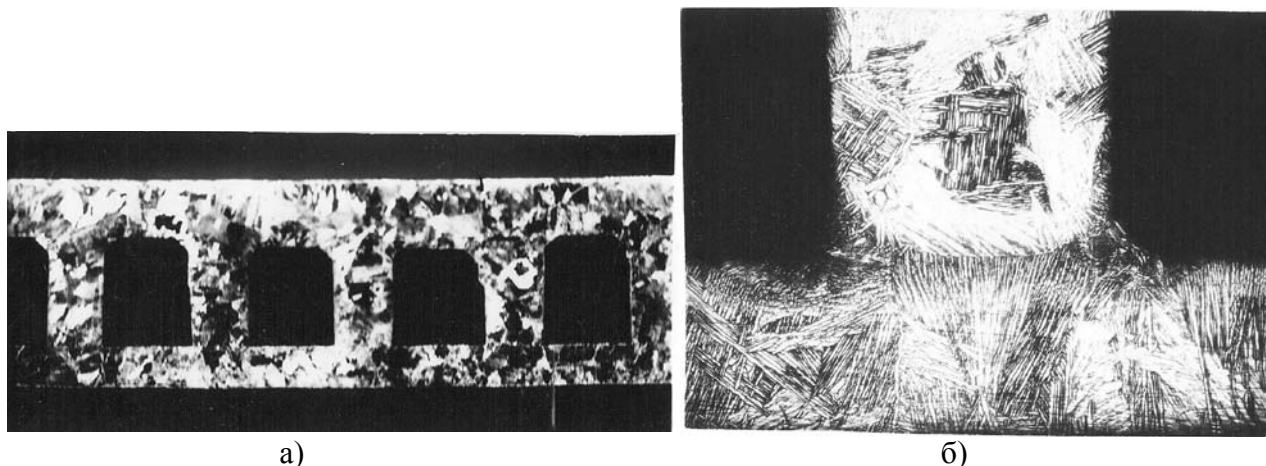


Рис. 3. Макро (а) и микро (б) структуры титанового сплава ОТ4 после пайки через прослойку меди

Выводы

1. Определены оптимальные режимы пайки деталей из титанового сплава ОТ4 толщиной 1 мм.
2. Параметры технологического процесса пайки могут быть получены экспериментально-расчетным методом.

Библиографический список

1. Л.С. Мороз, Б.Б. Чечулин и др. Титан и его сплавы. Том 1. Судпромгиз. Л. 1960; 515 с.
2. Патент 3854194 США.
3. А.С. 1013074 СССР.
4. Грушин В.Л. Свойства соединений титана и его сплавов, паянных медью // Сварочное производство. 1975 №10. С. 36-37
5. Беседный В.А. Контактнo-реактивная пайка титанового сплава ВТ6С // Сварочное производство. 1977. №1. С. 35-37
6. Молчанова Е.К. Атлас диаграмм состояния титановых сплавов. М.: Машиностроение, 1964, 392с.
7. Фролов И.А. Диффузионная пайка тонкостенных деталей из титановых сплавов при контактнo-реактивном плавлении медной прослойки // Сварочное производство. 1990 №5. С. 10-11
8. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактинов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: В.Ш., 2007 с. 570
9. Герцрикен С.Д., Дехтяр Н.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе. М.: Физматгиз, 1960, 400с.
10. Долгов Ю.С., Сидохин Ю.Ф. Вопросы формирования паяного шва. М.: Машиностроение, 1973, 135 с.

11. Wells R.R. Microstructural control of thinfilm Diffusion – brased titanium // Welding Jornal. 1976. №1. P 20-27

References

1. L.S. Moroz, BB Chechulin etc. Titanium and its alloys. Volume 1. Sudpromgiz. L. 1960, 515.
2. U.S. Patent 3854194.
3. AS 1013074 USSR.
4. Grushin, V.L. Properties of the compounds of titanium and its alloys, copper payannyh // Welding Production. 1975 № 10. p. 36-37
5. Besedny V.A. Contact-reactive brazing of titanium alloy VT6S // Welding Production. 1977. № 1. p. 35-37
6. Molchanova E.K. Atlas of the phase diagrams of titanium alloys. Moscow: Mashinostroenie, 1964, 392s.
7. Frolov I.A. Diffusion brazing of thin-walled parts made of titanium alloys in contact-jet melting copper interlayer // Welding Production. 1990 № 5. p 10-11
8. Radkevich J.M., Skhirtladze A.G., Laktinov B.I. Metrology, standardization and certification. M.M.: VS, 2007. p. 570
9. Gertsriken S.D., Dekhtyar N.Y. Diffusion in metals and alloys in the solid phase. Moscow: Fizmatgiz, 1960, 400p.
10. Dolgov Y.S., Y..F Sidohin Issues of forming payannogo seam. Moscow: Mashinostroenie, 1973, 135p.
11. Wells R.R. Microstructural control of thinfilm Diffusion - brased titanium // Welding Jornal. 1976. № 1. P. 20-27

УДК 622.24

*Воронежский государственный архитек-
турно-строительный университет Канд.
техн. наук, доц. Кафедры высшей матема-
тики Е. И. Ханкин Россия,
г. Воронеж, тел. +7 (473) 2-71-53-62 e-mail:
goncharov@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State University of Architecture and
Civil Engineering
D.Sc.(Engineering), PhD prof. E. I. Khankin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62*

Е. И. Ханкин

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ КАНАТНО-БЛОЧНЫХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Предлагается экспериментально-аналитический метод исследования кинематиче-
ских и динамических канатно-блочных систем транспортно-технологических машин.

Ключевые слова: канатные системы, динамические удары, дифференциальное уравнение, коэффициент жестко-
сти, надежность.

E. I. Khankin

INCREASE OF SAFETY OF WORK OF CABLE-BLOCK SYSTEMS OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES

It is proposed experimental and analytical method for studying the kinematics and dy-
namics of cable-block systems of transport and technological machines.

Keywords: cable system, dynamic attacks, differential equations, stiffness, reliability.

Для обеспечения эффективной эксплуатации землеройных, погрузочно-разгрузочных, подъемно-транспортных и других машин безопасность и надежность имеют первостепенное значение.

Среди обозначенного класса машин отдельной группой можно выделить такие, в которых грузоперемещающие устройства содержат канатные системы.

Для усовершенствования существующих и для разработки новых конструкций постоянно работали и работают различные НИИ и лаборатории. В основе поиска более совершенных и безопасных в работе грузоподъемных канатных конструкций лежит кинематический и динамический анализ технологического процесса, что в свою очередь представляет существенную трудность математического характера, в частности, заключающаяся в необходимости решения нелинейных дифференциальных уравнений и их систем, являющихся математическими моделями исследуемых процессов.

В связи с большой мощностью тяговых двигателей современных машин и быстрым срабатыванием грузовых тормозов промежутков времени, за которых происходит разгон груза или его остановка, мал. Следовательно, ускорение приобретает большую величину, что влечет за собой сильные удары на все узлы механизмов и приводит к их интенсивному износу, либо – к поломкам.

Включив между поднимаемым грузом и исполнительным механизмом для снижения динамического удара упругих элементов, получим механическую систему, изображенную на рис.1.

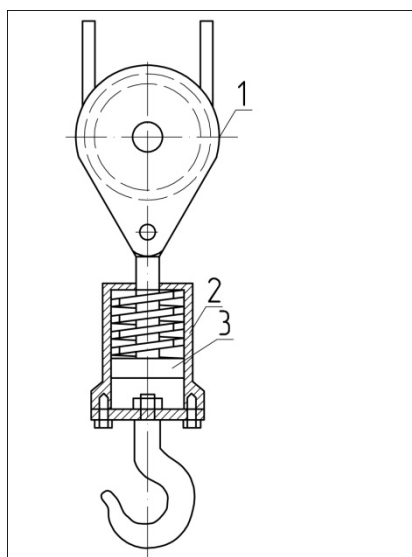


Рис. 1

- 1 – блочная обойма
2 – корпус амортизатора
3 – шток с упругим элементом

Учитывая все конструктивные, кинематические и динамические условия исследуемой системы, получим, в частности, дифференциальное уравнение движения груза:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + \mu \frac{dy}{dt} + c_{np} \Delta l = \sum_{k=1}^n F_k \quad (1);$$

где m – масса груз, μ – сила трения, пропорциональная скорости движения, c_{np} – приведенный коэффициент упругости канатной системы, Δl – величина линейной деформации каната,

$$c_{np} = \frac{c_1 \cdot c_2}{c_1 + c_2} \quad (2);$$

c_1 – коэффициент жесткости упругого элемента (рис.1),

$$c_2 = \frac{E \cdot S}{l} \quad (3);$$

c_2 – коэффициент жесткости каната, зависящий от модуля Юнга E , площади поперечного сечения металлической его части – S и длины – l .

Подставляя (3) в (2), получим зависимость приведенной жесткости системы в зависимости от длины каната:

$$c_{np} = \frac{c_1 \cdot E \cdot S}{\left(c_1 + \frac{E \cdot S}{l}\right)} = \frac{c_1 \cdot E \cdot S}{c_1 l + E \cdot S} \quad (4);$$

В случае канатного полиспаста при кратности его k формула (4) примет вид:

$$c_{np} = \frac{k \cdot c_1 + E \cdot S}{c_1 l + k \cdot E \cdot S} \quad (5)$$

где l – длина одной ветви каната.

При решении дифференциального уравнения (1), т.е. при нахождении уравнения движения груза, зачастую за c_{np} принимают некоторую осредненную постоянную величину, что, естественно, позволяет получать некоторое приближенное решение для $c_{np} = const$, т.к. на самом деле c_{np} является функцией длины каната l .

Для получения непрерывной функции – уравнения движения груза на интервале $l_0 \leq l \leq l_k$ предлагается на нем выбрать конечное число фиксированных значений l_i , ($i=0,1,2 \dots k$) и в них получить точечные решения уравнения (1):

$$y_i = F(t, c_{np}) \quad (6)$$

Взяв за узлы интерполяции точки l_i (рис.2),

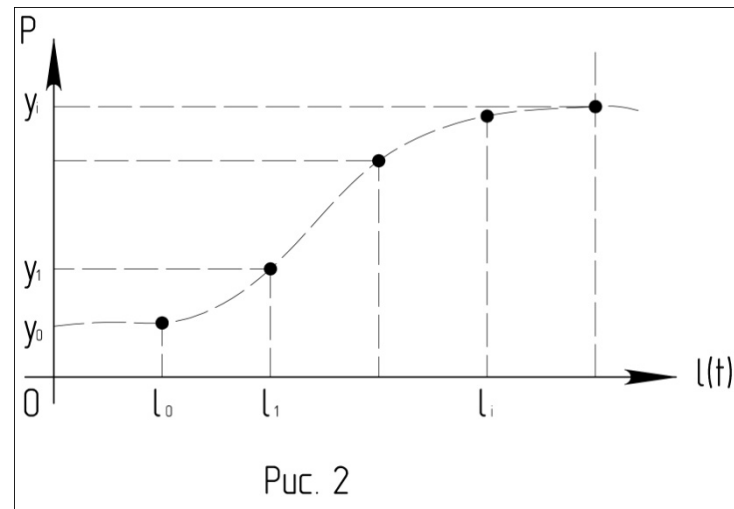


Рис. 2

получим интерполяционный полином Лагранжа:

$$P(l, t) = \sum_{i=0}^k y_i \frac{A(i)}{(l-l_i) \cdot A'(l_i)} \quad (7),$$

где $A(l) = (l-l_0) \cdot (l-l_1) \dots (l-l_k)$,

$$A'(l) = (l_i-l_0) \cdot (l_i-l_1) \dots (l_i-l_{i-1}) \cdot (l_i-l_{i+1}) \dots (l_i-l_k) \quad (8),$$

который в определенном приближении можно принять за уравнение движения груза с переменным коэффициентом жесткости канатной системы:

Возможны построения и других полиномов.

Полученный полином (7) позволит производить кинематический и динамический анализ как неустановившегося, так и установившегося движения груза.