

ВІСНИК  
ДОНБАСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ



**Випуск 2015-3(113)**

**БУДІВЛІ ТА КОНСТРУКЦІЇ ІЗ  
ЗАСТОСУВАННЯМ  
НОВИХ МАТЕРІАЛІВ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

# **ВІСНИК**

**Донбаської національної академії  
будівництва і архітектури**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Видається з грудня 1995 року  
Виходить 8 разів на рік

**Випуск 2015-3(113)**

**БУДІВЛІ ТА КОНСТРУКЦІЇ ІЗ  
ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Макіївка 2015

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

# **ВЕСТНИК**

**Донбасской национальной академии  
строительства и архитектуры**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

Издается с декабря 1995 года

Выходит 8 раз в год

**Выпуск 2015-3(113)**

**ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

Макеевка 2015

### **Засновник і видавець**

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 9643  
видано 02 березня 2005 року Державним комітетом телебачення і радіомовлення України

Автори надрукованих матеріалів несуть відповідальність за вірогідність наведених відомостей, точність даних за цитованою літературою і за використання в статтях даних, що не підлягають відкритій публікації.

У випадку використання матеріалів посилання на «Вісник ДонНАБА» є обов'язковим.

Друкується за рішенням вченої ради  
Донбаської національної академії будівництва і архітектури  
Протокол № 6 від 27.04.2015

### **Редакційна колегія:**

Горохов Є. В., д. т. н., професор (головний редактор);  
Мущанов В. П., д. т. н., професор (відповідальний редактор);  
Зайченко М. М., д. т. н., професор (відповідальний редактор випуску);  
Рожков В. С., к. т. н., доцент (відповідальний секретар випуску);  
Братчун В. І., д. т. н., професор;  
Губанов В. В., д. т. н., професор;  
Корсун В. І., д. т. н., професор.  
Лук'янов О. В., д. т. н., професор;  
Бенаї Х. А., д. арх., професор;  
Бумага О. Д., к. т. н., доцент;  
Яркова Н. І., к. е. н., доцент.

Коректори Л. М. Лещенко, О. В. Гнездилова  
Програмне забезпечення С. В. Гавенко  
Комп'ютерне верстання Є. А. Солодкова

Підписано до друку 18.05.2015 Формат 60х84 1/8. Папір багатофункціональний офісний.  
Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 14,63 Тираж 300 прим. Заказ 007-15

### **Адреса редакції і видавця**

Україна, 86123, Донецька область, м. Макіївка, вул. Державіна, 2,  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури  
Телефони: (0622) 90-29-38; (0623) 22-20-51, (0623) 22-24-67  
Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: [vestnik@donnasa.ru](mailto:vestnik@donnasa.ru),  
[http://donnasa.ru/ru/publishing\\_house/vestnik](http://donnasa.ru/ru/publishing_house/vestnik)

Постановою Президії ВАК України від 06.11.2014 р. № 1279 журнал внесено до переліку  
наукових фахових видань із технічних наук та архітектури

Надруковано у поліграфічному центрі ДонНАБА  
86123, Донецька область, м. Макіївка, вул. Державіна, 2



## **Основатель и издатель**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры  
Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации  
КВ № 9643 выдано 2 марта 2005 Государственным комитетом телевидения и радиовещания  
Украины

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.

В случае использования материалов ссылка на «Вестник ДонНАСА» является обязательной.

Печатается по решению ученого совета  
Донбасской национальной академии строительства и архитектуры  
Протокол № 6 от 27.04.2015

## **Редакционная коллегия:**

Горохов Е. В., д. т. н., профессор (главный редактор);  
Мущанов В. Ф., д. т. н., профессор (ответственный редактор);  
Зайченко Н. М., д. т. н., профессор (ответственный редактор выпуска);  
Рожков В. С., к. т. н., доцент (ответственный секретарь выпуска);  
Братчун В. И., д. т. н., профессор;  
Губанов В. В., д. т. н., профессор;  
Корсун В. И., д. т. н., профессор;  
Лукьянов А. В., д. т. н., профессор;  
Бенаи Х. А., д. арх., профессор;  
Бумага А. Д., к. т. н., доцент;  
Яркова Н. И., к. э. н., доцент.

Корректоры Л. М. Лещенко, Е. В. Гнездилова  
Программное обеспечение С. В. Гавенко  
Компьютерная верстка Е. А. Солодкова

Подписано в печать 18.05.2015 Формат 60х84 1/8. Бумага многофункциональная офисная.  
Печать ризографическая. Услов. печат. лист. 14,63 Тираж 300 экз. Заказ 007-15

## **Адрес редакции и издателя**

Украина, 86123, Донецкая область, г. Макеевка, ул. Державина, 2,  
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры  
Телефоны: (0622) 90-29-38; (0623) 22-20-51, (0623) 22-24-67  
Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: vestnik@donnasa.ru,  
[http://donnasa.ru/ru/publishing\\_house/vestnik](http://donnasa.ru/ru/publishing_house/vestnik)

Постановлением Президиума ВАК Украины от 06.11.2014 р. № 1279 журнал включен в перечень научных профессиональных изданий по техническим наукам и архитектуре

Напечатано в полиграфическом центре ДонНАСА  
86123, Донецкая область, г. Макеевка, ул. Державина, 2

УДК 624.012.45:624.023.87; 624.04.43:624.04.44:539.3

**В. М. ЛЕВИН, Н. Ю. РОГОЖИН**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ АРМАТУРНОГО СТЕРЖНЯ И БЕТОНА В ОКРЕСТНОСТИ ИЗОЛИРОВАННОЙ ТРЕЩИНЫ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МОДЕЛИ ДИСКРЕТНЫХ ТРЕЩИН)**

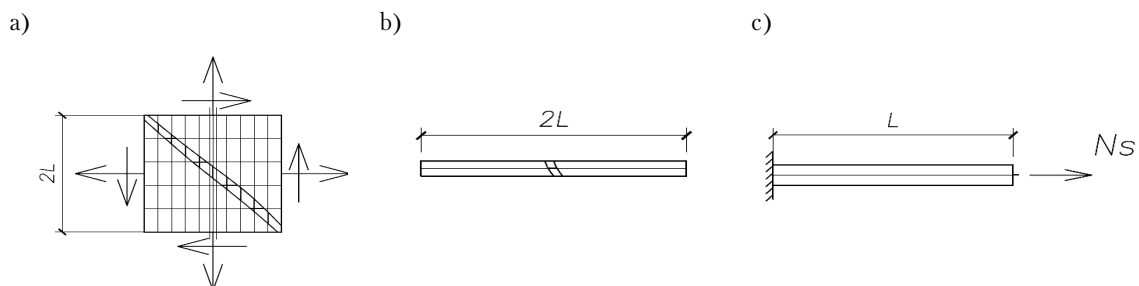
Предложена математическая модель деформирования железобетонного элемента в виде объединения моделей деформирования арматуры, бетона и контакта между ними. Ее анализ позволил установить зависимость реакции арматурной связи в трещине от взаимного смещения ее берегов.

**бетон, арматурный стержень, ширина раскрытия трещин**

Модель дискретных трещин применяют, когда в результате нагружения конструкции процесс образования трещин только начался, образовалась одна, две или три трещины. А также когда есть источник концентрации напряжения (локальная нагрузка, наличие отверстия, проёма, дефекта). Ею занимались: D. Ngo, A. Scarpas, F. Vecchio, M. P. Collins, H. A. и др., однако в отличие от детально разработанной модели дисперсных трещин (В. И. Мурашев, А. А. Гвоздев, Н. И. Карпенко [1], Ю. П. Гуца, J. A. Figueiras D. R. G. Qwen, O. Buyukozturk, Z. P. Bazant и А. Ф. Барашиков, А. Д. Журавский и др.) данная модель изучена существенно слабее и недостаточно верифицирована.

Цель исследования – установить зависимость продольной жёсткости арматурной связи в трещине железобетонной пластины от уровня нагружения или деформирования на основе анализа комплексной структурной модели пластины в окрестности трещины. Данная модель основывается на подходе, изложенном в [2].

Объект моделирования представляет собой воображаемый «экспериментальный образец» в виде растянутого железобетонного стержня с одиночным армированием в центре (рис. 1), который мысленно вырезан из пластины перпендикулярно трещине.



**Рисунок 1** – Растянутый железобетонный стержень с одиночным армированием в центре: а) железобетонная пластина с трещиной; б) вырезаемая полоса; в) исходный объект моделирования.

Исходными положениями для разработки модели послужили условия равновесия арматурной и бетонной части стержня, физический закон для арматуры и бетона и закон сцепления. Арматура – упругая; диаграмма напряжений – деформаций для растянутого бетона по предложению Н. И. Карпенко [1] (принята здесь только восходящая ветвь); сцепление бетона и арматуры описывается нормальным законом сцепления М. М. Холмянского [3]. В результате преобразования исходных гипотез

получена следующая математическая модель деформирования рассматриваемого стержня в виде нелинейной краевой задачи:

$$\begin{aligned}\frac{dU_s}{dx} &= \varepsilon_s(N_s); \\ \frac{dU_b}{dx} &= \varepsilon_b(N_b); \\ \frac{dN_s}{dx} &= T(g); \\ \frac{dN_b}{dx} &= -T(g);\end{aligned}\quad (1)$$

Граничные условия:

$$U_s(0)=0; U_b(0)=0; N_b(0,5)=0; N_s(0,5)=\sigma_s \cdot A_s;$$

где  $U_s$  – смещение арматуры;

$U_b$  – смещение бетона;

$N_s$  – усилия в арматуре;

$N_b$  – усилия в бетоне;

$T = B \cdot \frac{\ln(1+\alpha \cdot g)}{1+\alpha \cdot g} \cdot \pi \cdot d_s$  – усилие сцепления на единицу длины стержня при нормальном законе сцепления;

$B$  и  $\alpha$  – параметры закона сцепления;

$g = U_s - U_b$  – взаимное смещение арматуры и бетона после образования трещины;

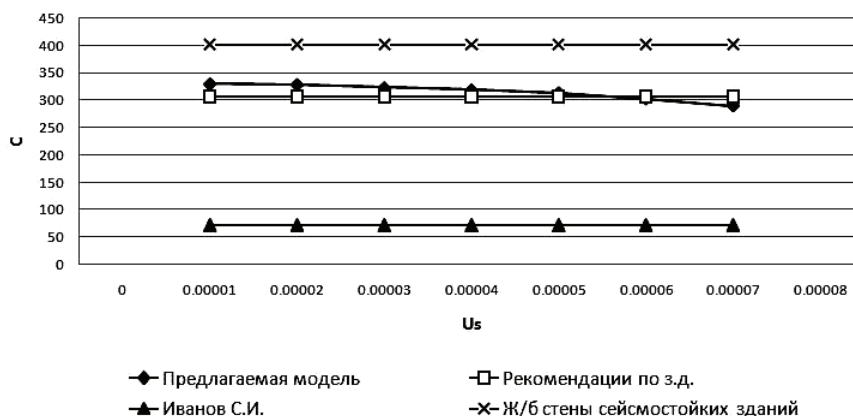
$d_s$  – диаметр арматуры;

$\varepsilon_s(N_s), \varepsilon_b(N_b)$  – физические соотношения для арматуры и бетона.

В результате анализа модели получены распределения перемещений арматуры и бетона, усилия в их нормальных сечениях по длине стержня, а также установлена зависимость секущей жёсткости от уровня нагружения и от уровня деформирования для различных прочностей бетона, диаметров арматуры и коэффициентов армирования. Жёсткость вычисляется как удвоенное отношение усилия на конце арматурного стержня к перемещению данного конца

$$C = 2 \cdot \frac{N_s(l)}{U_s(l)}.\quad (2)$$

Результаты сопоставлены с расчётами (рис. 2) по источникам [4...6].



**Рисунок 2** – Зависимость жёсткости арматурной связи в трещине от перемещения конца арматурного стержня.

По [4] сопоставление выполнялось без коэффициента 2, поскольку определялось взаимное смещение одного берега бетона и стальной закладной детали.

Верификация полученных результатов анализа осуществлялась также на методиках расчёта ширины раскрытия трещин. Результаты расчёта по данной модели сравнивались с результатами

расчётов по нормам (Eurocode 2, ДБН В.2.6-98-2009, СНиП 2.03.01-84\*, СП 63.13330.2012), максимальные отклонения составили: 21,8, 21,8, 28,9, 46,8 %.

## ВЫВОД

С помощью данной модели можно построить теоретическую методику определения нормальной жесткости арматурной связи в трещине в железобетонных конструкциях. Наличие варьируемых параметров позволяет согласовать ее с экспериментальными данными.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко, Н. И. Общие модели механики железобетона [Текст] / Н. И. Карпенко. – М. : Стройиздат, 1996. – 416 с. : ил. – ISBN 5-274-01682-0.
2. Левин, В. М. Напряжённо-деформированное состояние железобетонной стены после возникновения первой трещины [Текст] / В. М. Левин // Современные проблемы строительства : Ежегодный научно-технический сборник / Донецкий ПромстройНИИпроект. – Донецк : ООО «Лебедь», 2001. – С. 246–250.
3. Холмянский, М. М. Контакт арматуры с бетоном [Текст] / М. М. Холмянский. – М. : Стройиздат, 1981. – 184 с.
4. Рекомендации по проектированию стальных закладных деталей для железобетонных конструкций [Текст] / НИИЖБ. – М. : Стройиздат, 1989. – 87 с.
5. Иванов, С. И. Учёт трещин при расчёте конструкций монолитных зданий методом конечных элементов [Текст] / С. И. Иванов // Бетон и железобетон. – 2000. – № 3. – С. 20–23.
6. Железобетонные стены сейсмостойких зданий. Исследования и основы проектирования [Текст] / Г. Н. Ашкинадзе, М. Е. Соколов, Л. Д. Мартынов [и др.] ; Под ред. Г. Н. Ашкинадзе и М. Е. Соколова. – М. : Стройиздат, 1988. – 504 с.

Получено 02.03.2015

В. М. ЛЕВИН, М. Ю. РОГОЖИН  
МАТЕМАТИЧНЕ МОДУЛЮВАННЯ СПІЛЬНОГО ДЕФОРМУВАННЯ  
АРМАТУРНОГО СТЕРЖНЯ І БЕТОНУ ПОБЛИЗУ ІЗОЛОВАНОЇ  
ТРІЩИНИ (СТОСОВНО ДО МОДЕЛІ ДИСКРЕТНИХ ТРІЩИН)  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Запропонована математична модель деформування залізобетонного елемента у вигляді об'єднання моделей деформування арматури, бетону і контакту між ними. Її аналіз дозволив встановити залежність реакції арматурного зв'язку в тріщині від взаємного зміщення її берегів.  
**бетон, арматурний стержень, ширина розкриття тріщин**

VIKTOR LEVIN, NIKITA ROHOZHYN  
MATHEMATICAL MODELING OF JOINT DEFORMATION OF THE  
REINFORCING BAR AND CONCRETE IN THE VICINITY OF AN ISOLATED  
CRACK (APPLIED TO DISCRETE CRACKS MODEL)  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

A mathematical model of deformation of reinforced concrete element as the union of deformation models of reinforcement, concrete and contact between them, has been suggested. The analysis of this model revealed the dependence of reinforcing tie in the crack of the relative displacement of its banks.  
**concrete, reinforcement, the width of the crack**

УДК 546.296:546.212

**И. В. ПЕТРЕНЁВА, А. А. ПУЗЫРНИКОВ**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

## **ОПАСНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАДОНА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

В статье рассмотрены условия поступления радона в организм человека, а также его влияние на организм человека и возможные заболевания, вызванные радонооблучением

**радон, окружающая среда, рак легких, облучение населения**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Радон – второй по частоте (после курения) фактор, вызывающий рак лёгких. Рак легких, вызванный радоновым облучением, – шестая по частоте причина смерти от рака. Вероятность такого заболевания зависит от того, насколько много радона в помещении и как долго происходит нахождение в нем человека. Особенно опасно (повышает риск заболевания) сочетание воздействия радона и курения. Онкологическая заболеваемость населения за последние 10 лет возросла в 1,4 раза по сравнению с исходным уровнем. Мониторинг уровня концентрации радона и своевременное принятие мер по его снижению является крайне актуальной задачей для предотвращения опасных заболеваний населения.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Ионизирующее излучение и радиационное воздействие на человека в его собственном жилище, с учетом ежедневного проведенного времени дома, составляет около 80 % суммарной дозы радиоактивного облучения [1].

В последние годы во многих странах мира все чаще регистрируются высокие концентрации радона во внутренних помещениях домов, в 100–5 000 раз превышающие таковую в наружном воздухе.

В мире содержание радона в воде колеблется от 10 до 100 Бк/л, в отдельных районах – до сотен и даже тысяч Бк/л. Такие территории обнаружены в России, Украине, США, Индии, Канаде, Иране, скандинавских странах. Величина объемной активности радона в подземных водах прямо зависит от материнских пород и локальных геологических условий [2, 3].

Для получения полной картины обеспечения радиационной безопасности населения на практике в работе [4] приводятся результаты исследований по оценке среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений, показывающие, что концентрация радона 200 Бк/м<sup>3</sup> и выше обладает канцерогенным эффектом. При этом последствия воздействия радона на детский организм значительно выше, чем на взрослый.

### **ЦЕЛИ**

Целью данной работы является сбор и анализ данных об опасности радонооблучения и его действия на организм человека, а также выявление зависимости заболеваемости различных групп населения от повышенных концентраций радона в жилых помещениях.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Основные источники поступления радона в организм человека – воздух, вода и пищевые продукты. Радон попадает в атмосферу помещений различными путями: из наружного воздуха; из грунтового основания здания; выделяется из строительных материалов или ограждающих конструкций, изготовленных с применением горных пород; из воды (системы внутреннего водоснабжения здания); из сжигаемого в здании топлива (бытовой газ, каменный уголь, торф, горючие сланцы).

Опасность высоких концентраций радона в воде вызвана следующими причинами: непосредственное потребление воды с повышенной концентрацией радона и продуктами его распада; переход в воздух значительной части радона при использовании воды в бытовых целях; переход всего радона в воздух закрытых помещений при использовании воды в банях, душе и т. п.

Радон легко растворяется в крови, воде и других жидкостях организма. Растворимость радона в жировой ткани человека в десятки раз выше, чем в воде, что обуславливает эффективное поглощение его жировыми тканями при поступлении в организм. Вдыхание радона и его дочерних продуктов приводит к облучению легочной ткани человека. Дочерние продукты радона осаждаются в клетках дыхательных путей, где  $\alpha$ -частицы могут повреждать ДНК и потенциально приводить к раку легких.

Относительный риск возникновения рака легкого от облучения продуктами распада радона у детей в возрасте до 10 лет выше, чем у взрослых. Максимальная доза приходится на возраст 6 лет. При облучении в возрасте до 20 лет закладывается примерно половина величины риска возникновения опухолей.

Проживание на радоноопасных территориях приводит к нарушениям репродуктивной функции женщин и изменению здоровья новорожденных, перинатальной заболеваемости, общей и онкологической заболеваемости, смертности. Структура онкологической заболеваемости мужчин в 12 % случаев представлена раком легких, у женщин – 6 %. При исследовании жилых объектов с объемной активностью радона от 100 до 1 000 Бк/м<sup>3</sup>. Показатель смертности за исследуемый период составил в среднем 10,6 случаев на 1 000 населения. Среднее число случаев течения беременности без осложнений за исследуемый период составило 34 %. Наиболее распространенными осложнениями были угроза прерывания беременности, анемия, гестоз, фетоплацентарная недостаточность, токсикоз. Среди новорожденных девочек наиболее часто встречались морфо-функциональная недостаточность (24 %) и гипотрофия (21,7 % случаев от общего числа родов), в 6,4 и 5,3 % случаев выявлены недоношенность и врожденные пороки развития (косолапость, врожденный порок сердца, стигм эмбриогенеза, интернатальная гибель плода, обусловленная множественными уродствами). Среди мальчиков морфо-функциональная недостаточность и гипотрофия регистрируются в 19,7 и 18,9 % случаев. В 4,1 и 2,0 % случаев постановка диагноза обусловлена недоношенностью и врожденными пороками развития [4].

Частота встречаемости малых аномалий развития 5 и более на одного ребенка составила 38 % от общего количества обследованных детей. Число регистрируемых малых аномалий развития у детей, их процентное соотношение в зависимости от концентрации радона смещается в сторону высоких концентраций. Проведенный анализ между содержанием радона в жилых помещениях и частотой встречаемости малых аномалий развития показал наличие значимых связей. Таким образом, даже концентрации радона, не превышающие гигиенического норматива, могут индуцировать развитие малых аномалий развития у детей.

Большое значение имеет частота встречаемости отдельных внешних аномалий развития в зависимости от уровня воздействия радона. Значимое распределение в диапазоне концентраций свыше 200 Бк/м<sup>3</sup> было получено для следующих малых аномалий развития: седловидный нос, эпикант, короткая уздечка, клинодактилия, плоскостопие. Подобное сочетание малых аномалий развития у конкретного ребенка свидетельствует о том, что он проживает в квартире с содержанием радона выше гигиенического норматива.

Исследователи утверждают, что неблагоприятное воздействие повышенных уровней радиационного воздействия накапливается в последующих поколениях. Об этом свидетельствуют полученные морфогенетические изменения у практически здоровых детей.

Кроме того, полученные результаты свидетельствуют о том, что повышенные концентрации радона в жилых помещениях являются причиной ранней смертности населения от новообразований и как следствие общей смертности. Диапазоном значимых воздействий на развитие рака легкого, как причины смерти, установлены среднегодовые дозовые нагрузки 5 и выше мЗв/год. При этом концентрация радона 200 Бк/м<sup>3</sup> может рассматриваться как пороговая для развития рака легкого.

## ВЫВОДЫ

Имеющиеся данные позволяют сделать вывод о том, что между повышенным уровнем радона в жилых помещениях и заболеваемостью имеется четко выявленная зависимость.

Проживание на территориях с повышенным содержанием радона в жилых помещениях приводит к ряду тяжелых заболеваний, в том числе раку легких. Особенно сильно подвержен риску заболевания детский организм.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют, что далеко не все благополучно с защищенностью будущего поколения от вредного воздействия ионизирующего излучения. Для наиболее облучаемых групп населения необходимо планомерно разрабатывать и осуществлять мероприятия по снижению их облучения. Затраты на их защиту сегодня обеспечат возможность сэкономить значительно большие материальные и людские ресурсы в будущем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мананков, А. В. Выделение радона на городских территориях [Текст] / А. В. Мананков, Е. В. Сафонова // Экология и промышленность России. – 2008. – № 11. – С. 57–59.
2. Діденко, П. І. Радон підземних вод України [Текст] / П. І. Діденко // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – 2011. – № 3. – С. 123–128.
3. Концентрация радона в воздухе некоторых жилых и рабочих помещений гг. Чкаловска и Кайраккума [Текст] / Б. Д. Бобоев, Н. Хакимов, Х. М. Назаров, К. А. Эрматов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2013. – Т. 56, № 8. – С. 639–642.
4. Ненахова, Е. В. Радон и здоровье населения [Текст] / Е. В. Ненахова, О. А. Макаров // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2006. – № 6(52). – С. 184–185.

Получено 03.03.2015

І. В. ПЕТРЕНЬОВА, О. О. ПУЗИРНИКОВ  
НЕБЕЗПЕКА ВПЛИВУ ВИСОКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ РАДОНУ НА ОРГАНІЗМ  
ЛЮДИНИ

Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого

У статті розглянуті умови надходження радону в організм людини, а також його вплив на організм людини і можливі захворювання, викликані опроміненням радону  
**радон, навколишнє середовище, рак легень, опромінення населення**

IRINA PETRENYOVA, ALEXANDR PUSYRNIKOV  
RISK OF EXPOSURE TO HIGH CONCENTRATIONS OF RADON TO THE  
HUMAN ORGANISM

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University

The article deals with the conditions for entry of radon in the human body, as well as its impact on the human body and the possible diseases caused by radon exposure.  
**radon, environment, lung cancer, exposure of the population**



УДК 693.22

**А. А. ПУЗЫРНИКОВ, И. В. ПЕТРЕНЁВА**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АНКЕРА ОТ ШАГА УСТАНОВКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

В статье рассмотрено влияние шага установки анкеров по высоте стены на напряженно-деформированное состояние гибких связей в многослойных стенах облегченной кладки с наружным облицовочным слоем из кирпича при внешнем температурном воздействии.

**слоистая кладка, гибкие связи, анкер, температурное воздействие, напряженно-деформированное состояние**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Изменения в нормативной документации Российской Федерации [1] внесли резкое повышение требований к величинам сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций. Нововведения привели к массовому применению многослойных стен облегченной кладки, состоящей из внутреннего несущего/самонесущего слоя каменной кладки, слоя наружной кладки и утеплителя, расположенного между основными слоями. В настоящее время обследование зданий с подобными ограждающими конструкциями обнаружило определенный ряд дефектов и повреждений. Низкое качество анкеровки – одна из причин, определяющих повышенную дефектность конструкции.

Наиболее распространенные ошибки при устройстве гибких связей, которые уже привели или могут привести к аварийным ситуациям: недостаточная стойкость к коррозии, излишняя податливость из плоскости стены, излишняя жесткость на сдвиг, неудовлетворительная анкеровка в кладку лицевого и внутреннего слоев, большое расстояние между связями.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Суть стен с облегченной кладкой заключается в многослойной структуре, при которой внутренний слой направлен на обеспечение комфортных санитарных условий внутри ограждаемых помещений, а внешний призван защищать нижележащие слои от неблагоприятных атмосферных воздействий [2].

В 1829 году российский военный инженер А. И. Герард впервые использовал гибкие связи для соединения наружного и внутреннего слоя кладки кирпича. Слои соединялись между собой металлическими скобами, закрепляемыми в просверленные в кирпиче отверстия.

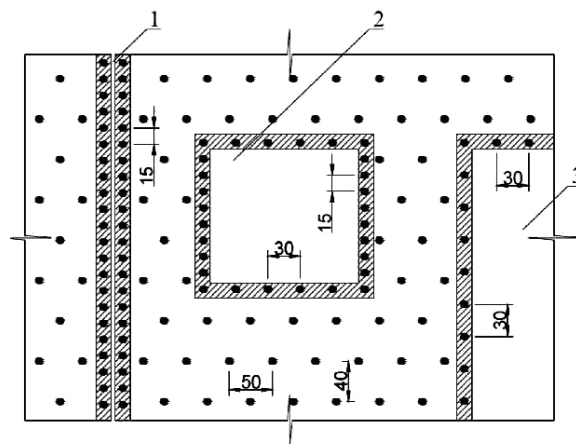
В начале прошлого века расстояние между связями назначалось без какого-либо обоснования и по мере накопления опыта строительства и эксплуатации зданий с многослойными стенами. В источниках [3] говорится о связях, «делаемых из оцинкованной проволоки или полосового железа, располагаемых на расстоянии 1,0–1,5 м одна от другой в шахматном порядке по высоте». В отечественной практике прочностные характеристики связей в многослойных стенах не регламентируются и зачастую неизвестны.

Стоит отметить, что в ряде Европейских стран существуют нормы, регламентирующие количество анкеров (табл. 1) [4], устанавливаемых при возведении стены облегченной кладки, а также

рекомендации относительно раскладки анкерных устройств (рис.) [5]. При этом следует заметить увеличение числа анкеров на участках, примыкающих к проемам и близ деформационного шва на 30–50 %.

**Таблица 1** – Минимальное количество гибких металлических анкеров на 1 м<sup>2</sup> поверхности слоистой стены

Страна	Толщина воздушной прослойки, см	Расстояние между анкерами по вертикали	Количество анкеров на 1 м <sup>2</sup> стены, шт	Сечение гибкого анкера, мм
Дания	12	28×15	2,38	d 4
Норвегия	10	46×50	4,35	d 5
Германия	4–15	25×75	5	d 4
Англия	5,0–7,5	45×90	2,5	19×0,6
	7,5–10,0	45×90	2,5	19×0,8
	10–15	45×45	4,94	d 5
Польша	5–15	46×50	4,3	d 4–d 6



**Рисунок** – Схема расстановки анкеров в плоскости стены согласно [5] (размеры приведены в см, на заштрихованных областях требуется более частая расстановка анкеров): 1 – вертикальный деформационный шов, 2 – оконный проем, 3 – дверной проем.

Практика отечественного строительства показала, что недостаточно продуманное применение широко распространенных за рубежом конструкций вызвало в России массовые дефекты и аварии многослойных стен [6].

## ЦЕЛИ

Целью данной работы является выявление и анализ зависимости растягивающих и сжимающих напряжений в анкерах от количества/шага установки гибких связей по высоте и от свеса лицевого слоя многослойных стен.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Перемещения облицовочного слоя под действием внешних температурных нагрузок, а также перемещения, вызванные давлением плит перекрытий, – определяющий критерий в определении количества анкеров на высоту кладочного слоя.

С целью исследования влияние шага установки анкеров по высоте стены на усилия в гибких связях были выполнены расчеты методом конечного элемента. Кладка собрана из пластинчатых конечных элементов, толщиной 1 м, анкера из стержневых конечных элементов, длиной 0,1 м. Свободные концы анкеров закреплены от перемещений вдоль оси анкера и в направлении перпендикулярном оси анкера. Также на верхнем и нижнем торцах кладки установлены шарнирно-неподвижные связи, препятствующие перемещениям по вертикальной (Z) и горизонтальной (X, Y) осям.

В соответствии с требованиями, для пластинчатых конечных элементов были применены следующие параметры жесткости: толщина элементов  $l = 1$  м; объемный вес  $\gamma = 20$  кН/м<sup>3</sup>; модуль упругости  $E_0 = 3,04106$  кПа; коэффициент Пуассона 0,25.

Стержневым конечным элементам: длина элементов  $l = 0,1$  м; диаметр стержня  $d = 0,005$  м; продольная жесткость  $EF = 4\,044,8$  кН; изгибная жесткость  $EI_y = 0,00632$  кНм<sup>2</sup>; сдвиговая жесткость  $GF_y = 1\,531,53$  кН; размеры ядра сечения  $Y_1 = Y_2 = Z_2 = Z_1 = 0,000625$  м.

Температурное воздействие задано кинетической равномерно распределенной нагрузкой, действующей перпендикулярно оси облицовочного слоя. Изменение температуры по отношению к температуре замыкания  $P = 10$  градусов. Коэффициент линейного расширения  $P = 5 \cdot 10^{-6}$  (1/градус), определенного согласно рекомендациям СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Путем расчета определяем величину перемещений узлов сопряжения гибких связей с кладкой от действия температурной нагрузки (ось X). Результаты расчета приведены в таблице 2.

**Таблица 2** – Максимальные напряжения и перемещения от температурного воздействия

№ типа жесткости КЭ	Загружение	Количество анкеров в модели, шт	Максимальное отрицательное перемещение по оси X, мм	Максимальное сжимающее усилие в анкерах, кН	Максимальное положительное перемещение по оси X, мм	Максимальное растягивающее усилие в анкерах, кН
1	Температурная нагрузка	1	-0,000333	-0,013492	–	–
		2	-0,000311	-0,012608	–	–
		3	-0,000725	-0,029356	0,000235	0,009532
		4	-0,000964	-0,039026	0,000119	0,004801
		5	-0,001388	-0,056189	0,000219	0,008881

## ВЫВОДЫ

В случае установки 5 связей в крайнем верхнем и нижнем анкере возникают сжимающие усилия, а в трех центральных растягивающие. Сжимающие усилия в крайнем верхнем и нижнем анкере превышают растягивающее усилие на порядок. В случае установки двух и одной связи в анкерах наблюдается только сжимающее усилие. Наибольшие прогибы наблюдаются в центральной по высоте части стены для всех вариаций количества анкеров. Сокращение количества гибких связей от 5 к 1 приводит к линейному увеличению деформаций и, следовательно, усилия в анкерах. Учитывая вышесказанное, следует предположить возможность потери устойчивости анкера.

В заключение следует отметить, что полученные данные от расчета могут в значительной степени отличаться от условий стройплощадки и непосредственной эксплуатации в конкретном регионе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапенко, Е. А. К вопросу об эффективности применения однослойной кладки ячеистобетонных блоков в наружных стеновых конструкциях взамен традиционных многослойных кирпичных [Текст] / Е. А. Потапенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Студент и наука. – 2013. – № 5. – С. 65–66.
2. Деркач, В. Н. Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен [Текст] / В. Н. Деркач, Р. Б. Орлович // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 2(20). – С. 42–47.
3. Курдюмов, В. И. Материалы для курса строительных работ [Текст] / В. И. Курдюмов. – Санкт-Петербург : Тип. Ю. Н. Эрлиха, 1904 – Вып. 4 : Каменная кладка. – 249 с.
4. Орлович, Р. Б. Анкерование лицевого слоя в слоистых каменных стенах [Текст] / Р. Б. Орлович, А. Я. Найчук // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 6. – С. 73–76.
5. Орлович, Р. Б. О работе анкеров в многослойных ограждающих конструкциях с наружным кирпичным слоем [Текст] / Р. Б. Орлович, Н. М. Рубцов, С. С. Зимин // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 1(36). – С. 3–11.
6. Белов, В. В. Экспертиза и технология усиления каменных конструкций [Текст] / В. В. Белов, В. Н. Деркач // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 7(17). – С. 14–20.

Получено 04.03.2015

О. О. ПУЗИРНИКОВ, И. В. ПЕТРЕНЬОВА

ЗАЛЕЖНІСТЬ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АНКЕРА ВІД  
КРОКУ ВСТАНОВЛЕННЯ У РАЗІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВПЛИВУ

Санкт-Петербургський політехнічний університет Петра Великого

У статті ставиться завдання розглянути вплив кроку встановлення анкерів по висоті стіни на напружено-деформований стан гнучких зв'язків в багат шарових стінах полегшеної кладки з зовнішнім облицювальним шаром з цегли у разі зовнішнього температурного впливу.

**шарувата кладка, гнучкі зв'язку, анкер, температурний вплив, напружено-деформований стан**

ALEXANDR PUSYRNIKOV, IRINA PETRENYOVA

THE INFLUENCE OF BRICK TIES PITCH AND THERMAL FORCES FOR THE  
STRAIN-STRESS DISTRIBUTION

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University

The article seeks to examine the effect of brick ties pitch installation on height wall on the stress-strain distribution of ties in multilayered masonry wall under the influence of thermal forces for the strain-stress distribution.

**layered masonry, brick ties, anchor, thermal forces, strain-stress distribution**

УДК 69.007

**К. В. АНТОНОВ, А. А. МЕЛЬНИК**

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

## **К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА**

На современном этапе наблюдается значительное моральное устаревание отечественных строительных нормативов. Проблема нормирования в отечественном строительстве сходится в одном – отсутствие документа, регламентирующего нормы времени строительных процессов. В работе проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных нормативов с выявлением их отличительных особенностей.

**нормативное обеспечение строительства, календарное планирование, производительность труда, сметные нормы, эффективность строительного производства**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время наблюдается значительное моральное устаревание отечественных строительных нормативов. Проблема нормирования в отечественном строительстве сходится в одном – отсутствие документов, регламентирующих нормы времени строительных процессов. В строительстве появились новые технологии, как например сэндвич-панели, технологии энергосбережения, более современной стала инфраструктура, уровень механизации строительных процессов значительно повысился, что непосредственно сказывается на эффективности и времени производства работ в целом.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Проблема актуализации нормативной базы периодически поднимается в различных изданиях. В [1] говорится о необходимости модернизации действующих документов (ЕНИР) в соответствии с нормативом Международной организации по стандартизации (ИСО) и Европейского комитета по стандартизации (СЕН). Однако мало внимания уделено структуре зарубежных нормативных документов.

На данный момент ряд строительных компаний разрабатывают собственные внутренние нормативы, исходя из наработанного опыта, но, к сожалению, они этой информацией не делятся [2].

### **ЦЕЛИ**

Цель работы – провести сравнительный анализ отечественных и зарубежных нормативов, имеющих место на сегодняшний день, с выявлением их отличительных особенностей.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

В начале 90-х годов прошлого столетия ЕНиРы утратили силу общеобязательных нормативных документов, однако до сих пор в качестве квалификационных стандартов рассматривается Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), а единственной базой производственных нормативов, устанавливающих нормы времени, Единые нормы и расценки (ЕНиР).

В качестве альтернативы ЕНиР предложена новая сметно-нормативная база 2001 года, в состав которой входят сборники ГЭСН, нормы которых формировались на основании данных ЕНиР. Это следует из п. 6.1 МДС 81-19.2000 «При определении нормы затрат труда в составе ГЭСН по видам работ в качестве справочного материала используется действующая нормативная база по труду (сборники ЕНиР, ВНиР, ТНиР и др.)». [3] Необходимо обратить внимание на тот факт, что МДС 81-19.2000, который устанавливал методологию разработки ГЭСН, был отменен Приказом Минрегиона РФ от 07.11.2008 г. № 248 «Об отмене Постановлений Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу» [4].

Почему же, например, в советский период проблема введения новых нормативных документов не вставала так остро? Все дело в том, что разработка, а главное принятие новых норм – были задачами отдельных ведомств. Документы не рассматривались и не обсуждались в Правительстве, а попытка переквалифицировать техническое регулирование в нормативно-правовое оказалась эффективной только на начальных этапах данных преобразований. С течением времени документы устарели, а переработать и в полной мере адаптировать их к условиям современного строительного производства ни Правительство, ни Государственная Дума так и не смогли.

Если же все-таки поставить задачу и сформировать целевую группу из передовых специалистов для разработки нормативной документации, то, возможно, при должном финансировании эта группа смогла бы достигнуть цели, и им не потребовалась бы на это много времени. К слову, при формировании саморегулируемых организаций предполагалось, что именно это будет одной из задач СРО [5]. Главной проблемой выполнения целевой группой такой задачи называется та, что созданный пакет документов будет колоссально долго проходить через Правительство и Федеральное Собрание. Таким образом, возникает двойственная задача: во-первых, это разработка самих регламентов, а во-вторых, необходимость изменить порядок принятия документов, причем, судя по опыту прошлых лет, второй задаче необходимо уделить наибольшее внимание.

Группу все же создать необходимо, хотя бы для того, чтобы изучить опыт зарубежных стран и проанализировать, какие нормы можно взять, переработать и применить в условиях России, тем более что европейские или американские коллеги в достаточной степени в этом преуспели.

Например, в Канаде, на североамериканском рынке, а также в ряде европейских стран, скажем во Франции, существуют отраслевые нормы, разработанные крупными национальными организациями, такими как RSMMeans, Whitestone Research, Batiprix [5]. По своей сути, эти нормы являются аналогами отечественных нормативов ЕНиР и ТЭР.

На североамериканском рынке таким документом является сборник «Building construction cost», в котором нормируется строительство, эксплуатация зданий и сооружений, описаны составы бригад, трудоемкость работ и их стоимость. Главные преимущества данного сборника, по сравнению с отечественным, это его ежегодное обновление, в структуре цен отсутствуют «открытые материалы», что значительно упрощает калькуляцию затрат. Также в сборнике диапазон разрядности рабочих значительно меньше, чем в отечественных сборниках, что имеет свои преимущества.

Французская организация Batiprix разработала сборник «Le coût des travaux de bâtiment», цель которого – оперативная и ориентировочная оценка стоимости и трудозатрат строительных работ. Система данного сборника представлена таким образом, что основные строительные работы объединены в укрупненные комплексы работ (мини-сметы), при этом каждая мини-смета снабжена указаниями по производству работ, благодаря чему можно определить ориентировочную стоимость работ и сопоставить ее с расчетным бюджетом инвестора, причем в кратчайшие сроки. По результатам предварительной сметы инвестор принимает решение об организации детальных подсчетов.

Подводя итог, нельзя сказать, что отечественные нормативы по производительности труда сильно отстают от иностранных аналогов. Некоторые виды работ в российских нормативах превышают показатели зарубежных. Например, при экскавации грунта с объемом ковша 0,75–1,20 м<sup>3</sup> производительность выше в среднем на 7 %, чем в зарубежных аналогах. С другой стороны, на работах с монолитным бетоном производительность в иностранных сборниках выше в среднем на 30–50 %. Следует отметить, что по этим же видам работ российские нормативы 2001 года уступают по производительности более ранним нормативам 1984 года в среднем на 20–30 %.

Однако отечественные нормативы отличаются от иностранных тем, что доля заработной платы в прямых затратах отечественных нормативов на порядок ниже. В американских сборниках эта доля в прямых затратах по вышеупомянутым работам находится в диапазоне от 26,0 до 65,0 %, у французских нормативов – 48,0–65,0 %, у отечественных – 4,3–20,0 %. Разница ставки заработной платы российского и американского рабочего составляет 10 раз, а ставки заработной платы французского рабочего – 7 раз.

## ВЫВОДЫ

Расчет трудозатрат по каждой операции строительного процесса является одним из основных этапов календарного планирования. Он необходим для определения продолжительностей работ, а также для расчета оптимальной численности и квалификации бригад. Поскольку новой производственной нормативной базы трудозатрат за последние 10 лет предложено не было, практика использования ЕНиР остается актуальной; с юридической точки зрения, их нельзя считать недействующими. Хотя ЕНиРы и не являются общеобязательными нормативными документами, но свой рекомендательный и справочно-информационный статус эта база сохраняет.

Таким образом необходимо переработать отечественные сборники и адаптировать их к современному строительству. В частности, нужно дополнить нормами на современные технологии строительного производства, включить в сборники новые материалы. Уделить внимание множеству различных коэффициентов в отечественных сборниках, которые для упрощения подсчетов необходимо пересмотреть и по возможности сократить. Модернизировать поиск информации для периодического обновления сборников. Также нужно пересмотреть систему принятия нормативных документов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ зарубежного опыта разработки и применения сборников цен на строительные работы [Электронный ресурс] / А. А. Солин // ЦНИИЭУС, 2010. – 44 с. Режим доступа: <http://www.cniieus.ru/documents/docs/Analiz.pdf>.
2. Нормы и расценки на новые технологии в строительстве [Текст] : справочник инженера-сметчика / П. В. Горячкин [и др.] ; Под общ. ред. П. В. Горячкина. – М. : РИЦС СПб., 2004. – 424 с. : ил. – (Новая сметно-нормативная база ценообразования в строительстве). – 10000 экз. – ISBN 5-902686-02-4.
3. Методические указания о порядке разработки государственных элементных сметных норм на строительные, монтажные, специальные строительные и пусконаладочные работы [Текст] : МДС 81-19.2000 : утв. Постановлением Госстроя России от 24.04.98 № 18-40 / Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. – Введ. с 01.05.98. – Москва : Госстрой России, 1999. – 32 с.
4. Приказ Минрегиона РФ от 07.11.2008 N 248 «Об отмене Постановлений Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу» [Электронный ресурс] // © КонсультантПлюс, 1992–2015. – 1 с. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_84572](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_84572) (дата обращения: 07.09.2014).
5. Саморегулирование в сфере строительства [Электронный ресурс] // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2015. – 1 с. – Режим доступа : <http://www.minstroyrf.ru/trades/gradostroitel'naya-deyatelnost-i-ahitektura/15/> (дата обращения: 10.03.2015).

Получено 05.03.2015

К. В. АНТОНОВ, А. А. МЕЛЬНИК  
ДО ПИТАННЯ ПРО АКТУАЛІЗАЦІЮ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ БУДІВНИЦТВА  
Санкт-Петербурзький державний архітектурно-будівельний університет

На сучасному етапі спостерігається значне моральне старіння вітчизняних будівельних нормативів. Проблема нормування у вітчизняному будівництві сходиться в одному – відсутність документа, що регламентує норми часу будівельних процесів. У роботі проведено порівняльний аналіз вітчизняних і зарубіжних нормативів з виявленням їх відмінних особливостей.

**нормативне забезпечення будівництва, календарне планування, продуктивність праці, кошторисні норми, ефективність будівельного виробництва**

KIRILL ANTONOV, ALEXANDER MELNIK  
TO THE PROBLEM OF CONSTRUCTION REGULATORY FRAMEWORK'S  
ACTUALIZATION  
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

At the actual stage we can see significant obsolescence of the domestic building standards. In this work a comparative analysis of domestic and foreign norms and their distinguishing characteristics was carried out. Recommendations for upgrading standards and creating methods were made to implement them.

**regulatory support of construction, scheduling, productivity, estimate standards, effective construction**



УДК 001.891.54:338

**А. А. ПЕТРИЩЕВ**

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

## АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО

В статье приведен анализ отечественного и зарубежного опыта внедрения инновационных технологий в строительную отрасль, рассмотрены достоинства и недостатки сборно-модульного домостроения, технологии «top&down», преимущества и негативное влияние от внедрения инновационных технологий.

**строительство, инновационные технологии, сборно-модульное домостроение, передовые методы организации работ, строительные материалы**

### ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Актуальность проблемы управления инновациями в строительной отрасли, будь то отечественные или зарубежные строительные компании, очевидна. Инновационная деятельность в строительстве способствует развитию национальной экономики, поскольку обеспечивает как создание, так и использование новых и более усовершенствованных средств производства, строительных материалов или машин и механизмов.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

На сегодняшний день в экономике Российской Федерации до сих пор не сформировалось стремление к инновационному ведению бизнеса. Множество компаний, столкнувшись с необходимостью резкой оптимизации издержек, экономят на развитии производства, тем самым откладывая инновационные проекты и перевооружение. Сопоставление стран Европы по затратам на технологические инновации (за 2011 год) представлено на диаграмме 1 [1].

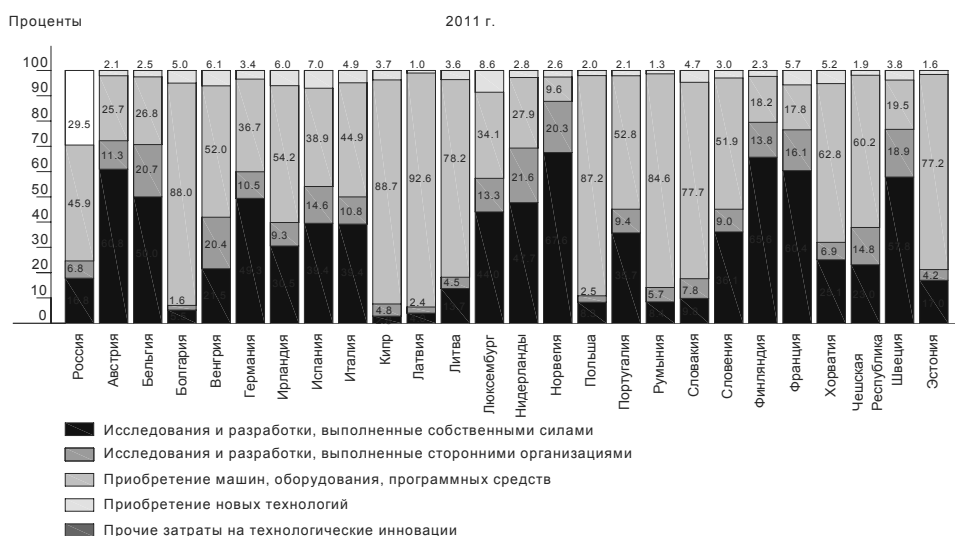


Диаграмма 1 – Структура затрат на технологические инновации по видам инновационной деятельности.

© А. А. Петрищев, 2015

Россия не лидирует и по объёму затрат на технологические инновации. Доля в мировых инновационных расходах у нашей страны составляет меньше 4 % (диаграмма 2) [2].

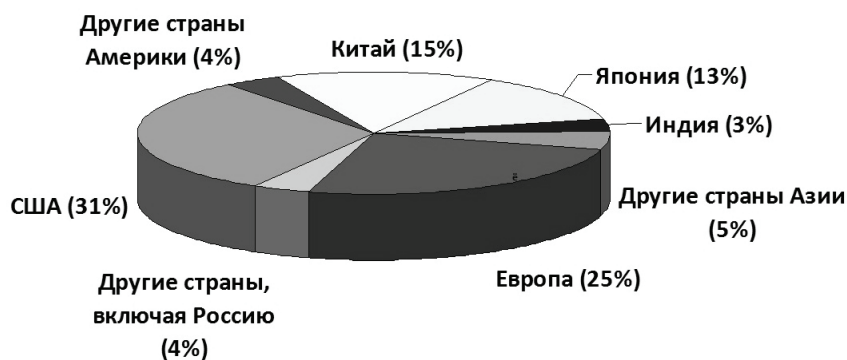


Диаграмма 2 – Доля стран в мировых инновационных расходах, 2013 г.

## ЦЕЛИ

Целью данной работы является анализ отечественного и зарубежного опыта внедрения инновационных технологий в строительную отрасль.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Сегодня зарубежные эксперты в области строительства сходятся во мнении, что массовый переход от возведения домов на стройплощадках к сборно-модульному (офсайтному) домостроению станет весомой и важной тенденцией в ближайшее время [3]. Применим британский термин *Modern Methods of Construction* (ММС, современные методы строительства) – в частности конструирование и сборка основных элементов будущих зданий в строительных цехах производителя, а не на стройплощадке непосредственно. В США имеется схожая с британской ММС классификация – *factory built housing* (заводское домостроение).

Многие архитекторы прогнозируют в ближайшем будущем возведение домов по технологиям, напоминающим автомобильный конвейер: массовая подгонка предлагаемых моделей будущих жилых домов под индивидуальные требования заказчика набирает большую популярность. Жилищные компании станут продавать на рынке своего рода «пакетные решения» – модульные комплекты, которые собраны на заводе в соответствии с планировкой, которая была заранее выбрана заказчиком, а также транспортируемые на место установки в практически готовом виде.

Главные позиции в секторе сборно-модульного домостроения на сегодняшний момент занимают шведские жилищно-строительные компании: сегодня в Швеции в среднем около 90 % новых домов строятся по *prefab*-технологии. В Скандинавии признанным лидером в этом секторе является шведская фирма *Akshbyhus*, продающая примерно 1 500 сборных домов в год (ее годовой объем продаж – 125 млн долларов США) [4].

Канадские домостроители занимают достаточно весомое место в этом секторе. Следует отметить, что даже «продвинутая» Япония, которая располагает целой сетью полностью автоматизированных сборочных домостроительных фабрик (таких, например, как *Toyota's Prefab Housing Corporation*), импортирует до 40 % сборочных домов именно из Канады (ведущий экспортер сборных домов в Канаде – компания *Britco*) [5].

К преимуществам *prefab houses* отнесем и гарантию единого заводского контроля качества всех составных элементов домов, т. е. наименьшее возможное вмешательство человека при возведении сооружений.

Наконец, стоит отметить и экологический аспект сборно-модульных домов: практическое отсутствие строительного мусора на стройплощадке, использование заводами-изготовителями «зеленых» стройматериалов и т. д.

В то же время, у сборно-модульных домов имеется и целый ряд очевидных недостатков. Так, сейчас мало распространены разновидности внешнего вида здания, уровень общего конструкционного разнообразия весьма минимален; основной целевой сегмент «сборщиков» – семьи с низким и средним уровнем дохода [6].

Иностранными инвестициями в российское строительство являются как совершенствование опыта отечественных рабочих, так и углубленные знания инженеров и сотрудников, занятых в строительной отрасли.

Часто большие инвестиционные проекты свершаются совместно как отечественными, так и зарубежными строительными компаниями, что позволяет российским руководителям проектов не только лучше оценить свои возможности, но и усвоить ведомые методы организации работ, а также планирования и управления строительным производством. Пример такой интеграции – строительство торгово-офисного комплекса «Стокманн Невский Центр». В здании имеется встроенный подземный паркинг, причем девять этажей сооружения – надземные, четыре располагаются под землей.

Редкость и новизна этого строения заключается в том, что возведение проходило по современной и передовой технологии «*top&down*», которая позволяет производить работы от нулевого уровня как вверх, так и вниз, что значительно сократило сроки возведения торгово-офисного комплекса. Для реализации технологии «*top&down*» отечественные конструкторы и инженеры применили целый ряд новых, не применяемых до этого момента строительных технологий.

Рассматривая модернизацию строительных материалов – переход с «мокрого» на «сухой» способ производства цемента – то это метод существенного сокращения стоимости производства: расход тепловой энергии на обжиг при «сухом» способе намного ниже, чем расход тепла на обжиг материалов при «мокром» способе производства. Ученые выяснили, что «сухой» метод намного эффективнее привычного «мокрого» на 25–30%: он обеспечивает 50 % экономии топлива. Нельзя не сказать и о себестоимости цемента, полученного «сухим» способом производства: цена за одну тонну цемента в два раза ниже цены цемента, полученного традиционным мокрым способом [7].

Таким образом, за счет применения инновационных технологий возможно уменьшение производственных затрат, увеличение производительности выпуска материалов, их конкурентоспособности, что приводит к получению нужной прибыли для следующего развития компании, т. е. при должном использовании инновационных технологий оптимизируются производственные издержки.

Создание материалов и конструкций, которые соответствуют новейшим архитектурным и строительным требованиям, также помогает поиску современных подходов к технологиям производства привычных строительных материалов. В частности, использование нанотехнологий на различных этапах формирования структуры бетона, таких как нанодисперсионные наполнители и композитная арматура, значительно увеличивают не только прочность бетона, а также его устойчивость к биологической коррозии, и дают возможность осуществить весомый качественный подъем производства бетонов. Также следует упомянуть, что самыми востребованными на сегодняшний день являются технологии и строительные материалы, которые связаны и с энергосбережением, и с использованием вторичного сырья и техногенных отходов.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, значительное увеличение уровня инновационности в строительной сфере экономики является отличным способом уменьшения стоимости, сокращения сроков и повышения качества строительного производства с высокой социально-экономической значимостью инноваций.

Установление современной планки производства и продукции является очень важной задачей инновационной деятельности строительной компании и условием их последующего усовершенствования и увеличения конкурентоспособности.

Общий подход к решению задач современного результативного функционирования инновационной системы и обеспечение государственной инновационной политики имеет место быть лишь на основе эффективной эксплуатации инновационного потенциала и должного, а так же грамотного управления инновационными процессами в компаниях строительного комплекса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейлина, Д. А. Индикаторы инновационной деятельности: 2013 [Текст] / Д. А. Бейлина. – Москва : Изд-во Теис, 2013. – 473 с.
2. Шумилин, А. Г. Инновационная политика в мировой экономике [Текст] / А. Г. Шумилин // Новости науки и технологий. – 2014. – № 2(29). – С. 54–59.
3. Виньков, А. А. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы [Текст] / А. А. Виньков // Эксперт. – 2010. – № 4. – С. 134–179.
4. John, Ludwick. Modular Homes Deliver Bang For The Buck [Текст] / Ludwick John // Business Edge. – 2007. – № 7. – Р. 11–16.

5. Mattheos, Santamouris. Energy and Buildings [Текст] / Santamouris Mattheos // Resource Magazine. – 2007. – № 4. – P. 21–22.
6. Гашо, Е. Г. Особенности эволюции городов, промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения [Текст] / Е. Г. Гашо // Экологические системы. – 2010. – № 2. – С. 111–113.
7. Егоров, А. Н. Инновационность в строительной сфере экономики как инструмент снижения стоимости, сокращения сроков и повышения качества строительства [Электронный ресурс] / А. Н. Егоров, М. Л. Шприц, А. Н. Нагманова // Проблемы современной экономики. – 2011. – Выпуск № 3. – С. 251–253. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnost-v-stroitelnoy-sfere-ekonomiki-kak-instrument-snizheniya-stoimosti-sokrascheniya-srokov-i-povysheniya-kachestva>.

Получено 06.03.2015

А. А. ПЕТРИЩЕВ

АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ  
ІННОВАЦІЙ В БУДІВНИЦТВО

Санкт-Петербурзький державний архітектурно-будівельний університет

У статті наведено аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду впровадження інноваційних технологій в будівельну галузь, розглянуті переваги і недоліки збірно-модульного домобудівництва, технології «top&down», переваги та негативний вплив від впровадження інноваційних технологій.

**будівництво, інноваційні технології, збірно-модульне домобудівництво, передові методи організації робіт, будівельні матеріали**

ALEXANDER PETRISHCHEV

ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE IN THE  
CONSTRUCTION OF INNOVATION

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

In the article an analysis of domestic and foreign experience of innovative technologies in the construction industry has been given, advantages and disadvantages of prefabricated modular construction, technology «top & down», the benefits and the negative impact of the introduction of innovative technologies have been considered.

**construction, innovative technology, prefabricated modular building construction, advanced methods of work organization and building materials**

УДК 69.007

**О. Е. ЛАНДЫШЕВА<sup>а</sup>, А. С. ЕРМАКОВ<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> Московский государственный строительный университет, <sup>б</sup> Российский государственный университет туризма и сервиса

## **ГАРМОНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ И ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В статье рассмотрен вопрос обеспечения гармонизации российских и европейских стандартов в области строительства в целях применения передовых инновационных технологий и материалов, в том числе обеспечивающих ресурсосбережение и повышение энергоэффективности зданий и сооружений. В работе проведен анализ существующих нормативно-технических требований, предъявляемых к кемпингам в РФ и ЕС, и разработаны рекомендации по обеспечению комплексной безопасности строительных сооружений в кемпингах с учетом гармонизации нормативно-технических требований к ним для обеспечения европейского уровня качества обслуживания потребителей. Гармонизация российских стандартов с европейскими нормативами позволит сблизить системы технического регулирования России и Европы, устранить технические барьеры в торговле, установить универсальные правила в сфере проектирования зданий и сооружений, что позволит более свободно реализовывать строительные проекты на территории Евросоюза, увеличить конкурентоспособность и поток клиентов в Россию, что скажется на экономической эффективности в целом.

**гармонизация, евростандарты, мобильные дома**

В рамках Соглашения о сотрудничестве между Европейским комитетом по стандартизации (CEN), Европейским комитетом по стандартизации в области электротехники (CENELEC) и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Российская Федерация) партнеры намерены проводить деятельность по устранению технических барьеров в торговле, улучшению экономических и научно-технических обменов, обеспечению совместимости и взаимозаменяемости поставляемой продукции и ее безопасности для жизни, здоровья и частной собственности граждан, а также способствовать защите окружающей среды. При этом в ближайшем будущем планируется привести национальные стандарты в соответствие с зарубежными. На одном из совещаний Минстроя РФ было отмечено, что для широкого применения Европейских стандартов на практике потребуется переходный период – до 1 января 2016 года.

Необходимо отметить, что на 2015 год Европейский союз – это объединение двадцати восьми независимых европейских государств, в едином экономическом пространстве которых действуют одинаковые правила и нормы системы строительства. Законы ЕС действуют на территории всех стран ЕС без исключений, и если мы хотим торговать с Европой строительной продукцией и услугами, то гармонизация строительных норм и правил необходима.

Согласно ст. 12 ФЗ «О техническом регулировании» одним из принципов стандартизации является применение международных стандартов как основы разработки национальных стандартов. Рассмотрение зарубежного стандарта как источника информации, применения лучшего зарубежного опыта, заимствование отдельных положений стандарта – один из путей гармонизации нормативно-технических требований для сборно-разборных зданий, которые являются объектом исследования в данной работе.

Под понятием «гармонизация» мы понимаем комплексную систему деятельности по приведению содержания отечественного нормативно-технического документа в соответствие с зарубежным нормативно-техническим документом для устранения технических барьеров.

Задачи гармонизации могут быть сформулированы следующим образом:

– отсутствие противоречивости норм европейских и российских стандартов;

- соответствие научных основ;
- единообразие требований к материалам и конструкциям;
- идентичность расчетных методов при проектировании и строительстве.

В процессе работы был проведен анализ требований, предъявляемых к мобильным инвентарным зданиям для строителей согласно российским стандартам и требований, предъявляемых к сборно-разборным зданиям согласно Европейским стандартам.

Согласно российскому законодательству, по ГОСТ 25957-83, к мобильным домам, а именно мобильным (инвентарным) зданиям или сооружениям, относятся здания и сооружения комплектной заводской поставки, конструкция которых обеспечивает возможность их перемещения.

В результате изучения требований российского нормативно-технического документа установлено, что ГОСТ 22853-86 определяет типы мобильных зданий, основные размеры, общие технические требования к зданиям (термические сопротивления ограждающих конструкций, коэффициент надежности по нагрузке и т. д.), требования к материалам и конструкциям, требования к комплектности, требования к маркировке, упаковке, транспортированию, хранению, указания по эксплуатации.

Европейские стандарты устанавливают требования к границам и плану размещения дома; плотности, расстояниям и парковкам между домами, дорогам, тротуарам, освещению, основанию мобильного дома, электроснабжению, газообеспечению, дренажным устройствам и канализации, хранению мусора/утилизации, автомобильным парковкам, рекреационной зоне, установкам в случае затопления, противопожарному оборудованию.

В результате изучения нормативно-технического законодательства ЕС и РФ установлено, что существуют общие нормативно-технические документы, регламентирующие требования к мобильным домам, но есть требования на отдельные его параметры.

Сравнительный анализ нормативно-технических требований РФ и ЕС установил расхождения. Ссылаясь на слова замминистра строительства Елены Сизерра, можно сделать вывод о том, что снять проблемы по расхождению/противоречивости законодательств позволит принцип добровольности применения Еврокодов: строительная отрасль сможет пользоваться как российскими стандартами, так и европейскими. «Это откроет двери инвесторам и даст сигнал нашей промышленности, что настало время реальной конкуренции» – так объяснила полезность идеи замминистра.

Таким образом, учет требований Евростандартов при добровольной сертификации мобильных зданий позволит поднять имидж строительного комбината по данной продукции, привлечь иностранных туристов, сделать конкурентоспособными эту продукцию на рынке строительных сооружений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Caravan Sites and Control of Development Act 1960 (8 & 9 ELIZ. 2 CH. 62) [Текст] // Her Majesty's Stationery Office, London, – 1986. – 44 p. (Национальный стандарт Великобритании).
2. Model Standards 2008 for Caravan Sites in England [Электронный ресурс]. Caravan Sites and Control of Development Act 1960 – Section 5 / Communities and Local Government. – London : Department for Communities and Local Government, 2008. – ISBN 978-1-85112-908-9. – 30 p. – Режим доступа : <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20120919132719/http://www.communities.gov.uk/documents/housing/pdf/modelstandards2008.pdf>.
3. Ермаков А. С. Анализ рынка мобильных средств размещения автотуристов [Электронный ресурс] / А. С. Ермаков, Д. А. Черепанов // Сервис в России и за рубежом. – 2014. – Том 8, выпуск 7 (54). – Режим доступа : [http://old.rguts.ru/electronic\\_journal/number54/contents](http://old.rguts.ru/electronic_journal/number54/contents).
4. ГОСТ 25957-83. Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1984-07-01. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 10 с.
5. Ермаков, А. С. Анализ требований, предъявляемых к средствам размещения автотуристов [Текст] / А. С. Ермаков, А. А. Корнеев, Д. А. Черепанов // Сервис. – 2014. – № 2. – С. 65–70.
6. Корнеев, А. А. Современное состояние и перспективы развития автотуризма в Российской Федерации [Текст] / А. А. Корнеев, А. С. Ермаков // Сервис в России и за рубежом. – 2014. – Т. 8, № 2 (49). – С. 34–39.
7. ГОСТ 22853-86. Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия [Текст] : Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 30 января 1986 г. № 11. – Взамен ГОСТ 22853-83 ; введ. 01.01.87. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 21 с.
8. Borkovskaya, Victoria G. The concept of innovation for sustainable development in the construction business and education [Текст] / Victoria G. Borkovskaya // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Volumes 475-476. – P. 1703–1706.
9. Borkovskaya, Victoria G. Environmental and Economic Model Life Cycle of Buildings Based on the Concept of «Green Building» [Текст] / Victoria G. Borkovskaya // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Volume 467. – P. 287–290.

10. Борковская, В. Г. Управление качеством. Зарубежный опыт [Текст] / В. Г. Борковская // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011. – № 8. – С. 48–49.
11. Борковская, В. Г. Основы технического регулирования саморегулируемых организаций в строительстве [Текст] / В. Г. Борковская // Промышленное и гражданское строительство. – Москва, 2011. – № 4. – С. 50–51.
12. Борковская, В. Г. Основные принципы технического регулирования в строительстве [Текст] / В. Г. Борковская // Промышленное и гражданское строительство. – Москва, 2011. – № 4. – С. 30–33.
13. Борковская, В. Г. Идеология стандартизации и гармонизации с применением Еврокодов в Российской системе Технического регулирования [Текст] / В. Г. Борковская // Промышленное гражданское строительство. – Москва, 2011. – № 4. – С. 33–35.
14. Борковская, В. Г. Экономика качества стандартизации и сертификации [Текст] / В. Г. Борковская // Промышленное гражданское строительство. – Москва, 2011. – № 4. – С. 47–49.
15. Агапов, С. В. Стандарты и требования пожарной безопасности = The standards and requirements of fire safety [Текст] / С. В. Агапов, В. Г. Боковская // Пожаровзрывобезопасность = Fire and explosion safety Journal. – 2014. – Том 23, № 12. – С. 7–14. – ISSN 0869-7493.

Получено 10.03.2015

О. Е. ЛАНДИШЕВА <sup>a</sup>, А. С. ЕРМАКОВ <sup>b</sup>  
ГАРМОНІЗАЦІЯ РОСІЙСЬКОЇ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО  
НОРМУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

<sup>a</sup> Московський державний будівельний університет, <sup>b</sup> Російський державний університет  
туризму та сервісу

У статті розглянуто питання забезпечення гармонізації російських і європейських стандартів у галузі будівництва з метою застосування передових інноваційних технологій і матеріалів, у тому числі, що забезпечують ресурсозбереження та підвищення енергоефективності будівель і споруд. У роботі проведено аналіз існуючих нормативно-технічних вимог, що пред'являються до кемпінгів в РФ і ЄС, і розроблені рекомендації щодо забезпечення комплексної безпеки будівельних споруд в кемпінгах з урахуванням гармонізації нормативно-технічних вимог до них для забезпечення європейського рівня якості обслуговування споживачів. Гармонізація російських стандартів з європейськими нормативами дозволить зблизити системи технічного регулювання Росії і Європи, усунути технічні бар'єри в торгівлі, встановити універсальні правила у сфері проектування будівель і споруд, що дозволить більш вільно реалізовувати будівельні проекти на території Євросоюзу, збільшити конкурентоспроможність і потік клієнтів в Росію, що позначиться на економічній ефективності в цілому.

**гармонізація, євро стандарти, мобільні будинки**

OLGA LANDYSHEVA <sup>a</sup>, ALEKSANDR ERMAKOV <sup>b</sup>  
HARMONIZATION OF RUSSIAN AND EUROPEAN SYSTEMS OF TECHNICAL  
REGULATION IN CONSTRUCTION

<sup>a</sup> Moscow State University of Civil Engineering, <sup>b</sup> Russian State University of Tourism and  
Service

The article deals with the issue of harmonization of Russian and European standards in the field of construction for the application of innovative technologies and materials, including providing resource conservation and energy efficiency of buildings and structures. In the article analyzes of the existing legal and technical requirements for camping in the Russian Federation and the EU has been carried out, and recommendations to ensure an integrated safety of building structures in campsites with the harmonization of the regulatory and technical requirements for them to provide the European level of quality customer service have been made. Harmonization of Russian standards with European regulations allows to bring together the technical regulation system in Russia and Europe, to eliminate technical barriers in trade, to establish universal rules in the design of buildings and structures that allow more freedom to implement construction projects in the EU, enhance the competitiveness and the flow of customers in Russia, this will affect the overall economic efficiency.

**harmonization, European standards mobile home**



УДК 69.547.32

**Д. Ш. РАШИД**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

## **ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ В НЕСЪЕМНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ОПАЛУБКЕ**

В статье приведена технология сокращения энерго- и ресурсозатрат как в процессе строительства, так и при эксплуатации зданий. Технология основана на использовании при строительстве несъемной теплоизоляционной опалубки из пенополистирола. Представлены характерные преимущества данной технологии как в жарком, так и в холодном климате.

**энергоресурсосбережение, несъемная опалубка, теплосбережение, энергоэффективность, пенополистирол, сокращение сроков строительства**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Проблема применения несъемной теплоизоляционной опалубки в монолитном домостроении чрезвычайно актуальна. Особенно актуально это для районов Сибири, где в связи с погодными условиями очень затруднено строительство традиционными методами, а при эксплуатации зданий там тратятся огромные средства на их обогрев. Это актуально и для стран с жарким климатом, где немалые средства наоборот тратятся не на обогрев, а на охлаждение помещений.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Технология использования несъемной опалубки из пенополистирола является блочной опалубочной структурой, образованной на основе пенополистирола и используемой в качестве постоянной изолирующей опалубки при возведении монолитных железобетонных стен различной толщины [1]. Основным элементом системы является базовый опалубочный блок, состоящий из двух плит пенополистирола, соединенных между собой. Внутреннее пространство между пластинами заполняется бетонной смесью. Таким образом в ходе одной технологической операции сооружается монолитная бетонная стена, обрамленная с внутренней и наружной стороны теплоизоляционной оболочкой из пенополистирола.

### **ЦЕЛИ**

Обоснование применения несъемной теплоизоляционной опалубки из современных материалов в монолитном строительстве применительно к жарким и холодным климатическим условиям с целью снижения стоимости и сроков строительства, повышения качества и технологичности строительного процесса.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

В основу данной технологии положено возведение несущих стен из монолитного железобетона с помощью несъемной опалубки из специального строительного пенополистирола. Опалубка выполняется в виде отдельных пустотелых блоков из твердого самозатухающего пенополистирола со сплошными стенками, соединенными перемычками [2]. Каждая стенка сверху и снизу имеет выступы – для удобного соединения с другими блоками. К тому же полутораметровые блоки практически невесома, что заметно упрощает их использование.

Основным преимуществом данной технологии перед традиционными материалами является высокая теплосберегающая способность стен дома, не требующих дополнительного утепления. В странах с жарким климатом, как например в Ираке, в домах, построенных по технологии несъемной опалубки из пенополистирола, тепло меньше проникает внутрь здания, что сокращает расходы на кондиционирование и охлаждение помещений. Там, где климат наоборот очень суров и морозен, как например в Сибири, такой дом будет сохранять тепло, что позволяет экономить на обогреве.

Стены по технологии строительства с использованием несъемной опалубки из пенополистирола могут устанавливаться на сплошную фундаментную плиту, ленточные или буронабивные фундаменты. В верхней и нижней части первого ряда в зоне последующего бетонирования укладывают горизонтальные арматурные стержни по всему периметру наружных стен. Последующие ряды армируются только в верхней части. Укладку последующих блоков осуществляют с вертикальной перевязкой, смещая верхние блоки относительно нижних на длину, кратную 250 мм, обеспечивая совпадение вертикальных пустот блоков. Заполнение пустот в блоках бетоном осуществляется на высоту 2...4 ряда.

Стены могут быть несущими и самонесущими. Армирование стен выполняется на основании статического расчета несущих конструкций с учетом конструктивных требований в соответствии со СНиП 2.03.01-84. Минимальный процент армирования принимается 0,05 %. Вертикальное и горизонтальное армирование стен выполняется плоскими вязаными каркасами. Стыковку каркасов по длине и высоте выполняют внахлест с соединением арматуры вязаной проволокой. Соединение арматуры сваркой запрещается.

Наружные поверхности блоков облицовывают кирпичом, а также могут оштукатуриваться по сетке клеем-штукатуркой, защищаться декоративным отделочным материалом, природным камнем или отделываться фасадными панелями из сайдинга, винила или металла.

Внутренние поверхности стен защищают гипсокартонными листами, используя клей для гипсокартона, оштукатуривают цементом по сетке или облицовывают керамической плиткой. Предпочтение отдается гипсокартону, так как идеально ровная поверхность стен из модулей позволяет крепить листы без применения профиля.

По теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте, скорости и стоимости строительства, прочности и долговечности зданий данную систему можно назвать высокой технологией в области строительства. Всего два слоя пенополистирола в 7,5 см имеют такую же теплопроводимость, как и кирпичная стена, толщиной 1,1 м. Кроме того, двойная изоляция обеспечивает минимальные температурные колебания несущей стены. Поэтому все элементы здания будут надежно защищены от температурных расширений и как следствие – от возникновения трещин [3].

Технологические преимущества состоят в том, что заливка бетонной смеси осуществляется непрерывно в стеновые элементы и в межэтажные перекрытия.

Экспериментально было доказано, что несъемная опалубка из пенополистирола выполняет все условия по прочности, устойчивости и деформативности. Это характерно как при процессе заливки бетонной смеси в опалубку, так и при ее твердении и превращении в бетон, а также в процессе последующей эксплуатации. Все прогибы и напряжения менее допустимых норм. Фактов выпучивания, трещин и других видов деформации выявлено не было.

Применение такой конструкции позволяет укладывать бетон даже в холодную зимнюю погоду. По мере отвердения бетон выделяет тепло. Обычно монолитные бетонные стены зданий подвержены внешнему воздействию окружающей среды и тепло, выделяемое бетоном в таких стенах, рассеивается в воздушном пространстве. В нашей системе монолитная стена защищена теплоизоляционными плитами пенополистирола, поэтому выделяемое тепло лучше удерживается внутри блока, что не требует применения дополнительной защиты. Монолитные стены, выполненные по системе, в зимнее время не требуют прогрева, но бетон должен иметь пластифицирующие химические добавки. Несъемная опалубка служит для бетона своеобразным термосом.

В теплое время года блоки также обеспечивают лучшие условия для твердения бетона. Это объясняется тем, что в сухую и жаркую погоду бетон быстро теряет влагу, а при использовании опалубки из пенополистирола бетон защищен от воздействия солнечных лучей и находится в стабильном влажностном режиме [4]. И дополнительные мероприятия по увлажнению бетона не требуются. Поэтому укладку бетона на несъемную опалубку можно производить круглогодично.

Самый прочный бетон можно получать, если выдержать его как можно дольше в идеальных условиях. Блоки позволяют создавать такие условия. Несъемные пенополистирольные панели блока защищают бетон, делают его более качественным и долговечным, чем бетон в обычной монолитной стене, затвердевание которого происходит в обычных условиях.

Также необходимо производить уплотнение бетона. Задача этого процесса состояний в максимальном уплотнении бетонной смеси в опалубке, в удалении воздуха, проникновении бетона в труднодоступные места, обеспечении защитного слоя арматурных стержней и их связей. Каждый последующий слой бетона должен быть максимально связан с предыдущим, чтобы не допустить образования холодных швов.

## ВЫВОДЫ

Применение несъемной опалубки позволяет:

- сократить расходы на материалы, т. к. пенополистирольные плиты – один из теплоизоляционных материалов, который имеет конкурентоспособную цену;
- сократить сроки монтажа и строительства сооружений в целом – плиты легкие, не представляют трудностей в работе, не требуют специального оборудования, не загрязняют окружающую среду;
- сократить расходы на отопление/охлаждение помещений;
- обеспечить экологическую безопасность для здоровья человека;
- проектировать и строить здания и сооружения с применением достаточно разнообразных объемно-планировочных и архитектурно-конструктивных решений.

Окружающие условия, влияющие на бетонную смесь, включают температуру, влажность, ветер и воздействие солнечных лучей. Многие из этих факторов устраняются при использовании теплоизоляционного стенового блока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адам, Ф. М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий [Текст] : дис. ... кан. тех. наук / Ф. М. Адам. – СПб., 2001. – 154 с.
2. ГОСТ 15588-86. Плиты пенополистирольные. Технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 15588-70 ; введ. 01.07.86. – М. : Стандартинформ, 2005. – 9 с.
3. Хаддадин, И. Несъемная теплоизоляционная опалубка системы для наружных стен зданий [Текст] / И. Хаддадин, Г. М. Бадян // Состояние современной науки-2006 г. : сб. науч. трудов / Полтавский ЦНТЭИ. – Полтава, 2006. – С. 34–40.
4. Хаддадин, И. Применение несъемной опалубки в условиях Иордании [Текст] / И. Хаддадин // Жилищное строительство. – 2007. – № 7. – С. 23–24.

Получено 11.03.2015

Д. Ш. РАШИД

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В НЕЗНІМНІЙ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІЙ ОПАЛУБЦІ

Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого

У статті наведена технологія скорочення енерго- і ресурсовитрат як у процесі будівництва, так і при експлуатації будівель. Технологія заснована на використанні при будівництві незнімної теплоізоляційної опалубки з пінополістеролу. Представлені характерні переваги даної технології як в жаркому, так і в холодному кліматі.

**енергоресурсозбереження, незнімна опалубка, теплозбереження, енергоефективність, пінополістирол, скорочення термінів будівництва**

DHURGHAM RASHID

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS  
THERMAL INSULATION OF PERMANENT FORMWORK

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

The article presents the technology of reducing the cost of energy and resources, both during construction and during the operation of buildings. The technology is based on the use of thermal insulation in the construction of permanent formwork of polystyrene. It shows the characteristic advantages of this technology in both hot and cold climates.

**energy and resource saving, permanent formwork, heat saving, energy efficiency, expanded polystyrene, reducing construction time**

УДК 691.175.2

**В. С. БЕЗГИН**

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## **ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ КОМПАУНДЫ ДЛЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ТИОКОЛОМ**

В работе представлены результаты исследования материалов для производства компаундов, с повышенными адгезионными характеристиками к металлическим поверхностям. Проведено исследование характеристик прочности разработанных компаундов на основе термopластичных эпоксидиановых смол – ЭД-3, ЭД-4к, ЭД-8 и полигидроксизифира «Диапласт», имеющего аналогичную химическую формулу, но с большей молекулярной массой. Продукт «Диапласт» марки А (ТУ 6-05-241-457-85) с динамической вязкостью 0,5 Па·с (0,2 г Диапласта на 100 мл диметилформамида), который получали, как и остальные термopластические смолы, прямым взаимодействием эпихлоргидрина (ЭХГ) и бисфенола А, но при этом синтез длился в несколько раз дольше. В качестве модифицирующих добавок был выбран синтетический полисульфидный каучук. Установлена возможность повышения адгезионной прочности исследуемых образцов, а также определены зависимости механических характеристик композиции от концентрации наполнения. Выделены оптимальные материалы с повышенными характеристиками, которые могут использоваться в качестве компаундов в узлах металлоконструкций.

**компаунды, термоэластопласты, композиционные материалы, эпоксидные смолы**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

С каждым днем спрос на металлоконструкции растет. Более 60 % металлических конструкций в строительстве позиционируются как разборные или полуразборные, с применением различных узлов соединения, что дает возможность их быстрого возведения и разборки. В таких конструкциях нередко используют болтовые узлы. Недостатками такого соединения являются незащищенность от воздействия внешней среды и возникновении возможных дефектов при эксплуатации. Действие окружающей среды на болтовое соединение ограничивают с помощью применения защитных покрытий, но при этом стоимость конструкции возрастает. При этом возникновение дефектов между болтовым соединением и поверхностью металлоконструкции возникает зазор, и во время эксплуатации тяжело избежать появления нежелательных дефектов: попадания влаги, коррозии, появления грязевого засорения. Исходя из этого необходима разработка нового материала для усиления металлических конструкций, а также предотвращения дефектности соединения. Большой интерес для таких разборных узлов представляют термопласты с повышенными адгезионными характеристиками.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Анализируя научную литературу, можно отметить, что термopластические компаунды отличаются от других видов компаундов рядом специфических свойств и преимуществ, таких как отсутствие органических растворителей в их составе, простота технологии применения, высокая скорость застывания и экологическая безопасность. Термopластичными материалами для компаундов принято называть термопласты, переходящие в вязкотекучее состояние при нагревании и снова затвердевающие при охлаждении. Первое применение клеев-расплавов относится к началу 50-х годов, и с каждым годом их производство во всем мире постоянно увеличивается. Их применение позволяет достичь высоких скоростей массового производства, также такие компаунды хорошо вписались и в мелкосерийное производство, где они существенно сокращают сроки выпуска продукции и снижают трудоемкость.

На украинском рынке в настоящее время наиболее широко представлены следующие виды термопластичных компаундов: полиамидные, полиолефиновые и полиуретановые.

## ЦЕЛИ

Получить термопластический материал для усиления узлов металлоконструкций с повышенными адгезионными и эксплуатационными характеристиками.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В работе [1] проводится анализ существующих термопластов, а также выделяются альтернативные материалы – эпоксидиановые термопласты с высокой молекулярной массой.

Исходным материалом для проведения исследований было взято ряд термопластичных эпоксидиановых смол, характеристики которых приведены в таблице 1. Следует отметить, что приведенные термоэластомеры без введения отвердителей имеют низкие показатели адгезионной прочности к металлическим поверхностям. Основным направлением исследований послужили адгезионные характеристики материалов, а именно прочность на разрыв, прочность на сжатие, прочность при сдвиге, относительное удлинение при растяжении. Прочность на разрыв определялась по методике из ГОСТ 14760-69, прочность при сдвиге выполнялась по методике ГОСТ 11262-80, прочность на сдвиг склеиваемых металлических поверхностей измеряли по методике ГОСТ 14759-69, а прочность при сжатии – ГОСТ 4651-82.

**Таблица 1** – Основные характеристики термопластичных эпоксидиановых смол

Смола без модификатора	Молекулярная масса	Массовая доля эпоксидных групп, %	Прочность на разрыв, МПа		
			Титан «ВТ1-0»	Алюминий «АД1Н»	Сталь «Ст.3»
«ЭД-3»	1 240	6,2	–	0,7	0,4
«ЭД4к»	1 830	4,7	0,6	0,9	0,6
«ЭД-8»	640	8,7	–	0,9	0,4
«Диапласт»	10 800	0,1	12,1	14,9	20,1

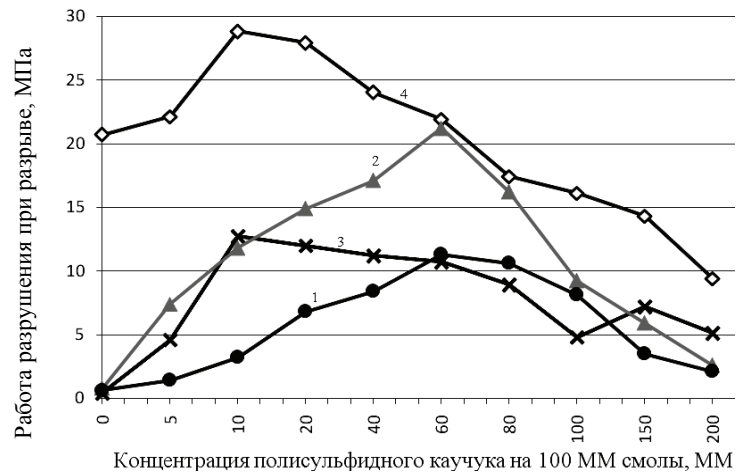
Обратим внимание, что большинство смол при комнатной температуре растрескиваются из-за большого внутреннего напряжения между молекулами материала. Эпоксидная смола марки «Диапласт» имеет отличительные свойства за счет высокой молекулярной массы и, соответственно, длинной линейной структуры. Улучшению адгезионных характеристик термопластических полимерных к металлическим поверхностям ведет их модификация, стабилизация и флексбилизация. В статье [2] проведены исследования по введению добавок в различные эпоксидиановые смолы и изучению их прочностных характеристик. Было определено, что оптимальными модификаторами для термопластических смол являются тиоколы, синтетические полисульфидные каучуки. Результаты исследований представлены на рисунках 1, 2, 3.

Анализируя полученные данные, отметим, что полисульфидный каучук стабилизирует структуру термопластичных эпоксидных смол. Это позволяет получить композиции с повышенными адгезионными свойствами к металлическим поверхностям и соответственно применять их при возведении разборных металлических конструкций. Также можно сделать вывод, что в большинстве случаев при введении небольшого количества каучука в термопластическую эпоксидную смолу наблюдается повышение адгезионных характеристик, то есть наблюдается эффект малых добавок. Выберем оптимальные композиции и составим таблицу 2.

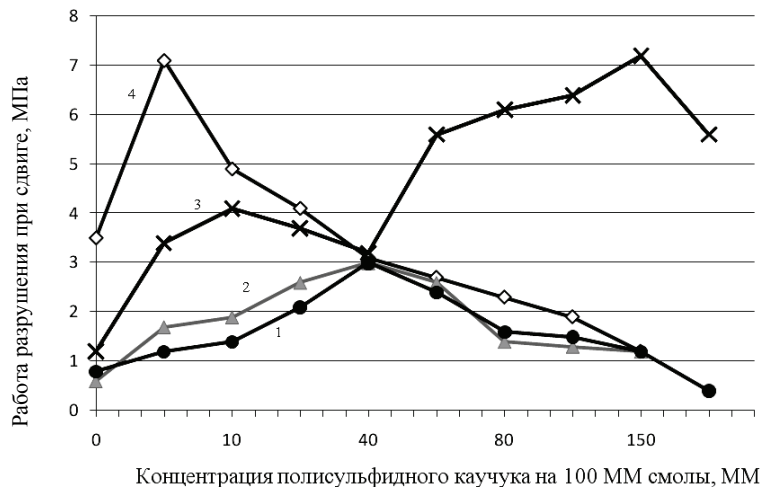
Полученные композиции имеют различные температурные границы расплавления и стеклования, что позволяет создать ряд специализированных термопластичных клеевых композиций и компаундов для усиления болтовых соединений. Отметим, что большой интерес вызывают эпоксидиановые смолы с высокой молекулярной массой.

## ВЫВОДЫ

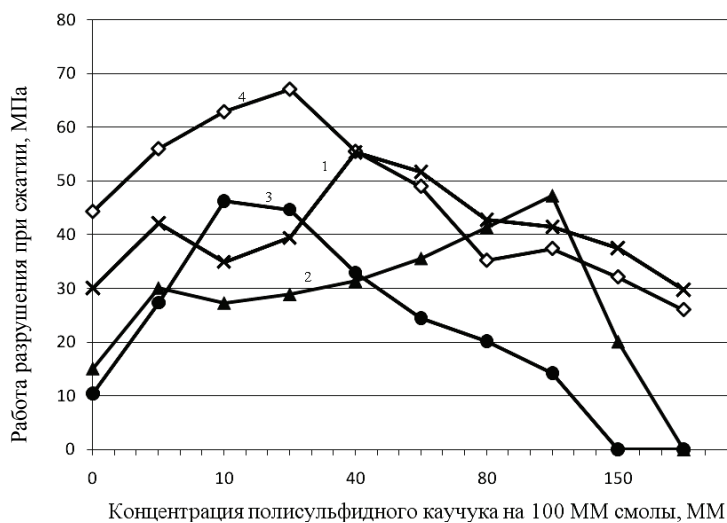
Установлена возможность повышения адгезионной прочности исследуемых образцов, а также определены зависимости механических характеристик композиции от концентрации наполнения термопластических эпоксидных смол жидким синтетическим полисульфидным каучуком. Разработаны оптимальные материалы с повышенной адгезией к металлическим поверхностям, которые могут использоваться в качестве компаундов в узлах металлоконструкций.



**Рисунок 1** – Зависимость прочности на разрыв (МПа) от концентрации полисульфидного каучука. 1 – ЭД-3; 2 – ЭД-4к; 3 – ЭД-8; 4 – «Диапласт».



**Рисунок 2** – Зависимость показателя работы разрушения при сдвиге клеевого соединения (МПа) от концентрации полисульфидного каучука. 1 – ЭД-3; 2 – ЭД-4к; 3 – ЭД-8; 4 – «Диапласт».



**Рисунок 3** – Зависимость работы разрушения при сжатии полимерной композиции (МПа) от концентрации полисульфидного каучука. 1 – ЭД-3; 2 – ЭД-4к; 3 – ЭД-8; 4 – «Диапласт».

Таблица 2 – Оптимальная концентрация и основные физико-механические свойства

Смола	Концентрация ПС-каучука на 100 ММ смолы	Прочность на разрыв, МПа	Прочность на сдвиг, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Температурный диапазон работы композиции, °С
ЭД-3	40	9,2	3	54	–20 – 160
ЭД-4к	60	21	2,5	34	–30 – 120
ЭД-8	10	12,5	4,1	47	–20 – 80
Диапласт	10	27	5	62	–40 – 210

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безгин, В. С. Адгезионные свойства композиций на основе твердых эпоксидных смол, модифицированных жидким карбоксилатным каучуком [Текст] / В. С. Безгин // Сб. докл. XIII Всеукраинской конференции высокомолекулярных соединений / Институт хімії високомолекулярних сполук НАН України. – Киев : ИХВС НАНУ, 2013. – С. 11–15.
2. Безгин, В. С. Клеи-расплавы на основе полигидроксиэфира марки Диапласт [Текст] / В. С. Безгин, Т. И. Григоренко, Ю. С. Кочергин // Сборник трудов. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Современные достижения в области клеев и герметиков. Материалы. Сырье. Технологии» / НИИ полимеров. – Дзержинск : [б. и.], 2013. – С. 182–184.
3. Петрова, А. П. Клеящие материалы [Текст] : [Справочник] / Петрова А. П. ; Под ред. Е. Н. Каблова и С. В. Резниченко. – М. : ЗАО «Редакция журнала "Каучук и резина"», 2002. – 196 с.
4. Шилдз, Дж. Клеящие материалы [Текст] : [Справочник] / Дж. Шилдз ; пер. с англ. под ред. В. П. Батизата. – М. : Машиностроение, 1980. – 368 с.
5. Хрулев, В. М. Технология и свойства композитных материалов для строительства [Текст] / В. М. Хрулев. – Уфа : ТАУ, 2001. – 164 с.
6. Строительные материалы (Материаловедение) [Текст] : Учебное пособие / В. Г. Микульский, Г. И. Горчаков, В. В. Козлов [и др.]. – М. : изд. Ассоциация строит. вузов, 2004. – 536 с.
7. Еселев, А. Д. Выставки, конференции, курсы [Текст] / А. Д. Еселев, В. Ф. Строганов / Клеи. Герметики. Технологии. – 2009. – № 10. – С. 33–37.
8. Чернин, И. З. Эпоксидные полимеры и композиции [Текст] / И. З. Чернин, Ф. М. Смехов, Ю. В. Жердев. – М. : Химия, 1982. – 230 с.
9. Эпоксидные клеи: свойства и опыт применения [Текст] / Ю. С. Кочергин, Т. И. Григоренко, В. В. Шологон // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури : Збірник наукових праць. – Макіївка, 2006. – Вип. 2006-5(61) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 161–169.
10. Kochergin, Yu. S. Special – Purpose Epoxy Adhesives / Yu. S. Kochergin, T. A. Kulik, T. I. Grigorenko // Polymer Sci.-Ser.C. – 2007. – Vol. 49, N 1. – P. 17–21.
11. Эпоксидные смолы и полимерные материалы на их основе [Текст] : [каталог] / УкрНИИпластмасс, Отд-ние НИИТЭИ ; под ред. И. М. Шологона, сост. Э. С. Белая. – Черкассы : НИИТЭХИМ, 1989. – 56 с.

Получено 12.03.2015

В. С. БЕЗГІН

**ТЕРМОПЛАСТИЧНІ КОМПАУНДИ ДЛЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ НА  
ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ, МОДИФІКОВАНІ ТІОКОЛОМ**  
Київський національний університет будівництва і архітектури

У роботі представлені результати дослідження матеріалів для виробництва компаундів, з підвищеними адгезійними характеристиками до металевих поверхонь. Проведено дослідження характеристик міцності розроблених компаундів на основі термопластичних епоксидіанових смол – ЕД-3, ЕД-4к, ЕД-8 і полігідроксієфіру «Діапласт», що має аналогічну хімічну формулу, але з більшою молекулярною масою. Продукт «Діапласт» марки А (ТУ 6-05-241-457-85) з динамічною в'язкістю 0,5 Па·с (0,2 г Діапласту на 100 мл диметилформаміду), який отримували, як і решту термопластичних смол, прямою взаємодією епіхлоргідрину (ЕХГ) і бісфенолу А, але при цьому синтез тривав у кілька разів довше. За модифікуючі добавку був обраний синтетичний полісульфідний каучук. Встановлено можливість підвищення адгезійної міцності досліджуваних зразків, а також визначено залежності механічних характеристик композицій від концентрації наповнення. Виділено оптимальні матеріали з підвищеними характеристиками, які можуть використовуватися як компаунди у вузлах металлоконструкцій.

**компаунди, термоеластопласти, композиційні матеріали, епоксидні смоли**



BEZGIN VITALII  
THERMOPLASTIC COMPOUNDS FOR METAL-BASED EPOXY RESINS,  
MODIFIED POLYSULFIDE RUBBER

Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

The paper deals with the results of the study materials for the production of structural hot melt adhesives with the properties of the existing hot melt adhesives and their applications, highlighting their main physical and mechanical properties. A study of the strength characteristics of hot melt adhesives based on epoxidated mastic gums – ED-3, ED-4, ED-8 and polyhydroester «Diaplast», having high molecular weight. The product «Diaplast» of grade A (TU 6-05-241-457-85 ) with a dynamic viscosity of 0,5 Pa·s (0,2 g of Diaplast per 100 ml of dimethyl formamide), which was prepared by the direct interaction of epichlorhydrin (ECH) and bisphenol A. Rasin-based polysulfide rubber was chosen as modifying builders were. The possibility of the adhesive strength of samples under investigation has been found out, and also the dependences of mechanical characteristic of compositions on concentration of filling have been determined. The best possible materials, having advanced characteristics, which can be used as compounds in the sites of steel constructions.

**hot melt adhesives, polyhydroxyether, composite materials, thermoplastic polymers**

УДК 693.2

**С. С. ЗИМИН, В. В. БЕСПАЛОВ, А. С. КАЗИМИРОВА**

Санкт-Петербургский политехнический университет

## **РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ КАМЕННОЙ АРОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

Статья посвящена описанию расчетной модели, предназначенной для расчета и анализа каменных арок. Представлен алгоритм данной модели, предоставляющий возможность получить сравнительно высокую точность результата при минимизации операций. Были рассмотрены основные проблемы проектирования и анализа каменных арок. Показано, что критерии прочности и устойчивости недостаточно удовлетворительны для каменных и кирпичных арочных конструкций и нуждаются в существенном пересмотре.

**каменные конструкции, арка, условие прочности, устойчивость, исторические здания**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Как в России, так и за рубежом во многих городах есть большое количество исторических зданий. Такие здания стары и с течением времени требуют все больше работ по ремонту, восстановлению, в некоторых случаях – модернизации или реконструкции. При проведении таких работ расчетная схема может измениться, и потому требует тщательного анализа. В такого рода зданиях часто встречаются каменные сводчатые перекрытия, купола и сложные арочно-сводчатые системы, анализ которых и представляет основную проблему.

### **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Проведенный анализ публикаций [2] демонстрирует, что в России к настоящему моменту довольно мало исследователей, занимающихся проблемой расчета арок и сводов достаточно глубоко. Большинство публикаций посвящено сугубо художественным или декоративным аспектам сводов, или оценке практического опыта их возведения и реставрации [3–6]. Однако стоит отметить, что сама по себе каменная кладка изучена достаточно хорошо и эти результаты могут быть полезны для исследований каменных арок и сводов. В частности, Р. Б. Орлович занимался исследованием механизмов разрушения кладки в условиях сложного напряженного состояния, критериев прочности каменной кладки и другими сопутствующими проблемами ее расчета [22, 23].

Среди зарубежных авторов выделяются К. Sab [7–9], исследовавший каменные конструкции различной конфигурации, и G. Milani [10, 11], специализирующийся на сводах. На сегодня они внесли существенный вклад в области криволинейных каменных конструкций. В их работах разработаны методы прогнозирования разрушающей нагрузки для различных каменных конструкций, представлены модели определения напряжений в них, решено много сложных задач, связанных с поведением кладки и сводов.

Непосредственно арочные конструкции, в отличие от сводчатых, исследованы несколько шире [14–21]. Это объясняется их сравнительной простотой и необходимостью четкого понимания работы конструкции каменных мостов, по некоторым из которых и сегодня организовано движение автомобильного и ж/д транспорта.

### **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

Цель данной работы – создать расчетную модель для каменных арочных и сводчатых перекрытий как основу для последующих исследований.

Кроме того, статья имеет следующие основные задачи:

- оценить существующие методы расчета каменных арок и сводов;
- провести пробный расчет арки в ПК SCAD.

#### *Оценка современных российских методов расчета каменных арок*

Согласно российским строительным нормам, каменные арки и своды должны рассматриваться с тем же подходом, что и конструкции каменных стен. Основные принципы этих норм основаны на исследованиях первой половины XX века, проведенных Л. И. Онищиком [12]. Исследования проводились с экспериментами на вертикальных столбах из кирпичной кладки. Поэтому все полученные данные можно считать справедливыми именно для вертикальных конструкций – стен, колонн, внешней облицовки. Однако кладка криволинейных арочных и сводчатых конструкций не может вести себя так же, как вертикальная, из-за усилий, действующих под различным углом в ее структуре.

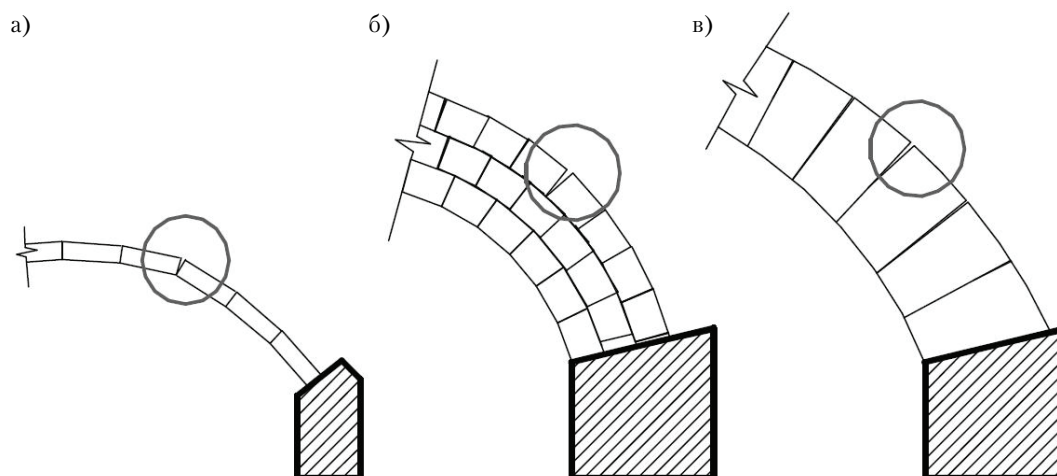
Например, расчетное сопротивление кладки на сжатие:

$$R = \frac{R_u}{2}, \quad (1)$$

где  $R_u$  – среднее сопротивление сжатию.

В случае арки, из-за неопределенности, с одной стороны может иметь место излишний запас и, соответственно, низкий коэффициент использования материала. С другой стороны – запас может быть недостаточен, и при неблагоприятных условиях может вызвать аварийное состояние.

Значения расчетного сопротивления на растяжение близки к нулю. Это верно для тонких готических сводов (рис. 1 а), но для массивных сводов – которых большинство среди российских сводчатых конструкций – небольшое раскрытие шва верхнего слоя не вызывает проблем и допустимо (рис. 1 б, в). Развитие трещины может начаться только в случае попадания воды.



**Рисунок 1** – Раскрытие шва: (а) легкая готическая арка; (б) многослойная кирпичная арка; (в) массивная каменная арка.

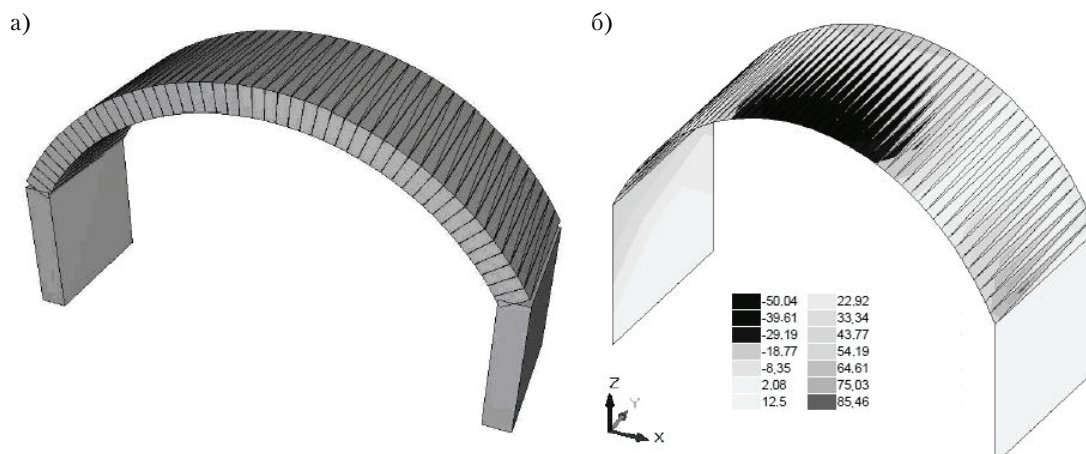
Сегодня при оценке устойчивости арок должна быть построена кривая давления. Арку считают устойчивой, если кривая давления лежит в теле арки. Однако некоторые современные исследования опровергают это положение [14]. В некоторых случаях кривая давления может выходить за пределы арки и это не будет вызывать повреждения или потерю устойчивости.

Также, хотя в настоящее время и учитывается тип опорных закреплений и наличие затяжки, упускаются из виду жесткости опорных стен и колонн. Между тем опорные жесткости и значение подвижки опор часто имеют большое влияние на поведение арок и сводов [16].

#### *Моделирование арок*

Существует множество способов смоделировать арки и своды, используя различные программные комплексы. Однако сложно смоделировать поведение кладки с высокой точностью. Так, например, широко используемый в России ПК SCAD не имеет необходимых криволинейных элементов

в библиотеке КЭ. Смоделировать арку возможно, используя множественные стержни, пластины или объемные элементы, сгенерированные по дуге. С целью оценить этот подход в SCAD была построена параболическая арка посредством 50 пластинчатых элементов (рис. 2). Арка смоделирована радиусом 1,5 метра, 0,2 метра толщиной, с 2 опорными стенами. Была приложена условная вертикальная нагрузка 10 кПа и получена картина распределения и напряжений в сечениях арки (рис. 2 б). Были заданы 3 варианта жесткостей опорных стен. Характер распределения напряжений был сходным для всех вариантов. Однако примечательно, что значения напряжений в замке увеличивались, а около опор уменьшались при увеличении жесткости опорных стен (таблица).



**Рисунок 2** – Параболическая арка, смоделированная в SCAD: (а) разбивка на КЭ; (б) распределение нормальных напряжений в сечениях.

**Таблица** – Напряжения и соответствующие модули упругости

Модуль упругости опор, [МПа]	Нормальные напряжения в замке, [кПа]	Нормальные напряжения на контакте с опорой, [кПа]
2,14	440	640
3,06	480	610
4,08	520	590

#### Расчетная модель

В предлагаемом методе используется комбинация двух расчетных схем арки – монолитного упругого тела и сложной конструкции «кирпич плюс раствор» (рис. 3).

На первом этапе арка моделируется и анализируется в программном комплексе, как монолитное упругое тело. Рекомендуются учесть опорные жесткости.

На втором этапе один из опасных участков должен быть вырезан (как правило, в арках есть 3 опасных места: I, II и III участки на рис. 3 – в замке, под углом 60 градусов к вертикали и в приопорном сечении соответственно [13]). При этом берутся граничные условия от монолитной упругой арки. Участок моделируется как конструкция «кирпич плюс раствор» и проводится анализ.

На третьем этапе новые граничные условия берутся от участка и прикладываются к исходной арке. Иначе говоря, конструкция «вкладывается» в исходную монолитную арку. Напряжения будут перераспределены.

Такой порядок действий повторяют для всех опасных участков, включая новые, если они возникнут.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Критерии прочности и устойчивости в Российских нормах недостаточно соответствуют случаю каменных арок и нуждаются в серьезном улучшении. В дополнение к этому было представлено, что значения расхождения опорных элементов, зависящие от их жесткостей, должны быть учтены при анализе арок и сводов.

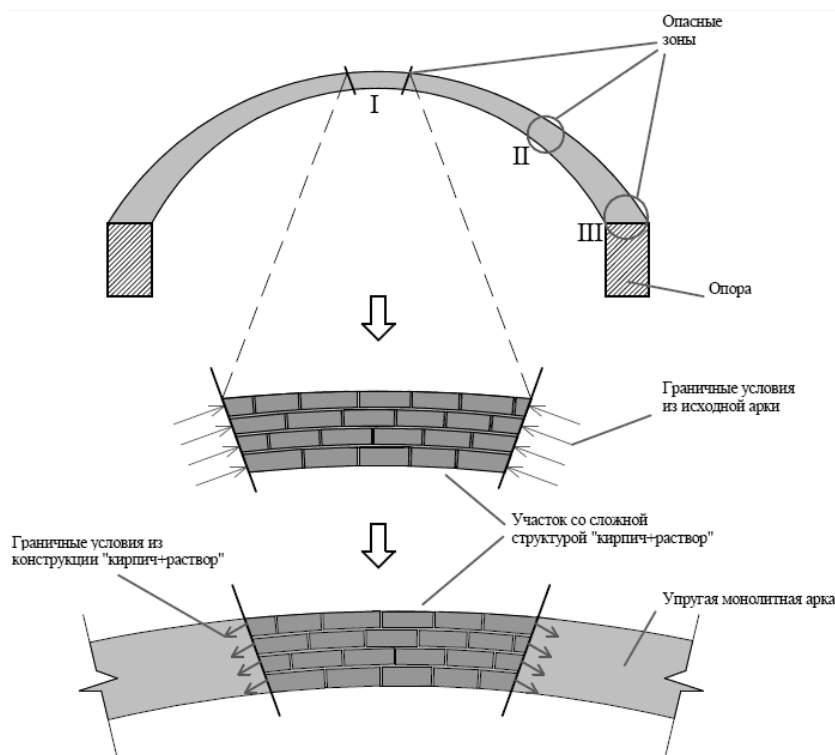


Рисунок 3 – Последовательность для участка I.

Представлена модель для расчета каменных арок. Предполагается, что алгоритм обеспечивает возможность получить сравнительно высокую точность при минимизации операций. Основная сложность в данной модели – необходимость использования программных комплексов, способных моделировать сложные конструкции кирпич-раствор и криволинейные упругие элементы.

Несмотря на то, что анализ арки в SCAD дает общее представление о распределении напряжений и усилий, он не годится для полноценного использования при исследовании арок и сводов. Это следует из того, что изначально SCAD предназначен для анализа металлических и ж/б конструкций, в основном – линейных. Для анализа арок необходимы программные комплексы, ориентированные на более широкий спектр строительных задач, например – ANSYS или Abaqus. В последующих исследованиях предполагается использовать представленную модель с этими программными комплексами или их аналогами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лахтин, Н. К. Расчет арок и сводов [Текст] : руководство к аналит. и граф. расчету арочных и сводчатых перекрытий / Н. К. Лахтин, инж. пут. сообщ., преп. Имп. Моск. техн. уч-ща и Уч-ща живописи, ваяния и зодчества ; МВТУ. – Москва : Тип. И. Н. Кушнерова; Студ. изд. о-во при Имп. Моск. техн. уч-ще, 1911. – 465 с.
2. Зимин, С. С. Сводчатые конструкции исторических зданий [Текст] / С. С. Зимин, О. Д. Кокоткова, В. В. Беспалов // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 2(29). – С. 57–72.
3. Крамина, Т. А. Реконструкция арочных и сводчатых систем в памятниках архитектуры [Текст] / Т. А. Крамина // Дизайн-Ревю. – 2009. – № 4. – С. 59–62.
4. Беляева, З. В. Геометрическое моделирование пространственных конструкций. Своды [Текст] / З. В. Беляева, Е. А. Митюшов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2010. – № 1. – С. 53–63.
5. Калдарол, А.-Х. В. Определение несущей способности кладки в зданиях памятников архитектуры XVIII–XIX веков [Текст] / А.-Х. В. Калдарол // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 3. – С. 104–106.
6. Пятницкий, А. А. Усиление сводчатых перекрытий здания-памятника [Текст] / А. А. Пятницкий, И. О. Махо, М. А. Пылтсин // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 3(44). – С. 92–95.
7. Stefanou, I. Three dimensional homogenization of masonry structures with building blocks of finite strength: A closed form strength domain [Текст] / I. Stefanou, K. Sab, J.-V. Heck // International Journal of Solids and Structures. – 2015. – 54. – P. 258–270.

8. Sab, K. Overall ultimate yield strength of a quasi-periodic masonry [Текст] / K. Sab // Comptes Rendus Mécanique. – 2009. – 337. – P. 603–609.
9. Dallot, J. Experimental validation of a homogenized plate model for the yield design of masonry walls [Текст] / J. Dallot, K. Sab, O. Godet // Comptes Rendus Mécanique. – 2008. – 336. – P. 487–492.
10. Milani, G. A simple meso-macro model based on SQP for the non-linear analysis of masonry double curvature structures [Текст] / G. Milani, A. Tralli // International Journal of Solids and Structures. – 2012. – 49. – P. 808–834.
11. Assessment of curved FRP-reinforced masonry prisms: Experiments and modeling [Текст] / I. Basilio, R. Fedele, P. B. Lourenzo, G. Milani // Construction and Building Materials. – 2014. – 51. – P. 492–505.
12. Онищик, Л. И. Каменные конструкции промышленных и гражданских зданий [Текст] / Л. И. Онищик. – М. ; Л. : Гос. изд-во строит. лит., 1939. – 398 с.
13. Бедов, А. И. Проектирование каменных и армокаменных конструкций: учебное пособие [Текст] / А. И. Бедов, Т. А. Щепетьева. – М. : Издательство АСВ. – 2003. – 240 с.
14. Rizzi, E. Analytical and numerical DDA analysis on the collapse mode of circular masonry arches [Текст] / E. Rizzi, F. Rusconia, G. Cocchetti // Engineering Structures. – 2014. – 60. – P. 241–257.
15. Viola, E. General analysis and application to redundant arches under static loading [Текст] / E. Viola, L. Panzacchi, F. Tornabene // Construction and Building Materials. – 2007. – 21. – P. 1129–1143.
16. Павлов, В. В. Экспериментальные исследования работы усиленных кирпичных арок при горизонтальной подвижке опор [Текст] / В. В. Павлов, Е. В. Кхорков // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 2. – С. 90–96.
17. De Santis, S. Laboratory and field studies on the use of acoustic emission for masonry bridges [Текст] / S. De Santis, A. K. Tomor // NDT & E International. – 2013. – 55. – P. 64–74.
18. D'Ambrisi, A. Masonry arches strengthened with composite unbonded tendons [Текст] / A. D'Ambrisi, L. Feo, F. Focacci // Composite Structures. – 2013. – 98. – P. 323–329.
19. Betti, M. Two non-linear finite element models developed for the assessment of failure of masonry arches [Текст] / M. Betti, G. A. Drosopoulos, G. E. Stavroulakis // Comptes Rendus Mécanique. – 2008. – 336. – P. 42–53.
20. Felice, G. Assessment of the load-carrying capacity of multi-span masonry arch bridges using fibre beam elements [Текст] / G. Felice // Engineering Structures. – 2009. – 31. – P. 1634–1647.
21. Madani, K. A study of fiber debonding in circular composite arches [Текст] / K. Madani // Comptes Rendus Mécanique. – 2002. – 330. – P. 535–541.
22. Орлович, Р. Б. Оценка прочности кладочных растворов при обследовании каменных зданий [Текст] / Р. Б. Орлович, В. Н. Деркач // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 7(25). – С. 3–10.
23. Орлович, Р. Б. Применение классических теорий прочности для расчета каменной кладки в условиях сложного напряженного состояния [Текст] / Р. Б. Орлович, В. Н. Деркач // Строительство и реконструкция. – 2011. – № 1(33). – С. 35–40.

Получено 06.04.2015

**С. С. ЗІМІН, В. В. БЕСПАЛОВ, А. С. КАЗІМІРОВА**  
**РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ КАМ'ЯНОЇ АРОЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ**  
 Санкт-Петербурзький політехнічний університет

Стаття присвячена опису розрахункової моделі, призначеної для розрахунку і аналізу кам'яних арок. Представлено алгоритм даної моделі, що надає можливість отримати порівняно високу точність результату при мінімізації операцій. Були розглянуті основні проблеми проектування та аналізу кам'яних арок. Показано, що критерії міцності і стійкості недостатньо задовільні для кам'яних і цегляних аркових конструкцій і потребують суттєвого перегляду.

**кам'яні конструкції, арка, умова міцності, стійкість, історичні будівлі**

**S. ZIMIN, V. BESPALOV, A. KAZIMIROV**  
**THE COMPUTATIONAL MODEL STONE ARCH**  
 Saint Petersburg State Polytechnic University

The article is devoted to the calculation model for the calculation and analysis of the stone arches. The algorithm of this model, which allows to obtain a relatively high accuracy of the result while minimizing operations, has been represented. The main problems of design and analysis of stone arches were considered. It is shown that the criteria for strength and stability are satisfactory not enough for the stone and brick arch designs, and in need of substantial revision.

**stone structures, the arch, the condition of strength, stability, historical buildings**

УДК 691.322

**Д. А. ПАНИКИН**

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

## **РАЗРАБОТКА САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ КАМНЕДРОБЛЕНИЯ**

Представлен опыт разработки и практического применения самоуплотняющихся бетонов с применением отходов камнедробления при производстве железобетонных изделий крупноблочного домостроения.

**самоуплотняющийся бетон, подбор состава бетона, отходы камнедробления, песчано-щебеночная смесь С-7, крупноблочное домостроение**

Получение бетонной смеси, способной уплотняться под действием силы тяжести, устойчивостью к расслоению и способностью, преодолевая препятствия, проникать в ограниченные зоны, узкие секции без расслоения и потери однородности (самоуплотняющиеся бетонные смеси) обеспечивается:

- увеличением объема реологической матрицы за счет введения минеральных наполнителей (микркремнезема, золу уноса, измельченных доменных шлаков, молотых горных пород и др.) [1];
- тщательным подбором гранулометрического состава заполнителей (с использованием минимум трех видов заполнителей) с обеспечением наиболее плотной упаковки и минимального значения трения между частицами заполнителя;
- применением высокоэффективных суперпластификаторов (как правило, добавок на поликарбоксилатной основе) [2].

Соблюдение вышеуказанных требований предопределяет использование бетонных смесей, включающих семь и более компонентов.

Использование многокомпонентных составов, прежде всего экономически оправданно при изготовлении бетонов с уникальными эксплуатационными характеристиками [3], предназначенных для строительства особо ответственных зданий и сооружений.

Для рядовых бетонов, применяемых при строительстве монолитных зданий и сооружений, а также при производстве изделий сборного железобетона, применение минеральных наполнителей, соизмеримых со стоимостью портландцемента (а иногда и превышающую ее), использование дорогостоящих высокоэффективных суперпластификаторов (гиперпластификаторов) на поликарбоксилатной основе и фракционированных заполнителей, приводит к значительному удорожанию самоуплотняющегося бетона в сравнении с традиционными рядовыми вибрируемыми бетонами.

Кроме того, возникает необходимость в оснащении бетоносмесительных установок бункерами для раздельного промежуточного хранения 3-х и более фракций заполнителей, в дополнительных силосах и дозаторах для минеральных добавок.

Таким образом, экономическая эффективность за счет отказа от уплотнения, сокращения сроков строительства и уменьшения количества рабочих при применении самоуплотняющихся бетонов нивелируется повышением себестоимости бетона в сравнении с традиционными вибрируемыми бетонами и усложнением технологии производства.

Данное обстоятельство ограничивает широкое использование самоуплотняющихся бетонов при строительстве зданий и сооружений, к которым не предъявляются высокие эксплуатационные требования.



Следовательно, для широкого применения самоуплотняющихся бетонов с рядовыми характеристиками необходимо максимально снизить себестоимость и упростить технологию приготовления бетонной смеси.

Для снижения затрат при производстве самоуплотняющихся бетонов была рассмотрена возможность применения в качестве комплексного компонента отходов камнедробления, образующиеся при производстве щебня.

Основываясь на том, что отличительной особенностью данных материалов является значительное содержания пылевидных частиц в виде молотых горных пород с размером менее 0,16 мм и фракций размером от 0,16 до 20 мм, отходы камнедробления теоретически могут быть использованы как комплексный компонент, позволяющий:

- за счет низкой стоимости отходов дробления снизить себестоимость самоуплотняющегося бетона;
- при сокращении числа компонентов производить самоуплотняющиеся бетоны на бетоносмесительных установках, предназначенных для изготовления традиционных вибрируемым бетонов.

Для подтверждения возможности использования отходов камнедробления при производстве самоуплотняющихся бетонов был произведен подбор состава бетона с использованием в качестве компонента песчано-щебеночной смеси С-7 (таблица 1) являющейся попутным продуктом при производстве гранитного щебня на базе Шкурлатовского месторождения ОАО «Павловскнеруд».

**Таблица 1** – Результаты лабораторных испытаний песчано-щебеночной смеси С-7 производства ОАО «Павловскнеруд»

Насыпная плотность, кг/м³ <u>1814</u>						Истинная плотность, кг/м³ <u>2670</u>					
Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах										
	20	12,5	10	7,5	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	≥0,16
Частный	0,9	9,04	7,52	9,6	13,14	17,92	8,0	10,5	7,4	5,22	10,76
Полный	0,9	9,94	17,46	27,06	40,2	58,12	66,12	76,62	84,02	89,24	100

При подборе состава бетона также использовались:

- портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия» Подгоренского цементного завода ЗАО «ЕВРОЦЕМЕНТ групп»;
- песок Камено-Верховского карьера Воронежской области;
- добавка Zika 5-600-SK.

Подобранный состав самоуплотняющейся бетонной смеси предполагалось использовать для изготовления железобетонных изделий крупноблочного жилищного строительства в г. Воронеж.

Данные изделия представляют собой блок-комнаты тип «перевернутый стакан» размером 3 300×6 000×2 810 мм, с толщиной стен 100 мм и перекрытия 160 мм (рисунок 1).



**Рисунок 1** – Блок-комната из самоуплотняющегося бетона.

Целью подбора состава являлось получение с использованием песчано-щебеночной смеси самоуплотняющегося бетона со следующими характеристиками:

- класса бетона по прочности при сжатии В20;



– требуемой разопалубочной прочностью не менее 70 % от класса бетона при суммарном времени на тепловой обработке не более 6,5 часов;

– подвижности бетонной смеси по расплыву стандартного конуса Абрамса не менее 750×750 мм.

Основная работа при подборе состава бетона была проведена в направлении поиска оптимальных соотношений компонентов бетонной смеси и поиска пластифицирующей добавки, позволяющей получить требуемые значения подвижности бетонной смеси и прочностных характеристик бетона.

В процессе проведения работ по подбору состава бетона визуально оценивалось качество, определялись расправ и плотность бетонной смеси. Плотность бетонной смеси определялась при помощи мерного цилиндра объемом 5 л путем заливки бетонной смеси без дополнительного уплотнения. Также изготавливались контрольные образцы бетона размером 10×10×10 см в количестве 12 шт., для определения прочности при сжатии после тепловой обработки и в возрасте 28 суток.

В результате проведенной работы был подобран состав бетона (таблица 2, 3 и 4, рисунок 1) с подвижностью по расплыву конуса Абрамса 77×77 см, средней плотностью бетонной смеси 2 350 кг/м<sup>3</sup>.

**Таблица 2** – Подобранный состав самоуплотняющегося бетона с песчано-щебеночной смесью С-7 производства ОАО «Павловскнеруд»

Компоненты бетона	Расход, кг/м <sup>3</sup>
Цемент ЦЕМ I 42,5 Н	430
Песок Камено-Верховский	470
Песчано-щебеночная смесь С-7	1 220
Добавка Zika5-600-SK	5,38
Вода	220

**Таблица 3** – Результаты испытаний на прочность при сжатии контрольных образцов бетона, изготовленных в лабораторных условиях, после ТВО

Шифр образцов	Условия твердения (температурно-влажностный режим)	Предел прочности при сжатии, (МПа)	
		Отдельных образцов	Средняя
1	2,5+4,0 (Изотермическая выдержка при 60 °С)	25,3	25,6
2		24,9	
3		24,9	
4		25,5	
5		25,4	
6		26,0	

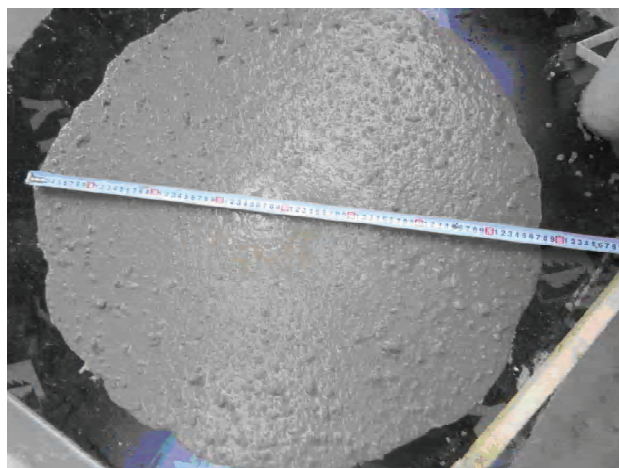
**Таблица 4** – Результаты испытаний на прочность при сжатии контрольных образцов бетона изготовленных в лабораторных условиях в возрасте 28 суток

Шифр образцов	Условия твердения (температурно-влажностный режим)	Предел прочности при сжатии, (МПа)	
		Отдельных образцов	Средняя
1	Нормальные условия	47,8	46,6
2		47,2	
3		42,6	
4		45,2	
5		46,2	
6		43,0	

Приготовление бетонной смеси по подобранному составу осуществлялось на бетоносмесительной установке, в которой предусмотрен один бункер для крупного заполнителя и один бункер мелкого заполнителя, один силос и один дозатор для цемента, а также один дозатор для жидких добавок.

Подача бетонной смеси осуществлялась бадьей объемом 0,8 м<sup>3</sup>. Заливка бетонной смеси производилась в одну точку без включения вибраторов.

После прохождения тепловой обработки по режиму 2,5 часа подъем температуры до 60 °С и 4-х часовой изотермической выдержки изделия сразу извлекались из формы.



**Рисунок 2** – Результаты определения подвижности выбранного состава бетона в лабораторных условиях.

При внешнем осмотре изделий раковин, признаков недоуплотнения, трещин и других дефектов обнаружено не было.

Результаты определения прочности при сжатии изготовленной партии бетона представлены в таблице 5.

**Таблица 5** – Результаты испытаний на прочность при сжатии контрольных образцов бетона, изготовленных в производственных условиях, в возрасте 28 суток

Шифр образцов	Условия твердения (температурно-влажностный режим)	Предел прочности при сжатии, (МПа)	
		Отдельных образцов	Средняя
1	Нормальные условия	39,2	45,2
2		44,5	
3		42,8	
4		43,8	
5		47,0	
6		45,3	

По полученным результатам проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Подтверждена возможность использования в качестве комплексного компонента для изготовления самоуплотняющихся бетонов отходов камнедробления.
2. За счет использования песчано-щебеночной смеси С-7 производства ОАО «Павловскнеруд» в качестве комплексного компонента удалось снизить себестоимость самоуплотняющегося бетона примерно на 36 % (таблица 6).
3. Отказ от использования минеральных наполнителей и нескольких фракций заполнителей, позволил изготовить самоуплотняющиеся бетонные смеси на бетоносмесительной установке, предназначенной для производства обычных вибрированных бетонов без дополнительно оснащения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников, В. И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов [Текст] / В. И. Калашников // Строительные материалы. – 2008. – № 10. – С. 4–6.
2. Несветаев, Г. В. Технология самоуплотняющихся бетонов [Текст] / Г. В. Несветаев // Строительные материалы. – 2008. – № 4. – С. 24–28.
3. Баженов, Ю. М. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы [Текст] / Ю. М. Баженов // Строительные материалы. – 2014. – № 3. – С. 6–14.

Получено 17.03.2015

**Таблица 6** – Сравнение стоимости самоуплотняющихся бетонов традиционной рецептурой и самоуплотняющихся бетонов с песчано-щебеночной смесью С-7

Наименование компонента	Расход компонента кг/м <sup>3</sup>	Стоимость на ноябрь 2014 г, р. за кг	Стоимость компонента на ноябрь 2014 г, р.
Состав самоуплотняющегося бетона традиционной рецептуры			
Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н	370	3,50	1 295,0
Микрокремнезем МК-85	50	8,00	400,0
Молотый известняк	130	1,80	234,0
Щебень фр. 5-10	400	1,20	480,0
Щебень фр. 10-20	560	0,72	403,2
Песок	700	0,2	140
Добавка пластификатор на поликарбоксилатной основе	5,40	120,0	648
Вода	140	0,02	2,8
ИТОГО:			4 083,2
Состав подобранного самоуплотняющегося бетона с песчано-щебеночной смесью С-7			
Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н	430	3,5	1 505,0
Песчано-щебеночная смесь С-7, кг/м <sup>3</sup>	1 220	0,26	317,2
Песок	470	0,20	94,0
Добавка пластификатор на поликарбоксилатной основе	5,38	120,0	645,6
Вода	220	0,20	43,0
ИТОГО			2 604,8

Д. А. ПАНИКІН

РОЗРОБКА БЕТОНІВ, ЯКІ САМОУЩІЛЬНЮЮТЬСЯ, ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВІДХОДІВ КАМЕНОДРОБІННЯ

Воронезький державний архітектурно-будівельний університет

Представлено досвід розробки та практичного застосування бетонів, що самоупщільнюються шляхом застосування відходів каменодробіння при виробництві залізобетонних виробів великоблочного домобудівництва.

**бетон, що самоупщільнюється, підбір складу бетону, відходи каменодробіння, піщано-щебенева суміш С-7, великоблочне домобудівництво**

DMITRIY PANIKIN

DEVELOPMENT OF SELF COMPACTING CONCRETE WITH THE USE OF BY-PASSED STONE

Voronezh State University of Civil Engineering and Architecture

The experience of development and use of self-consolidating concrete in practice using by-passed stone in the process of manufacturing of reinforced concrete products of large-block building constructions have been represented.

**self thicken concrete, selection of concrete, by-passed stone, sand and crushed stone mixture of C-7, large-block building constructions**

**УДК 691.3**

**Е. А. АЛЁХИНА**

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

## **ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ АРБОЛИТА ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ**

В данной работе проводилась оценка конкурентоспособности стеновых панелей из арболита для малоэтажных зданий, а также маркетинговые исследования для определения потребительских свойств стеновых панелей из арболита.

**арболит, древобетон, ранжировка, коэффициент конкордации**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

На сегодняшний день рынок стеновых строительных материалов насыщен разнообразными их вариантами, существенно отличающимися друг от друга. Наряду с хорошо известным керамическим и силикатным кирпичом, древесиной и газосиликатом, пользуются спросом пеноблоки, керамзитобетон, а также некоторые другие строительные материалы, среди которых имеет место и арболит.

Арболит (иногда его называют древобетоном) является легким бетоном с органическим заполнителем, в качестве которого может использоваться древесная щепа, опилки или солома. Имея низкий коэффициент теплопроводности, высокую степень экологичности и необходимую пожаробезопасность, а также легкость в эксплуатации, арболит является конкурентоспособным материалом на рынке стеновых материалов для малоэтажного строительства. Арболит был разработан и стандартизирован ещё в 60-е годы в Советском Союзе. Тогда же и были построены около ста заводов по его производству [1].

Тем не менее, не имеющий широкого распространения в наши дни, арболит может рассматриваться как относительно новый материал на рынке строительной продукции.

Современные технологии производства должны учитывать необходимость сохранения природных ресурсов и окружающей среды и экономного использования энергии. Акцент во всех отраслях промышленности ставится на безотходное производство, т. е. вторичное использование сырья.

В строительной отрасли уже давно известны такие технологии. А именно технологии, которые используют отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности при производстве строительных материалов. Речь идет именно об арболите – уникальном строительном материале, в котором соединены лучшие свойства древесины и бетона.

Недорогая технология возведения домов из прочного экологически чистого стройматериала вызывает всё больший интерес. И действительно, себестоимость дома из арболита может оказаться меньше, чем себестоимость кирпичного дома.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Были проведены маркетинговые исследования для определения потребительских свойств стеновых панелей из арболита, отражающих их уровень качества и потребительское значение.

Выделение совокупности потребительских свойств и определение их весомости осуществлялось на основе метода экспертных оценок – простой ранжировки. Для этого разрабатывалась анкета, которая помимо перечня потребительских свойств продукта содержала параметры шкалы экспертной оценки их значимости для потребителя. Самому значимому для потребителя свойству присваивался наивысший балл по шкале от 1 до 6. В анкетировании принимали участие 9 экспертов.

Достоинства метода простой ранжировки:

- 1) сравнительная простота процедуры получения оценок;
- 2) меньшее число экспертов по сравнению с другими методами при оценке одного и того же набора признаков.

Недостатки его в том, что:

- 1) заведомо считают распределение оценок равномерным;
- 2) уменьшение важности признаков предполагается также равномерным, в то время как на практике такого не бывает [2].

После сбора опросных данных была проведена оценка степени согласованности мнений экспертов. Для этого был рассчитан коэффициент конкордации ( $W$ ). По мере увеличения согласованности мнений экспертов, коэффициент конкордации возрастает и в пределе стремится к единице.

Следующим этапом исследования стала оценка конкурентоспособности продукции. Она базируется на поведении потребителей, которые в ходе соотнесения потребительских и стоимостных характеристик однотипной продукции предпочитают продукт с большей для них полезностью и «подходящей» ценой. Оценка конкурентоспособности проводится в несколько этапов. На первом этапе осуществлялась проверка соответствия значений фактических показателей качества продукта, отражающих его потребительские свойства, нормативным. Если фактическое значение показателя не соответствует нормативному, то автоматически продукт признается неконкурентоспособным. На втором этапе определяется комплексный показатель качества по продуктам-конкурентам. На третьем этапе рассчитываются относительные показатели конкурентоспособности сравниваемых продуктов-конкурентов. Расчёт основан на сопоставлении комплексного показателя  $j$ -го продукта-конкурента с относительным показателем его отпускной цены.

Результаты исследования и их обсуждение.

Результаты анкетирования представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты анкетирования по оценке весомости выделенных свойств

Наименование свойств, $i$	Значение балльной оценки $M$ по экспертам									Сумма баллов по каждому свойству
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>Теплопроводность</b>	6	5	6	5	6	6	5	5	5	49
<b>Прочность при сжатии</b>	5	6	5	6	5	5	6	6	6	50
<b>Усадка при высыхании</b>	3	1	3	4	4	4	4	4	4	31
<b>Огнестойкость</b>	2	4	4	1	1	2	2	2	1	19
<b>Средняя плотность</b>	4	2	1	3	2	1	3	1	3	20
<b>Морозостойкость</b>	1	3	2	2	3	3	1	3	2	20
<b>Сумма баллов по каждому эксперту</b>	21									189

По данным данной таблицы можно увидеть, что наиболее значимыми свойствами, по мнению экспертов, являются прочность при сжатии и теплопроводность материала.

Коэффициент конкордации для оценки согласованности мнений экспертов оказался равен 0,76. Данный результат говорит о правильной постановке заданий и примерно равной компетентности экспертов, следовательно, полученные данные можно использовать в дальнейших исследованиях.

Оценка конкурентоспособности выбранного для исследований материала была проведена в несколько этапов. По итогам проведённых расчётов в таблице 2 представлены результаты оценки конкурентоспособности стеновых панелей из арболита.

Результаты конкурентоспособности продукции представлены в виде лепестковой диаграммы, на которой в сравнении с эталоном показывают единичные показатели качества продукта базового предприятия. Для эталона каждое значение равно 1 [3].

## ВЫВОДЫ

На основе результатов расчёта конкурентоспособности панелей стеновых из арболита по сравнению с газосиликатом и брусом деревянным можно выделить такие преимущества, как теплопроводность и морозостойкость, которые играют важную роль на рынке.

Однако такие показатели, как прочность, усадка и стоимость, снижают конкурентоспособность изделий из арболита.

Таблица 2 – Результаты оценки конкурентоспособности панелей стеновых из арболита

Наименование показателей потребительских свойств	Значение показателей продуктов-конкурентов по предприятиям		
	Панели стеновые из арболита	Газосиликат	Брус деревянный
Теплопроводность	1	0,93	0,8
Прочность при сжатии	0,8	1	0,67
Усадка	0,67	0,6	1
Огнестойкость	0,5	1	0,13
Средняя плотность	0,7	0,7	1
Морозостойкость	1	0,63	1
Комплексный показатель качества	0,82	0,85	0,67
Относительный показатель конкурентоспособности продукции	0,6	0,85	0,5

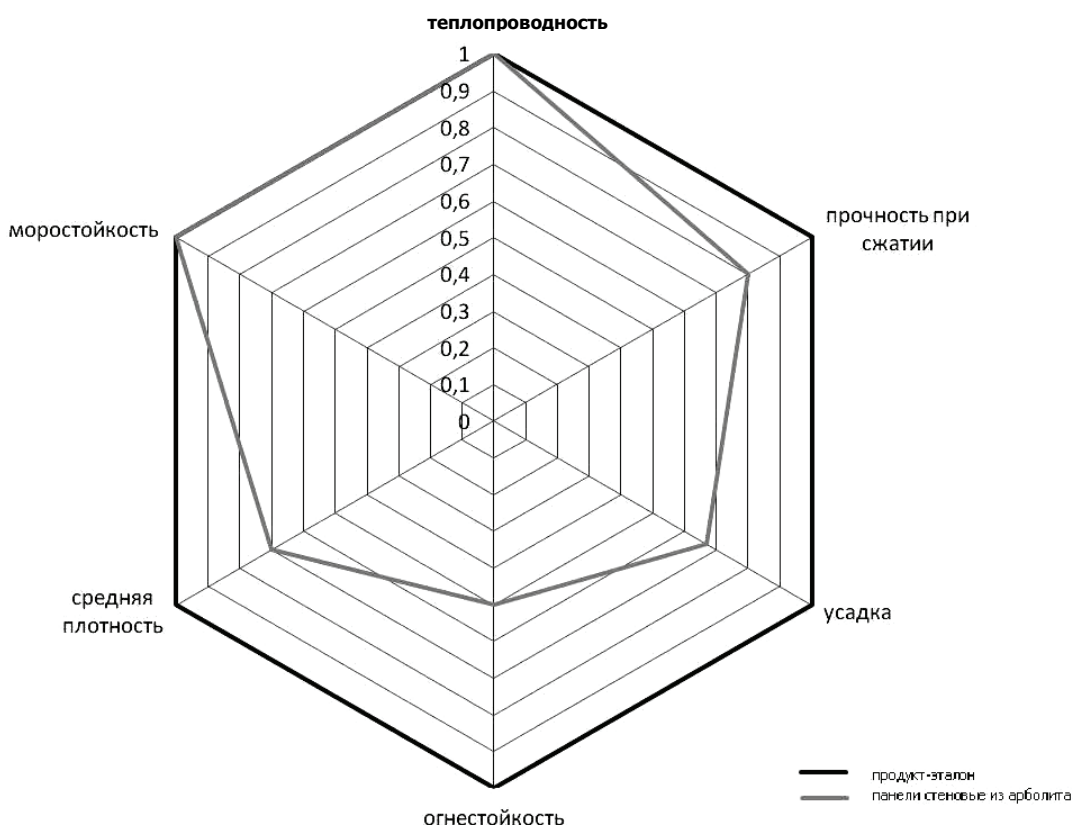


Рисунок – Лепестковая диаграмма результатов оценки конкурентоспособности панелей стеновых из арболита.

На данный момент в России не налажено массовое производство арболита в промышленных масштабах. В основном этот строительный материал производится небольшими частными предприятиями, которые не могут обеспечить необходимый объем производства и соответствующий уровень качества. На данный момент рыночная стоимость арболита довольно высокая, так как велики издержки на его производство. В основном арболит изготавливается на заказ небольшими партиями, обычно с внесением предоплаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 19222-84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 19222-73 ; введ. с 01.01.85. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 22 с.
- Громова, Н. М. Основы экономического прогнозирования : учеб. пособие / Н. М. Громова, Н. И. Громова ; Федер. агентство по образованию, Новгор. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого, Старорус. политехн. колледж (фил.), Акад. естествознания. – Москва : Академия естествознания, 2007. – 112 с. – ISBN 978-5-91327-005-4.

3. Малтугуева, Г. С. Подход к принятию управленческих решений коллективом [Текст] / Г. С. Малтугуева, И. В. Орлова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 6 (89). – С. 35–40.
4. Управление конкурентоспособностью. Теория и практика [Текст] : учебник для магистров / Е. А. Горбашко, И. А. Максимцев, Ю. А. Рыкова, Н. Ю. Четыркина ; Под общей редакцией: Е. А. Горбашко, И. А. Максимцев. – М. : Юрайт, 2014. – 448 с.

Получено 18.03.2015

Е. А. АЛЪОХІНА  
ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СТІНОВИХ ПАНЕЛЕЙ З  
АРБОЛІТУ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ  
Воронезький державний архітектурно-будівельний університет

У даній роботі проводилася оцінка конкурентоспроможності стінових панелей з арболіту для малоповерхових будівель, а також маркетингові дослідження для визначення споживчих властивостей стінових панелей з арболіту.

**арболіт, деревобетон, ранжування, коефіцієнт конкордації**

EKATERINA ALEKHINA  
EVALUATION OF THE COMPETITIVENESS OF THE WALL PANELS FROM  
WOOD CONCRETE FOR LOW-RISE BUILDINGS  
Voronezh State University of Civil Engineering and Architecture

In this paper we evaluated the competitiveness of the wall panels of wood concrete for low-rise buildings, as well as market research to determine consumer properties of the wall panels of wood concrete.

**wood concrete, papercrete, ranking, coefficient of concordance**

УДК 628.316.13

**В. В. МАРКИН**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ПРОБИОТИЧЕСКИМ СРЕДСТВОМ «БИОФОКС-ОКСИДОЛ»**

В работе исследована способность пробиотического средства «Биофокс-оксидол» очищать сточную воду в аэробных и анаэробных условиях по основным показателям. Установлено, что обработка сточной жидкости пробиотиком в аэробных условиях более эффективна, чем в анаэробных условиях.

**пробиотики, сточная вода, очистка, БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, азот аммонийный**

Обработка сточных вод специализированными пробиотическими средствами является актуальным сравнительно молодым и перспективным направлением. Перспективность данного направления подробно описана в работах [1; 2].

Широкому применению пробиотиков в промышленном масштабе в сфере очистки сточной воды мешает недостаточная изученность процессов и зависимостей.

В работе [2; 3] исследовалась возможность использования пробиотика PIP WATER PLUS для предварительной очистки сточной жидкости и были получены положительные результаты.

Целью данной работы являлось изучение способности еще одного пробиотического препарата «Биофокс-оксидол» очищать сточную воду по основным показателям загрязненности.

Исследования обработки сточной жидкости раствором пробиотического средства «Биофокс-оксидол» осуществляли в лабораторных условиях в режиме аэрации и в режиме анаэробного брожения.

Обработку сточной воды производили в следующих вариантах:

- пробиотиком «Биофокс-оксидол» в режиме аэрации и последующим отстаиванием;
- аэрацией без пробиотика и последующим отстаиванием;
- обработкой пробиотиком «Биофокс-оксидол» в анаэробных условиях (жидкость перемешивали 1 раз в час) и отстаиванием;
- обычным отстаиванием.

Схема проведения опытов следующая:

1. Четыре емкости №№ 1–4 заполнили сточной жидкостью.
2. В емкости № 1 и № 3 добавили готовый раствор пробиотика «Биофокс-оксидол» дозой 1 мг сухого вещества на 1 дм<sup>3</sup> сточной жидкости.
3. Сточную воду в емкостях № 1 и № 2 аэрировали, в емкостях № 3 и № 4 перемешивали 1 раз в час вручную пипеткой. Время обработки составило 6 часов.
4. Через 6 часов аэрацию остановили. Тщательно перемешали содержимое во всех емкостях. После чего дали сточной воде отстояться в течение 30 мин.
5. Спустили осадок из нижней части емкостей.
6. Проанализировали отстоянную воду на основные показатели: БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, взвешенные вещества.

Температура жидкости в емкостях находилась на уровне 25–26 °С. Сточная вода для экспериментов была отобрана на канализационных очистных сооружениях г. Макеевки.

Всего было проведено три серии опытов. Усредненные результаты исследований представлены в таблице.

После обработки сточной жидкости пробиотическим средством в течение 6 часов и последующего отстаивания концентрации загрязнений снизились:



**Таблица** – Результаты предварительной обработки сточной жидкости пробиотическим средством «Биофокс-оксидол»

№ емкости	БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Процент снижения, %	Взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Процент снижения, %	Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	Процент снижения, %
Исходная сточная вода	205	–	221	–	64	–
№ 1 обработка пробиотиком в аэробных условиях + отстаивание	101	<b>50,7</b>	62	<b>71,9</b>	55,7	<b>13,0</b>
№ 2 аэрация + отстаивание	152	<b>25,9</b>	124	<b>43,9</b>	57,8	<b>9,7</b>
№ 3 обработка пробиотиком в анаэробных условиях + отстаивание	125	<b>39,0</b>	88	<b>60,2</b>	60,9	<b>4,8</b>
№ 4 обычное отстаивание сточной жидкости	161	<b>21,5</b>	131	<b>40,7</b>	63,9	<b>0,2</b>

БПК<sub>5</sub>:

- при аэробной обработке пробиотиком и отстаивании на 50,7 %;
- при аэрации и отстаивании на 25,9 %;
- при анаэробной обработке пробиотиком и отстаивании на 39,0 %;
- при обычном отстаивании без добавления пробиотика на 21,5 %;

взвешенные вещества:

- при аэробной обработке пробиотиком и отстаивании на 71,9 %;
- при аэрации и отстаивании на 43,9 %;
- при анаэробной обработке пробиотиком и отстаивании на 60,2 %;
- при обычном отстаивании без добавления пробиотика на 40,7 %;

азот аммонийный:

- при аэробной обработке пробиотиком и отстаивании на 13 %;
- при аэрации и отстаивании на 9,7 %;
- при анаэробной обработке пробиотиком и отстаивании на 4,8 %;
- при обычном отстаивании без добавления пробиотика на 0,2 %.

Введение «Биофокс-оксидол» дозой 1 мг/л в режиме аэрации и отстаивании увеличивает эффективность снижения БПК<sub>5</sub> на 24,9 %, взвешенных веществ на 28,1 % по сравнению с вариантом обычной аэрации и отстаивания (вариант № 2).

По сравнению с вариантом № 4 (обычное отстаивание) введение пробиотика с аэрацией воды и отстаиванием обеспечивает увеличение эффективности очистки на 29,3 % по БПК<sub>5</sub> и на 31,2 % по взвешенным веществам.

В анаэробных условиях введение пробиотика и отстаивание снижают содержание органики на 17,6 %, взвесей на 19,5 % по сравнению с вариантом обычного отстаивания.

Значительного снижения азота аммонийного по всем вариантам не обнаружено.

В целом по данным эксперимента выявлено, что наиболее эффективным является вариант № 1 – предварительная обработка сточной жидкости пробиотиком «Биофокс-оксидол» в режиме аэрации, которая вместе с последующим отстаиванием обеспечивает наибольший эффект очистки: по БПК<sub>5</sub> на 50,7 %, по взвешенным веществам на 71,9 %, по азоту аммонийному на 13 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Маркин, В. В. Возможности интенсификации очистки городских сточных вод с помощью пробиотических средств [Текст] / В. В. Маркин // Коммунальное хозяйство городов. – Харьков, 2014. – 114. – С. 131–135.
- Насонкина, Н. Г. Предварительная очистка сточных вод с помощью пробиотических средств [Текст] / Н. Г. Насонкина, В. В. Маркин // MOTROL / Commission of motorization and energetics in agriculture, Polish Academy of sciences. – Lublin, 2014. – Vol. 16, № 6. – P. 125–133.

3. Протокол проведения научно-практических исследований «Изучение влияния пробиотических микроорганизмов на процессы биологической очистки сточных вод г. Киева и прилегающих городов и поселков Киевской области на сооружениях ПАО «АК "Киевводоканал"» [Электронный ресурс] / ПАО «АК "Киевводоканал"»; рук. Кислый Н. И. – Киев, 2011. – 6 с. – Режим доступа : <http://www.altehcom.com/upload/files/Otcet%20ocistki%20stocnih%20vod%20Kievvodocanal.pdf>.

Получено 19.03.2015

В. В. МАРКІН

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБЛЕННЯ СТІЧНОЇ ВОДИ  
ПРОБІОТИЧНИМ ЗАСОБОМ «БІОФОКС-ОКСІДОЛ»

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У роботі досліджена здатність пробіотичного засобу «Біофокс-оксидол» очищати стічну воду в аеробних та анаеробних умовах за основними показниками. Встановлено, що оброблення стічної рідини пробіотиком в аеробних умовах більш ефективна, ніж в анаеробних умовах.

**пробіотики, стічна вода, очищення, БСК<sub>5</sub>, завислі речовини, азот амонійний**

VYACHESLAV MARKIN

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF WASTEWATER TREATMENT PROBIOTIC  
AGENTS «BIOPHOKS-OXYDOL»

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The ability of probiotic agent «Biophoks-oxydol» to treatment waste water under aerobic and anaerobic conditions on the basic parameters was studied in the work. It has been established that treatment of a waste water of the probiotic under aerobic conditions is more effective than under anaerobic conditions.

**probiotics, waste water, treatment, BOD<sub>5</sub>, suspended solids, ammonia nitrogen**

УДК 621.315.1:624.014

**А. В. ТАНАСОГЛО**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **УЗКОБАЗЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕШЕТЧАТЫХ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ**

В статье приведены конструктивные формы новых унифицированных опор повышенной надежности, разработанные с учетом поддерживающего влияния токоведущих проводов и грозозащитных тросов, а также требований международных нормативов, экономичности и технологичности. При исследовании анкерно-угловых опор по массе учитывались возможные режимы работы: нормальные, аварийные и монтажные для различных углов поворота трассы. По результатам выполненных исследований определены рациональные области применения узкобазных опор башенного типа.

**воздушная линия (ВЛ), башенная опора, расчетный режим, автоматизированный расчет**

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ**

Разработка новых узкобазных унифицированных опор ВЛ для Украины вызвана в первую очередь необходимостью создания конструктивных форм стальных опор повышенной надежности взамен центрифугированных железобетонных, плохо работающих на аварийные нагрузки, что приводит к большему количеству аварий электрических сетей [1, 2]. Кроме того, необходимо обеспечить возможность перехода к изготовлению опор ВЛ на поточных заводских линиях с числовым программным управлением путем увеличения серийности и упрощения конструктивных форм.

Положительный многолетний опыт эксплуатации узкобазных антенных опор мобильной связи, разработанных для стесненных городских условий, подтвердил необходимость рассмотрения возможности создания серии промежуточных и анкерно-угловых решетчатых узкобазных опор для воздушных линий электропередачи взамен применяющихся унифицированных железобетонных опор.

### **НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОПОР ВЛ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ**

В статье приведены результаты исследования новых типов одноцепных и двухцепных опор ВЛ напряжением 35 кВ и 110 кВ. Рассмотрено шесть одностоечных опор башенного типа: П-35-1, АУ-35-1, П-35-2, АУ-35-2, П-110-1, АУ-110-1 (рис. 1). Исследованы одностовольные башенные решетчатые опоры постоянного поперечного сечения, квадратного в плане.

Основным условием при разработке новых опор являлось выполнение основных технологических требований к надежной эксплуатации. В связи с этим для всех рассматриваемых опор приняты следующие условия: а) учтен вес гололеда на гирляндах изоляторов; б) нормативные нагрузки от собственного веса монтируемых проводов, тросов и гирлянд приняты с учетом удвоенной массы ветровых пролетов; в) опоры рассчитаны на повышенные нагрузки от гололеда и ветра с повторяемостью не реже 1 раза в 50 лет [3].

Анкерно-угловые опоры рассчитывались на восемнадцать режимов загрузки: четыре нормальных гололедных режима, восемь аварийных и шесть монтажных режимов. При этом учитывались углы поворота трассы до 60° и разность тяжений проводов в смежных пролетах. Промежуточные опоры рассчитывались на шесть режимов загрузки: три нормальных (ветер поперек ВЛ, ветер под углом 45° к оси ВЛ и гололедный режим), два аварийных (обрыв провода и обрыв троса) и один монтажный режим.

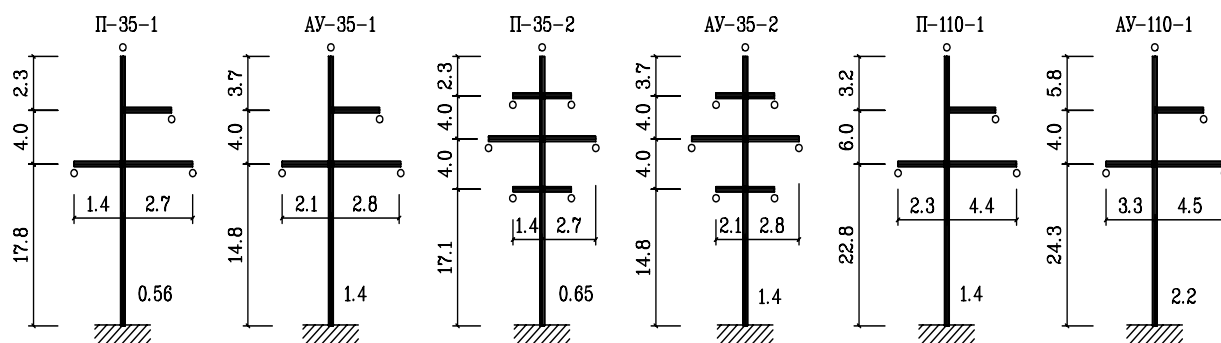


Рисунок 1 – Схемы унифицированных узкобазых опор башенного типа.

Геометрическая схема разработанной узкобазой опоры повышенной надежности ВЛ 35 кВ приведена на рисунке 2. Массы башенных взаимозаменяемых опор приведены в табл. Массы опор определялись с учетом вспомогательных деталей и метизов.

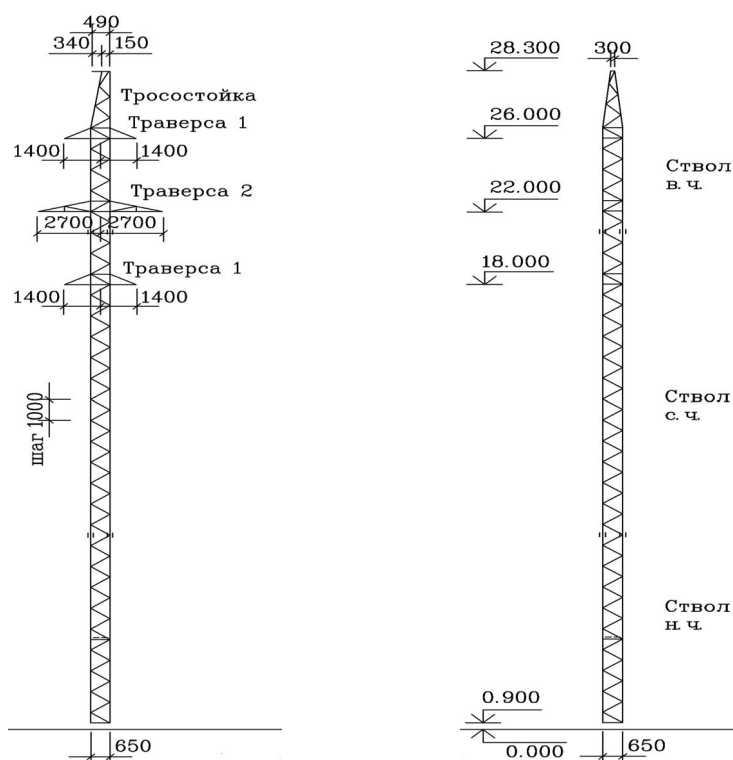


Рисунок 2 – Узкобазая промежуточная двухцепная опора ВЛ 35 кВ.

Автоматизированный расчет узкобазых опор ВЛ с определением расчетных усилий в элементах и подбором сечений с учетом конструктивных требований выполнялся по программам, разработанным на кафедре металлических конструкций ДонНАСА [4, 5].

Расчеты показали, что введение большого количества диагоналей и распорок оправдано, т. к. значительно снижаются усилия от изгиба в поясах ствола узкобазых опор.

По результатам выполненных исследований определены рациональные области применения узкобазых решетчатых опор башенного типа. Рассмотренные опоры рациональны в промежуточных одноцепных опорах ВЛ 35-110 кВ, особенно при больших высотах и незначительных нагрузках, а также в анкерно-угловых опорах напряжением 110 кВ при высоте опор до 27 м. В анкерно-угловых опорах ВЛ 35 кВ применение узкобазых опор дает положительный эффект для опор небольшой высоты (до 22 м).

Таблиця – Массы взаимозаменяемых опор ВЛ 35 кВ и ВЛ 110 кВ

Тип опоры	Высота, м	Масса, кг
Промежуточная одноцепная опора ВЛ 35 кВ	24,1	1 719
	20,1	1 352
Анкерно-угловая одноцепная опора ВЛ 35 кВ	22,5	3 421
	17,5	2 645
Промежуточная двухцепная опора ВЛ 35 кВ	27,4	3 755
	23,4	3 042
Анкерно-угловая двухцепная опора ВЛ 35 кВ	26,7	6 193
	21,7	5 230
Промежуточная одноцепная опора ВЛ 110 кВ	32,0	3 879
	28,0	3 088
Промежуточная двухцепная опора ВЛ 110 кВ	38,0	6 206
	34,0	5 401
Анкерно-угловая одноцепная опора ВЛ 110 кВ	34,1	8 430
	29,1	6 831

## ВЫВОДЫ

Как показали исследования и опыт эксплуатации линий электропередачи на узкобазных опорах, применение для ВЛ 35-110 кВ данных опор позволяет получить экономию стали до 14 %, уменьшить расход железобетона на фундаменты до 43 %, в четыре раза сократить объем земляных работ при устройстве котлованов при значительном повышении надежности электроснабжения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wadell, Brian C. Transmission Line Design [Текст] : handbook / Brian C. Wadell. – Norwood : Artech house, 2005. – 266 p.
2. Orawski, G. Overhead distribution lines – some reflections on design [Текст] / G. Orawski, J. Bradbury, M. J. Van-ner // Generation, Transmission and Distribution : IEE Proc. C. – 2009. – Vol. 133. – P. 409–424.
3. Правила улаштування електроустановок [Текст]. Глава 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» / Міністерство палива та енергетики України. – К. : ОЕП «ГРІФРЕ», 2006. – 125 с.
4. Шевченко, Е. В. Совершенствование металлических конструкций опор воздушных линий электропередачи [Текст] / Е. В. Шевченко. – [2-е изд.]. – Макеевка : ДонГАСА, 1999. – 169 с.
5. Танасогло, А. В. Исследование устойчивости решетчатых стальных опор линий электропередачи [Текст] / А. В. Танасогло // Сборник научных трудов «Современные строительные конструкции из металла и древесины» / ОГАСА. – Одесса, 2011. – Вып. № 15, Ч. 3. – С. 233–238.

Получено 20.03.2015

**А. В. ТАНАСОГЛО**

**ВУЗЬКОБАЗІ КОНСТРУКЦІЇ ҐРАТЧАСТИХ ОПОР ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ**

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті наведені конструктивні форми нових уніфікованих опор підвищеної надійності, що розроблені з урахуванням підтримувального впливу струмопровідних проводів і грозозахисних тросів, а також вимог міжнародних нормативів, економічності та технологічності. При дослідженні анкерно-кутових опор за масою враховувалися можливі режими роботи: нормальні, аварійні та монтажні для різних кутів повороту траси. За результатами виконаних досліджень визначені раціональні зони застосування вузькобазних опор баштового типу.

**повітряна лінія (ПЛ), баштова опора, розрахунковий режим, автоматизований розрахунок**

ANTON TANASOGLO

NARROW BASE STRUCTURES OF LATTICE SUPPORTS OF OVERHEAD  
POWER LINES INCREASED RELIABILITY

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

There are given constructive forms of new unified supports of increased reliability, developed taking into account supportive influence of current wires and ground wires, and the requirements of international standards, economy and process ability have been given. In the study of corner dead-end supports by weight were taken into account possible modes: normal, emergency and assembly for different angles of track rotation. Based on the results of the executed researches there were determined the rational fields of application of narrow base tower supports.

**overhead power line (OPL), tower support, design mode, automated calculation**

УДК 693.54:69.057.5

**М. В. АННЕНКОВА, П. А. ВИНСКАЯ**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ОБСЛЕДОВАНИЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ УМВД В Г. МАРИУПОЛЬ**

Предметом исследования данной статьи является здание МГУ УМВД Украины в Донецкой обл., Мариупольского городского совета пострадавшее в ходе боестолкновений в г. Мариуполе 9 мая 2014 года. В статье выполнено детальное описание инженерного обследования здания с заключением о несущей способности строительных конструкций и возможности его реконструкции. Рассмотрены выявленные дефекты и возможности их устранения.

**дефект, реконструкция, восстановление, ремонт**

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время Донецкая область является зоной боевых действий. Вследствие этого очень много строений были разрушены во время артобстрелов и политических митингов. Поэтому до сегодняшнего дня остается актуальной проблема ремонта, реконструкции и восстановления зданий и сооружений, пострадавших в результате военных действий.

### **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проанализировать выявленные повреждения здания и выявить возможность его полной реконструкции.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

Здание МГУ УМВД Украины в Донецкой обл. Мариупольского городского совета было повреждено пожаром 9 мая в ходе боестолкновений (фото 1, 2). В этот момент в здании находились сотрудники милиции, включая женщин, которые срочно эвакуировались из горящего здания. Многим пришлось выпрыгивать из окон. В этот день погибло 20 человек.



**Фото 1** – Административное здание МГУ УМВД г. Мариуполь.



**Фото 2** – Административное здание МГУ УМВД г. Мариуполь.

1. Исследование повреждения фундаментов производилось по косвенным признакам. По отсутствию неравномерных осадок, деформаций и трещин в несущих конструкциях (стенах подвала и первого этажа), состояние фундаментов оценивается как удовлетворительное.

2. Повреждения наружных и внутренних стен, перегородок:

– каменная кладка из кирпича силикатного и глиняного на отм. +0,000 (первый этаж) имеет местные повреждения. Кирпич из массива кладки откалывается молотком по углам сечения на глубину 5–10 мм. Поверхность каменной кладки покрыта сеткой неглубоких трещин. Изменён цвет массива кладки вследствие задымления и оседания сажи. Отслаивание и частичное разрушение штукатурного слоя;

– элементы массива каменной кладки из силикатного и глиняного кирпича на отм. +3,400 (второй этаж) имеют многочисленные повреждения. Отслаивание поверхностных слоёв кирпича местами на площади до 30 см<sup>2</sup> каждое. Кладка подверглась механическому силовому разрушению на поверхности массивных сечений на глубину 100–250 мм. Трещины с шириной раскрытия до 5 мм. В большей части кладки имеет место высыпание раствора и расслоение кладки до 50 %. Прочность глиняного кирпича снижена на 15–20 %, прочность силикатного кирпича неоднородна, местами нулевая. Массивные обрушения штукатурного слоя. Средняя степень повреждения конструкций. Примерная температура нагрева конструкций по косвенным показателям составляет 800–1 000 град.;

– каменная кладка из кирпича силикатного и глиняного на отм. +6,650 (третий этаж) имеет значительные повреждения, местами отсутствует полностью. Полное расслаивание кладки по всей поверхности. Следы огневой эрозии и механических силовых разрушений кладки на глубину более 250 мм;

– все деревянные перегородки уничтожены пожаром. Глубина обугливания древесины превышает 30 мм. Местами перегородки полностью обрушены;

– сквозные трещины в массиве каменной кладки несущих стен по всем внутренним помещениям с шириной раскрытия, превышающей допустимые пределы;

– массив кладки в карнизной части несущих стен практически полностью лишен сцепляющего цементного раствора. Кирпичи сложены в массив без раствора;

– повреждена или полностью разрушена в результате пожара и механических силовых воздействий внутренняя отделка всех помещений 1...3 этажей и надземного перехода. Имеются участки обугливания отделочных элементов. Отслоение штукатурки по потолку. Сколы кафельной плитки. Расплавление пластика.

3. Повреждения перекрытий [2]:

– деформация стальной балки железобетонного перекрытия второго этажа на отм. +6,650 с искривлением по всей длине и потерей несущей способности. Железобетонное перекрытие имеет многочисленные повреждения. Обрушение защитного слоя бетона с оголением и коррозией рабочей арматуры. На поверхности бетона сажа и копоть практически отсутствуют. Трещины в растянутой зоне бетона, превышающие их допустимое раскрытие. Бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится. Прогибы железобетонного перекрытия превышают допустимые значения в несколько раз. Примерная температура нагрева конструкций по косвенным показателям составляет 1 000–1 200 град.;

– железобетонное перекрытие второго этажа имеет многочисленные повреждения. Обрушение защитного слоя бетона с оголением и коррозией рабочей арматуры;

– полное отсутствие деревянного перекрытия третьего и второго этажей, а также частичное первого, по причинам обрушения несущих конструкций вследствие воздействия открытого огня и высоких температур от пожара и обрушения вышележащих элементов несущих и ограждающих конструкций на перекрытия;

– на поверхности пола отм. +0,000, +3,400 скопление строительного мусора и обрушенных элементов здания вследствие пожара.

4. Повреждения фасада здания [2]:

– повсеместное вымораживание массива каменной кладки наружной стены с выветриванием и высыпанием раствора из швов кладки;

– трещины в массиве кладки по периметру наружных стен со значительной шириной раскрытия;

– разрушение оконных переплётов и остекления по периметру наружных стен;

– разрушение значительных участков простенков каменной кладки вследствие внешнего механического силового воздействия с вырыванием элементов кладки и критическим снижением несущей способности несущего элемента, значительное уменьшение площади сечения элементов (более 50 %);

– отсутствие кровли вследствие воздействия пожара и обрушения конструкций;



- отсутствие перемычек над оконными проёмами по третьему этажу здания. В качестве поддерживающих конструкций используются арматурные стержни;
- оседание сажи и закопченность значительных участков фасада в осях.

На основании результатов проведенного обследования конструкций здания выявлено следующее [3, 4]:

- наружные несущие стены здания выше отметки +3,400 имеют существенные повреждения, вызванные внешними механическими силовыми воздействиями. Кирпичная кладка повреждена на обширных участках, местами до 5 м<sup>2</sup>. Простенки между оконными проемами частично разрушены. Потеря сечения местами составляет 90 %. Кладка стен имеет неоднородность. Множественные расслоения кладки по всей поверхности стен и сквозные трещины в массиве кладки;
- деревянное перекрытие на отм +6,650 полностью разрушено пожаром. Балки выгорели и обрушились;
- повсеместное скопление строительного мусора от обрушения несущих и ограждающих конструкций на поверхность пола второго этажа вследствие пожара по высоте достигает 1 метра, что создаёт значительную дополнительную нагрузку на перекрытие;
- обрушенные элементы конструкций, частично закреплённые в узлах опирания, создают дополнительные неблагоприятные нагрузки. Отсутствующая кровля при наличии дождя приведёт к замочанию строительного мусора, увеличению нагрузки на перекрытие, и как следствие, увеличению трудоёмкости при работах по очистке перекрытия.

## ВЫВОДЫ

Фундаменты здания, несущие стены подвала и первого этажа, перекрытие первого этажа, несущие и ограждающие конструкции перехода находятся в удовлетворительном состоянии (2 категория технического состояния). Остальные конструкции находятся в аварийном или непригодном к эксплуатации состоянии. Общее состояние обследуемого здания оценивается как аварийное (4 категория технического состояния). Несущая способность конструкций выше отм. +3,400 не обеспечена и не удовлетворяет требованиям действующих нормативных документов.

Требуется реконструкция путем полной разборки и дальнейшего восстановления здания выше отметки +3,400 м по специально разработанному проекту. Перед разборкой здания необходимо выполнить фотосканирование фасадов для придания архитектурной идентичности восстановленного участка здания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РБН В.3.1-01-99. Правила оцінки технічного стану і паспортизації будинків та споруд, що експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах [Текст]. – Донецьк : [б. в.], 1999. – 56 с.
2. Реконструкция зданий и сооружений [Текст] / Под ред. А. Л. Шагина. – М. : Высшая школа, 1991. – 351 с.
3. Владимирский, В. А. Обследование и испытание сооружений [Текст] / В. А. Владимирский, В. З. Клименко, В. П. Матвеев. – Луганск : ЛГАУ, 2001. – 240 с.
4. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий [Текст] / АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ». – М. : АО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 2004. – 200 с.

Получено 23.03.2015

**М. В. АННЕНКОВА, П. А. ВІНСЬКА**  
**ОБСТЕЖЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ УМВС В М. МАРІУПОЛЬ**  
**Донбаська національна академія будівництва і архітектури**

Предметом дослідження даної статті є будівля МДУ УМВС України в Донецькій обл., Маріупольської міської ради, що постраждало в ході бойових зіткнень в м. Маріуполі 9 травня 2014. У статті виконано детальний опис інженерного обстеження будівлі з висновком про несучої здатності будівельних конструкцій та можливості його реконструкції. Розглянуто виявлені дефекти і можливості їх усунення.  
**дефект, реконструкція, відновлення, ремонт**

MARIA ANNENKOVA, POLINA VINSKAYA  
EXAMINATION OF THE ADMINISTRATIVE BUILDING OF MINISTRY OF  
INTERNAL AFFAIRS IN THE CITY OF MARIUPOL  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The subject of study of this article is MSU Ministry of Internal Affairs of Ukraine in Donetsk region. Mariupol City Council injured during armed clashes in the city of Mariupol, May 9, 2014. The paper carried out a detailed description of the engineering survey of the building with the conclusion of the bearing capacity of structures and the possibility of its reconstruction. Consideration of identified defects and their possible solutions.

**defect, reconstruction, restoration, repair**

УДК 72.011:530.1

**А. Г. САМЧЕНКО**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ФРАКТАЛЫ И ФРАКТАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ В ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОМ РЕШЕНИИ ОБЪЕКТОВ АРХИТЕКТУРЫ**

На основе научного труда Бенуа Мандельброта «Фрактальная геометрия природы» автором статьи была выстроена взаимосвязь фрактальной теории с архитектурой. Проведен анализ архитектуры разных периодов человечества на наличие фрактальных структур. Основываясь на полученных данных, автор обобщил понятие фрактала в архитектуре, определив его свойства и отличительные особенности.

**фрактал, фрактальные структуры, архитектура, реконструкция, строительство**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Стремительное развитие современных технологий предусматривает появление новых методов архитектурного проектирования. Использование фрактальных структур при проектировании поможет добиться гармоничной формы и планировки объекта на всех его уровнях (градостроительном, функционально-планировочном и архитектурно-художественном).

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

В своих научных трудах «Фрактальность природных и архитектурных форм» (В. Исаева), «Фракталы, хаос, степенные законы» (М. Шредер) и «Новая парадигма в архитектуре» (Ч. Дженкс) авторы затрагивают тему фракталов в архитектуре. Описанные процессы не слишком глубоко уходят в суть архитектурного понятия, но проводится анализ существующих фрактальных структур в различных сооружениях, после чего, сопоставив данные, приводятся выводы.

### **ЦЕЛИ**

Исследуя термин «фрактал» в архитектурной деятельности, мы выяснили, что данный термин не совсем изучен и раскрыт. Поэтому целью нашего исследования является выявление отражения фракталов и фрактальных структур в тенденциях мировой архитектуры и формирование понятия «фрактал в архитектуре». Поставленной целью были обусловлены следующие задачи:

- 1) изучить термин «фрактал»;
- 2) проанализировать фракталы и фрактальные структуры в объемно-пространственном решении объектов архитектуры;
- 3) на основе проведенного анализа обобщить основные принципы для формирования понятия «фрактальная архитектура»;
- 4) создать свои концептуальные решения фрактальных объемов.

Основной материал

Существует множество архитектурных течений и новых тенденций восприятия архитектурной среды. Термин «фрактал» является перспективным в этой области, и для формирования точного понятия «фрактальной архитектуры» нужно взглянуть на термин с разных сторон.

Фрактал в математике – это множество точек в евклидовом пространстве, обладающее свойством самоподобия, то есть однородности в различных шкалах измерения [1]. Это сложная структура, признаками которой является:

© А. Г. Самченко, 2015

- самоподобие (иерархический принцип организации);
- способность к развитию (принцип непрерывности формообразования);
- дробная метрическая размерность (принцип сингулярности меры);
- размытость, нечеткость контуров (принцип неопределенности границ);
- геометрическое представление хаотической динамики (принцип динамического хаоса) [4].

Проведя анализ применения фракталов и фрактальных структур в объемно-пространственном решении объектов архитектуры разных периодов человечества, мы выяснили, что в архитектуре фрактал обладает подобными математическому фракталу свойствами, но имеет иное значение, что в первую очередь связано с физической невозможностью бесконечных процессов разбиения и объединения в реальных объектах. Из этого можно сделать вывод, что фрактал в архитектуре – это геометрически самоподобный объект, (составленный из нескольких частей, каждая из которых подобна другой). Но из-за невозможности (на функционально-планировочном уровне это может произойти) размещения самоподобных объектов внутри одного объема для создания фрактальности в архитектуре подобные объекты могут находиться рядом с друг другом, а не внутри. Также для обогащения возможностей архитектора самоподобие всегда по необходимости приближенно. Фактически, сооружению достаточно иметь лишь один фрактальный элемент, включающий в себя несколько самоподобных объемов или плоскостных элементов, чтобы называться «фрактальным». В зависимости от сложности и количества фрактальных структур использованных в сооружении оно может быть более или менее фрактальным.

Также на основе анализа было выявлено, что фрактальная архитектура делится на естественную и искусственную. Естественная – та, которая создана природой, включает в себя все природные объекты: флора и фауна, рельеф. Искусственная архитектура – созданная человеком. В свою очередь, искусственная фрактальная архитектура делится на интуитивно и сознательно созданную.

Стоит отметить, что на практике определить к какому типу относится сооружение не просто, а в некоторых случаях даже невозможно, но мы вправе сделать предположение путем простых логических размышлений. Если речь идет о сооружении, возведенном до 1975 (год введения термина «фрактал» Бенуа Мандельбротом), то можно смело утверждать, что оно относится к интуитивно созданной архитектуре. Когда же речь заходит о сооружениях построенных после 1975 г. – тут конкретики быть не может, в большинстве случаев нет информации о том, использовал архитектор принцип фрактальности осознанно или интуитивно, но можно утверждать, что эти сооружения являются возможными представителями осознанно созданной фрактальной архитектуры.

На основе всего изученного материала были предложены собственные концептуальные решения фрактальных объектов (рис. 1, 2), приведенных в трех видах (вид спереди, вид сбоку, вид сверху). Фрактальность представленных концептов заключается в том, что каждая последующая, идущая на уменьшение, часть здания соотносится с предыдущей, как  $4/5$  (рис. 1) и  $2/3$  (рис. 2).

## ВЫВОДЫ

Интуитивное использование фракталов в архитектуре разных периодов существования человека доказывает наличие, приближенной к идеальной, системы пропорционирования. Фрактал отвечает всем требованиям архитектурной композиции, и опираясь на достоверные источники и теоретические рассуждения о фракталах, следует подытожить, что в создании архитектурной среды фрактал – как новейший потенциал – имеет право участвовать.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы [Текст] / Б. Мандельброт. – М. : Институт компьютерных исследований, 2002. – 856 с. – ISBN 5-93972-108-7.
2. Исаева, В. В. Фрактальность природных и архитектурных форм [Текст] / В. В. Исаева, Н. В. Касьянов // Культура. Вестник ДВО РАН. – 2006. – № 5. – С. 119–127.
3. Дженкс, Ч. Новая парадигма в архитектуре [Текст] / Ч. Дженкс // Проект International. – 2003. – № 5. – С. 98–112.
4. Шредер, М. Фракталы, хаос, степенные законы [Текст] : миниатюры из бесконечного рая / М. Шредер ; пер. с англ. Ю. А. Данилова, А. Р. Логунова ; под ред. А. В. Борисова. – М. ; Ижевск : Регуляр. и хаот. динамика, 2005. – 527 с. – ISBN 5-93972-041-2.

Получено 24.03.2015

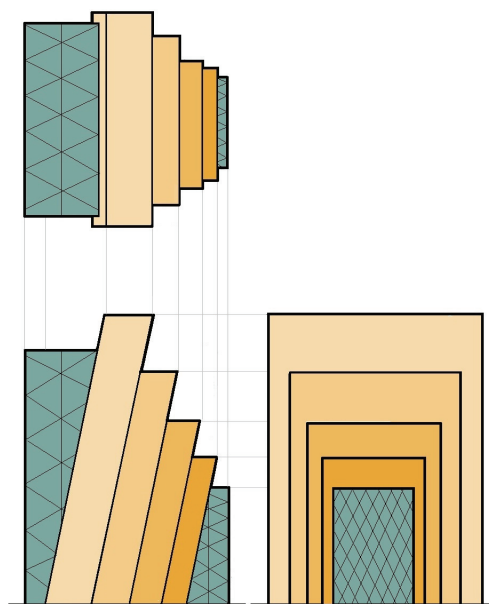


Рисунок 1 – Собственные концептуальные решения фрактальных объектов.

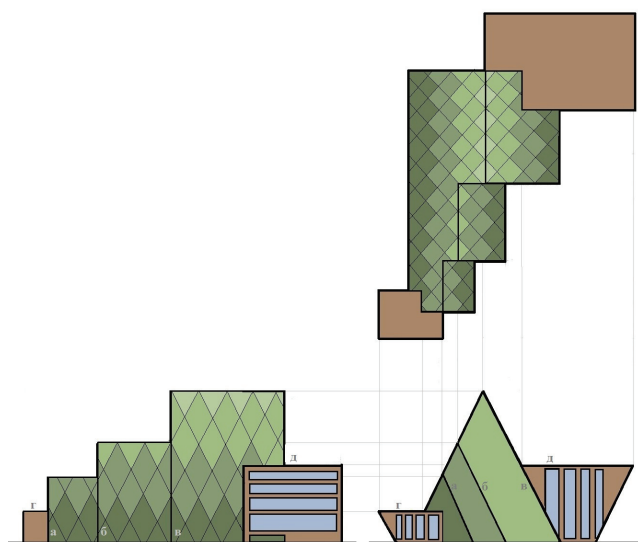


Рисунок 2 – Собственные концептуальные решения фрактальных объектов.

А. Г. САМЧЕНКО

## ФРАКТАЛИ І ФРАКТАЛЬНІ СТРУКТУРИ В ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВОМУ РІШЕННІ ОБ'ЄКТІВ АРХІТЕКТУРИ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

На основі наукової праці Бенуа Мандельброта «Фрактальна геометрія природи» автором статті встановлено взаємозв'язок фрактальної теорії з архітектурою. Проведено аналіз архітектури різних періодів людства на наявність фрактальних структур. Ґрунтуючись на отриманих даних, автор узагальнив поняття фрактала в архітектурі, визначивши його властивості і відмінні особливості.  
**фрактал, фрактальні структури, архітектура, реконструкція, будівництво**

ANASTASIA SAMCHENKO  
FRACTALS AND FRACTAL PATTERNS IN THE SPATIAL VOLUME OF  
ARCHITECTURE SOLUTION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Based on the scientific work of Benoit Mandelbrot's «the Fractal geometry of nature», the author built the relationship between the fractal theory and an architecture. The analysis of the architecture of different periods of mankind for the presence of fractal structures and, based on the data obtained, the author generalized the notion of a fractal in architecture, defining its properties and distinctive features.

**fractal, fractal patterns, architecture, renovation, construction**

УДК 339.138

**А. О. КОНЦЕДАЛОВА**

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

## **МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКА ЦЕМЕНТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Статья посвящена исследованию состояния цементной промышленности Российской Федерации. Проанализированы характерные особенности российского рынка цемента, его сильные и слабые стороны, рассмотрены изменения отпускных цен производителей, объемов производства и потребления в течение последних 10 лет, включая начало 2015 года. Значительное внимание уделено проблеме наличия большого количества импортного и контрафактного цемента на российском рынке, рассмотрены основные угрозы, которые несет данная ситуация. На основе проведенного исследования и анализа взглядов исследователей выделены основные тенденции развития производства и потребления цемента на ближайшие годы в условиях нестабильной экономической ситуации. По данным материалам в дальнейшем планируется оценить уровень конкурентоспособности основных российских и зарубежных поставщиков цемента.

**цемент, производство, цена, кризис, конкурентоспособность, импорт**

Исследования рынка цемента в России акцентируют внимание на глубоком дефиците. Несмотря на рост предложения, многие российские заводы не отвечают современным требованиям с точки зрения экономичности производства. Дефицит цемента продолжает увеличиваться и сегодня составляет 10–20 % от общего объема производства (по данным ФАС). Нехватка отечественной продукции с доступным уровнем цен компенсируется за счет импорта. При этом рост импортного цемента на территории РФ в 2012 г. составил 81 % по сравнению с 2011 г., что является самым высоким показателем за последние 5 лет [1]. Потребители в погоне за дешевым цементом сталкиваются с контрафактом, который, по данным экспертов, на настоящий момент занимает от 20 до 50 % от продукции на рынке тарированного цемента в зависимости от региона.

Таким образом, целью данной статьи является оценка текущей ситуации на рынке цемента в Российской Федерации. Проведен анализ состояния цементного рынка для последующей оценки конкурентоспособности основных производителей и разработки предложений по упрощенному и быстрому подбору качественного цемента для потребителей.

Согласно данным, опубликованным Федеральной Службой Государственной Статистики, объем произведенного цемента за 12 месяцев 2014 года вплотную приблизился к отметке в 70 миллионов тонн. Это на 3,2 % больше, чем за тот же период 2013 года.

Начавшийся 2015 год для цементного рынка складывается менее удачно, чем минувший. С начала года рынок демонстрирует падение: по оперативным данным, производство в январе-феврале снизилось на 1,3 %, до 6,3 млн тонн, потребление – на 2,7 %, до 6,4 млн тонн. Динамика производства цемента и ежегодные приросты в России за последние 10 лет представлены на рисунке 1.

В связи со сложившейся в стране экономической ситуацией, в частности, с ростом процентных ставок по ипотеке, в лучшем случае динамика потребления цемента в 2015 году окажется нулевой. А по прогнозам, озвученным на заседании правления Союза производителей цемента «Союзцемент», спад рынка по итогам года составит 5–7 %.

В целом 2014 год прошел достаточно ровно, без больших скачков и провалов. Сезонность составила 2,58 единиц. Это типичный показатель последних лет. Сохраняется достаточно высокий объем импорта. Самым рекордным годом ввоза цемента из-за рубежа был 2008-й [1]. В 2014 году объем

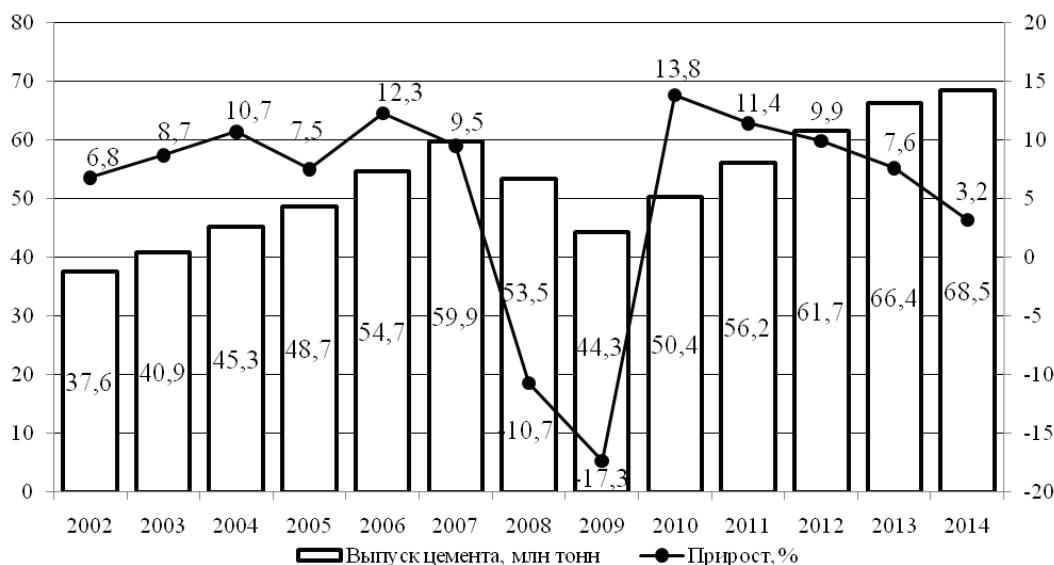


Рисунок 1 – Динамика производства цемента и ежегодные приросты в России за 10 лет.

импорта цемента снизился по сравнению с прошлым годом почти на 100 тыс. тонн. Основными странами-поставщиками цемента в РФ за этот период явились: Республика Беларусь 1 590 тыс. тонн (+25,1 % к 2013 году), Иран 659 тыс. тонн (–8,6 %), Турция 563 тыс. тонн (–48,5 %), страны Балтии 540 тыс. тонн (–7,4 %) и Швеция 451 тыс. тонн (+22,8 %).

Относительно цен наблюдается следующее: с 2005 по 2007 год цены стремительно набирали рост. В первой половине 2008 года активный рост цен продолжился, но июнь стал переломным периодом и к декабрю цена опустилась на 35 % по отношению к июньскому уровню. После этого кривая цен пошла вниз. С июля 2010 г. динамика стала положительной. В 2013 году снизились как отпускные цены производителей, так и цены на тарированный цемент. В 2015 году в силу сложившейся экономической ситуации прогнозируют увеличение средней стоимости цемента. Способствовать росту цен на цемент за счет появления на рынке локальных монополий может и консолидация отрасли.

Пик инвестиций в российскую цементную отрасль пришелся на кризисный период. По-настоящему серьезные вливания начались в 2008 году и с разрастанием кризисных явлений не уменьшились: в течение следующих трех лет объем инвестиций в основной капитал увеличивался на 11–15 %, достигнув в 2011 году рекордного уровня – 42 млрд рублей [1]. В течение 2014–2015 гг. запланирован ввод нескольких новых цементных заводов. Однако, если 2014 год будет признан более трудным, чем 2013 год, то некоторые мощности рискуют быть замороженными.

Для эффективности работы производителей цемента разработана оригинальная методика оценки конкурентоспособности цемента на рынке. Методика основана на сопоставлении относительных показателей конкурентоспособности ( $Пkj$ ) каждого предприятия-производителя с эталоном (идеальным уровнем качества цемента) [2]. Расчет произведен согласно формуле (1):

$$Пkj = \frac{K_{oj}}{Ц_{oj}}, \quad (1)$$

где  $K_{oj}$  – комплексный показатель конкурентоспособности;  
 $Ц_{oj}$  – относительный показатель отпускной цены продукта.

Комплексный показатель конкурентоспособности рассчитывался на основе данных статистического анализа свойств цемента, выполненного по данным заводских лабораторий предприятий по производству сборного железобетона г. Воронежа, по формуле (2):

$$K_{oj} = \sum_{i=1}^n (M_i \times kij), \quad (2)$$

где  $M_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя потребительских свойств продукта;  
 $k_{ij}$  – единичный (по одному свойству) показатель качества  $j$ -го продукта-конкурента.



В качестве потребительских свойств цемента были рассмотрены нормальная густота, активность, сроки схватывания и удельная поверхность. По данным критериям произведена оценка конкурентоспособности «Себряковцемент», «Осколцемент», «Новоросцемент» и «Aalborg», являющиеся основными поставщиками цемента на предприятия строительной индустрии г. Воронежа. Результаты оценки конкурентоспособности (рис. 2) позволяют заключить, что цемент, произведенный предприятием «Осколцемент», является наиболее приближенным к эталону, а цемент «Aalborg» имеет самую высокую цену.



Рисунок 2 – Результаты оценки конкурентоспособности.

Развитие исследований направлено на разработку комплексной методики оценки качества цемента для предприятий-потребителей. Данная методика предполагает введение комплексных количественных критериев качества и конкурентоспособности цемента, которые позволят потребителям цемента сопоставлять продукцию различных производителей и делать оптимальный выбор в соответствии с особенностями применения цемента.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никольская, В. Российский рынок цемента. Начало 2011 года (Часть 1) [Электронный ресурс] / В. Никольская // Стройка 2011. Обзоры рынков строительства и строительных материалов. – 2011. – Режим доступа : <http://www.stroyka.ru/Rynok/1407469/rossijskij-rynok-cementa-nachalo-2011-goda-chast-1/>.
2. Акулова, И. И. Методические подходы к оценке потенциальной емкости рынка строительных материалов региона [Текст] / И. И. Акулова, И. И. Колесникова // Актуальные вопросы экономических наук : Сборник материалов XXXVII Международной научно-практической конференции № 37 – Новосибирск : Изд-во ЦНПС, 2014. – С. 49-53.

Получено 25.03.2015

А. О. КОНЦЕДАЛОВА

МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ЦЕМЕНТУ В РОСІЙСЬКІЙ ФЕДЕРАЦІЇ

Воронежський державний архітектурно-будівельний університет

Стаття присвячена дослідженню стану цементної промисловості Російської Федерації. Проаналізовано характерні особливості російського ринку цементу, його сильні і слабкі сторони, розглянуті зміни відпускних цін виробників, обсягів виробництва і споживання протягом останніх 10 років, включаючи початок 2015 року. Значну увагу приділено проблемі наявності великої кількості імпортного та контрафактного цементу на російському ринку, розглянуті основні загрози, які несе ця ситуація. На основі проведеного дослідження та аналізу поглядів дослідників виділені основні тенденції розвитку виробництва та споживання цементу на найближчі роки в умовах нестабільної економічної ситуації. За даними матеріалами надалі планується оцінити рівень конкурентоспроможності основних російських і зарубіжних постачальників цементу.

**цемент, виробництво, ціна, криза, конкурентоспроможність, імпорт**

ANNA KONTSEDALOVA

MARKET RESEARCH OF CEMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION

Voronezh State University of Civil Engineering and Architecture

The article deals with the characteristics of the Russian market of cement, its strengths and weaknesses, the prices set by the manufacturer, production and consumption over the past 10 years, including the beginning of 2015 have been considered. Considerable attention is paid to the problem of having a large number of foreign and counterfeit cement in the Russian market, the basic threats posed by this situation. Based on the research and analysis of the views of researchers, the main trends in the development of production and consumption of cement in the coming years in a fragile economic situation have been identified. According to the materials in the future we plan to evaluate the competitiveness of major Russian and foreign suppliers of cement.

**cement, production, price, crisis, competitiveness, import**

УДК 514.18

Т. П. МАЛЮТИНА, И. П. ДАВЫДЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## ТОЧЕЧНОЕ УРАВНЕНИЕ ЭВОЛЬВЕНТЫ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ МЕТОДОМ ПОДВИЖНОГО СИМПЛЕКСА

В работе получено точечное уравнение эвольвенты окружности на основании графического алгоритма ее построения методами БН-исчисления (точечного исчисления Балюбы-Найдыша). Приведен пример построения кругового цилиндра с эвольвентной осью на основе МПС (метода подвижного симплекса), поверхность которого относится к резным поверхностям Монжа и применяется при задании поверхностей оболочек.

точечное уравнение, эвольвента, БН-исчисление, метод подвижного симплекса, резная поверхность Монжа

### ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для задания поверхностей оболочек широко применяются резные поверхности Монжа с различными направляющими линиями и образующими кривыми. Частным случаем таких поверхностей является круговой цилиндр с эвольвентной осью, который образуется движением образующей *окружности* вдоль направляющей *эвольвенты окружности* так, что образующая кривая лежит в нормальной плоскости направляющей линии и жестко с ней связана. Таким образом, необходимо определить точечное уравнение эвольвенты в БН-исчислении по графическому алгоритму ее построения для дальнейшего применения в задании резной поверхности Монжа.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Аналитическому описанию различных кривых линий посвящены работы д. т. н., профессора И. Г. Балюбы [1] и его учеников [2–4], в которых получен целый ряд точечных уравнений кривых линий в БН-исчислении, уравнения которых известны в математике [5]. Однако есть кривые линии, которые не имеют уравнений, и получаются графически. Такой кривой линией является и эвольвента окружности. В БН-исчислении эвольвента аналитически не определена.

### ЦЕЛИ

Получить точечное уравнение эвольвенты окружности на основании графического алгоритма ее построения методами БН-исчисления и привести пример построения резной поверхности Монжа с помощью МПС [4].

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Заданы три точки  $A, B, C$ , образующие произвольно заданный симплекс двумерного пространства  $SAB$  [1]. Требуется в плоскости  $SAB$  построить эвольвенту  $M$  окружности  $T$  радиуса  $|CT| = \rho$ , с центром в точке  $C$  (рис. 1).

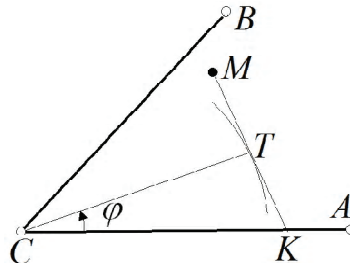


Рисунок 1 – Эвольвента окружности в симплексе двухмерного пространства.

По определению эвольвенты окружности имеем:

$$TM = \varphi\rho, \quad \angle CTM = \frac{\pi}{2}. \quad (1)$$

Далее находим уравнения двух точек касательной к окружности:

$$K = (A-C)\frac{\rho}{b\cos\varphi} + C, \quad T = (A-C)\frac{\rho\sin(\gamma-\varphi)}{b\sin\gamma} + (B-C)\frac{\rho\sin\varphi}{a\sin\gamma} + C, \quad (2)$$

$$KT = \rho\tg\varphi, \quad KM = KT + TM = \rho(\varphi + \tg\varphi).$$

Точечное уравнение эвольвенты  $M$  окружности  $T$  имеет вид:

$$M = (T-K)(\varphi\tg\varphi + 1) + K = \frac{(A-C)\rho}{b\sin\gamma\sin\varphi}[(\varphi\cos\varphi + \sin\varphi)\sin(\gamma-\varphi) - \varphi\sin\gamma] + \frac{(B-C)\rho}{a\sin\gamma}(\varphi\cos\varphi + \sin\varphi) + C, \quad (3)$$

где  $\gamma = \angle BCA$ ,  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ ,  $\rho$  – радиус окружности.

Приведем пример построения эвольвенты окружности в плоскости общего положения с помощью программного пакета *Maple* (рис. 2, 3).

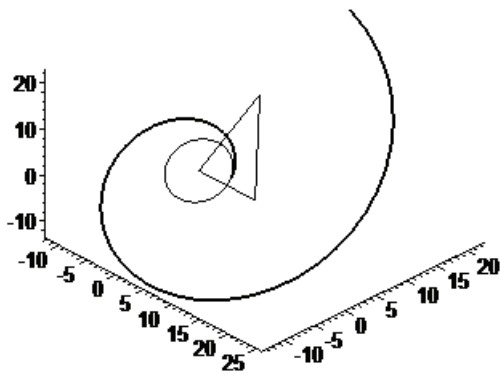


Рисунок 2 – Эвольвента окружности в плоскости общего положения.

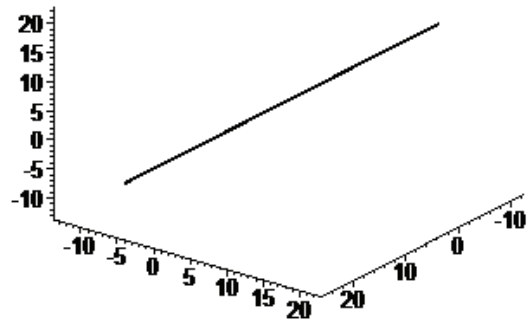


Рисунок 3 – Эвольвента окружности в плоскости общего положения.

Рассмотрим аналитическое описание кругового цилиндра с эвольвентной осью, на основе МПС [4] как один из примеров точечного задания резной поверхности Монжа.

Пусть плоский подсимплекс  $PQR$  движется в симплексе  $CABD$  по эвольвентам  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ . Определим круговой цилиндр с эвольвентной осью  $R$  (рис. 4).

Зададим точечное уравнение эвольвенты  $P$  в подсимплексе  $BCA$ :

$$P = \frac{(A-C)\rho}{b\sin\gamma\sin\varphi}[(\varphi\cos\varphi + \sin\varphi)\sin(\gamma-\varphi) - \varphi\sin\gamma] + \frac{(B-C)\rho}{a\sin\gamma}(\varphi\cos\varphi + \sin\varphi) + C. \quad (4)$$

где  $\gamma = \angle BCA$ ,  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ ,  $b = |AC|$ ,  $a = |BC|$ .

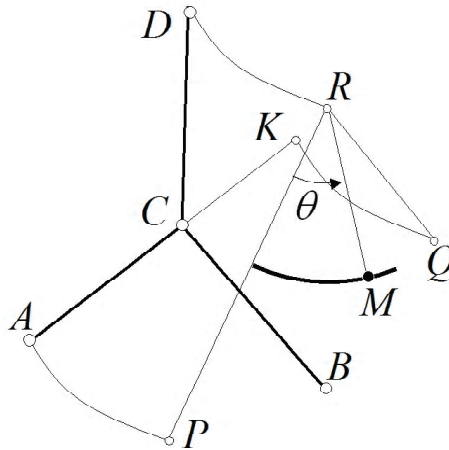


Рисунок 4 – Схема построения кругового цилиндра с эвольвентной осью.

Учитывая, что  $K = 2C - A$ , из параллелограммов  $QKAP$  и  $RDAP$  находим:

$$Q = P - 2(A - C), \quad R = P + D - A. \quad (5)$$

Тогда точечное уравнение кругового цилиндра с эвольвентной осью  $R$  на основе точечного уравнения окружности имеет вид [1]:

$$M = \frac{(P - R)ra \sin(\beta - \theta) + (Q - R)rb \sin \theta}{ab \sin \beta} + R, \quad (6)$$

где  $\beta = \angle QRP$ ,  $0 \leq \theta \leq 2\pi$ ,  $r$  – радиус образующей окружности.

Приведем пример построения кругового цилиндра с эвольвентной осью  $R$  (рис. 5, 6).

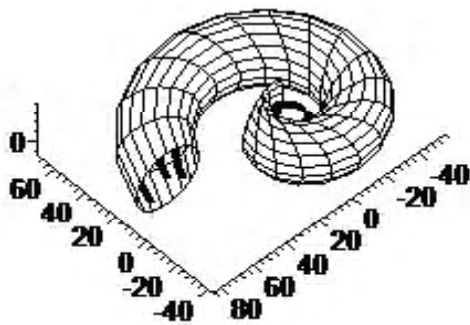


Рисунок 5 – Круговой цилиндр с эвольвентной осью.

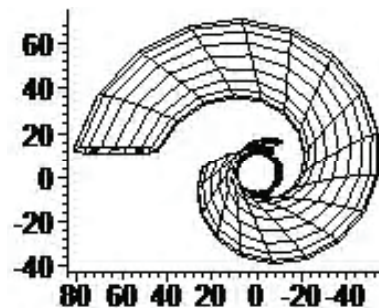


Рисунок 6 – Круговой цилиндр с эвольвентной осью.

## ВЫВОДЫ

В статье получено точечное уравнение эвольвенты окружности, что дополняет математический аппарат БН-исчисления еще одним уравнением кривой линии, не имеющей уравнения, а определенной только графическим алгоритмом построения. Приведен пример построения резной поверхности Монжа с помощью МПС, на основании полученного уравнения эвольвенты окружности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балюба, И. Г. Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении [Текст] : диссертация на соискание научной степени доктора технических наук : 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич. – Макеевка, 1995. – 227 с.
2. Малютина, Т. П. Интерпретация вычислительной геометрии плоских фигур в точечном исчислении [Текст] : диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук : 05.01.01 / Малютина Татьяна Петровна. – Макеевка, 1998. – 161 с.

3. Конопацький, Є. В. Геометричне моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша [Текст] : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.01.01 / Конопацький Євген Вікторович. – Макіївка, 2012. – 163 с.
4. Давыденко, И. П. Конструирование поверхностей пространственных форм методом подвижного симплекса [Текст] : диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук : 05.01.01 / Давыденко Иван Петрович. – Макеевка, 2012. – 164 с.
5. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М. : Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1956. – 608 с.

Получено 27.03.2015

Т. П. МАЛЮТИНА, І. П. ДАВИДЕНКО  
ТОЧКОВЕ РІВНЯННЯ ЕВОЛЬВЕНТИ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ  
КОНСТРУЮВАННІ ПОВЕРХОНЬ ТЕХНІЧНИХ ФОРМ МЕТОДОМ  
РУХОМОГО СИМПЛЕКСУ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

В роботі отримано точкове рівняння евольвенти кола на підставі графічного алгоритму її побудови методами БН-числення (точкового числення Балюби-Найдиша). Наведено приклад побудови кругового циліндра з евольвентною віссю на основі МРС (методу рухомого симплексу), поверхня якого відноситься до різьблених поверхонь Монжа і застосовується при заданні поверхонь оболонок.  
**точкове рівняння, евольвента, БН-числення, метод рухомого симплексу, різьблена поверхня Монжа**

TATYANA MALUTINA, IVAN DAVYDENKO  
DOT EQUATION OF EVOLVENT AND HIS APPLICATION AT CONSTRUCTING  
OF SURFACES OF TECHNICAL FORMS BY THE METHOD OF MOBILE  
SIMPLEX

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Dot equation of evolvent of circumference is in-process got, on the basis of graphic algorithm of its construction, by the methods of BN-calculation (dot calculation of Balyuby-Naydysha). The example of construction of circular cylinder is resulted with an evolvent axis, on the basis of MMS (method of mobile simplex), the surface of which behaves to the fretted surfaces of Monge and used at the task of surfaces of shells.

**dot equation, evolvent, BN-calculation, MMS, fretted surface of Monge**

УДК 339.133

**Ю. А. ТАТАРЕНКО**

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РЫНКА БЛОКОВ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА В РФ**

За последние несколько лет ситуация на Российском рынке строительных материалов кардинально изменилась, развитие отрасли автоклавного газобетона стремительно набирает обороты. В данной статье проводится исследование и анализ динамики объемов производства автоклавного газобетона на рынке, начиная с посткризисного периода. В статье выделяется целевая группа потребителей и ее основные характеристики. Значительное внимание уделяется особенностям использования блоков из автоклавного газобетона при возведении многоэтажных зданий. Проводится анализ динамики объемов спроса на газобетон в малоэтажном и монолитном строительстве. Дается заключение о сложившейся ситуации в целом на рынке автоклавного газобетона. По результатам анализа делается вывод о дальнейших перспективах развития рынка автоклавного газобетона и спроса на него.

**рынок, исследование, анализ, газобетон автоклавного твердения, динамика объемов производства, динамика объемов спроса, потребитель, малоэтажное строительство, многоэтажное строительство**

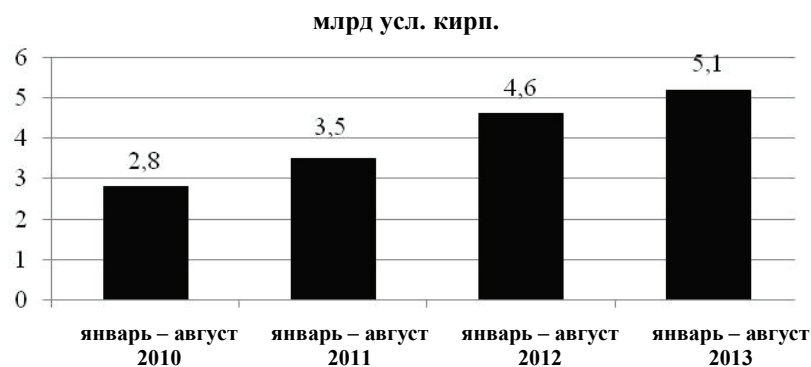
Автоклавный газобетон используется во всех сегментах строительства: в промышленно-гражданском строительстве, при строительстве малоэтажных и многоэтажных жилых зданий. Спрос на автоклавный газобетон растет прежде всего со стороны рынка жилого строительства. Производство включает не только конструкционно-теплоизоляционные газобетоны высокой плотности, но и теплоизоляционные газобетоны низкой плотности, которые используются в качестве дополнительного утепления несущих стен и сооружения внутренних перегородок, для тепло- и звукоизоляции крыш и для межэтажных перекрытий.

Основными потребителями автоклавного газобетона являются застройщики малоэтажных домов – частные лица, строящие дом для себя по собственным проектам, и коттеджные поселки, предлагающие готовые типовые домовладения из автоклавного газобетона. По данным проведенных исследований, в 2009 году объем производства автоклавного газобетона снизился более чем на 30 % по сравнению с 2008 годом, что связано с неблагоприятной макроэкономической обстановкой в стране. Но уже по итогам 2010 года объемы внутреннего производства практически восстановились до докризисного уровня и продолжают увеличиваться.

По итогам 2012 года объем внутреннего производства составил 4,6 млрд усл. кирп., что на 24 % выше уровня 2011 года, когда с Российскими производителями суммарно было произведено 3,5 млрд усл. кирп. Несмотря на замедление объема строительных работ (объем работ по итогам января-августа 2013 года составил 99,2 % к январю-августу 2012 года), производство блоков из автоклавного газобетона по итогам 8 месяцев 2013 года составило 5,1 млрд усл. кирп., что на 10 % выше уровня аналогичного периода 2012 года (рис. 1).

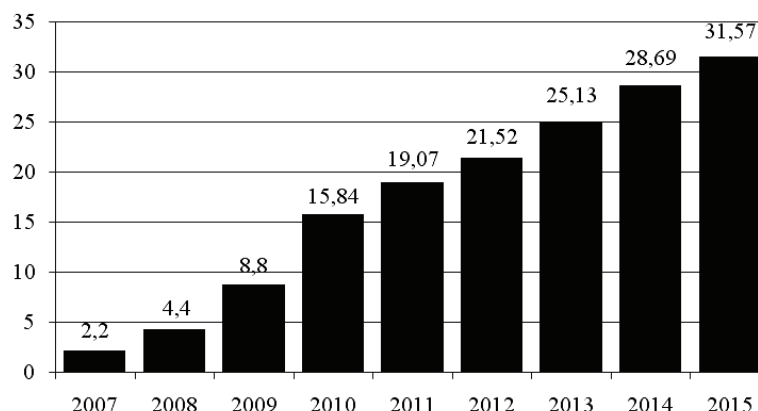
Что касается объемов производства по России в целом, то конечный результат получаем, суммируя объемы выпуска автоклавного газобетона по округам. Производство автоклавного газобетона сконцентрировано в европейской части России – в Центральном и Приволжском федеральных округах. Это связано с историческими предпосылками, а также тем, что темпы развития строительного рынка в этом регионе превосходят темпы развития строительства во всей стране.

В результате сложившихся тенденций на рынке малоэтажного строительства спрос на газобетонные изделия увеличился к 2015 году более чем в 14 раз и составляет приблизительно 31,5 млн м<sup>3</sup>. Темпы



**Рисунок 1** – Объем производства блоков из газосиликата в январе-августе 2010–2013 гг., млрд усл. кирп.

прироста спроса в 2008–2010 гг. достигли около 80–100 %. После 2010 года темпы прироста потребления замедляются и стабилизируются на уровне 10–20 % в год (рис. 2).



**Рисунок 2** – Динамика объемов спроса на газобетон в малоэтажном строительстве в 2007–2015 гг., в млн м³.

Объемы индивидуального жилищного строительства составляют около 47 % от общего ввода жилья в России.

Наряду с малоэтажным строительством блоки из автоклавного газобетона нашли широкое применение и в каркасно-монолитном домостроении в качестве наружных и внутренних стен. В монолитных зданиях нагрузка передается на несущий каркас, при этом отпадает необходимость устройства толстых внутренних перегородок, а наружные стены выполняют роль ограждающей и теплоизолирующей конструкции. Соответственно их можно сделать значительно тоньше и снизить нагрузки на фундаменты. Потому строители получают возможность сосредоточиться не на проблемах прочности наружных стен, а на улучшении тепловых характеристик. Для возведения наружных стен применяются штучные материалы (кирпич, ячеистые блоки) и панели. На сегодняшний день, как правило, конструкция наружных стен состоит из слоя облицовки кирпичом, основной кладки из газобетонных стеновых блоков и прокладки между ними нескольких слоев специального утеплителя. В этом сегменте газобетонные блоки конкурируют с кирпичом, пенобетоном и стеновыми панелями, при этом доля двух последних материалов невелика. По-нашему мнению, в дальнейшем спрос на газобетонные блоки на рынке монолитного жилого строительства будет развиваться:

- 1) за счет общего роста ввода жилья каркасно-монолитных конструкций;
- 2) за счет некоторого постепенного замещения газобетонными блоками полностью кирпичных стен.

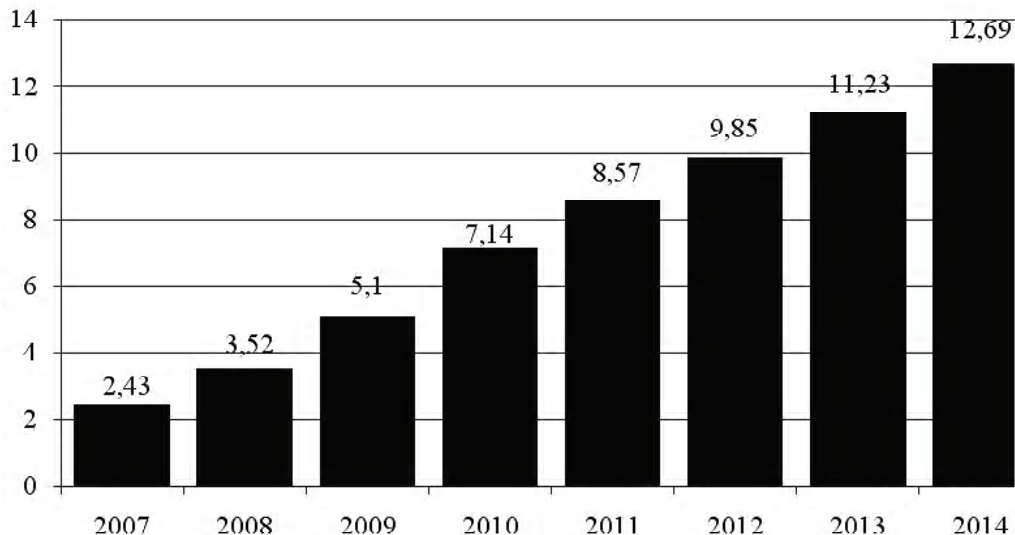
В результате влияния этих двух факторов можно прогнозировать, что темпы роста спроса на газобетон будут выше темпов роста монолитного строительства.

В последние годы технология монолитного домостроения в России развивается довольно активно. Перспективы ее развития связаны прежде всего с преимуществами данной конструкции перед



панельным и кирпичным способами возведения жилья. В период до 2010 года темпы роста каркасно-монолитного строительства составляют в среднем 14 %. После 2010 года темпы роста находятся на уровне 12–15 %. Таким образом, в 2010 году объем ввода монолитных зданий жилого назначения составляет 9,15 млн м<sup>2</sup>, по прогнозам аналитиков, к концу 2015 – 17,35 млн м<sup>2</sup>.

В результате развития каркасно-монолитного домостроения рост спроса на стены из газобетона находится вплоть до 2010 года на уровне 40–45 %. После 2010 года темпы прироста снизились в среднем до 15 % (рис. 3).



**Рисунок 3** – Динамика объемов спроса на газобетон в монолитном строительстве в 2007–2014 гг., в млн куб. м по оценке АКПР.

По результатам оценки динамики роста спроса на автоклавный газобетон начиная с 2007 года можно сделать вывод о том, что газобетон становится более популярным конструкционным строительным материалом, который через несколько лет заменит рынок стеновых панелей на 50 %, что соответствует европейским показателям. У производства газосиликатных блоков в России перспективное будущее.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гринфельд, Г. И. Производство автоклавного газобетона в России: состояние рынка и перспективы развития [Текст] / Г. И. Гринфельд // Строительные материалы. – 2013. – № 2. – С. 76–78. – ISSN 0585-430X.
2. Вишневский, А. А. Анализ рынка автоклавного газобетона России [Текст] / А. А. Вишневский, Г. И. Гринфельд, Н. О. Куликова // Строительные материалы. – 2013. – № 7. – С. 40–44. – ISSN 0585-430X.
3. ABARUS Market Research по данным ФСГС РФ, Российский рынок автоклавного газобетона / Стройка. 2012. Обзоры рынков строительства и строительных материалов. – 2011 г. – Режим доступа : <http://www.stroyka.ru/Rynok/1481862/rossiyskiy-rynok-avtoklavnogo-gazobetona/>.
4. Рябова, К. Н. Производство автоклавного газобетона в России [Текст] / К. Н. Рябова, К. В. Михеев, О. В. Виноградов // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки : материалы международной научно-практической конференции – 2014 / ВГБОУ ВПО «СИБАДИ». – Омск : ВГБОУ ВПО «СИБАДИ», 2014. – С. 57–60.

Получено 30.03.2015

**Ю. А. ТАТАРЕНКО**

**АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РИНКУ БЛОКІВ З АВТОКЛАВНОГО НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ В РФ**

Воронежський державний архітектурно-будівельний університет

За останні кілька років ситуація на Російському ринку будівельних матеріалів кардинально змінилася, розвиток галузі автоклавного газобетону стрімко набирає обертів. У даній статті проводиться

дослідження і аналіз динаміки обсягів виробництва автоклавного газобетону на ринку, починаючи з посткризового періоду. У статті виділяється цільова група споживачів та її основні характеристики. Значна увага приділяється особливості використання блоків з автоклавного газобетону при зведенні багатоповерхових будівель. Проводиться аналіз динаміки обсягів попиту на газобетон в малоповерховому і монолітному будівництві. Зроблено висновок про сформовану ситуацію в цілому на ринку автоклавного газобетону. За результатами аналізу дійшли висновку про подальші перспективи розвитку ринку автоклавного газобетону і попиту на нього.

**ринку, дослідження, аналіз, газобетон автоклавного твердіння, динаміка обсягів виробництва, динаміка обсягів попиту, споживач, малоповерхове будівництво, багатоповерхове будівництво**

YULIA TATARENKO

## ANALYSIS OF MARKET DYNAMICS BLOCKS OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE IN RUSSIA

Voronezh State University of Civil Engineering and Architecture

Over the past few years, the situation on the Russian market of building materials has changed dramatically; the industry's development of AAC is rapidly gaining momentum. This article carries out research and analysis of the dynamics of production volumes of AAC on the market, starting with the post-crisis period. The article highlighted the target group of consumers, and its main characteristics. Considerable attention is given to features of the use of autoclaved aerated concrete blocks in the construction of multi-storey buildings. The analysis of the dynamics of demand for aerated concrete and in low-rise concrete construction is carried out. It provides opinions on the current situation as a whole in the market of AAC. The analysis concludes that the future prospects of the market development of AAC and demand.

**market, study, analysis, autoclaved aerated concrete, dynamics of production volumes, the dynamics of demand, consumer, construction of low-rise, multi-storey building**

УДК 331.464.2

**А. Г. ИВАНЕНКО, Н. С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СТРОИТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРОМ ТРАВМ И ПРИЧИНАМИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В статье выполнен анализ взаимосвязей между некоторыми индивидуальными характеристиками строителей (возраст, производственный стаж), характером травм (ожоги, отравления, черепно-мозговые травмы, травмы конечностей, переломы, сердечная недостаточность) и причинами производственных несчастных случаев среди наемных строительных работников некоторых областей Украины.

**строительство, несчастный случай, травматизм**

### **ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

Во многих странах несчастные случаи на производстве представляют серьезную проблему для здравоохранения. Строительство относится к числу наиболее травмоопасных отраслей в Украине. В Украине за 12 месяцев 2014 г. количество пострадавших от несчастных случаев составило 263 чел., в том числе со смертельным исходом – 48 человек [1]. Инциденты имели серьезные социальные и экономические последствия (потеря работоспособности, рабочего времени, затраты на медицинскую помощь и т. д.). Хорошо известно, что несчастные случаи в этой отрасли порождаются, главным образом, условиями работы. Кроме того, в специальной литературе [2] содержится информация о том, что риск подобных инцидентов могут также повышать индивидуальные характеристики работников. К ним, в том числе, относятся возраст и производственный стаж. Однако количество исследований влияния этих факторов на характер травм незначительно. Даже те, которые проводились, не концентрировались на строительных рабочих и в большинстве случаев не учитывали одновременное влияние нескольких факторов [2].

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Исследованием причин производственных несчастных случаев, а также определением и анализом основных факторов, влияющих на характер травм и уровень травматизма в строительстве, занимались Л. Чередниченко, Е. Лашина, В. Ачин и много других ученых.

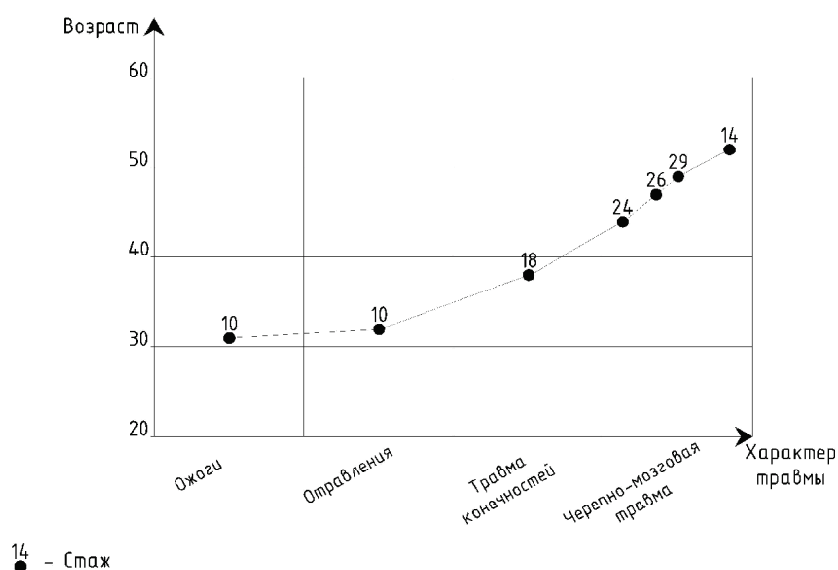
Л. Чередниченко утверждает, что анализ факторов травмирования показал, что большинство несчастных случаев при выполнении строительных работ происходит в результате недостаточного технического надзора со стороны ИТР, необученности безопасным методам работ, из-за низкого уровня производственной и трудовой дисциплины [3]. Е. Лашина указывает на то, что основными травмирующими факторами при производстве строительных работ следует считать: падение с высоты – 28 % от общего числа случаев; машины и механизмы – 14,6 %, обрушения, падения предметов на человека – 13 %; электротравмы – 7,4 %; температурные воздействия – 6 % и др. [4]. Несмотря на большое количество исследований, вопросы влияния индивидуальных характеристик работников на характер травм непосредственно среди строительных рабочих мало исследованы.

## ЦЕЛЬ

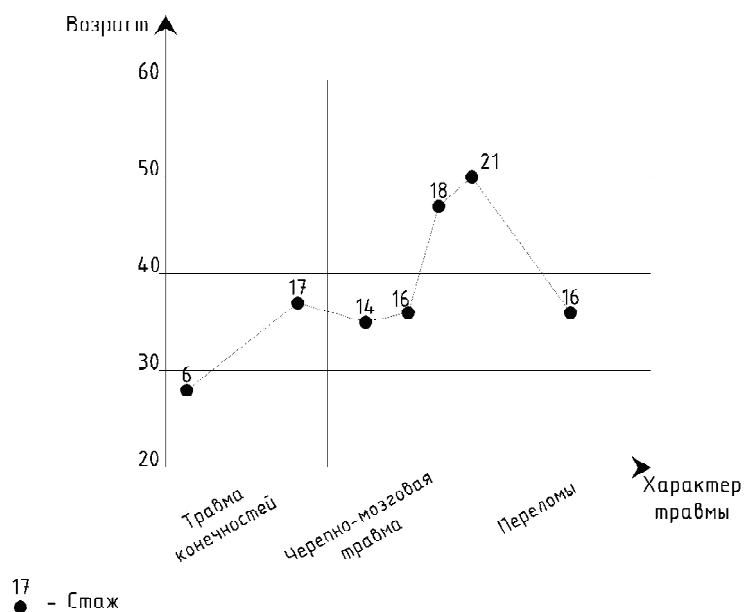
Выявить взаимосвязь между некоторыми индивидуальными характеристиками строителей (возраст, производственный стаж), характером травм (ожоги, отравления, черепно-мозговые травмы, травмы конечностей, переломы, сердечная недостаточность) и причинами производственных несчастных случаев среди наемных строительных работников некоторых областей Украины.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

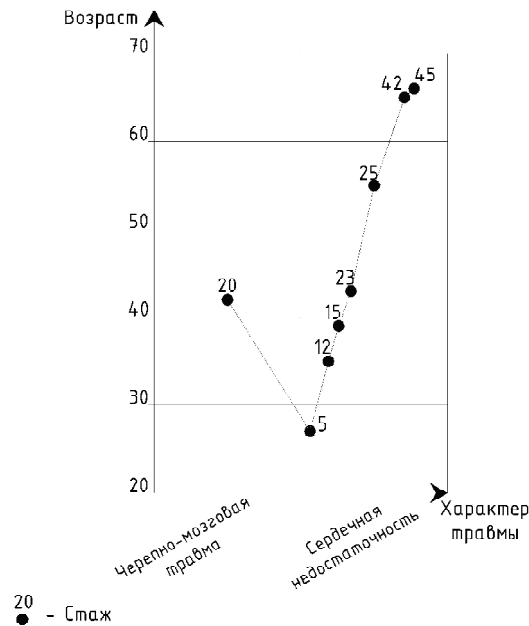
Несчастные случаи по каждой группе причин в зависимости от характера травм были распределены на шесть категорий: ожоги (1), отравления (2), черепно-мозговые травмы (3), травмы конечностей (4), переломы (5), сердечная недостаточность (6). Количественные переменные: возраст, производственный стаж. На рисунках 1–3 представлена взаимосвязь характера травм, возраста, стажа работы для несчастных случаев по каждой группе причин.



**Рисунок 1** – Взаимосвязь характера травм, возраста, стажа работы для несчастных случаев по техническим причинам.



**Рисунок 2** – Взаимосвязь характера травм, возраста, стажа работы для несчастных случаев по организационным причинам.



**Рисунок 3** – Взаимосвязь характера травм, возраста, стажа работы для несчастных случаев по психофизиологическим причинам.

## ВЫВОДЫ

Для всех видов несчастных случаев фактором, имевшим статистически значимую вероятность получения травмы, был возраст более 30 лет и стаж работы от 10 до 30 лет. При этом наибольшее количество несчастных случаев по характеру травм составили черепно-мозговые травмы от механического воздействия. Реже встречаются травмы конечностей от механического воздействия и черепно-мозговые травмы, полученные в результате плохой освещенности рабочего пространства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нещасні випадки [Електронний ресурс] / Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України // Держ. служба гірничого нагляду та промислової безпеки України. – Офіційна веб-стор. ; Електронні дані. – К., 2015. – Режим доступу : <http://www.dnopr.gov.ua/index.php/uk/operativna-informatsiya/neshchasni-vipadki>.
2. Охрана труда зарубежом [Текст] : Электронный журнал / учредитель Издательство «Энерго-пресс». – 2004. – № 4. – 37 с.
3. Череди́ченко, Л. А. Анализ смертельного травматизма в строительстве и пути его понижения [Текст] / Л. А. Череди́ченко // Вісн. Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт. – 2009. – № 1. – С. 44–48.
4. Лашина, Е. Актуальные аспекты охраны труда в строительстве [Электронный ресурс] / Е. Лашина // Вестник строительного комплекса. – 2011. – № 78. – Режим доступа : <http://www.vestnik.info/archive/43/article939.html>.
5. Лазарев, С. В. Психология безопасности профессиональной деятельности [Текст] / С. В. Лазарев. – М. : Наука, 2007. – 216 с.

Получено 31.03.2015

О. Г. ІВАНЕНКО, М. С. ПОДГОРОДЕЦЬКИЙ  
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ДЕЯКИМИ ІНДИВІДУАЛЬНИМИ  
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ БУДІВЕЛЬНИКІВ, ХАРАКТЕРОМ ТРАВМ І  
ПРИЧИНАМИ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ У БУДІВНИЦТВІ  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті виконано аналіз взаємозв'язків між деякими індивідуальними характеристиками будівельників (вік, виробничий стаж), характером травм (опіки, отруєння, черепно-мозкові травми, травми кінцівок,

переломи, серцева недостатність) і причинами виробничих нещасних випадків серед найманих будівельних працівників деяких областей України.  
**будівництво, нещасний випадок, травматизм**

ALEXANDRA IVANENKO, NIKOLAY PODGORODETSKY  
THE RELATIONSHIP BETWEEN SOME OF THE INDIVIDUAL  
CHARACTERISTICS OF THE BUILDERS, THE NATURE OF INJURIES AND  
CAUSES OF ACCIDENTS IN THE CONSTRUCTION  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

This article gives an analysis of the relationship between certain individual characteristics of construction workers (age, length of service production), the nature of injuries (burns, poisoning, head injuries, injured limbs, fractures, heart failure), and causes of occupational accidents among construction workers hired some regions of Ukraine.  
**building, accident, traumatism**

УДК 621

**Е. И. ХАРЛОВА, С. П. ВЫСОЦКИЙ**

Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «ДонНТУ»

## **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗА СЧЁТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА**

Рассмотрены методы снижения энергопотребления за счёт повышения эффективности теплообмена на теплопередающих поверхностях при подготовке воды. Показано, что интенсивность и характер загрязнения отложениями накипи определяются качеством воды и её температурой. Загрязнение пластинчатых теплообменных аппаратов с высоким расчетным коэффициентом теплопередачи сопровождается значительным снижением тепловой эффективности аппарата и повышением температуры стенки. Один и тот же по толщине и химическому составу слой накипи оказывает существенно разное влияние на тепловую эффективность теплообменных аппаратов, различных по конструкции и режимам работы. Представлено характеристики изменения относительной тепловой эффективности загрязненного теплообменного аппарата от толщины слоя накипи при различных значениях коэффициента теплопередачи чистого теплообменника.

**накипеобразование, теплообменник, коэффициент теплопередачи, осаждение, термическое сопротивление, произведение растворимости**

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время на предприятиях энергетики совместно с традиционными источниками тепла применяются возобновляемые источники энергии, тепловые насосы, установки когенерации и полигенерации. В связи с этим в промышленности и коммунальном секторе возникают новые задачи эффективной рекуперации тепла. Для решения этих задач рассмотрим наиболее эффективное теплообменное оборудование – пластинчатые теплообменные аппараты (ПТА). Благодаря своим достоинствам разборные ПТА активно вытесняют из отечественных систем теплоснабжения традиционные трубчатые теплообменники. По сравнению с трубчатыми пластинчатые теплообменники обладают в несколько раз более высоким начальным коэффициентом теплопередачи, однако становятся гораздо «чувствительнее» к влиянию отложений накипи, термическое сопротивление которое значительно уменьшает теплопередачу. При высоком содержании накипеобразующих солей и продуктов коррозии в воде, характерном для большинства регионов нашей страны, расчетный режим работы ПТА быстро нарушается, уменьшение коэффициента теплопередачи компенсируется повышением температуры греющего теплоносителя или его расхода. Снижение уровня коррозионных отложений в ПТА возможно путем применения достаточно коррозионно устойчивой стали, что может быть значительно экономнее, чем для кожухотрубчатых аппаратов из-за меньшей площади поверхности для одинаковых условий и более тонкой стенки пластин, вплоть до 0,5–0,3 мм.

Коэффициент теплопроводности накипи имеет весьма низкое значение, то даже незначительный слой отложений создает большое термическое сопротивление (слой котельной накипи толщиной 1 мм по термическому сопротивлению примерно эквивалентен 40 мм стальной стенки).

Однако один и тот же по толщине и химическому составу слой накипи оказывает существенно разное влияние на тепловую эффективность теплообменных аппаратов, различных по конструкции и режимам работы. Тепловая эффективность загрязненного теплообменника по отношению к такому же теплообменнику с чистой поверхностью характеризуется отношением коэффициентов теплопередачи ( $k/k_0$ ), которое определяется по формуле (1):

$$\frac{k}{k_0} = \frac{1}{1 + k_0 \cdot \frac{\delta_{\text{накип}}}{\lambda_{\text{накип}}}}, \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{накип}}$ ,  $\delta_{\text{накип}}$  – эквивалентная толщина слоя отложений и его коэффициент теплопроводности.

На практике обнаруживается неравномерное загрязнение пластин и отдельных каналов по ширине, длине и высоте подогревателя, что связано, очевидно, с неравномерностью полей температур и скоростей теплоносителя. Коэффициент теплопроводности накипи, в зависимости от плотности и химического состава отложений изменяется в широких пределах 0,13 – 3,14 Вт/(м<sup>2</sup> · °С).

Теплообменник с высоким расчетным (конструктивным) значением коэффициента теплопередачи ( $k_0$ ) значительно более чувствителен к загрязнению, чем теплообменник с низким расчетным коэффициентом теплопередачи (т. е. его коэффициент теплопередачи при одном и том же загрязнении уменьшается на большую долю). Традиционно применявшиеся в отечественной теплоэнергетике кожухотрубные водоподогреватели (с гладкими трубками), как известно, выбирались с невысоким коэффициентом теплопередачи в расчетном режиме – на уровне 800–1 200 Вт/(м<sup>2</sup> · °С). При толщине слоя накипи  $\delta_{\text{накип}} = 0,3$  мм такой теплообменник имеет относительную тепловую эффективность ( $k/k_0$ ) = 0,8, что вполне приемлемо. Для пластинчатых аппаратов, которые, как правило, из соображений экономии выбираются с высоким расчетным коэффициентом теплопередачи – 5 000–7 000 Вт/(м<sup>2</sup> · °С). При той же толщине слоя накипи  $\delta_{\text{накип}} = 0,3$  мм этот теплообменник уже будет иметь отношение ( $k/k_0$ ) = 0,4, т. е. коэффициент теплопередачи, заявленный изготовителем, снизится в 2,5 раза.

Для загрязнений при накипобразованием существуют некоторые критические условия по температуре воды и содержанию солей, после которых начинается образование накипи. Таким образом, когда в контуре охлаждающей воды предприятия возможно образование накипи, температура на выходе из ПТА должна оставаться менее определенного уровня, который зависит от качества охлаждающей воды этого предприятия. Соединения будут осаждаться на поверхностях нагрева в определенной последовательности, которую можно выявить исходя из их произведений растворимости.

Соотношение концентраций  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  в растворе, при которых начинают отлагаться соединения накипи характеризуются следующим.

1. Вероятность выпадения в осадок гипса при подогреве воды до 100 °С:

$$\frac{\text{SO}_4^{2-}}{\text{CO}_3^{2-}} \geq \frac{1 \cdot 10^{-5}}{4,7 \cdot 10^{-10}} \geq 2,13 \cdot 10^4,$$

следовательно, гипс выпадает в осадок, если концентрация  $\text{SO}_4^{2-} \geq \text{CO}_3^{2-}$  в 21 300 раз.

2. Вероятность выпадения в осадок карбоната магния:

$$\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Ca}^{2+}} \geq \frac{9,8 \cdot 10^{-8}}{4,7 \cdot 10^{-10}} \geq 208,5,$$

следовательно, карбонат магния выпадет в осадок, если концентрация  $\text{Mg}^{2+} \geq \text{Ca}^{2+}$  в 208,5 раз.

## ВЫВОДЫ

1. Поверхности нагрева ПТА подвержены загрязнению отложениями накипи, окислов железа и других механических примесей, содержащихся в сетевой воде. Интенсивность и характер загрязнения определяется качеством воды (жесткостью, концентрацией примесей) и температурой её подогрева. Загрязнение ПТА с высоким расчетным коэффициентом теплопередачи сопровождается значительным снижением тепловой эффективности аппарата и повышением температуры стенки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеев, М. А. Основы теплопередачи [Текст] / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – М. : Энергия, 1973. – 343 с.
2. Высоцкий, С. П. Надежность работы систем теплофикации и технология обработки подпиточной воды [Текст] / С. П. Высоцкий, Д. Н. Бут // Сантехника, опалення, кондиціонування (СОК) : Щомісячний спеціалізований журнал. – К. : Медіа Технолоджі, 2007. – № 7. – С. 12-15.
3. MacAdam, Jitka. The Effect of metal Ions on Calcium Carbonate Precipitation and Scale Formation [Текст] / Jitka MacAdam and Simon A. Parsons // Sustainability in Energy and Buildings / Editors: Robert J. Howlett, Lakhmi C. Jain, Shaun H. Lee. – Berlin : Springer, 2009. – P. 137–146.



4. Hajibi, S. H. Calcium carbonate Scale Formation During Subcooling Flow Boiling [Текст] / S. H. Hajibi, M. Jamialahmadi and H. Muller-Steinhagen // Journal of Heat Transfer. – 2007. – Volume 119, Issue 4. – P. 767–775.

Получено 01.04.2015

**Є. І. ХАРЛОВА, С. П. ВИСОЦЬКИЙ**  
**ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЗА РАХУНОК ПІДВИЩЕННЯ**  
**ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ**

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»

Розглянуто методи зниження енергоспоживання за рахунок підвищення ефективності теплообміну на теплопередавальних поверхнях при підготовці води. Показано, що інтенсивність і характер забруднення відкладеннями накипу визначаються за якістю води та її температурою. Забруднення пластинчастих теплообмінних апаратів з високим розрахунковим коефіцієнтом теплопередачі супроводжується значним зниженням теплової ефективності апарата і підвищенням температури стінки. Один і той же за товщиною і хімічним складом шар накипу істотно по-різному впливає на теплову ефективність теплообмінних апаратів, різних за конструкцією і режимами роботи. Представлено характеристики зміни відносної теплової ефективності забрудненого теплообмінного апарата від товщини шару накипу при різних значеннях коефіцієнта теплопередачі чистого теплообмінника.

**накипоутворення, теплообмінник, коефіцієнт теплопередачі, осадження, термічний опір, добуток розчинності**

**EKATERINA KHARLOVA, SERGEY VYSOTSKY**  
**REDUCING ENERGY CONSUMPTION BY INCREASING THE EFFICIENCY OF**  
**HEAT EXCHANGE**

Automobile and Road Institute SHEI «DonNTU»

The methods of reducing energy consumption by increasing the heat exchange efficiency of the heat transfer surfaces in the preparation of water are considered. It is shown that the intensity and nature of the pollution scale deposits determined by the quality of water and its temperature. Pollution plate heat-exchange devices with high heat transfer coefficient calculation are accompanied by a significant reduction in the thermal efficiency of the apparatus and an increase in wall temperature. The same thickness and chemical composition of the layer of scale has significantly different effects on the thermal efficiency of heat exchangers, different in structure and mode of operation. The characteristic changes in the relative thermal efficiency contaminated heat exchanger on the thickness scale for different values of the heat transfer coefficient of the heat exchanger clean.

**scale formation, a heat exchanger, the heat transfer coefficient, precipitation**

**УДК 628.1-628.3**

**Ю. Э. ФИЛЮКОВА, С. П. ВЫСОЦКИЙ**

Автомобильно-дорожный институт Государственного высшего учебного заведения Донецкий национальный технический университет

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды являются отходы. Показано, что наиболее эффективным направлением решения проблемы образования бытовых отходов является их утилизация и переработка путем создания и внедрения экологически безопасных и усовершенствованных технологий. Приведены некоторые технологии переработки бытовых отходов, а также их преимущества и недостатки. Среди самых перспективных технологий переработки отходов является плазменная газификация. На сегодняшний день это экологически чистое решение проблемы утилизации твердых бытовых отходов. Также не менее перспективной технологией является система механического отбора и переработки бытовых отходов. Но такой процесс является непомерно дорогим и поэтому делает всю деятельность экономически бессмысленной. И хотя технологии разрабатываются и постоянно совершенствуются, они не решают проблему прогрессирующего накопления бытовых отходов в окружающей среде

**бытовые отходы, плазменная газификация, мусоросжигание, переработка**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Жизнедеятельность человека неминуемо связана с производством и потреблением продукции, а также с отходами – основным источником загрязнения окружающей природной среды (ОПС). Проблему образования, складирования и удаления отходов человек вынужден решать практически столько, сколько существует, так как механизм их утилизации и обезвреживания требует значительного времени, а жизненный цикл некоторых отходов весьма длителен.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Наиболее эффективным направлением решения проблем, связанных с отходами, в том числе и твердыми бытовыми (ТБО), является повышение уровня их переработки и утилизации путем внедрения новых усовершенствованных технологий.

Отходы оказывают огромное негативное влияние на ОПС. Для переработки наиболее сложными являются бытовые отходы, которые представляют собой смесь различных материалов. Эффективное обращение с отходами является одной из составляющих устойчивого развития, то есть такого развития, которое удовлетворяет потребности настоящего поколения и не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности [1].

Самой совершенной технологией переработки ТБО на сегодняшний день является плазменная газификация. При этом мусор подвергается термической обработке при очень высокой температуре и интенсивном ультрафиолетовом излучении, что позволяет всю органическую составляющую преобразовать в горючий газ, состоящий из простейших компонент, при сжигании которого не образуются опасные высокомолекулярные соединения. Газ используется для производства тепловой или электрической энергии [2].

Преимуществом данной технологии является то, что неорганическая составляющая мусора после обработки плазмой застывает в виде экологически безвредного очень прочного стекловидного материала. Этот материал может быть использован в строительстве и других отраслях. Таким образом, технология плазменной газификации практически безотходна – не более двух процентов массы отходов, участвующих в процессе, подлежат захоронению, все остальное полезно используется.

Следующим методом переработки твердых отходов является огневая регенерация. В основу этого метода положен процесс высокотемпературного разложения и окисления токсичных компонентов отходов с образованием практически нетоксичных или малотоксичных дымовых газов и золы. С использованием данного метода возможно получение ценных продуктов: отбеливающей земли, активированного угля, извести, соды и других материалов. В зависимости от химического состава отходов дымовые газы могут содержать  $SO_x$ ,  $P$ ,  $N_2$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ , соли щелочных и щелочноземельных элементов, инертные газы.

Очень перспективным методом переработки твердых бытовых отходов являются системы механического отбора и переработки всего, что может быть использовано в промышленности и в сельском хозяйстве. Таким образом, утилизируется примерно 64–74 % мусора от общей его массы.

Возможные подходы к разделению отходов представляют собой спектр решений, заключенных между двумя полюсами: чисто «техническим» и чисто «социальным». Первый полюс – некая идеальная фабрика, на входе которой мы имеем неразобранный поток муниципального мусора, а на выходе – потоки материалов, удовлетворяющих требованиям рынка, и поток, идущий на свалку. Второй полюс – население само разделяет свои отходы, доводит их перерабатываемую часть до рыночной кондиции (моют бутылки, удаляют крышки и т. п.), после чего доставляют эти отходы «куда надо» [3].

Первый путь в чистом виде практически невозможен. Переработка неподготовленного потока ТБО подходит как метод получения обогащенного топлива для МСЗ и попутно решает некоторые задачи извлечения вторсырья (например, металлов), но как метод, имеющий основной целью выделение вторсырья из общего потока мусора, она не годится. Практически невозможно, например, отделить пластик от бумаги, бутылочное стекло окажется перемешанным с оконным и т. п. Качество материалов, полученных из общей смеси, окажется невысоким [4].

Обычно считается, что разделение отходов самим населением и другими «производителями отходов» более приемлемо, чем «технологическое разделение» по следующим причинам:

- 1) в этом случае меньше суммарные издержки, налагаемые на общество и городской бюджет;
- 2) уменьшение затрат на приобретение и эксплуатацию сложных технологий разделения отходов за счет того, что в решении проблемы ТБО принимают непосредственное участие те, кто производит отходы.

Утилизация отходов методом традиционного сжигания не может рассматриваться как достойная альтернатива, поскольку оказывается практически чрезвычайно сложным достичь уровня выбросов в атмосферу вредных веществ в пределах установленных норм.

## ВЫВОД

Уменьшение загрязнения окружающей среды достигается за счет предупреждения и минимизации образования отходов, направлено на их рециркуляцию, вторичное использование и разработку эффективных методов окончательной переработки, обезвреживания, окончательного удаления и захоронения отходов. Выбор направления уменьшения уровня негативного воздействия отходов на природу зависит от социально-экономических и культурных условий в государстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семиноженко, В. П. Промышленные отходы: проблемы и пути решения [Текст] / В. П. Семиноженко, Д. В. Сталинский, А. М. Касимов. – Х. : Издательство «ИНДУСТРИЯ», 2011. – 544 с. : ил., табл.
2. Управление опасными промышленными отходами. Современные проблемы и решения [Текст] : монография / А. М. Касимов, Л. Л. Товажнянский, В. И. Тошинский, Д. В. Сталинский ; под ред. А. М. Касимова. – Х. : Изд-во НТУ «ХПИ», 2009. – 500 с.
3. Handbook of Solid Waste Management [Текст] / Frank Kreith, ed. – New York : McGraw-Hill, 1994. – 834 p.
4. United Nations Environment Programme International Source Book on Environmentally Sound Technologies (ESTs) for Municipal Solid Waste Management (MSWM) [Электронный ресурс] / Organisation of United Nations – 2014. – Режим доступа : <http://www.unep.or.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSW/index.asp>.

Получено 02.05.2015

Ю. Е. ФІЛЮКОВА, С. П. ВИСОЦЬКИЙ

### ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу Донецький національний технічний університет

Одним з основних джерел забруднення навколишнього природного середовища є відходи. Показано, що найбільш ефективним напрямом вирішення проблеми утворення побутових відходів є їх утилізація і переробка шляхом створення та впровадження екологічно безпечних і вдосконалених технологій. Наведені деякі технології переробки побутових відходів, а також їх переваги та недоліки. Серед найперспективніших технологій переробки відходів є плазмова газифікація. На сьогоднішній день це екологічно чисте рішення проблеми утилізації твердих побутових відходів. Також не менш перспективною технологією є система механічного відбору та переробки побутових відходів. Але такий процес є непомірно дорогим і тому робить всю діяльність економічно безглуздою. І хоча технології розробляються і постійно вдосконалюються, вони не вирішують проблему прогресуючого накопичення побутових відходів у навколишньому середовищі.

**побутові відходи, плазмова газифікація, сміттєспалювання, переробка**

YULIA FILIUKOVA, SERGEY VYSOTSKY

### ADVANCED TECHNOLOGY FOR PROCESSING WASTE

Automobile and Road Institute of State higher educational institution Donetsk National Technical University

One of the main sources of environmental pollution are waste. It is shown that the most efficient way of solving the problem of waste is a recovery and recycling through the creation and implementation of environmentally sound and advanced technologies. Are some of the technologies for processing of household waste, as well as their advantages and disadvantages. Among the most promising technologies of waste processing is plasma gasification. To date, this environmentally friendly solution to the problem of municipal solid waste disposal. Also, no less promising technology is a mechanical system of selection and recycling of household waste. But such a process is prohibitively expensive and, therefore, makes the whole operation economically meaningless. Although the technology is constantly being developed and perfected, they do not solve the problem of the progressive accumulation of waste in the environment

**waste, plasma gasification, incineration, processing**

УДК 691.335

**Я. З. АФАШАГОВА**

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

## **ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТНОГО ПЕНОБЕТОНА**

Рассмотрена проблема развития технологий по производству неавтоклавных ячеистых пенобетонов в Российской Федерации с точки зрения их эффективности в области малоэтажного и монолитного строительства. Проведен сравнительный анализ последних достижений в сфере производства неавтоклавных ячеистых бетонов с использованием различных рецептурно-технологических факторов, используемых различными независимыми исследователями. Полученные данные систематизированы и сравнены по введенным критериям качества, сделано заключение о наиболее перспективных направлениях развития отрасли. На основании выявленного определены пути проведения дальнейших исследований, дана оценка качества используемых приемов. Подведены итоги работы и намечены дальнейшие пути развития.

**неавтоклавный пенобетон, влажностная усадка, прочность, комплексная химизация, наполнители, прочность**

Прослеживая развитие архитектурно-строительного комплекса в нашей стране за последние несколько десятилетий в процессах производства изделий из ячеистых бетонов, отмечаются вехи резких спадов и возобновления интереса, поочередно, к автоклавным и неавтоклавным технологиям производства строительных материалов.

Изменение экономической обстановки в 90-е годы повлекло массовый спад заводского производства строительных материалов и изделий по автоклавным технологиям. Параллельно этому неавтоклавные технологии получили новый виток развития исследований, как следствие, приведший к получению модифицированных цементных макропористых бетонов с достаточным уровнем показателей качества, что в свою очередь позволило им закрепиться в строительном комплексе.

Однако несмотря на объемы выполненных исследований, в промышленных условиях не удается обеспечить стабильное производство неавтоклавных цементных макропористых бетонов, уровень качества которых по соотношению прочности и плотности и величине усадки оказался бы сопоставим с уровнем промышленно производимого газосиликата. В условиях роста доли монолитного и малоэтажного строительства в России изделия из неавтоклавных бетонов являются серьезной альтернативой другим материалам.

Возведение здания целиком из неавтоклавных материалов характеризуется достаточной экономией затрат, связанной со снижением трудоемкости, особенно при работе машин и механизмов, в таблице 1 приведена сравнительная технико-экономическая оценка вариантов возведения малоэтажного здания для г. Воронежа [1].

Последние десятилетия ознаменовались значительными достижениями в теории и технологии бетона, основанные на применении различных добавок и модификаторов, позволяющих эффективно управлять процессом структурообразования и получать различные пенобетоны с заданными свойствами. К наиболее эффективным РТФ, которые в настоящее время используются для производства неавтоклавных пенобетонов отнесено применение наполнителей (ультра- и микродисперсных) [2], дисперсное армирование пенобетонов (одно- и многоуровневое) [3], наномодифицирование и комплексная химизация пенобетонов [4]. Для анализа эффективности рецептурно-технологических факторов (РТФ) повышения качества пенобетонов, мы ввели критерии качества, по которым были проанализированы достигнутые различными группами исследователей результаты.

**Таблица 1** – Сравнительная технико-экономическая оценка вариантов возведения малоэтажного здания для г. Воронежа

Варианты возведения здания	Технико-экономические показатели			
	Трудоемкость, чел-ч/м <sup>2</sup>	Трудоемкость, маш-ч/м <sup>2</sup>	Затраты на материалы, тыс. руб./м <sup>2</sup>	Стоимость, тыс. руб./м <sup>2</sup>
Наружные и внутренние стены – из газосиликатных блоков. Фундамент – ленточный, из сборных ж/б блоков. Перекрытия – сборные из плит ж/б пустотных.	16,12	1,27	11,62	19,54
Наружные стены – монолитные двухслойные из поризованного бетона D1200 + утеплитель. Внутренние стены монолитные из поризованного бетона D1200. Фундамент – монолитный из мелкозернистого бетона. Перекрытия – монолитные из поризованного бетона D1400.	20,02	0,74	14,31	19,15
Наружные стены – монолитные однослойные из поризованного бетона D700. Внутренние стены монолитные из поризованного бетона D1200. Фундамент – монолитный из мелкозернистого бетона. Перекрытия – монолитные из поризованного бетона D1400.	21,41	1,02	16,19	21,54

Коэффициент расхода цемента на единицу прочности:

$$KKK_1 = C / R_{сж}, \quad (1)$$

где  $R_{сж}$  – прочность материала при сжатии, МПа;  
 $C$  – количество израсходованного цемента, кг.

Коэффициент конструктивного качества:

$$KKK_2 = R_{сж} / \rho \times 10^2, \quad (2)$$

где  $R_{сж}$  – прочность материала при сжатии, МПа;  
 $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

Был произведен анализ и систематизация данных, полученных по результатам исследований различных ученых, использующих вышеперечисленные РТФ, все результаты были рассмотрены с точки зрения введенных критериев качества. Результаты оценки эффективности РТФ повышения качества пенобетонов приведены в таблице 2.

## ВЫВОД

Для повышения качества неавтоклавных пенобетонов наиболее эффективным являются приемы многоуровневого армирования и применение микронаполнителей.

В этой связи для развития исследований предусматривается изучение и оптимизация составов пенобетонов для монолитного строительства на основе наполнителей различного вещественного состава и гранулометрии и системной комплексной их химизации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славчева, Г. С. Поризованный бетон: структура и строительно-технологические свойства [Текст] : монография / Г. С. Славчева. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та, 2009. – 136 с. – ISBN 978-5-89040-244-8.
2. Баранова, А. А. Пенобетон, модифицированный микрокремнеземом ЗАО «Кремний» [Текст] / А. А. Баранова, А. И. Савенков // Вестник ИрГТУ. – Иркутск, 2014. – № 8(91). – С. 78–79.

Таблица 2 – Результаты обработки данных

Коэффициент конструктивного качества	Пенобетон, полученный с использованием одноуровневого армирования	Пенобетон, полученный с использованием многоуровневого армирования	Пенобетон, полученный с применением микронаполнителей	Пенобетон, полученный с применением ультрамикронаполнителей	Пенобетон, полученный с помощью наномодифицирующих добавок
$KKK_2 = R_{сж} / \rho \times 10^2$	0,21	0,69	0,41	0,34	0,31
$KKK_1 = C / R_{сж}$	493	125	205	230	275

3. Южаков, К. Н. Дисперсное армирование ячеистых бетонов [Текст] / К. Н. Южаков, Ю. А. Мезенцева // Вестник ПГТУ. Урбанистика. – Пермь, 2011. – № 3. – С. 83–90.
4. Сватовская, Л. Б. Повышение качества неавтоклавно пенобетона добавками наноразмера [Текст] / Л. Б. Сватовская, А. М. Сычева, Н. Н. Елисеева // Нанотехнологии в строительстве : Научный интернет-журнал. – 2011. – № 1. – С. 50–62. – ISBN 2075-8545.

Получено 03.04.2015

Я. З. АФАШАГОВА

#### ОБҐРУНТУВАННЯ ФАКТОРІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЦЕМЕНТНОГО ПОРИЗОВАНОГО БЕТОНУ

Воронезький державний архітектурно-будівельний університет

Розглянуто проблему розвитку технологій з виробництва неавтоклавних ніздрюватих пінобетонів в Російській Федерації з точки зору їх ефективності в галузі малоповерхового і монолітного будівництва. Проведено порівняльний аналіз останніх досягнень у сфері виробництва неавтоклавних пористих бетонів з використанням різних рецептурно-технологічних факторів, що використовуються різними незалежними дослідниками. Отримані дані систематизовані і порівняні за введеними критеріями якості, зроблено висновок про найбільш перспективні напрямки розвитку галузі. На підставі виявленого визначено шляхи проведення подальших досліджень, дана оцінка якості використовуваних прийомів. Підбито підсумки роботи та намічені подальші шляхи розвитку.

**неавтоклавний пінобетон, вологісна усадка, міцність, комплексна хімізація, наповнювачі, міцність**

YANINA AFASHAGOVA

#### JUSTIFICATION FACTORS TO IMPROVE THE QUALITY OF CEMENT POROUS CONCRETE

Voronezh State University of Civil Engineering and Architecture

The problem of the development of technologies for the production of non-autoclave aerated concrete in the Russian Federation has been considered in terms of their effectiveness in the field of low-rise and monolithic construction. It has been carried out the analysis of advances in production technology in the field of non-autoclave cellular concrete, using different formulation-technological factors, that have been applied by different independent researchers. Resulting data have been systematized and compared according to input factors of quality, it has been made findings of the most promising ways of development of the industry. On the basis of the obtained results it has been determined the ways of further researches, quality control of working process has been given. The results of work have been summed up and the further development options have been planned.

**non-autoclave aerated concrete, humid shrinkage, strength, complex chemicals, fillers, strength**

УДК 629.332

**М. П. КОРОВАШКИН**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОПОЕЗДА МАЗ

Произведен анализ целесообразности применения электрического управляющего сигнала в пневматической тормозной системе автопоезда МАЗ, состоящего из тягача МАЗ-6501а8 и прицепа МАЗ-856102, для повышения эффективности торможения.

**математическая зависимость, электромагнитный клапан, тормозная камера, пневматическая тормозная система, управляющий сигнал**

### ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Основным недостатком пневматических тормозных систем современных автопоездов является их высокая инерционность. Имея значительные габаритные размеры и массу, данные транспортные средства способны развивать скорость около 85 км/ч (автопоезд МАЗ в составе тягача МАЗ-6501а8 и прицепа МАЗ-856102), что в совокупности с относительно низкой эффективностью тормозной системы представляет потенциальную опасность для участников дорожного движения.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время известны аналитические зависимости, позволяющие с достаточной точностью моделировать процесс торможения АТС. Так, в работе [1] приведена математическая модель торможения прицепного автопоезда, выражающая зависимость замедления транспортного средства от удельных тормозных сил на каждой его оси.

На автомобильном транспорте с пневматическим приводом тормозной системы величина удельных тормозных сил зависит от давления в тормозных камерах, которые, как известно, имеют переменный объем, изменяемый за счет хода мембраны. Однако, учитывая тот факт, что объем пневматической тормозной системы во много раз превышает максимальный объем тормозной камеры, при расчетах можно сделать допущение и принять ее объем постоянным. Это позволит описать динамику нарастания давления в тормозных камерах с помощью математической модели, приведенной в работе [2], которая имеет вид

$$\begin{cases} \frac{dp_k}{dt} = \frac{1}{V_k} \left( k \cdot R \left( T_m \cdot G_m + \frac{dT_m}{dt} \int_0^t G_m dt \right) - \frac{R^2}{c_v} \cdot T_m \cdot \frac{d(\ln p_m)}{dt} \cdot \int_0^t G_m dt - k \cdot p_k \cdot \frac{dV_k}{dt} \right); \\ G_m = \rho_m \cdot \varphi_k \cdot \sqrt{\frac{2k}{k-1} \cdot \frac{1}{RT_m} \left[ \left( \frac{p_k}{p_m} \right)^{\frac{2p_k}{p_k+p_0(k-1)}} - \left( \frac{p_k}{p_m} \right)^{\frac{2p_k+p_0(k-1)}{p_k+p_0[k-1]}} \right]}. \end{cases} \quad (1)$$

где  $p_k$  – давление внутри тормозной камеры, Па;  
 $V_k$  – объем тормозной камеры, м<sup>3</sup>;  
 $k$  – коэффициент адиабаты;  
 $R$  – газовая постоянная, Дж/(кг·К);  
 $T_m$  – температура сжатого воздуха, поступающего из магистрали, К;  
 $G_m$  – расход воздуха на входе в тормозную камеру, кг/с;

© М. П. Коровашкин, 2015



$c_v$  – изохорная удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К);  
 $p_m$  – давление в магистрали вблизи впускного отверстия тормозной камеры, Па;  
 $\rho_m$  – плотность сжатого воздуха, поступающего из магистрали кг/м<sup>3</sup>;  
 $p_0$  – давление торможения, Па.

Кроме того, известна зависимость времени наполнения трубок пневмосистем от их длины, приведенная в [3, 4], согласно которой трубка диаметром 10 мм и длиной 15 м, что соответствует управляющей магистрали автопоезда МАЗ (от тормозного крана до ускорительных клапанов задней тележки прицепа), наполняется более 2 с. Следовательно, при необходимости экстренного торможения в течение этого времени будет невозможно обеспечить максимальное значение тормозных сил на колесах данного АТС.

Помимо инерционности, пневматические системы автопоездов, согласно [5], склонны к асинхронности торможения (начало торможения прицепа не совпадает с началом торможения тягача), что приводит к увеличению тормозного пути.

## ЦЕЛИ

Как известно, добиться улучшения тормозных качеств АТС с пневматической тормозной системой можно путем применения электромагнитных клапанов (вместо ускорительных), что позволяет заменить пневматический управляющий сигнал электрическим. Однако любая модернизация влечет за собой экономические затраты, а следовательно, проводится лишь при наличии подтвержденного расчетами, существенного положительного эффекта. Целью настоящей работы является определение целесообразности применения электрического управляющего сигнала в пневматической тормозной системе автопоезда МАЗ для повышения ее эффективности.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На основании формул, приведенных в [1, 6, 7], получена зависимость замедления АТС от приводных сил на тормозных колодках, справедливая для автопоезда МАЗ и аналогичных по типу тормозной системы и конструкции тормозных механизмов.

$$\frac{dp_k}{dt} = -r_o \cdot \mu \cdot h \cdot \left( \frac{1 + \mu}{(1 - \mu) \cdot (k_1 \cdot a - \mu \cdot r_o)} + \frac{1}{k \cdot a + \mu \cdot r_o} \right) \cdot \left( \frac{\sum (n_i \cdot F_{Si})}{(G_m + G_n) \cdot r_o} \right), \quad (2)$$

где  $r_o$  – радиус тормозного барабана, м;  
 $\mu$  – коэффициент трения между накладкой и барабаном;  
 $h$  – высота колодки от оси опоры до точки приложения силы, м;  
 $k_1$  – поправочный коэффициент, равный 0,80...0,95;  
 $a$  – расстояние по вертикали от оси опоры колодки до центра тормозного барабана;  
 $n_i$  – количество колес на  $i$ -том мосту (тележке) автопоезда;  
 $F_{Si}$  – приводная сила на пассивной (самоотжимной) колодке (механизм типа «Simplex»)  $i$ -того моста, Н;  
 $G_m, G_n$  – полная масса тягача и прицепа соответственно, кг;  
 $r_o$  – динамический радиус колеса, м;

В свою очередь, формулу расчета приводной силы на пассивной тормозной колодке от давления в тормозной камере, с учетом типа механизма и зависимостей приведенных в [8, 9, 10], можно записать в виде

$$F_{Si} = \frac{1,96\pi \cdot l_k \cdot (R_m^2 + R_m \cdot r_{ок} + r_{ок}^2) \cdot (p_k - p_{am})}{3d_k \cdot \left( \frac{1 + \mu}{1 - \mu} + 1 \right)}, \quad (3)$$

где  $l_k$  – длина рычага, соединенного с осью разжимного кулака, м;  
 $R_m$  – радиус мембраны тормозной камеры, м;  
 $r_{ок}$  – радиус опорного диска тормозной камеры, м;  
 $p_{am}$  – атмосферное давление, Па;  
 $d_k$  – диаметр начальной окружности разжимного кулака, м;

Для упрощения расчетов принят ряд допущений. При этом в вычислениях не учитывается изменение активной площади мембраны во время рабочего хода тормозных камер, параметры которых условно приняты одинаковыми для каждой из осей АТС. При расчетах заполнения пневматической магистрали пренебрегаем временем заполнения участков от ускорительных (электромагнитных) клапанов до тормозных камер ввиду незначительной их длины. Скорость в начале торможения принята на уровне максимально допустимой для данного транспортного средства (85 км/ч или 23,61 м/с).

По результатам расчетов построены кривые, отображающие изменение давления ( $p_k$ ) в тормозной камере, замедления ( $j$ ), скорости ( $V$ ) и тормозного пути ( $S$ ) в случае торможения автопоезда МАЗ с существующей пневматической тормозной системой (рис. 1) и с применением электрического управляющего сигнала (рис. 2).

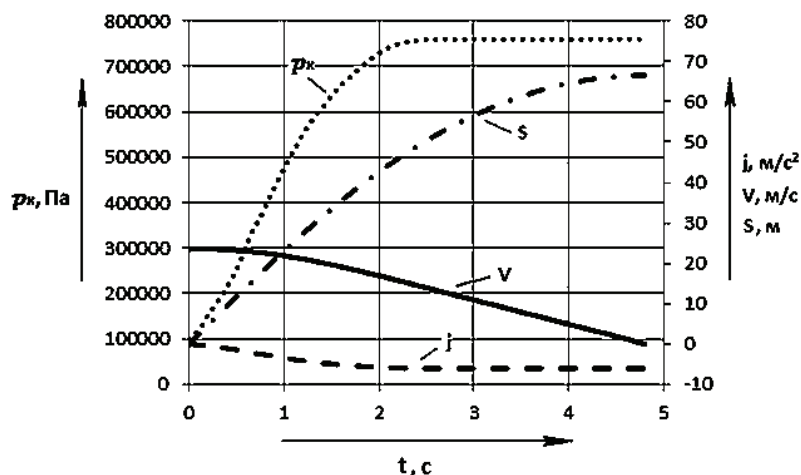


Рисунок 1 – Кривые, характеризующие процесс торможения автопоезда МАЗ с существующей пневматической тормозной системой.

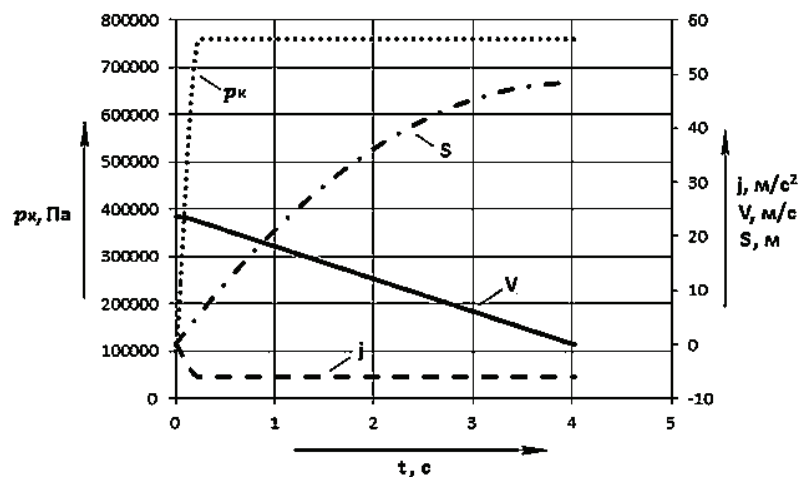


Рисунок 2 – Кривые, характеризующие процесс торможения автопоезда МАЗ с применением электрического управляющего сигнала в пневматической тормозной системе.

Согласно расчетам, время торможения автопоезда с существующей пневматической тормозной системой составляет 4,8 с, а величина тормозного пути – 66,5 м. В случае применения электрического управляющего сигнала время торможения составит 4,03 с (сократилось на 16 %), а величина тормозного пути – 48,3 м (сократилась на 27,4 %).

## ВЫВОДЫ

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения электрического управляющего сигнала в пневматической тормозной системе автопоезда МАЗ для повышения ее эффективности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грищук, О. К. Математична модель руху автопоїзда в режимі гальмування [Текст] / О. К. Грищук, П. М. Кравчук // Автошляховик України. – 2008. – № 2. – С. 22–23.
2. Математическая модель динамического процесса наполнения типовых звеньев пневматического привода автотранспортных средств [Текст] / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, В. И. Клименко, А. В. Крамской // Вестник ХНАДУ. – 2003. – № 24. – С. 112–116.
3. Моделювання перехідних процесів у пневматичному приводі з послідовно сполученими ланками [Текст] / А. М. Туренко, В. О. Богомолов, В. А. Клименко, О. В. Крамський // Автошляховик України. – 2006. – № 6. – С. 16–18.
4. Математическое моделирование динамического процесса наполнения типовых звеньев пневматического привода автотранспортных средств [Текст] / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, В. И. Клименко, А. В. Крамской // Научно-виробничий журнал. – 2004. – № 5. – С. 22–25.
5. Щукин, М. М. Конструкции и расчет автомобильных поездов [Текст] / Я. Х. Закин. – Л. : Машиностроение, 1968. – 332 с.
6. Агейкин, Я. С. Теория автомобиля [Текст] : Учебное пособие / Я. С. Агейкин, Н. С. Вольская. – М. : МГИУ, 2008. – 318 с.
7. Беляев, В. М. Проектирование тормозных систем автомобиля [Текст]. В 2-х частях. Часть 1 : Учебно-методическое пособие / В. М. Беляев, В. Г. Иванов, Л. А. Молибошко. – Мн. : Белорусская государственная политехническая академия, 2000. – 47 с.
8. Гришкевич, А. И. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть [Текст] / А. И. Гришкевич, Д. М. Ломако, В. П. Автушко. – Мн. : Высшая школа, 1987. – 200 с.
9. Тормозные устройства [Текст] : Справочник / М. П. Александров, А. Г. Лысяков, В. Н. Федосеев, М. В. Новожилов. – М. : Машиностроение, 1985. – 312 с.
10. Гуревич, Л. В. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств [Текст] / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – М. : Транспорт, 1988. – 224 с.

Получено 06.04.2015

М. П. КОРОВАШКІН

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ АУТОПОЇЗДА МАЗ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Проведено аналіз доцільності застосування електричного керуючого сигналу в пневматичній гальмівній системі автопоїзда МАЗ, що складається з тягача МАЗ-6501а8 та причепа МАЗ-856102, для підвищення ефективності гальмування.

**математична залежність, електромагнітний клапан, гальмівна камера, пневматична гальмівна система, керуючий сигнал**

MAXIM KOROVASHKIN

THE INCREASE OF BRAKING EFFICIENCY OF ROAD TRAIN MAZ

Donbas National Academy of Civil and Architecture

The analysis of the feasibility of using electrical control signal in the pneumatic brake system of road train MAZ, which consists of the tractor MAZ-6501a8 and the trailer MAZ-856102, for the increase braking efficiency, has been carried out.

**mathematical relationship, solenoid valve, brake chamber, pneumatic brake system, control signal**

УДК 631.95

**ТОРРЕС МИНЬО КАРЛОС <sup>а</sup>, ХАКОМЕ ЭМЕРСОН <sup>а</sup>, Е. В. РОМАНОВА <sup>б</sup>, М. С. ГИНС <sup>с</sup>**

<sup>а</sup> Технический Университет Котопакси, Эквадор, <sup>б</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Россия,

<sup>с</sup> ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, Московская область, Россия

## **БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ АМАРАНТА В УСЛОВИЯХ ЭКВАДОРА**

Изучены биометрические признаки сортов амаранта отечественной селекции при их выращивании в экологических условиях Эквадора. Выявлены образцы, обладающие высокими параметрами урожайности и устойчивости к грибным заболеваниям, экологической пластичностью, перспективные для селекционной работы и выращивания в Латинской Америке.

**амарант, селекция, биометрические признаки**

Амарант относится к числу культур универсального использования. Это – пищевое, кормовое, лекарственное, техническое, декоративное растение. Перспективно использование амаранта в медицине в качестве противовоспалительного, кровоостанавливающего, мочегонного, антибактериального средства, а также для профилактики онкологических заболеваний. Амарант является источником ценных биологически активных соединений, которые могут найти применение в различных областях народного хозяйства [1].

Ведущим центром по селекции культуры амаранта в России является ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур (ВНИИССОК), где создан ряд сортов амаранта с ценными пищевыми и лекарственными свойствами [2].

К настоящему времени в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве в Российской Федерации, включены 23 сорта амаранта. Тринадцать сортов для использования на силос, среди них, сорт Кизлярец селекции ВНИИССОК – семенного и силосного использования, три сорта овощного направления (Валентина, Крепыш и Памяти Коваса – селекции ВНИИССОК), и шесть сортов декоративного направления (Зеленая сосулька, Дюймовочка и Булава – селекции ВНИИССОК).

Культура амарант (*Amaranthus*) известна в Эквадоре как «ataco» (атако), «sangorache» (сангора-че), blede (бледе) или «quinua de castilla» (киноа де кастилья). Когда испанцы прибыли в Латинскую Америку, они отметили амарант, наряду с кукурузой и киноа, в качестве основного продовольственного зерна у коренного населения.

В Эквадоре, в Автономном Национальном Институте Сельскохозяйственных Исследований (INIAP), разработали программу Андских Культур. Первые исследования начались в 1983 году и были посвящены сборке и оценке местной гермоплазмы и интродукции гермоплазмы из других стран зоны Анд. В результате сборки коллекции семян амаранта в высоких районах Анд в Эквадоре были найдены семена только черного цвета.

### **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Определение биометрических характеристик сортообразцов коллекции амаранта селекции ВНИИССОК в условиях Эквадора.

### **ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В работе были использованы сорта из коллекции амаранта ВНИИССОК: Крепыш, Валентина, Дон Педро, Булава, Факел, Дюймовочка, Кизлярец, Памяти Коваса, Зеленая Сосулька, Неженка.

Сорта сравнивали на основе параметров, установленных Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR).

### УСЛОВИЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проводилась в Эквадоре, провинция Котопакси, близ города Латакунга на опытных полях UTC (Технический Университет Котопакси). Высота 2 757 м над уровнем моря, при среднегодовой температуре 13,5 °С, влажность воздуха 70 %, общая продолжительность светового дня в течение месяца – 120 часов, годовые атмосферные осадки – 550 мм. Посев проводился рядовым способом вручную в открытом грунте в 2013 году. Учётная делянка – 3 м. Повторность трёхкратная. Глубина заделки семян 1,5–2,0 см. Норма высева 0,5–0,7 г/м<sup>2</sup>.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные исследования показали, что по биометрическим параметрам (табл. 1) выделился сорт Кизлярец по длине стебля (134 см), а самый низкий стебель был у сорта Дюймовочка (50 см). Растения отличались разной степенью ветвления – от полного отсутствия ветвей (сорт Неженка) до множественного ветвления у основания стебля (сорта Зеленая Сосулька, Булава, Дон Педро, Памяти Коваса, Кизлярец).

**Таблица 1** – Биометрические показатели сортообразцов амаранта при выращивании в условиях Эквадора

№ п/п	Образцы	Дни до цветения	Высота растения, см (среднее)	Длина метелки, см (среднее)	Цвет соцветия	Цвет семян
1	Неженка	63	94	52	смесь (зеленый и фиолетовый)	черный
2	Дюймовочка	54	50	32	зеленый	черный
3	Факел	50	68	39	фиолетовый	черный
4	Зеленая сосулька	50	62	40	зеленый	розовый
5	Булава	52	66	47	розовый	розовый
6	Дон Педро	54	88	75	фиолетовый	черный
7	Памяти Коваса	54	76	32	розовый	светло-коричневый
8	Валентина	54	63	39	фиолетовый	черный
9	Крепыш	66	120	58	смесь (зеленый и фиолетовый)	кремовый
10	Кизлярец	66	134	49	смесь (зеленый и фиолетовый)	кремовый

По длине метелки высокие результаты были у сорта Зеленая сосулька, а самая короткое соцветие отмечено у сорта Дюймовочка. Все сорта имели форму соцветия амарантового типа, за исключением образца Факел с глобусовидным соцветием. Тип соцветий у сортообразцов наблюдался висячий или стоячий, но были и промежуточные типы (полустоячие) у сортов Памяти Коваса, Крепыш и Кизлярец. Дни до цветения растений колебались в интервале от 50 до 66, самые короткие периоды до цветения наблюдались у образцов Факел и Зеленая сосулька.

Изучение взаимосвязей между биометрическими показателями растений по шкале Чеддока выявило высокую степень корреляции между днями до цветения и высотой растения (табл. 2), заметную – между высотой растения и длиной метелки и умеренную между днями до цветения и длиной метелки.

Основным фитопатогеном для амаранта в условиях Эквадора является Склеротиния (лат. Sclerotinia), местное название – Esclerotinia, род сумчатых грибов, входящих в группу дискомицеты. Развитие заболевания значительно влияет на урожайность культуры. Наши исследования показали, что 9 из 10 сортообразцов в разной степени поражались этой грибной болезнью. Высокую степень восприимчивости показал образец Булава, среднюю – Валентина, Крепыш, Кизлярец. И только на растениях сорта Факел не была зафиксирована ни одна из стадий развития Sclerotinia.

**Таблица 2** – Коэффициенты корреляции между биометрическими признаками растений амаранта

	Дня до цветения	Высота растения, см (среднее)	Длина метелки, см (среднее)
Дня до цветения	1	0,888	0,374
Высота растения, см (среднее)		1	0,5381
Длина метелки, см (среднее)			1

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, амарант является растением с высокой экологической пластичностью, и сорта, созданные в России, показывают стабильные результаты и в других зонах выращивания, значительно отличающихся по почвенным и климатическим условиям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононков, П. Ф. Амарант – перспективная культура XXI века [Текст] / П. Ф. Кононков, В. К. Гинс, М. С. Гинс. – М. : РУДН, 1998. – 296 с.
2. Кононков, П. Ф. Интродукция амаранта в России [Текст] / П. Ф. Кононков, М. С. Гинс // Овощи России. – 2008. – № 1–2. – С. 79–82.

Получено 07.04.2015

ТОРРЕС МІНЬО КАРЛОС <sup>a</sup>, ХАКОМЕ ЕМЕРСОН <sup>a</sup>, О. В. РОМАНОВА <sup>b</sup>,  
М. С. ГІНС <sup>c</sup>

БІОМЕТРИЧНІ ОЗНАКИ АМАРАНТУ В УМОВАХ ЕКВАДОРУ

<sup>a</sup> Технічний Університет Котопаксі (Еквадор), <sup>b</sup> Російський університет дружби на-  
родів (Москва), <sup>c</sup> ВНДІ селекції та насінництва овочевих культур (Московська об-  
ласть), Росія

Вивчено біометричні ознаки сортів амаранту вітчизняної селекції при їхньому вирощуванні в  
екологічних умовах Еквадору. Виявлені зразки, що мають високі параметри врожайності та стійкості  
до грибкових захворювань, екологічною пластичністю, перспективні для селекційної роботи та  
вирощування в Латинській Америці.

**амарант, селекція, біометричні ознаки**

TORRES MIÑO CARLOS <sup>a</sup>, JÁCOME EMERSON <sup>a</sup>, ELENA ROMANOVA <sup>b</sup>,  
MURAT GINS <sup>c</sup>

BIOMETRIC SIGNS OF AN AMARANTHUS IN THE CONDITIONS OF  
ECUADOR

<sup>a</sup> Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador), <sup>b</sup> Peoples' Friendship University of Russia  
(Moscow), <sup>c</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Crops Selection and Seed  
Breeding (Moscow Region)

Biometric signs of grades of an Amaranthus of domestic selection at their cultivation in ecological conditions  
of Ecuador are studied. The samples possessing high parameters of productivity and resistance to fungal  
diseases, ecological plasticity perspective for selection work and cultivation in Latin America are revealed.

**amaranthus, selection, biometric signs**

УДК 697:69.035.4

**А. А. РУСАКОВА, Е. А. РУСАКОВА, А. А. ОЛЕКСЮК**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **СОЗДАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ ПРИ ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Статья посвящена идеи разработки систем отопления и вентиляции зданий при подземном строительстве. В статье рассматриваются эти системы, их достоинства и недостатки.

**подземный дом, однотрубная система отопления, приточно-вытяжная вентиляция, стояк, магистраль**

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Актуальность статьи состоит в том, что при подземном строительстве появляется ряд преимуществ: так как здание строится под землей и на поверхность выходит небольшая часть здания (лифтовое помещение с герметичными дверями, чтобы не нарушалась циркуляция воздуха), то площадь, которая нужна была бы для постройки этого же здания стандартным способом, освобождается под озеленение; так как здание герметично, то воздух будет подаваться механическим способом, т. е. забор воздуха идет снаружи (с зеленой зоны, которая была предусмотрена); значительно уменьшаются тепловые потери, следовательно, уменьшаются затраты энергоносителя на отопление.

### **ЦЕЛИ СТАТЬИ И ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа посвящена нахождению доступного решения обустройства систем отопления и вентиляции здания при подземном строительстве. В наше время участилась плотность застройки многоэтажными зданиями и небоскребами. А зеленых насаждений все меньше и меньше. Можно решить эту проблему с помощью строительства подземного жилого дома.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

Благодаря строительству подземного жилого дома появляется ряд преимуществ:

1. Так как здание строится под землей и на поверхность выходит небольшая часть здания, то площадь, которая нужна была бы для постройки этого же здания стандартным способом, освобождается под озеленение.
2. Воздух подается механическим способом, т. е. забор воздуха идет с зеленой зоны, которая была предусмотрена.
3. Значительно уменьшаются тепловые потери, следовательно, уменьшаются затраты энергоносителя на отопление.

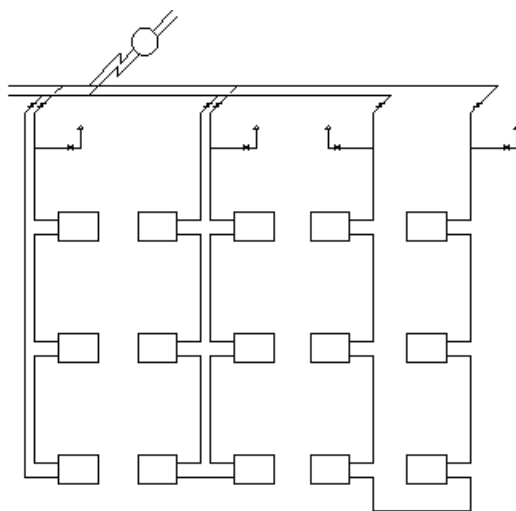
Недостатки подземного дома:

1. Отсутствие естественного освещения.
2. Требуется гидроизоляция здания.
3. Сложности в строительстве, монтаже и ремонте.

Рассмотрим систему отопления в таком доме.

Если начать разработку подземного дома, то можно увидеть ряд преимуществ по сравнению со стандартным строительством. Итак, в обычном жилом доме в основном применяют однотрубную систему отопления с нижней разводкой [1], но в подземном доме лучше применить верхнюю разводку, так как это упростит подключение к общей магистрали. Также всем известно, что грунт под домом

не такой холодный, как наружный воздух, следовательно, для отопления подземного дома понадобится более низкая температура теплоносителя по сравнению со стандартным строительством. При такой схеме теплее всего будет на верхних этажах (где температура почвы более низкая), если говорить о стояках, то самую высокую температуру будет иметь тот, который расположен ближе к началу раздачи. Все объясняется схемой движения теплоносителя: горячий теплоноситель из магистрали распределяется по трубопроводу подачи, затем опускается вниз, проходя первый радиатор, на котором часть тепла теряется. Теплоноситель с более низкой температурой подается в следующий, и так до поступления в обратную магистраль [1]. На каждом отопительном приборе теряется часть тепла, и до нижних радиаторов доходит теплоноситель с относительно низкой температурой. Также одним из главных преимуществ является то, что под землей не будет обтекания воздухом (нет ветра), вследствие этого теряется меньше тепла чем при стандартном строительстве, так как не будет естественной конвекции, уменьшаются теплопотери. Принципиальная схема однотрубной системы отопления для зданий с верхней разводкой, расположенных под землей, представлена на рисунке 1. Требуется относительно небольшой расход материала, так как используется однотрубная система отопления. Вследствие разности температур почвы по геометрической высоте здания и разности температур теплоносителя по высоте системы отопления, происходит естественное выравнивание температуры внутреннего воздуха (нет необходимости в дополнительной регулирующей аппаратуре).



**Рисунок 1** – Принципиальная схема однотрубной системы отопления для зданий с верхней разводкой, расположенных под землей.

К недостаткам можно отнести то, что могут возникнуть сложности с ремонтом, так как при поломке системы на верхних этажах придется отключить весь стояк.

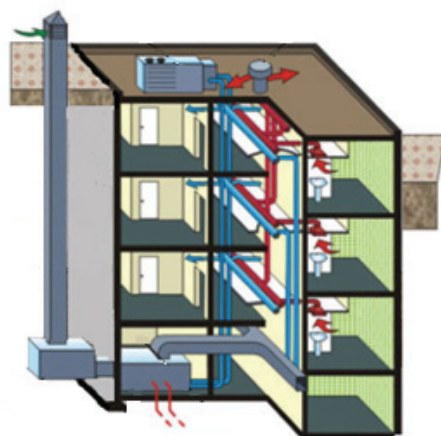
Рассмотрим систему вентиляции жилого здания при подземном строительстве.

Для вентиляции подземного жилого дома единственным возможным решением является устройство приточно-вытяжной вентиляции, так как здание герметично, а следовательно, требует искусственной подачи воздуха и удаления загрязненного воздуха наружу.

В механических системах вентиляции используются оборудование и приборы (вентиляторы, электродвигатели, воздухонагреватели, пылеуловители, автоматика и др.), позволяющие перемещать воздух на значительные расстояния. Затраты электроэнергии на их работу могут быть довольно большими. Такие системы могут подавать и удалять воздух из локальных зон помещения в требуемом количестве, независимо от изменяющихся условий окружающей воздушной среды. При необходимости воздух подвергают различным видам обработки (очистке, нагреванию, увлажнению и т. д.), что практически невозможно в системах с естественным побуждением. Принципиальная схема приточно-вытяжной вентиляции для зданий при подземном строительстве представлена на рисунке 2.

Достоинства приточно-вытяжной системы вентиляции: оба потока воздуха полностью контролируются автоматической системой вентиляции; в механических системах вентиляции используется





**Рисунок 2** – Принципиальная схема приточно-вытяжной вентиляции для зданий при подземном строительстве.

оборудование и приборы, позволяющие перемещать воздух на значительные расстояния; воздух подвергают очистке, нагреванию, увлажнению и т. д.; может быть организована с блоком рекуперации тепла. Недостатки приточно-вытяжной системы вентиляции: это сложная и дорогостоящая система, требующая привлечения профессионалов для монтажа вентиляционной системы.

## ВЫВОДЫ

Здание при подземной застройке может быть организовано с обговоренными системами отопления и вентиляции. При таком строительстве улучшается экология. Данные системы могут применяться как в зданиях подземных, так и в зданиях при стандартном строительстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отопление и вентиляция [Текст] : Учебник для вузов. В 2-х частях. Часть 1. Отопление / Авт.: П. Н. Каменев, А. Н. Сканава, В. Н. Богословский [и др.]. – Изд. 3-е перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1975. – 483 с.
2. Отопление и вентиляция [Текст] : Учебник для вузов. В 2-х частях. Часть 2. Вентиляция [Текст] / Под ред. В. Н. Богословского. – М. : Стройиздат, 1976. – 439 с.
3. Стефанов, Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст] / Е. В. Стефанов. – Санкт-Петербург : Издательство «АВОК Северо-Запад», 2005. – 402 с.

Получено 08.04.2015

А. А. РУСАКОВА, Е. А. РУСАКОВА, А. О. ОЛЕКСЮК  
СТВОРЕННЯ І РОЗРОБКА НОВИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ  
БУДІВЕЛЬ ПРИ ПІДЗЕМНОМУ БУДІВНИЦТВІ  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Стаття присвячена ідеї розробки систем опалення та вентиляції будівель при підземному будівництві.  
У статті розглядаються ці системи, їх переваги і недоліки.

**підземний будинок, однотрубна система опалення, приточно-витяжна вентиляція, стояк, магістраль**

ANASTASIA RUSAKOVA, EKATERINA RUSAKOVA, ALEXEY OLEKSYUK  
THE CREATION AND DEVELOPMENT OF NEW SYSTEMS OF HEATING AND  
VENTILATION OF BUILDINGS IN UNDERGROUND CONSTRUCTION  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Article is devoted to the idea of developing heating and ventilation systems of buildings with underground construction. This article discusses these systems, their advantages and disadvantages.

**underground house, one-pipe heating system, forced-air ventilation, riser, pipe**

УДК 628.144.22

**А. Я. НАЙМАНОВ, Г. С. ТУРЧИНА**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **УЧЕТ НЕРАВНОЗНАЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ РАСЧЕТЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Статья посвящена проблеме неучтенной неравнозначности различных участков в кольцевых водопроводных сетях при расчете параметров надежности водоснабжения. В качестве одного из решений данной проблемы рассматривается возможность введения коэффициента значимости участка при расчете надежности системы водоснабжения.

**надежность, вероятность безотказной работы, кольцевая водопроводная сеть**

На сегодня существует множество конфигураций водопроводных сетей, обладающих разными уровнями показателей долговечности, безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости. Необходимо обеспечить наибольшую надежность сети.

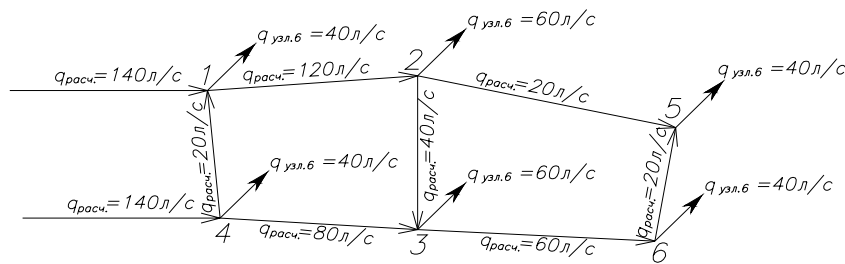
Чтобы понять, сколь надежна та или иная система, необходимо произвести расчёт. На сегодня существует несколько способов справиться с поставленной задачей, например:

1. Расчет на основании составленного графа системы с последующим приведением к системе дифференциальных уравнений Колмогорова.
2. Расчет с помощью булевой алгебры и составления логических уравнений.
3. Рассмотрение системы с точки зрения марковских процессов как систему массового обслуживания.
4. Приведение системы к последовательно-параллельной схеме с последующим решением с помощью декомпозиции и эквивалентирования.

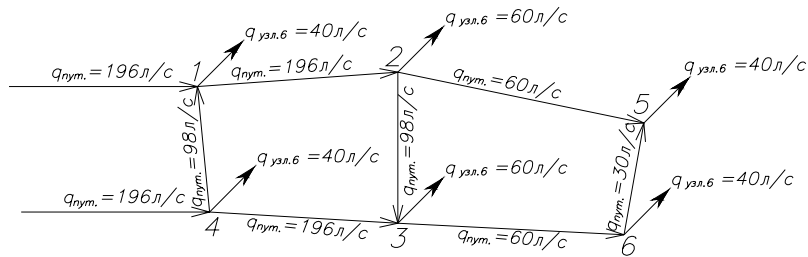
Каждый из этих методов имеет свои плюсы и минусы, и все же один недостаток объединяет все эти способы – это отсутствие учета неравнозначности различных участков одной и той же сети. Да, частично эта проблема решается, например, при расчете с помощью так называемой булевой алгебры. Тогда, при способе расчета минимальными сечениями, возможен учет важности местоположения одного участка в сравнении с другими. Частично эта же методика нашла свое отображение при расчете системы, сведенной к схеме с последовательно-параллельными элементами. Однако ни в одном из приведенных способов не ведется учет неравнозначности участков в связи с проходящим через их сечение количеством воды [1–3].

Решение проблемы неравнозначности участков попытаемся выполнить на примере сети, состоящей из 2х колец. Материал для трубопроводов – пластик ПЭ 100 SDR 17 ГОСТ 18599-2001. Расчетный расход на участках подбираем в зависимости от узлового расхода (рис. 1).

Для обеспечения подачи воды предлагается подбор диаметров труб выполнять не по расчетным расходам, а по приведенным расходам на участках. Эти расходы введены исходя из того, что при аварии на каком-либо участке существует необходимость пропустить сумму выходящих из узла объемов воды (не менее 70 % от требуемого) дополнительно через другие участки. Тогда необходимо на участке сети предусматривать трубопроводы с увеличенным диаметром. Вот эти увеличенные (приведенные) расходы по участкам для подбора диаметров для данного примера представлены на рис. 2.



**Рисунок 1** – Схема сети водоснабжения, состоящая из двух колец с распределенными узловыми и расчетными расходами.



**Рисунок 2** – Схема сети водоснабжения из двух колец с учетом увеличения расхода при аварии на каком-либо участке (с приведенными расходами).

Выбранные по приведенным расходам диаметры труб представлены в табл. 1.

**Таблица 1** – Расход и диаметры трубопроводов по участкам с учетом увеличения диаметров участков на случай аварии

№ участков	Длина участка, м	Приведенный расход, л/с	Диаметр, мм
Водовод 1	2 000	196	450
Водовод 2	2 000	196	450
1–2	800	196	450
2–3	600	98	355
3–4	750	196	450
4–1	500	98	355
2–5	1 000	60	280
5–6	450	30	225
6–3	900	60	280

Не все участки имеют равную значимость для данной конкретной системы. Например, отказ участков 1–2, 1–4, 4–3, выходящих из узлов подключения водоводов, имеют большие последствия для сети, чем отключение участков 2–5, 5–6, 3–6. Дополнительно к этому в любой системе водоснабжения через разные участки проходит различное количество воды, следовательно, участки неравнозначны.

Для учета такой неравнозначности в газовых сетях А. А. Ионин рассматривал долю недопдачи газа от каждого участка в случае их отказа [4, 5]. Однако в случае расчета систем водоснабжения следует учитывать возможность пропуса дополнительных расходов воды через другие участки. Эта возможность зависит от диаметра трубопроводов. Следовательно, можно провести расчет коэффициента значимости на основании величины сечений трубопроводов.

В качестве коэффициента значимости  $Z_i$  предлагается принять долю общей пропускной способности сети, которая приходится на данный участок. Для каждого участка он равен отношению безразмерного сечения трубопровода к сумме безразмерных сечений трубопроводов всех участков сети.

$$Z_i = \frac{S_i}{\sum S_i},$$

где  $S_i$  – безразмерные сечения трубопроводов для каждого участка, составят:

$$\sum S_i = \frac{f_i}{F_o},$$

где  $f_i = \frac{\pi d_i^2}{4}$  – сечение каждого участка;  
 $d_i$  – диаметр трубопровода на участке;

$F_o = \frac{\pi d_o^2}{4} = \frac{Q}{V_o}$  – сечение для условного диаметра трубопровода общего расхода;

очевидно, что  $S_i = \frac{d_i^2}{d_o^2}$ ;

$Q$  – общий расход воды, л/с;

$Q = 280$  л/с;

$V_o$  – средняя скорость течения воды, принятая равной 1 м/с;

$F_o = \frac{0,28}{1} = 0,28 \text{ м}^2$  – для рассчитываемой системы.

$$d_o = \sqrt{\frac{F_o \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,28 \cdot 4}{3,14}} = 0,6 \text{ м} = 600 \text{ мм}.$$

Полученные значения  $S_i$  и  $Z_i$  для каждого участка сведем в таблицу 2.

**Таблица 2** – Расчетные значения безразмерных сечений и коэффициентов значимости для каждого участка двухкольцевой сети из примера рис. 2 и табл. 1

№ участков	Диаметр, мм	$S_i$	$Z_i$
1–2	450	0,563	0,234
2–3	355	0,350	0,145
3–4	450	0,563	0,234
4–1	355	0,350	0,145
2–5	280	0,218	0,091
5–6	225	0,141	0,06
6–3	280	0,218	0,091
		$\sum S_i = 2,403$	$\sum Z_i = 1$

Важно также отметить, что, практически, всегда значения  $S_i \geq 1$ . Единственный случай, исключаящий данную особенность, – это когда система представляет собой одну линию трубопровода, не меняющего свой диаметр на всем своем протяжении (например, один водовод).



Схема водовода, при котором  $S_i = 1$ .

Однако если система имеет однокольцевую схему водоснабжения, то диаметры, соответственно, должны будут подобраны так, чтобы в случае отключения какого-либо участка через другие участки можно было передать не меньше 70 % от необходимого количества воды, т. е., имеем 4 трубопровода равного диаметра, каждый из которых сможет обеспечивать 0,7Q воды.

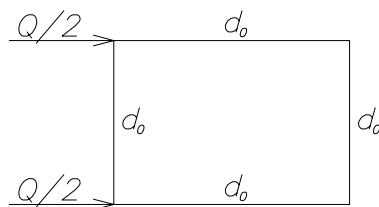


Схема однокольцевой водопроводной сети, где  $\sum S_i \approx 4$ .

Для удобства и быстроты расчета конструктивной надежности в большинстве случаев принято считать наиболее рациональным способ приведения к последовательно-параллельной структурно-логической схеме с последующим решением с помощью декомпозиции и эквивалентирования.

Вероятность безотказной работы участка находим по формуле [6]:

$P_i = e^{-(\lambda_i l_i t)}$ , а с учетом значимости участка в работе всей сети (доля вклада участка в надежность всей сети):

$P_{iz} = Z_i e^{-(\lambda_i l_i t)} = Z_i P_i$ , – доля показателя вероятности безотказной работы, приходящейся на данный участок от общей вероятности отказа системы, где:

$\lambda$  – интенсивность отказов труб из данного материала, 1/год·км;

$l_i$  – длина участка, км;

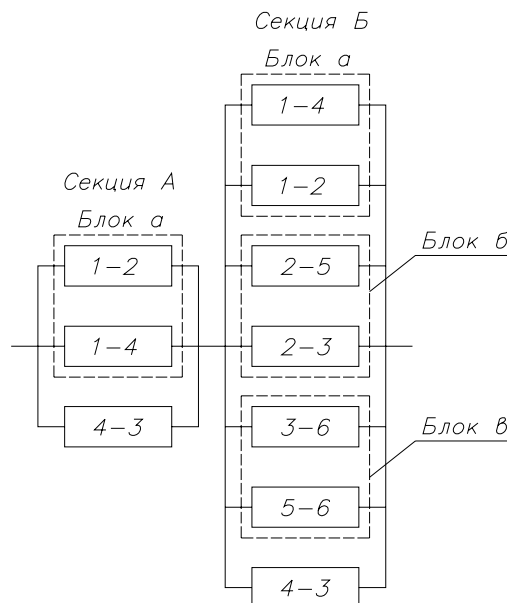
$t$  – расчетный срок эксплуатации, обычно для новых трубопроводов принимается  $t = 1$  год.

Расчетные значения вероятности безотказной работы для каждого участка с учетом коэффициента значимости и без него сведены в таблице 3.

**Таблица 3** – Расчетные значения вероятности безотказной работы для каждого участка с учетом коэффициента значимости и без него

№ п/п	№ участка	$\lambda$ , 1/год·км	$l_i$ , км	$t$ , год	$\lambda_i$ , 1/год·км	$P_i$	$Q_i = (1-P_i)$	$Z_i$	$P_{iz} = Z \cdot P_i$
1	1–2	0,02	0,8	1	0,016	0,984129	0,01587	0,234	0,230286
2	2–3	0,02	0,6	1	0,012	0,988073	0,01193	0,145	0,143271
3	3–4	0,02	0,75	1	0,015	0,985113	0,01489	0,234	0,230516
4	4–1	0,02	0,5	1	0,010	0,990051	0,00995	0,145	0,143557
5	2–5	0,02	1	1	0,020	0,980201	0,01980	0,091	0,089198
6	5–6	0,02	0,45	1	0,009	0,991041	0,00896	0,06	0,059462
7	6–3	0,02	0,9	1	0,018	0,982163	0,01784	0,091	0,089377
			$\Sigma l_i = 5$		$\Sigma \lambda_i = 0,1$	$P_{(сум)} = 0,999998$		$\Sigma Z_i = 1$	$\Sigma P_{iz} = 0,98567$

Далее необходимо построить структурно-логическую схему сети. Учтем при этом, что отказ одного участка сети не приводит к отказу нескольких других участков. Таким образом, видимо, все участки сети следует соединить параллельно. Однако одновременный отказ участков сети, прилегающих к точкам ввода воды от НС-II, приводит к полному отказу сети. Получаем структурно-логическую схему, которая приведена на рис. 3. Для вычисления параметров надежности применяем метод эквивалентирования и декомпозиции [6].



**Рисунок 3** – Структурно-логическая схема расчетной двухкольцевой сети водоснабжения.

Произведем расчет для системы водоснабжения с учетом коэффициента значимости ( $Z$ ) и без него. С учетом коэффициента значимости ( $Z$ ):

$$P_{1-2,1-4} = 1 - [(1 - P_{1-2}) \cdot (1 - P_{1-4})] = 0,340784; P_a = P_{1-2,1-4}; P_{a,4-3} = 1 - [(1 - P_a) \cdot (1 - P_{4-3})] = 0,492744;$$

$$P_{2-5,2-3} = 1 - [(1 - P_{2-5}) \cdot (1 - P_{2-3})] = 0,219690; P_{3-6,5-6} = 1 - [(1 - P_{3-6}) \cdot (1 - P_{5-6})] = 0,143524;$$

$$P_{\bar{6}} = P_{2-5,2-3}; P_{\bar{a}} = P_{3-6,5-6}; P_{a,\bar{6}} = 1 - [(1 - P_a) \cdot (1 - P_{\bar{6}})] = 0,485607; P_{\bar{a},4-3} = 1 - [(1 - P_{\bar{a}}) \cdot (1 - P_{4-3})] = 0,340956;$$

$$P_{a,\bar{6},4-3} = 1 - [(1 - P_{a,\bar{6}}) \cdot (1 - P_{4-3})] = 0,660992; P_{a,4-3,a,\bar{6},4-3} = 1 - [(1 - P_{a,4-3}) \cdot (1 - P_{a,\bar{6},4-3})] = 0,325700.$$

Без учета коэффициента значимости ( $Z$ ):

$$P_{1-2,1-4} = 1 - [(1 - P_{1-2}) \cdot (1 - P_{1-4})] = 0,999842; P_a = P_{1-2,1-4}; P_{a,4-3} = 1 - [(1 - P_a) \cdot (1 - P_{4-3})] = 0,999998;$$

$$P_{2-5,2-3} = 1 - [(1 - P_{2-5}) \cdot (1 - P_{2-3})] = 0,999764; P_{3-6,5-6} = 1 - [(1 - P_{3-6}) \cdot (1 - P_{5-6})] = 0,999840;$$

$$P_{\bar{6}} = P_{2-5,2-3}; P_{\bar{a}} = P_{3-6,5-6};$$

$$P_{a,\bar{6}} = 1 - [(1 - P_a) \cdot (1 - P_{\bar{6}})] = 0,999999; P_{\bar{a},4-3} = 1 - [(1 - P_{\bar{a}}) \cdot (1 - P_{4-3})] = 0,999998;$$

$$P_{a,\bar{6},4-3} = 1 - [(1 - P_{a,\bar{6}}) \cdot (1 - P_{4-3})] = 0,999999; P_{a,4-3,a,\bar{6},4-3} = 1 - [(1 - P_{a,4-3}) \cdot (1 - P_{a,\bar{6},4-3})] = 0,999998.$$

В результате разница в показателях составит 0,674298. Очевидно, такая методика учета коэффициента значимости дает заниженное значение надежности. Более целесообразным можно считать за вероятность безотказной работы сети величину  $\Sigma P_{iz}$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Е. М. Расчет кольцевых водопроводных сетей с учетом надежности функционирования [Текст] : [монография] / Е. М. Гальперин. – Саратов : Изд-во СГУ, 1989. – 104 с.
2. Ионин, А. А. Надежность тепловых сетей [Текст] / А. А. Ионин. – М. : Стройиздат, 1989. – 336 с.
3. Ильин, Ю. А. Надежность водопроводных сооружений и оборудования [Текст] / Ю. А. Ильин. – М. : Стройиздат, 1985. – 240 с.
4. Надежность городских систем газоснабжения [Текст] / А. А. Ионин, К. С. Алибеков, В. А. Жила, С. С. Зати-  
кян. – М. : Стройиздат, 1980. – 231 с.
5. Ионин, А. А. Газоснабжение [Текст] / А. А. Ионин. – М. : Стройиздат, 1989. – 439 с.
6. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги [Текст]. – Введ.  
01.01.1997. – К. : Держстандарт України, 1995. – 90 с.

Получено 09.04.2015

А. Я. НАЙМАНОВ, Г. С. ТУРЧИНА

УРАХУВАННЯ НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ РІЗНИХ ДІЛЯНОК ВОДОПРОВІДНОЇ  
МЕРЕЖІ ПРИ РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Стаття присвячена проблемі неврахованої нерівнозначності різних ділянок в системах водопостачання  
при розрахунку параметрів водопостачання. Як одне з рішень даної проблеми розглядається можливість  
введення коефіцієнта значущості при розрахунку надійності всієї системи водопостачання.  
**надійність, вірогідність безвідмовної роботи, кільцева водопровідна мережа**

NAIMANOV AUBEKIR, GALINA TURCHINA

ACCOUNT OF UNEQUIVALENTNESS OF DIFFERENT AREAS OF PLUMBING  
NETWORK AT THE CALCULATION OF FAILSAFETY WATER-SUPPLY  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article is devoted to the problem of untaken into account unequivalentness of different areas in the  
water systems at the calculation of parameters of water-supply. As one of decisions of this problem possibility  
of introduction of coefficient of meaningfulness is examined at the calculation of failsafety all the water-  
supply.  
**reliability, probability of faultless work, ring plumbing network**

УДК 624.014.2

**О. В. ЯКУБА, А. В. ОВСЯННИКОВА, В. З. ВЕЛИЧКИН, И. С. ПТУХИНА**  
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕКРЫТИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Потребность в быстром возведении промышленных, спортивных большепролетных сооружений растет с каждым годом. В связи с этим инженер всегда должен уметь быстро планировать будущий конструктив здания. Немаловажную роль играет выбор перекрытия. При планировании необходимо не только учитывать все факторы и грамотно рассчитывать перекрытие, но и одновременно стремиться к минимизации затрат на строительство. В данной статье рассматривается расход металла на каждое перекрытие и определяется эффективность использования перекрытия, учитывая полезный объем здания. В статье рассмотрены четыре вида перекрытий. В зависимости от пролета найден объем металла, используемый каждым перекрытием. Произведен подсчет объема пространства, занимаемого строением, при высоте 14 м и шаге 6 м. Учитывая высоту перекрытия, найден полезный объем сооружения. Произведено сравнение перекрытий по расходу металла и сравнение по эффективности использования, учитывая полезный объем сооружения. Определено наиболее экономичное и наиболее эффективное перекрытие.

**строительные конструкции, стальные конструкции, большепролетные сооружения, перекрытия, расход материала, эффективность использования материала, экономичное перекрытие**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Большепролетные металлоконструкции в современном строительстве делятся на следующие типы: металлоконструкции специального назначения (промышленного потенциала, башни и т. д.), нестандартные металлоконструкции (эстакады, строительство мостов), быстровозводимые здания (промышленные, торговые, спортивные сооружения) [3].

Конструктив таких сооружений зачастую сложнее и требует особого внимания и технических решений. Надо учитывать такие факторы, как транспортировка, изготовление, монтаж, трудозатраты, нагрузка на фундаменты, расход материала и др. [4].

Бесспорно, одной из проблем, стоящих перед конструктором, является выбор наиболее рационального перекрытия, в том числе и с точки зрения экономичности по расходу материала.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Исследованиями в области металлических большепролетных перекрытий занимались В. Ф. Фомина, Н. В. Сидоров, В. В. Горев и др. [1–5]. Основоположником стал Н. С. Стрелецкий – советский ученый-механик, специалист в области строительных конструкций и мостостроения; член-корреспондент АН СССР (1931).

Однако несмотря на огромный объем исследований в этой области, существует потребность в более четких расчетах по затрате металла на конструкции и выявлении наиболее экономичного перекрытия.

### **ЦЕЛИ**

Целью работы является определение наиболее эффективного перекрытия с минимальным расходом металла. Для этого изучены четыре типа перекрытий и в соответствии с пролетами найден расход металла для каждого из них.

© О. В. Якуба, А. В. Овсянникова, В. З. Величкин, И. С. Птухина, 2015

В работе рассмотрены 4 вида перекрытий: фермы, рамы, арки, пространственные конструкции. И пять пролетов, соответствующие каждому из них: 36, 42, 54, 62, 70 м. Для каждого пролета найден расход металла на перекрытие.

### 1 Преимущества и недостатки перекрытий

Металл в *фермах* (рисунок 1) используется более рационально, чем в балках, следовательно, они экономичнее по расходу материала, однако из-за большого количества деталей трудоемки в изготовлении [5, 10].

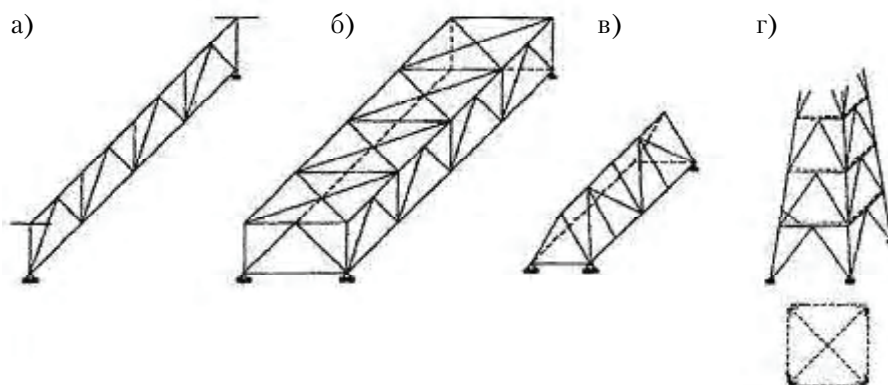


Рисунок 1 – Фермы (В. Л. Зудин [5]).

Перекрытия на **основе рам** (рисунок 2) обладают большой поперечной жесткостью, но для восприятия распора требуются мощные фундаменты из-за чувствительности к осадкам опор [8, 9, 11, 12].



Рисунок 2 – Перекрытие на основе рам

*Арки* (рисунок 3) имеют меньший расход металла, и, благодаря большой жесткости, прогибы в арках в 2–3 раза меньше, чем в рамах. Недостатком является существенный расход материала на фундаменты и относительно сложный монтаж [9, 15].

*Пространственные конструкции* (рисунок 4) можно опирать на колонны в любой точке. Способны воспринимать неравномерные, сосредоточенные нагрузки. Имеют повышенную жесткость. Облегчение ограждающих конструкций кровли. Однако трудоемкость изготовления во многих случаях оказывается больше, чем в системах, составленных из плоских конструкций [6, 7, 13, 14].

### 2 Расчет расхода металла

Нами были рассмотрены типовые проекты большепролетных зданий и сооружений с соответствующим весом перекрытия для каждого из них. Проведена интерполяция и составлена таблица 1 «пролет – перекрытие», на основе которой построен график расхода металла (рисунок 5).





Рисунок 3 – Перекрытие на основе арок.



Рисунок 4 – Пространственная конструкция.

Таблица 1 – Расход стали на перекрытие, кг/м<sup>2</sup>

Пролет	Ферма	Рама	Арка	Пространственная конструкция
36 м	28,96 кг/м <sup>2</sup>	40 кг/м <sup>2</sup>	42,9 кг/м <sup>2</sup>	36,8 кг/м <sup>2</sup>
42 м	33,2 кг/м <sup>2</sup>	47,5 кг/м <sup>2</sup>	44,1 кг/м <sup>2</sup>	38 кг/м <sup>2</sup>
54 м	41,8 кг/м <sup>2</sup>	60,5 кг/м <sup>2</sup>	46,5 кг/м <sup>2</sup>	40,35 кг/м <sup>2</sup>
62 м	47,42 кг/м <sup>2</sup>	71,87 кг/м <sup>2</sup>	47,98 кг/м <sup>2</sup>	41,9 кг/м <sup>2</sup>
70 м	53,1 кг/м <sup>2</sup>	88,6 кг/м <sup>2</sup>	49,46 кг/м <sup>2</sup>	43,5 кг/м <sup>2</sup>

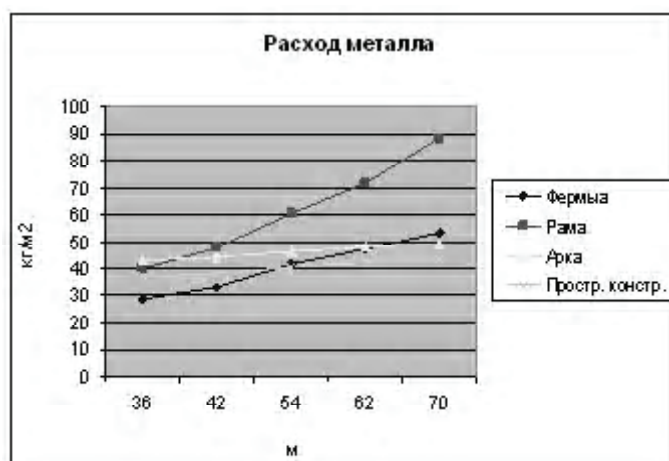


Рисунок 5 – Расход металла на перекрытие.

Для оценки экономической эффективности рассматриваемых видов перекрытия была взята расценка КССЦ-02/15 201-0766 «Отдельные конструктивные элементы зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 1 до 3 т» из Раздела 2.01 «Стальные конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий, сооружений и мостов» Каталога средних сметных цен «Севзапстроцена» для Ленинградской области, 2 зона. Цена за 1 т – 29 005,33 руб. (сметная цена на февраль 2015 г.)

Рассчитаем цену 1 м<sup>2</sup> для каждого типа перекрытия в соответствии с расходом материала. Для пролета 36 м, цена 1 м<sup>2</sup> перекрытия в виде фермы равна  $0,02896 \cdot 29005,33 = 840$  руб., результаты представлены в таблице 2.

При проектировании здания с малыми пролетами наиболее экономически выгодным видом перекрытия является ферма. При увеличении пролета здания наиболее экономически невыгодным для использования видом перекрытия становится рама.

Следующей задачей было нахождение полезного объема здания (пространства здания без учета перекрытия). Для этого произведен подсчет объема пространства, занимаемого строением, при высоте 14 м и шаге 6 м (таблица 2). Для здания с пролетом 36 метров объем будет высчитываться как произведение пролета на высоту и на длину шага:  $V_{зд} = 36 \cdot 14 \cdot 6 = 3024$  м<sup>3</sup>.

**Таблица 2** – Цена 1 м<sup>2</sup> в зависимости от расхода стали

Пролет	Ферма	Рама	Арка	Пространственная конструкция
36 м	840,0 руб.	1 160,2 руб.	1 244,3 руб.	1 067,4 руб.
42 м	963,0 руб.	1 377,8 руб.	1 279,1 руб.	1 102,2 руб.
54 м	1 212,4 руб.	1 754,8 руб.	1 348,7 руб.	1 170,4 руб.
62 м	1 375,4 руб.	2 084,6 руб.	1 391,7 руб.	1 215,3 руб.
70 м	1 540,2 руб.	2 569,9 руб.	1 434,6 руб.	1 261,7 руб.

Высота перекрытия принимается: фермы –  $1/10 \cdot L$ , для рамы –  $1/9 \cdot L$ , для арки –  $1/6 \cdot L$ , для пространственных конструкций –  $1/5 \cdot L$ , где  $L$  – длина пролета (таблица 3). Высота фермы равна:

$$H_{\phi} = 36 \cdot 1/10 = 3,6 \text{ м.}$$

**Таблица 3** – Расчет объема здания

Объем здания (при $h = 14$ м, шаг 6 м), м <sup>3</sup>				
36 м	42 м	54 м	62 м	70 м
3 024 м <sup>3</sup>	3 528 м <sup>3</sup>	4 536 м <sup>3</sup>	5 208 м <sup>3</sup>	5 880 м <sup>3</sup>

Исходя из высоты перекрытия, посчитан объем, занимаемый им (таблица 4). Объем получен как произведение пролета на высоту перекрытия и на длину шага. Для фермы:

$$V_{\text{пер}} = 36 \cdot 3,6 \cdot 6 = 777,6 \text{ м}^3.$$

**Таблица 4** – Расчет высоты перекрытия

Высота перекрытия					
Пролет	36 м	42 м	54 м	62 м	70 м
Ферма	3,6 м	4,2 м	5,4 м	6,2 м	7,0 м
Рама	4 м	4,7 м	6 м	6,9 м	7,8 м
Арка	6 м	7 м	9 м	10,3 м	11,7 м
Пространственная конструкция	7,2 м	8,4 м	10,8 м	12,4 м	14 м

Из объема пространства, занимаемого строением, исключен объем пространства, занимаемый перекрытием, с учетом высоты. Таким образом, найден полезный объем здания (таблица 5). Полезный объем для здания с перекрытием на основе ферм равен:

$$V_{\text{по}} = 3 024 - 777,6 = 2 246,4 \text{ м}^3.$$

**Таблица 5** – Расчет объема перекрытия

Объем перекрытия					
Пролет	36 м	42 м	54 м	62 м	70 м
Ферма	777,6	1 058,4	1 749,6	2 306,4	2 940
Рама	864	1 184,4	1 944	2 566,8	3 276
Арка	1 296	1 764	2 916	3 831,6	4 901,4
Пространственная конструкция	1 555,2	2 116,8	3 499,2	4 612,8	5 880

На основе таблицы 6 построен график зависимости полезного объема от перекрытия (рисунок 6).

**Таблица 6** – Расчет полезного объема здания

Полезный объем					
Пролет	36 м	42 м	54 м	62 м	70 м
Ферма	2 246,4 м <sup>3</sup>	2 469,6 м <sup>3</sup>	2 786,4 м <sup>3</sup>	2 901,6 м <sup>3</sup>	2 940 м <sup>3</sup>
Рама	2 160 м <sup>3</sup>	2 343,6 м <sup>3</sup>	2 592 м <sup>3</sup>	2 641,2 м <sup>3</sup>	2 604 м <sup>3</sup>
Арка	1 728 м <sup>3</sup>	1 764 м <sup>3</sup>	1 620 м <sup>3</sup>	1 376,4 м <sup>3</sup>	978,6 м <sup>3</sup>
Пространственная конструкция	1 468,8 м <sup>3</sup>	1 411,2 м <sup>3</sup>	1 036,8 м <sup>3</sup>	595,2 м <sup>3</sup>	0

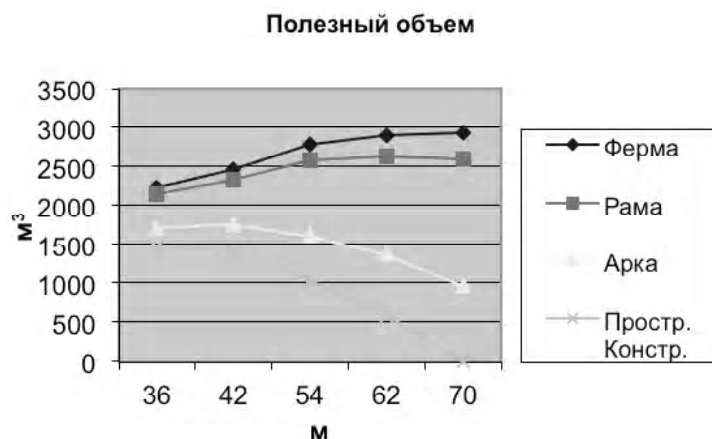


Рисунок 6 – Полезный объем здания.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы, можно сделать следующие выводы:

1. При меньших пролетах выгоднее использовать перекрытия на основе ферм, их экономической целесообразности и простоты монтажа (рисунок 5). При больших пролетах целесообразнее применять пространственные конструкции за счет их повышенной жесткости и надежности (рисунок 5). Однако учитывая полезный объем сооружения, использование пространственных конструкций не эффективно (рисунок 6);

2. Таким образом, основываясь на экономичности и эффективности использования пространства, можно сказать, что наиболее целесообразно использование перекрытия на основе ферм.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлические конструкции [Текст] : учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «Промышленное и гражданское строительство» : В 3 т. Т. 1 : Элементы конструкций / ред. В. В. Горев. – М. : Высшая школа, 2001. – 551 с.
2. Тахтамышев, А. Г. Стальные конструкции [Текст] / А. Г. Тахтамышев, Т. П. Невзорова. – М. : Стройиздат, 2010. – 328 с.
3. Гребенник, Р. А. Монтаж стальных и железобетонных строительных конструкций [Текст] : [учеб. пособие для нач. проф. образования] / Р. А. Гребенник, В. Р. Гребенник. – М. : Academia, 2009. – 286 с. – ISBN 978-5-7695-4963-2.
4. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений [Текст] / В. И. Теличенко, О. М. Тереньгев, А. А. Лапидус. – М. : Высшая школа, 2004. – 446 с.
5. Зудин, В. Л. Металлические конструкции [Текст] / В. Л. Зудин. – Я. : ЯГТУ, 2011. – 840 с.
6. Tien T. Lan. Space Frame Structures. Chinese Academy of Building Research. [Text] / Tien T. Lan. – China: CRC Press, 2005. – 50 p.
7. Кузина, Е. С. Пространственная металлодеревянная конструкция с использованием клефанерных элементов [Текст] / Е. С. Кузина, А. А. Митрахович, Е. Г. Шестопалов // Вологодские чтения. – 2008. – № 70. – С. 33–36.
8. Коковихин, И. Ю. Алгоритм статического расчета металлической многоярусной однопролетной рамы как одна из задач оптимизации методами эволюционного моделирования [Текст] / И. Ю. Коковихин, А. В. Антипин // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2009. – № 1. – С. 66–68.
9. Абовская, С. Н. Большепролетные замкнутые полносборные здания для строительства на слабых грунтах в сейсмических зонах [Текст] / С. Н. Абовская, А. П. Деруга. – Красноярск : РФФИ-ККФН, 2003. – 17 с.
10. Lee, H. Y. Design and Construction of Sentosa Integrated Resort Developments in Singapore with Mega Steel Trusses using Chinese Structural Steels [Text] / H. Y. Lee, Z. X. Hou // Procedia Engineering. – 2011. – Volume 14. – P. 1089–1097.
11. Bouchair, A. Connection in Steel-Concrete Composite Truss [Text] / A. Bouchair, J. Bujnak, P. Duratna // Procedia Engineering. – 2012. – Volume 40. – P. 96–101.
12. Celikag, M. Building Construction in North Cyprus: Problems and Alternatives Solutions [Text] / M. Celikag, S. Naimi // Procedia Engineering. – 2011. – Volume 14. – P. 2269–2275.
13. Magdy, I. Salama. Estimation of period of vibration for concrete moment-resisting frame buildings [Text] / Magdy, I. Salama // HBRC Journal, Volume 11, Issue 1. – April 2015. – P. 16–21.
14. Bagheria, Saman. Heightwise Distribution of Stiffness Ratio for Optimum Seismic Design of Steel Frames with Metallic-Yielding Dampers [Text] / Saman Bagheria, Ali Hadidi, Alireza Alilou // Procedia Engineering. – 2011. – Volume 14. – P. 2891–2898.

15. Yishi, Liu. Building Guastavino dome in China: A historical survey of the dome of the Auditorium at Tsinghua University [Text] / Liu Yishi // Frontiers of Architectural Research. – Volume 3, Issue 2. – June 2014. – P. 121–140.

Получено 16.03.2015

**О. В. ЯКУБА, А. В. ОВСЯННИКОВА, В. З. ВЕЛИЧКИН, И. С. ПТУХИН**  
**ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕКРИТТЯ**  
**ВЕЛИКОПРОГОНОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Санкт-Петербурзький державний політехнічний університет

Потреба в швидкому зведенні промислових, спортивних великопрогонових споруд зростає з кожним роком. У зв'язку з цим інженер завжди повинен вміти швидко планувати майбутній конструктив будівлі. Важливу роль відіграє вибір перекриття. При плануванні необхідно не тільки враховувати всі фактори і грамотно розраховувати перекриття, але й одночасно прагнути до мінімізації витрат на будівництво. У даній статті розглядається витрата металу на кожне перекриття і визначається ефективність використання перекриття, враховуючи корисний об'єм будівлі. У статті розглянуто чотири види перекриттів. Залежно від прольоту знайдено обсяг металу, який використовується кожним перекриттям. Зроблено підрахунок об'єму простору, займаного будовою, при висоті 14 м і кроці 6 м. Враховуючи висоту перекриття, знайдено корисний об'єм споруди. Проведено порівняння перекриттів щодо витрат металу і порівняння щодо ефективності використання, враховуючи корисний об'єм споруди. Визначено найбільш економічне і найбільш ефективне перекриття.

**будівельні конструкції, сталеві конструкції, великопрогонові споруди, перекриття, витрата матеріалу, ефективність використання матеріалу, економічне перекриття**

**OLGA YAKUBA, ALLA OVSYANNIKOVA, VIKTOR VELICHKIN,**  
**IRINA PTUHINA**  
**CHOOSING OF THE MOST ECONOMIC OVERLAP OF SPAN BUILDINGS AND**  
**STRUCTURES**

Saint-Petersburg Polytechnic University

The need for rapid construction of industrial, sports span structures is growing every year. In this regard, the engineer should always be able to quickly plan for future constructive building. The overlap has a great importance in the design of building. The engineer should correctly calculate the overlap. Furthermore, try to minimize construction costs. This article discusses the use of metal expended on each floor, and is determined by the efficiency of its use, taking into account the usable volume of the building. The article describes the four types of floors. Depending on the flight, the amount of metal that is used by each overlap has been found. Calculation of the volume of space occupied by the structure, with a height of 14 m and step of 6 m, has been done. Taking into account the height of ceilings, the useful volume facilities has been found. The comparison of overlaps according to the amount used of metal and comparison according to utilization efficiency, taking into account payload volume of constructions have been made. The most economical and most effective overlaps have been determined.

**building construction, steel structures, large-span structures, overlap, material consumption, efficient use of materials, cost ceiling**

УДК 528.48

**В. Н. СОТНИКОВА, П. И. СОЛОВЕЙ, А. В. ТАНАСОГЛО, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОВЕСА ПРОВОДОВ ЛЭП, ВЫЗВАННОГО СОЛНЕЧНЫМ НАГРЕВОМ**

Приведены результаты экспериментальных исследований провеса проводов ЛЭП, вызванных влиянием солнечного нагрева. Установлено, что дополнительный провес провода под воздействием солнечного нагрева находится в прямой зависимости от его удлинения при тех же температурных условиях. Это дает возможность вычислять дополнительный провес провода по его длине, коэффициенту линейного расширения и по разности минимальной температуры образца провода и его температуры в любой момент измерений.

**провес проводов, геодезические измерения, солнечный нагрев**

В ПУЭ [1] установлены наименьшие расстояния по вертикали от проводов линии до пересекаемых сооружений, например до головки рельса железных дорог, до проводов линий связи, трамвайных и троллейбусных линий и других объектов, которые должны быть выдержаны при различных температурах окружающего воздуха.

Целью данной статьи является сравнение стрел провеса проводов, полученных при инструментальных геодезических измерениях и вычисленных по программе, разработанной в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

Напряжения и стрелы провеса провода изменяются в зависимости от температуры и нагрузки [2]. При повышении температуры провод расширяется, стрела провеса увеличивается, а напряжение в проводе уменьшается. При понижении температуры происходит обратное явление: при низшей температуре стрела провеса будет наименьшей, а напряжение в проводе от температурных воздействий – наибольшим.

Изменение напряжения в проводе (тросе) при изменении атмосферных условий (температуры и нагрузки) описывается известным уравнением состояния провода [3]:

$$\sigma - \frac{\gamma^2 El^2}{24\sigma^2} = \sigma_0 - \frac{\gamma_0^2 El^2}{24\sigma_0^2} - \alpha E \cdot (t_i - t_0), \quad (1)$$

где  $\sigma_0$  – начальное напряжение;  
 $\gamma$  – вес одного метра провода (приведенная нагрузка от собственного веса);  
 $\sigma$  – напряжение провода на любой момент времени;  
 $E$  – модуль упругости материала провода;  
 $l$  – длина провода;  
 $\alpha$  – коэффициент линейного расширения материала провода;  
 $t_0$  – температура при измерениях стрелы провеса;  
 $t_i$  – температура провода на любой момент времени.

С помощью этого переходного уравнения состояния провода можно определить величину провеса провода при новом состоянии, если известны напряжения в начальном состоянии и величины нагрузок и температуры.

Согласно схеме на рисунке 1:  $f_n$  – стрела провеса провода в середине пролёта;  $f_T$  – стрела провеса троса в середине пролёта;  $h_T$  – расстояние по вертикали между тросом и проводом на опоре, т. е.

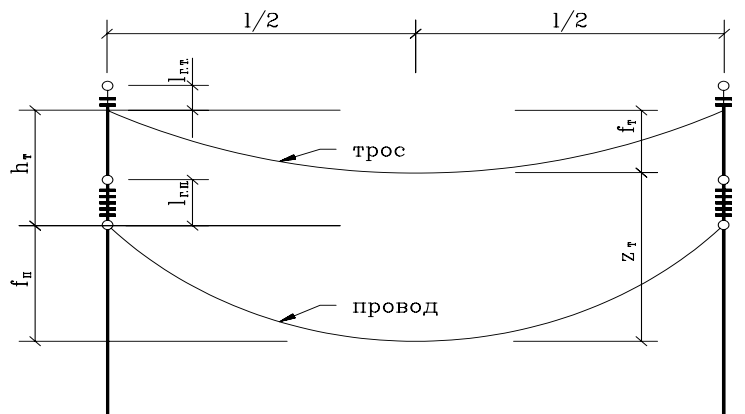


Рисунок – Кривые провисания провода и троса при одинаковых высотах тросостоек.

разность отметок точек их провеса;  $Z_r$  – требуемое расстояние между тросом и проводом в середине пролёта.

Кривую положения провода, закрепленного в точках подвеса на одном уровне, аппроксимируют уравнением цепной линии, из которого стрелу провеса вычисляют по формуле [4]:

$$f = \frac{\gamma \cdot l^2}{8 \cdot \sigma} + \frac{\gamma^3 \cdot l^4}{384 \cdot \sigma^2}. \quad (2)$$

Как правило, формулой (2) пользуются при расчетах стрел провеса проводов длиной больше 800 метров. При длинах проводов больше 800 м второй член отбрасывают и пользуются более простым уравнением параболы:

$$f = \frac{\gamma \cdot l^2}{8 \cdot \sigma}. \quad (3)$$

Из уравнения (1) видно, что для определения стрелы провеса при новых температурных условиях требуется знать большое количество неизвестных параметров [5].

Предлагается вычислять дополнительный провес провода по его удлинению, вызванным солнечным нагревом. При этом нужно знать параметры  $t_0$  и  $t_i$ ,  $\alpha$  и  $l$ , которые легко определить.

Удлинение провода от солнечного нагрева выражается формулой:

$$X = \alpha l (t_i - t_0). \quad (4)$$

Исследования показывают, что удлинение провода имеет примерно прямолинейную зависимость от дополнительного провеса провода  $\Delta f$ :

$$X = K \cdot \Delta f, \quad (5)$$

откуда:

$$\Delta f = \frac{X}{K} = \frac{\alpha \cdot l (t_i - t_0)}{K}. \quad (6)$$

Выполнены экспериментальные исследования влияния солнечного нагрева на стрелу провеса. С этой целью посередине между точками подвеса проводов устанавливали электронный тахеометр и в безотражательном режиме через 1 час измерялись дополнительные стрелы провеса, температура воздуха в тени и температура образца провода на солнечной стороне. Результаты исследования дополнительного провеса проводов в зависимости от разностей температур образца провода представлены в таблице.

Максимальный дополнительный провес  $\Delta f$  зафиксирован в 15 часов при  $\Delta t = 47^\circ \text{C} - 35^\circ \text{C} = 12^\circ \text{C}$  и составил 70 мм. При такой разности удлинение провода АС240/32 составило:

$$X = \alpha \cdot l \cdot (t_i - t_0) = 19,2 \cdot 10^{-6} \cdot 104000 \text{ мм} \cdot 12 = 239,6 \text{ мм}.$$

Тогда из формулы (5) получим:

Таблица – Дополнительный провес провода АС 240/32 на анкерованном участке опор

Анкерованный участок		Число пролетов	Приведенный пролет, м	Дополнительный провес провода (мм), при разности температур $\Delta t$ образца провода в различное время измерений					
Длина, м	№ погран. опор			2 °C	4 °C	6 °C	8 °C	10 °C	12 °C
104,0	17–18	1	104,0	10	22	35	40	55	70

$$K = \frac{X}{\Delta f} = \frac{239,6}{70} = 3,42.$$

Исследования, выполненные на других участках линии электропередач, подтвердили теоретические выводы, и формулой (6) можно пользоваться при расчетах стрел провеса проводов. Для этого геодезическим методом определяют стрелу провеса провода при данной температуре  $t_0$ . После этого по формуле (6) вычисляют дополнительный провес. Тогда общий провес выразится формулой:

$$f_i = f_0 + \Delta f. \quad (7)$$

### ВЫВОД

Таким образом, следует отметить, что при определении провеса проводов длиной больше 800–1 000 метров дополнительный провес, вызванный солнечным нагревом, может достигать 1 метра и его необходимо учитывать в расчетах и при натурном определении стрелы провеса.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила улаштування електроустановок [Текст]. Глава 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» / Міністерство палива та енергетики України. – К. : ОЕП «ГРІФРЕ», 2006. – 125 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
2. Крюков, К. П. Конструкции и механический расчёт линий электропередачи [Текст] / К. П. Крюков, Б. П. Новгородцев. – [2-е изд.]. – Л. : Энергия, 1979. – 312 с.
3. Design of Latticed Steel Transmission Structures [Текст] / American Society of Civil Engineers. ANSI/ASCE 10-90, A.N.S.I. – New York : A.S.C.E., 1991. – 64 p.
4. Li, H. High-voltage transmission tower-line system subjected to disaster loads [Текст] / H. Li and H. Bai // Progress in Natural Science. – 2006. – Vol. 16, No. 9. – P. 899–911.
5. Шевченко, Е. В. Совершенствование металлических конструкций опор воздушных линий электропередачи [Текст] / Е. В. Шевченко. – [2-е изд.]. – Макеевка : ДонГАСА, 1999. – 169 с.

Получено 02.03.2015

**В. Н. СОТНИКОВА, П. И. СОЛОВЕЙ, А. В. ТАНАСОГЛО, А. М. ПЕРЕВАРЮХА**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОВИСАННЯ ПРОВІДІВ ЛЕП, ВИКЛИКАНОГО**  
**СОНЯЧНИМ НАГРІВАННЯМ**  
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Наведено результати експериментальних досліджень провисання проводів ЛЕП, викликаних впливом сонячного нагріву. Встановлено, що додаткове провисання проводу під впливом сонячного нагріву знаходиться в прямій залежності від його подовження при тих же температурних умовах. Це дає можливість обчислювати додаткове провисання проводу за його довжиною, коефіцієнтом лінійного розширення і за різницею мінімальної температури зразка проводу та його температури в будь-який момент вимірювань.

**провисання проводів, геодезичні вимірювання, сонячний нагрів**

VICTORIA SOTNIKOVA, PAVEL SOLOVEJ, ANTON TANASOGLO, ANATOLIY PEREVARJUHA

RESEARCH SAG WIRE POWER LINES CAUSED BY SOLAR HEATING

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The results of experimental studies sag wire power lines caused by the influence of solar heating. It was found that extra slack wire under the influence of solar heating is a direct function of its elongation at the same temperature. This makes it possible to calculate the additional sag wire along its length, the coefficient of linear expansion and a minimum temperature difference between the sample and the wire temperature at any point measurements.

**slack wire, geodetic measurements, solar heating**



## ЗМІСТ

ЛЕВІН В. М., РОГОЖИН М. Ю. Математичне модулювання спільного деформування арматурного стержня і бетону поблизу ізольованої тріщини (стосовно до моделі дискретних тріщин)	5
ПЕТРЕНЬОВА І. В., ПУЗИРНИКОВ О. О. Небезпека впливу високих концентрацій радону на організм людини	8
ПУЗИРНИКОВ О. О., ПЕТРЕНЬОВА І. В. Залежність напружено-деформованого стану анкера від кроку встановлення у разі температурного впливу	11
АНТОНОВ К. В., МЕЛЬНИК А. А. До питання про актуалізацію нормативної бази будівництва	15
ПЕТРИЩЕВ А. А. Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду впровадження інновацій в будівництво	18
ЛАНДИШЕВА О. Є., ЄРМАКОВ А. С. Гармонізація російської та європейської систем технічного нормування в будівництві	22
РАШИД Д. Ш. Енергоресурсозберігаюча технологія зведення будівель в незнімній теплоізоляційній опалубці	25
БЕЗГІН В. С. Термопластичні компаунди для металоконструкцій на основі епоксидних смол, модифіковані тіоколом	28
ЗІМІН С. С., БЕСПАЛОВ В. В., КАЗІМІРОВА А. С. Розрахункова модель кам'яної арочної конструкції	33
ПАНІКІН Д. А. Розробка бетонів, які самоущільнюються, із застосуванням відходів каменодробіння	38
АЛЬОХІНА Е. А. Оцінка конкурентоспроможності стінових панелей з арболіту для малоповерхових будівель	43
МАРКІН В. В. Дослідження ефективності оброблення стічної води пробіотичним засобом «Біофокс-оксідол»	47
ТАНАСОГЛО А. В. Вузькобазі конструкції ґратчастих опор повітряних ліній підвищеної надійності	50
АННЕНКОВА М. В., ВІНСЬКА П. А. Обстеження адміністративної будівлі УМВС в м. Маріуполь	54
САМЧЕНКО А. Г. Фрактали і фрактальні структури в об'ємно-просторовому рішенні об'єктів архітектури	58
КОНЦЕДАЛОВА А. О. Маркетингові дослідження ринку цементу в Російській Федерації	62
МАЛЮТІНА Т. П., ДАВИДЕНКО І. П. Точкове рівняння евольвенти та його застосування при конструюванні поверхонь технічних форм методом рухомого симплексу	66
ТАТАРЕНКО Ю. А. Аналіз динаміки ринку блоків з автоклавного ніздрюватого бетону в РФ	70
ІВАНЕНКО О. Г., ПОДГОРОДЕЦЬКИЙ М. С. Взаємозв'язок між деякими індивідуальними характеристиками будівельників, характером травм і причинами нещасних випадків у будівництві	74
ХАРЛОВА Є. І., ВИСОЦЬКИЙ С. П. Зниження енергоспоживання за рахунок підвищення ефективності теплообміну	78
ФІЛЮКОВА Ю. Е., ВИСОЦЬКИЙ С. П. Перспективні технології переробки побутових відходів	81
АФАШАГОВА Я. З. Обґрунтування факторів підвищення якості цементного поризованого бетону	84
КОРОВАШКІН М. П. Підвищення ефективності гальмування автопоїзда МАЗ	87
МІНЬО КАРЛОС ТОРРЕС, ЕМЕРСОН ХАКОМЕ, РОМАНОВА О. В., ГІНС М. С. Біометричні ознаки амаранту в умовах Екватору	91
РУСАКОВА А. А., РУСАКОВА Е. А., ОЛЕКСЮК А. О. Створення і розробка нових систем опалення та вентиляції будівель при підземному будівництві	94

НАЙМАНОВ А. Я., ТУРЧИНА Г. С. Урахування нерівнозначності різних ділянок водопровідної мережі при розрахунку надійності систем водопостачання	97
ЯКУБА О. В., ОВСЯННИКОВА А. В., ВЕЛИЧКІН В. З., ПТУХІН І. С. Вибір оптимальної конструкції перекриття великопрогонових будівель і споруд	102
СОТНИКОВА В. Н., СОЛОВЕЙ П. І., ТАНАСОГЛО А. В., ПЕРЕВАРЮХА А. М. Дослідження провисання проводів ЛЕП, викликаного сонячним нагріванням	108

## СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕВИН В. М., РОГОЖИН Н. Ю. Математическое моделирование совместного деформирования арматурного стержня и бетона в окрестности изолированной трещины (применительно к модели дискретных трещин)	5
ПЕТРЕНЁВА И. В., ПУЗЫРНИКОВ А. А. Опасность воздействия высоких концентраций радона на организм человека	8
ПУЗЫРНИКОВ А. А., ПЕТРЕНЁВА И. В. Выявление зависимости напряженно-деформированного состояния анкера от шага установки при температурном воздействии	11
АНТОНОВ К. В., МЕЛЬНИК А. А. К вопросу об актуализации нормативной базы строительства	15
ПЕТРИЩЕВ А. А. Анализ отечественного и зарубежного опыта внедрения инноваций в строительство	18
ЛАНДЫШЕВА О. Е., ЕРМАКОВ А. С. Гармонизация российской и европейской систем технического нормирования в строительстве	22
РАШИД Д. Ш. Энергоресурсосберегающая технология возведения зданий в несъемной тепло-изоляционной опалубке	25
БЕЗГИН В. С. Термопластичные компаунды для металлоконструкций на основе эпоксидных смол, модифицированные тиоколом	28
ЗИМИН С. С., БЕСПАЛОВ В. В., КАЗИМИРОВА А. С. Расчетная модель каменной арочной конструкции	33
ПАНИКИН Д. А. Разработка самоуплотняющихся бетонов с применением отходов камнедробления	38
АЛЁХИНА Е. А. Оценка конкурентоспособности стеновых панелей из арболита для малоэтажных зданий	43
МАРКИН В. В. Исследование эффективности обработки сточной воды пробиотическим средством «Биофокс-оксидол»	47
ТАНАСОГЛО А. В. Узкобазные конструкции решетчатых опор воздушных линий повышенной надежности	50
АННЕНКОВА М. В., ВИНСКАЯ П. А. Обследование административного здания УМВД в г. Мариуполь	54
САМЧЕНКО А. Г. Фракталы и фрактальные структуры в объемно-пространственном решении объектов архитектуры	58
КОНЦЕДАЛОВА А. О. Маркетинговые исследования рынка цемента в Российской Федерации	62
МАЛЮТИНА Т. П., ДАВЫДЕНКО И. П. Точечное уравнение эвольвенты и его применение при конструировании поверхностей технических форм методом подвижного симплекса	66
ТАТАРЕНКО Ю. А. Анализ динамики рынка блоков из автоклавного ячеистого бетона в РФ	70
ИВАНЕНКО А. Г., ПОДГОРОДЕЦКИЙ Н. С. Взаимосвязь между некоторыми индивидуальными характеристиками строителей, характером травм и причинами несчастных случаев в строительстве	74
ХАРЛОВА Е. И., ВЫСОЦКИЙ С. П. Снижение энергопотребления за счёт повышения эффективности теплообмена	78
ФИЛЮКОВА Ю. Э., ВЫСОЦКИЙ С. П. Перспективные технологии переработки бытовых отходов	81
АФАШАГОВА Я. З. Обоснование рецептурно-технологических факторов повышения качества цементного пенобетона	84
КОРОВАШКИН М. П. Повышение эффективности торможения автопоезда МАЗ	87

КАРЛОС ТОРРЕС МИНЬО, ЭМЕРСОН ХАКОМЕ, РОМАНОВА Е. В., ГИНС М. С. Биометрические признаки амаранта в условиях Эквадора	91
РУСАКОВА А. А., РУСАКОВА Е. А., ОЛЕКСЮК А. А. Создание и разработка новых систем отопления и вентиляции зданий при подземном строительстве	94
НАЙМАНОВ А. Я., ТУРЧИНА Г. С. Учет неравнозначности различных участков водопроводной сети при расчете надежности систем водоснабжения	97
ЯКУБА О. В., ОВСЯННИКОВА А. В., ВЕЛИЧКИН В. З., ПТУХИНА И. С. Выбор оптимальной конструкции перекрытия большепролетных зданий и сооружений	102
СОТНИКОВА В. Н., СОЛОВЕЙ П. И., ТАНАСОГЛО А. В., ПЕРЕВАРЮХА А. Н. Исследования провеса проводов ЛЭП, вызванного солнечным нагревом	108

## CONTENTS

LEVIN VIKTOR, ROHOZHYN NIKITA. Mathematical modeling of joint deformation of the reinforcing bar and concrete in the vicinity of an isolated crack (applied to discrete cracks model)	5
PETRENYOVA IRINA, PUSYRNIKOV ALEXANDR. Risk of exposure to high concentrations of radon to the human organism	8
PUSYRNIKOV ALEXANDR, PETRENYOVA IRINA. The influence of brick ties pitch and thermal forces for the strain-stress distribution	15
ANTONOV KIRILL, MELNIK ALEXANDER. To the problem of construction regulatory framework's actualization	18
PETRISHCHEV ALEXANDER. Analysis of domestic and foreign experience in the construction of innovation	22
LANDYSHEVA OLGA, ERMAKOV ALEKSANDR. Harmonization of Russian and European systems of technical regulation in construction	25
RASHID DHURGHAM. Energy-saving technologies in the construction of buildings thermal insulation of permanent formwork	28
VITALII BEZGIN. Thermoplastic compounds for metal-based epoxy resins, modified polysulfide rubber	33
ZIMIN S., BESPALOV V., KAZIMIROV A. The computational model stone arch	38
PANIKIN DMITRIY. Development of self compacting concrete with the use of by-passed stone	43
ALEKHINA EKATERINA. Evaluation of the competitiveness of the wall panels from wood concrete for low-rise buildings	47
MARKIN VYACHESLAV. Study of the effectiveness of wastewater treatment probiotic agents «Biophoks-oxydol»	49
TANASOGLO ANTON. Narrow base structures of lattice supports of overhead power lines increased reliability	50
ANNENKOVA MARIA, VINSKAYA POLINA. Examination of the administrative building of Ministry of Internal Affairs in the city of Mariupol	54
SAMCHENKO ANASTASIA. Fractals and fractal patterns in the spatial volume of architecture solution	58
KONTSEDALOVA ANNA. Market research of cement in the Russian Federation	62
MALUTINA TATYANA, DAVYDENKO IVAN. Dot equation of evolvent and his application at constructing of surfaces of technical forms by the method of mobile simplex	66
TATARENKO YULIA. Analysis of market dynamics blocks of autoclaved aerated concrete in Russia	70
IVANENKO ALEXANDRA, PODGORODETSKY NIKOLAY. The relationship between some of the individual characteristics of the builders, the nature of injuries and causes of accidents in the construction	74
KHARLOVA EKATERINA, VYSOTSKY SERGEY. Reducing energy consumption by increasing the efficiency of heat exchange	78
FILIUKOVA YULIA, VYSOTSKY SERGEY. Advanced technology for processing waste	81
AFASHAGOVA YANINA. Justification factors to improve the quality of cement porous concrete	84
KOROVASHKIN MAXIM. The increase of braking efficiency of road train MAZ	87
CARLOS TORRES MIÑO, EMERSON JÁCOME, ROMANOVA ELENA, GINS MURAT. Biometric signs of an amaranthus in the conditions of Ecuador	91
RUSAKOVA ANASTASIA, RUSAKOVA EKATERINA, OLEKSYUK ALEXEY. The creation and development of new systems of heating and ventilation of buildings in underground construction	94
AUBEKIR NAIMANOV, TURCHINA GALINA. Account of unequivalentness of different areas of plumbing network at the calculation of failsafety water-supply	97

YAKUBA OLGA, OVSYANNIKOVA ALLA, VELICHKIN VIKTOR, PTUHINA IRINA. Choosing of the most economic overlap of span buildings and structures	102
SOTNIKOVA VICTORIA, SOLOVEJ PAVEL, TANASOGLO ANTON, PEREVARJUHA ANATOLIY Research sag wire power lines caused by solar heating	108