

## **РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА СМЕШАННОГО МЕТОДА ДЛЯ РАСЧЁТА УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАМ**

**Б.А. Тухфатуллин**, кандидат техн. наук, доцент, **Л.Е. Путеева**, кандидат техн. наук, доцент, **В.Д. Раков**, магистрант (ТГАСУ, г. Томск)

В работе предложен специальный конечный элемент смешанного метода, включающий стержневой элемент основной конструкции и один или несколько усиливающих элементов. Форма поперечного сечения основного элемента конструкции – прокатный двутавр или составной двутавр с двумя осями симметрии. Усиление осуществляется методом наращивания сечения за счёт использования элементов из стальных листов.

Предложенный конечный элемент смешанного метода реализован в программе расчёта усиливаемых плоских стальных рам, составленной на языке Object Pascal в среде визуального программирования Borland Delphi 7. Результаты вычисления внутренних усилий, напряжений и перемещений, полученные по предложенному алгоритму, сопоставлялись с результатами расчёта в программных комплексах ЛИРА-САПР 2013, SCAD++ с использованием, в том числе, стержневых и пластинчатых конечно-элементных моделей.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства образования и науки РФ (номер проекта 7.8899.2017/8.9).

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ СТЕКЛА (СТЕКЛОБОЯ) В СОСТАВАХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

**Ю.Г. Борисенко**, канд. техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь), **Р.М. Азан**, аспирант (СКФУ, г. Ставрополь), **М. Алнасер**, магистрант (СКФУ, г. Ставрополь), **Х.А. Хусейн**, магистрант (СКФУ, г. Ставрополь)

Основным направлением утилизации стеклобоя в настоящее время является его переработка в стекольной промышленности. Однако, согласно статистическим данным, только 10-15 % стеклобоя из твердых бытовых отходов попадает во вторичное использование. Эффективным направлением вторичного использования стеклобоя, по нашему мнению, является его применение в составе асфальтобетонов для дорожных покрытий в качестве минерального заполнителя (стеклобой по прочностным характеристикам и зерновому составу близок к минеральным материалам из плотных горных пород, применяемым в асфальтобетонных смесях).

С целью выявления возможности использования стеклобоя в дорожных асфальтобетонах были запроектированы составы горячих плотных мелкозернистых асфальтобетонных смесей, включающие отсеvy дробления стеклобоя (бутылочного стекла) фракций 20-5 мм с их различным содержанием в смеси. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что асфальтобетоны, модифицированные отсевами дробления стеклобоя, по прочностным показателям и водостойкости удовлетворяют нормативным требованиям (ГОСТ 9128-2013). Выявлено, что увеличение содержания стеклобоя в смеси

или использование более крупных фракций отсевов стекла снижает физико-механические показатели асфальтобетона.

## **РАЗРАБОТКА СОСТАВА СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ С ВАНАДИЕВЫМ ШЛАКОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕКОРАТИВНОЙ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ**

**Д.В. Акт**, аспирант, **А.Ю. Столбоушкин**, д-р тех. наук, профессор, аспирант, **В.А. Сыромясов**, (СибГИУ, г. Новокузнецк)

Несмотря на кризисные явления в строительной отрасли, связанные с санкционной политикой западных стран, отмечается устойчивый потребительский интерес к декоративным стеновым керамическим материалам. Важным вектором развития в этой области является ориентация на использование промышленных отходов и других видов природного и техногенного сырья.

Вводимые модификаторы цвета, как правило, ухудшают физико-механические свойства стеновой керамики объемного окрашивания. Именно поэтому в процессе изучения влияния добавки на декоративные качества материала важно контролировать прочностные характеристики и спекание керамических изделий.

Цель работы заключалась в разработке состава сырьевой смеси и способа получения декоративной стеновой керамики матричной структуры.

В качестве керамического сырья наряду с золами ТЭЦ и углеотходами предлагается использовать шламистую часть отходов обогащения железных руд ГОК. Для корректировки декоративных и эксплуатационных свойств применяются ванадиевый шлак и умеренно пластичное глинистое сырье.

По разработанному способу после обжига формируется декоративная стеновая керамика с матричной структурой, обеспечивающей выразительную окраску красно-коричнево-черных тонов и высокие показатели прочности

(50-60 МПа), водопоглощения (до 8 %) и морозостойкости изделий (более 100 циклов).

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ ТЕХНОНИКОЛЬ**

**Д. В. Атконов**, Руководитель учебного центра Строительной Академии «ТехноНИКОЛЬ» (Учебный центр Строительной Академии «ТехноНИКОЛЬ» г. Новосибирск)

ТехноНИКОЛЬ — это 52 производственные площадки в 7 странах мира, 18 Учебных центров, 6 Научных центров, 22 представительства в 18 странах мира.

Продукция компании поставляется в 95 государств. Компания ТехноНИКОЛЬ одной из первых среди российских производителей стала уделять значительное внимание обучению строителей инновационным технологиям и особенностям применения новых материалов. В собственных Учебных Центрах Корпорация внедряет систему обучения и повышения квалификации специалистов, работающих с современными изоляционными материалами, системами и технологиями. Учебные Центры Корпорации стали дополнительной поддержкой по направлениям высшего и специального образования для сотрудников, клиентов и партнеров компании.

Предприятия компании ТехноНИКОЛЬ оснащены компьютерной системой управления производственными линиями. На каждом заводе установлена научная лаборатория, осуществляющая непрерывный многоступенчатый контроль качества выпускаемой продукции. В компании сформировалась команда высококвалифицированных специалистов. Менеджеры компании регулярно проходят стажировки, курсы повышения квалификации, принимают участие в специализированных семинарах.

Компания предлагает широкий спектр кровельных, гидроизоляционных, звукоизоляционных и теплоизоляционных материалов. Материалы ТехноНИКОЛЬ применяются в соответствии с документацией, разработанной компанией

Продукция компании соответствует ГОСТам, применяемым на территории Российской Федерации.. ТехноНИКОЛЬ предоставляет 10-летнюю гарантию на ряд выпускаемых кровельных материалов. Высокие эксплуатационные качества продукции компании подтверждены исследованиями ведущих научных институтов РФ. Компания ТехноНИКОЛЬ реализует программу страхования ответственности на ряд своих материалов. Начав реализацию этой программы, компания ТехноНИКОЛЬ создала важный прецедент в своей отрасли, имеющий

большое значение для приведения российского рынка в соответствие с международными правилами торговли.

Потребителями продукции компании ТехноНИКОЛЬ в настоящий момент являются более 50 тыс. организаций и физических лиц в России, странах СНГ, Балтии, Восточной Европы.

## **СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ СВОЙСТВ НЕАВТОКЛАВНЫХ ПЕНОБЕТОНОВ**

**Е.А. Бартеньева**, ст.преподаватель (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

На сегодняшний день строительная индустрия нуждается в высокоэффективных теплоизоляционных материалах, одним из которых является пенобетон. Получение качественного пенобетона естественного твердения осложняется неустойчивостью пены, в результате чего происходит осадка пеномассы, повышение плотности материала и ухудшение теплоизоляционных свойств, нестабильность пористой структуры приводит к значительной усадке и трещинообразованию.

Цель данной работы – выявить наиболее эффективные способы повышения стабильности свойств неавтоклавных пенобетонов.

Пенобетонную смесь готовили по двухстадийной технологии с использованием белкового пенообразователя Foamsen (Италия), портландцемента М500Д0 (ООО «Искитимцемент»), золы-уноса ТЭЦ-5 г. Новосибирска. В качестве модифицирующих добавок были выбраны минеральные добавки цепочечной структуры: волластонит (р. «Веселый») и диопсид (р-н Слюдянка), а также волокнистые добавки: стеклянная и базальтовая фибра.

Введение волокнистых добавок повышает агрегативную устойчивость пены. При этом коэффициент стойкости пены в растворной смеси с базальтовой фиброй увеличивается на 22 %, а стеклянных на 23 % по сравнению с контрольным составом. Коэффициент стойкости пены в растворной смеси увеличивается на 29% при введении волластонита, при введении диопсида – на 54%.

Стабильность свойств пенобетона оценивалась по коэффициенту вариации для значений прочности при сжатии и средней плотности. По сравнению с контрольным образцом идет значительное снижение коэффициента вариации при одновременном уменьшении плотности пенобетона.



В результате введения исследуемых волокнистых добавок снижается трещиностойкость материала, уменьшается усадка при высыхании, а также снижается плотность и теплопроводность пенобетона.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**А.Ф. Бернацкий**, д-р техн. наук, профессор (НГУАДИ, г. Новосибирск)

Изучены электрические свойства чистых клинкерных минералов портландцемента, продуктов их гидратации (гидросиликатов, гидроалюминатов, гидрофлюомоферритов кальция) и затвердевшего цементного камня.

Электропроводность клинкерных минералов носит ионный характер. Электропроводность  $C_4AF$  при высоких температурах имеет наибольшие значения, затем следуют значения электропроводности для  $C_3A$ ,  $C_3S$  и  $C_2S$ . Электропроводность гидратированных соединений цементного камня во многом зависит от количества содержащейся в нем воды и вида связи жидкой фазы с твердым телом. При увеличении закристаллизованности цементного камня возрастает его удельное объемное электрическое сопротивление. Минимальное электрическое сопротивление имеют высокоосновные гидросиликаты и гидросульфалюминаты кальция, а максимальное – одноосновные гидросиликаты, трехкальциевый алюминат и твердые растворы оксихлоралюминатов кальция.

При насыщении цементного камня водой его электропроводность возрастает. Удельное электрическое сопротивление ( $\rho_v$ ) увлажненного цементного камня и его влажность ( $W$ ) связаны между собой следующей зависимостью:

$$\rho_v = \frac{k}{W^{2,5}}$$

В воздушно-сухом состоянии удельное электрическое сопротивление цементного камня не опускается ниже  $10^4$  Ом·м и может достигать значений  $10^9 \div 10^{10}$  Ом·м.

При высушивании удельное электрическое сопротивление цементного камня возрастает до значений, равных

$10^9 \div 10^{12}$  Ом·м. Электропроводность высушенного бетона и связанные с ней другие электрические характеристики в значительной степени определяются температурой высушивания.

## **ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Е.В. Виноградова**, к.т.н., доцент, **И.А. Евлоев**, бакалавр, **М.Б. Шанхоев**, бакалавр (АСА ДГТУ г. Ростов-на-Дону)

Проблема данного исследования носит актуальный характер в современных условиях. Современное управление качеством основано на использовании статических методов и часто называется статическим контролем качества.

Управление качеством бетонных работ на строительной площадке определяется прежде всего возрастающей значимостью строительной отрасли в экономике нашей страны. Бетонные работы являются одними из важнейших работ на строительной площадке.

Основными задачами контроля являются определение фактического состояния объекта или его части в данный момент времени; прогнозирование состояния и поведения объекта или его части на заданный будущий момент времени; изменение состояния и поведения объекта или его части таким образом, чтобы при изменении внешних условий в допустимых пределах были обеспечены необходимые и оптимальные значения характеристик объекта или его части; заблаговременное определение места и причин отклонений значений характеристик объекта или его части от заданных; сбор, передача, обработка информации о состоянии объекта; обеспечение устойчивого состояния объекта при наступлении предельных значений характеристик объекта.

В результате проведенного анализа можно утверждать, что в наибольшей степени уязвимым местом существующей системы контроля качества бетонных работ является контролирование качественных показателей на

строительной площадке. В первую очередь это касается контроля качества бетонной смеси и контроля прочностных характеристик монолитного бетона конструкций.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРА БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ**

**Ю.Г. Борисенко**, канд. техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь),  
**Д.А. Воробьев**, аспирант (СКФУ, г. Ставрополь)

Один из эффективных способов улучшения качества и долговечности дорожных асфальтобетонов - применение в них модифицированных битумных вяжущих с увеличенным интервалом пластичности. Возможным путем модификации битумных вяжущих является включение в их состав, пластмасс, в том числе, пластмасс, содержащихся в бытовых отходах. Вторичное использование отходов пластмасс для модификации дорожных битумов также может явиться перспективным и эффективным направлением переработки твердых бытовых отходов (ТБО). Наиболее распространенными отходами из пластмасс в составе ТБО являются отходы из полиэтилентерефталата (ПЭТ).

В результате экспериментальных исследований на основе отходов ПЭТ разработан модификатор, позволяющий увеличить интервал пластичности битумного вяжущего.

Получение модифицированного битумного вяжущего на основе вторичного ПЭТ заключается в следующем: предварительно измельченные отходы ПЭТ растворяют в многоатомном спирте (глицерине) с получением раствора ПЭТ в глицерине, который при определенной температуре перемешивания вводят в битум в рационально подобранном количестве.

## **ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ В КЕРАМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

В.В.Галомзик, А.С.Шипулин , Т.Ф.Каткова

(Новосибирск,Россия)

Керамический кирпич высокого качества из местного сырья, которого относится к пылеватым суглинкам, высокочувствительным к сушке, получить достаточно сложно.

Особенности минералогии суглинков сказываются на их сушильных свойствах, определяя низкую трещиностойкость полуфабриката.

В процессе освоения технологии изготовления керамического кирпича возникают проблемы, так, относительная влажность теплоносителя, подаваемого в сушильные агрегаты, оказывает не меньшее влияние при полусухом прессовании, чем при пластическом способе формования.

При снижении относительной влажности теплоносителя ниже 65% на первых стадиях сушка сырца появляются сушильные трещины, которые при выходе сырца из сушилок практически мало заметны. При обжиге трещины раскрываются и выход качественного кирпича значительно снижается.

Для снижения чувствительности суглинков к сушке предлагается подбирать добавки, образующие структурный каркас керамической массы, применять механохимическую активацию сырья, изменяя коллоиднохимические свойства его поровой составляющей.

С целью улучшения условий сушки перед сушильным барабаном необходимо применять гранулирование

сырье, которое облегчит прессование сырца и даст возможность получить керамический кирпич высокого качества.

Перечисленные технологические приемы лежат в основе проектирования.

Применения нового способа изготовления керамических изделий – кирпича, плитки, черепицы с высоким уровнем эксплуатационных характеристик актуально для Новосибирской области. Качество кирпича в НСО нуждается в его улучшении. Способ изготовления включает в себя подготовку глиняного сырья, формования путем трехкратного пропускания подготовленного глиняного сырья через шнек-пресс в режиме пластического формования при удельном давлении 10-20 МПа с выдержкой после каждого пропускания через пресс при комнатной температуре не менее 2 часов с последующим формованием изделия, сушкой и обжигом.

На стадии подготовки сырья перед формованием необходимо вводить структурирующие добавки с удельной поверхностью  $1500 \text{ см}^2/\text{г}$  и более (соотношение глинистое сырье – структурирующие добавки 80:20). При таком способе изготовления улучшаются прочностные свойства и долговечность.

При заданном режиме формования в образующемся брусе, выходящем из шнек-пресса, эффективно протекают процессы релаксации напряжений в глиняной массе, заполняются микропустоты, что способствует формированию однородной массы высокой плотности.

Трехкратное пропускание через пресс оказывается достаточным для получения эффективной структуры сырца в брусе для последующей после сушки и обжига ре-



лаксации высокого уровня механической прочности изделий и их низкого водопоглощения.

Применение нового способа производства керамического кирпича позволит улучшить качества кирпича на заводах нашего региона.

Литература:

1. Интернет- источники : <http://www.vseon.com/novosib/>

# РАСЧЕТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОСТЕННЫХ СЛОИСТЫХ БАЛОК В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОСТАНОВКЕ

**Г. Л. Горынин**, д-р физ.-мат. наук, профессор (СурГУ, г. Сургут), **А. Г. Горынин**, студент (НГУ, г. Новосибирск)

Тонкостенные слоистые балки являются важнейшими элементами многих современных конструкций и применяются в различных отраслях промышленности. Одной из важных задач при работе с такого вида конструкциями является задача о нахождении собственных частот колебаний слоистой балки. Для решения краевых задач динамики слоистых балок используется метод асимптотического расщепления [1]. Суть метода заключается в расщеплении исходной трехмерной задачи теории упругости на одномерные и двумерные задачи, которые существенно проще исходной и для тонкостенных балок имеют аналитическое решение.

Для трехслойных балок узкого прямоугольного и двутаврового сечений найдены все компоненты тензора напряжений и определены её жесткостные характеристики, используемые далее в задаче о собственных колебаниях. Выведено уравнение собственных колебаний трехслойной балки:

$$M \frac{\partial^2 u_0^{(n)}}{\partial t^2} + \sum_{k=2}^{n+1} G_{xz}^{(2k-1)} \frac{\partial^{2k} u_0^{(n)}}{\partial z^{2k}} \varepsilon^{2k} = 0,$$

где  $G_{xz}^{(2k-1)}$  – сдвиговые жесткости сечения балки;  $M$  – безразмерная масса поперечного сечения балки, приходящаяся на единицу длины;  $u_0^{(n)}$  –  $n$ -ое асимптотическое приближение прогиба балки;

$n$  – номер асимптотического приближения. Найдены первые приближения собственных частот колебаний:

$$\omega_m^{(n)} = \sqrt{\sum_{k=2}^{n+1} G_{xz}^{(2k-1)} (\pi m \varepsilon)^{2k} (-1)^k}$$

$$\omega_n^{(1)} = (\pi n \varepsilon)^2 \sqrt{\frac{(G_{xz})^3}{M}}, \omega_n^{(2)} = \omega_n^{(1)} \sqrt{1 - \frac{(G_{xz})^5}{(G_{xz})^3} (\pi n \varepsilon)^2}$$

Показано, что первое приближение совпадает с результатами, основанными на гипотезе плоских сечений. Второе приближение учитывает влияние депланации и инерции вращения сечения. Произведено сравнение собственных частот колебаний, полученных методом асимптотического расщепления, с собственными частотами, полученными на основе классической теории Бернулли-Эйлера и уточненной теории Тимошенко.

### Список литературы

1. Горынин Г.Л., Немировский Ю.В. Пространственные задачи изгиба и кручения слоистых конструкций. Метод асимптотического расщепления. – Новосибирск: Наука, 2004. – 408 с.

## **АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ИНТЕРЬЕРА НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА**

**Е.Ф. Грибова**, ст.преподаватель (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

К архитектурно-художественной керамике относят керамические изделия (в первую очередь, из терракотовых и майолитовых масс), предназначенные для декоративного оформления экстерьера и интерьера зданий, выставок, парков, садов и т.п.

По плотности материала изделия, относящиеся к архитектурно-художественной керамике, могут быть подразделены на две группы: пористые, где водопоглощение выше 5% (терракотовая скульптура, фасадные плитки и др.); плотные, где водопоглощение ниже 5% (плитки для пола, ковровая мозаика и др.).

К положительным свойствам архитектурно-художественной керамики следует отнести ее декоративность, долговечность, атмосферостойкость, прочность и разнообразие, дающее возможность применения этой керамики во всех частях зданий.

К положительным свойствам следует также отнести дешевизну этой керамики и повсеместное распространение сырьевых материалов.

Основными исходными материалами для большинства архитектурно-художественной керамики служат глины: Обского, Евсинского, Краснозерского, Барышевского, Каменского и др. месторождений), которые обладают различной степенью пластичности, белизны, цвета, отощающих добавок (Криводановский песок). Сырье Новосибирской области позволяет устанавливать уникальные высокохудожественные изделия методом литья и пластического формования (настенные панно, декоративные тарелки, вазы, скульптуру).

## **ПЕНОБЕТОН: СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**А. С. Давыдов**, магистрант, **Е. В. Яковлева**, магистрант  
(*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)*)

Пенобетон в современном строительстве является одним из самых перспективных и прогрессивных материалов, которые применяются в жилищном и гражданском строительстве. Использование монолитных материалов и изделий из пенобетона в Российской Федерации расширяется в связи с возможностью снизить стоимость, материало- и трудоемкость строительства.

Однако, учитывая энергозатраты, вопрос о необходимости применения ограждающих конструкций, которые способны совмещать в себе эффективную теплоизоляцию и низкую стоимость, встает особенно остро.

Так, один из способов повышения эффективности пенобетонов - применение местных материалов, что позволит сократить расходы на доставку, не снизив при этом качество производимых материалов.

## **ПЕНОБЕТОН С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**А. С. Давыдов**, магистрант **Е. В. Яковлева**, магистрант (*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)*)

Неавтоклавный пенобетон получает со временем более широкое применение в жилищном строительстве в качестве ограждающих конструкций. Обладая высоким уровнем теплофизических свойств, надежностью, включая долговечность, простой технологией и невысокими производственными затратами ячеистый бетон неавтоклавного твердения характеризуется высокими деформациями усадки, что приводит к трещинообразованию, снижению морозостойкости и прочности, а также повышению водопоглощения и теплопроводности.

Получение пенобетона с повышенными эксплуатационными свойствами, в том числе с низким уровнем деформаций усадки, достигается повышением концентрации твердой фазы в единице объема применением химико-минеральной модификации на различных структурных уровнях, а также ускорением сроков схватывания, стабилизацией структуры, образовавшуюся в процессе приготовления пенобетонной смеси.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОМОЛОТЫХ АКТИВНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА**

**В.Б. Дуваров**, ст. преп, **А.В. Угляница**, д-р техн. наук, профессор (КузГТУ, г. Кемерово)

Полистиролбетон в настоящее время является распространённым теплоизоляционным строительным материалом. Идёт постоянное совершенствование технологии получения полистиролбетона и улучшение его свойств.

Кафедра строительного производства и экспертизы недвижимости КузГТУ занимается повышением свойств полистиролбетона при помощи добавок, содержащих оксиды переходных металлов (железа, марганца, никеля), и разработкой технологии приготовления полистиролбетонной смеси с добавками.

Действие предлагаемых добавок заключается в том, что при введении их в полистиролбетонную смесь происходят окислительно-восстановительные процессы, которые приводят к более быстрой кристаллизации новых гидратных образований и способствуют повышению интенсивности твердения и прочности цементного камня. Вводимые добавки в структуре цементного теста занимают пустоты и поэтому могут гидратироваться без разрушения каркаса гидросиликатов, при этом количество кристаллических новообразований увеличивается и интенсифицируется процесс роста прочности системы.

Проведённые исследования показали, что введение тонкомолотых активных добавок, содержащих переходные металлы, в полистиролбетон повышает предел прочности при сжатии на 80-85%, снижает водопоглощение на 6-8% и повышает морозостойкость на 15-20%.

## **Ю-ПЛАСТ - ИННОВАЦИИ В РАЗВИТИИ ФАСАДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**В.В. Зверев**, Управляющий компании «Ю-ПЛАСТ» (г. Минск, Республика Беларусь)

Сайдинг от белорусского производителя, компании Ю-Пласт – это материал нового поколения. Ассортимент коллекций отличается не только большим разнообразием цветовой гаммы, но и богатством выбора различных фактур.

На сегодняшний день компания выпускает:

- Классический сайдинг «Корабельный брус»;
- Сайдинг имитирующий фактуру ясеня, дуба и ели «Тимберблок»;
- Сайдинг имитирующий кирпич «Стоун-Хаус кирпич» (особенностью данной, инновационной коллекции является соединение панелей сайдинга без дополнительной «соединительной планки»);
- Также коллекцию дополняют Софит классический и Софит Тимберблок (подшивка крыши).

Коллекции сайдинга можно комбинировать, что позволяет сделать неповторимый, индивидуальный дизайн любого дома.

Продукция экологически чистая и не подвержена горению. В производстве используется только качественное, немецкое сырье и передовые технологии. Сайдинг от компании «Ю-Пласт» имеет полиуритановое покрытие, которое способствует дополнительной защите от ультрафиолетовых лучей и других природных факторов. Выбирая сайдинг «Ю-Пласт» - клиент получает качество и надежность на долгие годы.



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ТУВЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**В.Н. Зырянова**, д.т.н., проф., **А.П. Очур-оол**, аспирант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

На ГОКе «Туваасбест», разрабатывающем открытым способом Ак-Довуракское месторождение хризотил-асбеста, ежегодный выход скальных вскрышных пород (в виде перидотитов, серпентинитов, пироксенитов) составляет 2,9 млн. м<sup>3</sup>, отходов обогащения асбеста - 3 млн.т. В настоящее время утилизация скальных пород для производства крупного заполнителя – щебня разных фракций незначительна и составляет 8 тыс. т в год.

Техногенное сырье ГОКа представлено: отвалами вскрышных пород (в основном серпентиниты зеленого, светло-зеленого цвета разных фракций); промышленными отходами вмещающей породы в виде щебня; промышленными отходами обогащения асбестовой руды с содержанием тонкодисперсных фракций асбеста.

С целью вовлечения техногенного сырья в производство строительных материалов изучены физические свойства, гранулометрический и химический составы отходов комбината. Вскрытие проб проводилось с применением метода сплавления с активным флюсом и определением химического элементарного состава проб отходов на спектрометре ARL-9000XP.

Анализ химического состава различных видов техногенного сырья свидетельствует о незначительном колебании содержания кислотных, полуторных и щелочных оксидов в различных видах техногенного сырья ГОКа, что указывает на возможность применения единой технологической схемы переработки техногенного сырья в полезный продукт. По сравнению с аналогичным сырьем Баженовского месторождения [1], тувинское техногенное сырье отличается пониженным содержанием оксида кальция. Химический состав техногенного сырья комби-

ната «Кустанайасбест» [1] по сравнению с тувинским характеризуется повышенным содержанием оксида магния.

По гранулометрическому составу техногенные отходы «Туваасбест» можно классифицировать на две группы: I - крупнодисперсные фракции вмещающих пород и II - тонкодисперсные смеси вмещающих пород и асбеста [2].

Вмещающие породы характеризуются насыпной плотностью 1760-1780 кг/м<sup>3</sup>, истинной плотностью 2720 кг/м<sup>3</sup>. Структура частиц кристаллическая, цвет серый, серо-зеленый.

Насыпная плотность отходов асбестообогащения (I+II), содержащих мелкие частицы вмещающих пород, короткие волокна асбеста и асбестовую тонкодисперсную пыль, равна 1260-1280 кг/м<sup>3</sup>. Содержание вмещающей породы фракции 5 мм и менее составляет 68-72 %, содержание асбестовых волокон - 12-16 %, асбестовой пыли - 12-20 %.

Результаты поисковых исследований техногенного сырья ГОКа «Туваасбест» указывают перспективные направления их использования в технологии строительных материалов: производстве бетонов и строительных растворов [2]; производстве строительной керамики; производстве композиционных магнезиальных вяжущих веществ [3]; производстве минеральных теплоизоляционных материалов [4].

#### Литература

1. Сводный отчет по конкурсному проекту СО РАН № 28.4.8 (2004-2006 гг). Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2006. - 116с.

2. Кара-Сал Б.К. Возможности комплексного использования попутных продуктов асбестообогащения для производства строительных материалов. Техника и технология № 6, 2011.- С.57.

3. Зырянова В.Н. Физико-химические процессы и технология получения композиционных магнезиальных вяжущих материалов с использованием магнийсиликатных наполнителей//В.Н. Зырянова, Г.И. Бердов, В.И. Верещагин//Техника и технология силикатов. -2010. №1, -С.12-19.

4. Бердов Г.И., Зырянова В.Н. Пути совершенствования технологии и свойств строительных материалов/Г.И. Бердов, В.И.Зырянова/Известия вузов. Строительство.2010. №4, С.51-62.

## **МАГНЕЗИАЛЬНО-СИЛИКАТНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**В.Н. Зырянова**, д-р техн. наук., проф., **А.П. Очур-оол**, ст. гр.161ас-3 (НГАСУ (Сибстрин)), г. Новосибирск)

Наряду с портландцементом в строительстве необходимо использовать различные виды вяжущих веществ. Таковыми могут быть композиционные магнезиальные вяжущие вещества, полученные на основе техногенного сырья.

Активность оксида магнезия отечественной технологии определяется согласно ГОСТ 1216-87 по изменению истинной плотности. Показателем качества магнезиального вяжущего строительного назначения в соответствии с DIN 273, ASTM 323, EN 14016-1:2004 является значение насыпной плотности.

О.А. Белимовой получено композиционное магнезиальное вяжущее повышенной водостойкости с использованием отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Г.Н. Володькиным разработана экологически чистая технология извлечения магнезий из рассола бишофита и изготовление конструкционно-теплоизоляционных и отделочных материалов.

Л.Ф. Туренко получен эффективный теплоизоляционный материал «Полиэтрол» с введением частично гидролизованной целлюлозы и модифицированной полимерной добавки.

М.И. Кузьменковым и соавторами разработаны составы полистиролбетона на основе магнезиального вяжущего и солейсодержащих отходов ПО «Полимер» в качестве затворителя. Прочность при сжатии полистиролбетона при плотности 200-250 кг/м<sup>3</sup> в 1,5-2 раза выше прочности образцов полистиролбетона на портландцементе.

В.Н. Зыряновой и соавторами получены композиционные магнезиальные вяжущие повышенной водостойкости. С использованием мелких фракций опилок, костры льна, полиуретана, получены составы легких бетонов плотностью 540-800 кг/м<sup>3</sup>, прочностью 4-12 МПа. Разработанные составы рекомендованы для производства стеновых отделочных плит, стеновых камней.

## ПОЛУЧЕНИЕ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С НИЗКОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ

Игнатова О.А., Учителева Н.А.

Производство неавтоклавных ячеистых бетонов, в том числе малыми предприятиями – динамично развивающееся направление стеновых материалов. Однако специфика технологии неавтоклавного газобетона требует применения молотого песка, химических добавок и сложных и энергоемких решений.

При средней плотности 500-700 кг/м<sup>3</sup> неавтоклавный газобетон с химическими добавками имеет прочность 1,5 - 2,5МПа, коэффициент теплопроводности 0,17-0,25 Вт/м·К. Диаметр пор стандартного газобетона колеблется от 1 до 3 мм, что не позволяет получить изделий с более низкой теплопроводностью и высокой прочностью.

Для решения данной проблемы исследованы технологические приемы по улучшению структуры газобетона. В работе разработана технология неавтоклавного газобетона на основе отходов ТЭЦ, которая обеспечивает получение материала с высокими строительно-техническими свойствами по технологии, не требующей помола и других, сложных для малых производств переделов.

Для решения поставленных задач применялись алюмосиликатные микросферы с фракционным составом от 20 до 500 мкм. Микросферы – это полые алюмосиликатные шарики, заполненные азотом и двуокисью углерода. Насыпная плотность микросфер 0,30 - 0,45 г/см<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности - 0,08-0,20 Вт/(м·К).

Низкий коэффициент теплопроводности микросфер позволяет использовать их в качестве эффективного мик-

ронополнителя для улучшения пористой структуры газобетона.

Предлагаемый состав неавтоклавнога газобетона содержит 13–16% микросфер, что дает возможность снизить коэффициент теплопроводности на 20 – 30%.

## **СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

**О.А. Игнатова**, канд. техн. наук., доцент (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия), **С. Турсунов**, канд. техн. наук, доцент (Ферганский политехнический институт, г. Фергана, Узбекистан)

В настоящее время в гражданском и промышленном строительстве все большее значение придается применению природосберегающих материалов. Одним из них является древесина, подвергнутая термической обработке. Термомодификация — это процесс воздействия пара, температуры и вакуума без применения химических реактивов или токсичных пропиток. Такая обработка древесины не наносит вреда окружающей среде.

Методами ИК - спектроскопии (на примере древесины кедра) установлено, что при термообработке происходят заметные изменения структуры целлюлозы. Происходит термогидролиз - уменьшается степень полимеризации целлюлозы, увеличивается ее кристалличность, повышается химическая стойкость и снижается активность. При этом удаляется связанная вода, оксид и диоксид углерода. Растворимые сахара выводятся из материала, остается лишь небольшая часть гемицеллюлозы, но это уже не влияет на приобретаемые древесиной новые качества.

Микрофотографии исследуемой древесины подтверждают, что при термической модификации происходит уплотнение клеточных оболочек, при этом, структура древесины становится в целом более плотной, а микропоры соответственно - более крупными. Это объясняет снижение плотности, уменьшение теплопроводности, водопоглощения, а также повышение хрупкости древесины.

В результате термической обработки существенно снижается объем, материала чувствительного к гниению, что приводит к повышению показателей устойчивости к разрушению под воздействием грибка по сравнению с древесиной, высушенной обычным способом.

Исследования показывают, что данные изменения положительно влияют на показатели равновесной влажности и стабильности размеров термомодифицированной древесины (она в значительной степени утрачивает способность к впитыванию влаги – «набуханию», что в свою очередь ведет к повышению стабильности размеров). Несколько

увеличиваются показатели твердости при незначительном уменьшении прочности.

Таким образом, термомодифицированная древесина может быть использована для наружной отделки зданий; стенового бруса; для отделки саун и ванных комнат; изготовления террас; садово-парковых конструкций; наружных окон и дверей; половых покрытий; садовой мебели; пешеходных мостиков и причалов. Не следует использовать такую древесину в особо ответственных конструкциях, таких как несущие балки перекрытий, работающие на изгиб.



## **ОСОБЕННОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ, ПОЛУЧЕННОГО РЕЦИКЛИНГОМ БЕТОНА**

**Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия), **С.Ж. Раззаков**, д-р техн. наук, доцент, (Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган, Узбекистан)

На сегодняшний день очень актуальны вопросы утилизации и повторного использования материалов от разборки, как жилых зданий, так и промышленных сооружений. Существует два пути утилизации отходов бетона и железобетона: захоронение на специально отведенных полигонах и свалках и полная переработка с помощью специальной дробильной техники. До недавнего времени единственным путем утилизации строительных отходов был первый вариант, но такой способ утилизации создает большие экологические проблемы. В свою очередь переработка строительных отходов, создание системы **рециклинга** становится перспективным высокорентабельным производством, решающим важнейшую экологическую и экономическую задачу. Вторичный щебень из бетона оказывается значительно дешевле природного, так как энергозатраты на его производство в 8 раз меньше, а себестоимость бетона с его использованием снижается на 25 %.

Особенностью заполнителя, полученного рециклингом, является то, что он представляет собой неоднородную смесь, состоящую из фрагментов-конгломератов: цементного камня, крупного и мелкого заполнителей. Отсев содержит большую долю цементного камня, который в зависимости от условий эксплуатации бетонной конструкции (сносимаястройка) мог подвергнуться коррозии.

Задачей данного исследования являлась оценка пригодности заполнителя, полученного рециклингом, для его использования в цементных материалах (цементно-песчаных растворах, бетонах и т.д.).

Результаты оценки пригодности вторичного заполнителя показали, что вторичный щебень и песок по всем показателям, кроме содержания пылевидных частиц, удовлетворяют требова-

ниям стандартowi могут применяться как заполнитель для строительных работ. Содержание частиц размером менее 0,16 мм превышает требования ГОСТ и составляет 8 %. Однако данные химического анализа показывают, что эти частицы состоят из частиц прогидратированного и негидратированного цемента. Количество негидратированного цемента, в пересчете на расход цемента, составляет около 10 %. Следовательно, при изготовлении цементных материалов с использованием вторичного щебня и песка расход цемента можно снизить или повысить прочность изделий при сохранении расхода цемента. В свою очередь частицы гидратированного цемента могут являться крентами.

## **НЕАВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН ИЗ СУХОЙ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ**

**Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, **М.А. Раков**, ст. преподаватель (**НГАСУ (Сибстрин)**, г. Новосибирск, Россия), **Б.Ш Ризаев**, канд. техн. наук, доцент, (**Наманганский инженерно-строительный институт**, г. Наманган, Узбекистан)

Теплоизоляционные и конструктивно-теплоизоляционные строительные изделия из ячеистых бетонов являются одними из перспективных и конкурентоспособных на строительном рынке.

Однако, несмотря на все достоинства, ячеистый бетон относится к энергоемким строительным материалам. При этом наиболее дорогостоящей составляющей бетона является цемент, а наиболее энергоемкими операциями в технологии производства ячеистого бетона являются автоклавная обработка изделий из ячеистого бетона и помол кремнеземистого компонента. Для гарантированного обеспечения получения газобетона с величиной средней плотности  $400-500 \text{ кг/м}^3$  необходимо использование кремнеземистого компонента с удельной поверхностью  $250-300 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Установлено, что на помол кремнеземистого компонента расходуется электроэнергия до  $25 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$  или в перерасчете на  $1 \text{ м}^3$  ячеистого бетона с учетом расхода песка  $0,18-0,28 \text{ т} - 4,5-7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ . Вместе с тем литературный анализ показал, что вопрос совместного помола клинкера и кремнеземистого компонента изучен мало. Поэтому нами исследовалось влияние совместного помола портландцементного клинкера, кремнеземистого и карбонатного компонентов и минеральной добавки до удельной поверхности  $280 - 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ , на свойства (прочность, среднюю плот-

ность и теплопроводность) неавтоклавного газобетона, а также пористость цементного камня, полученного на основе портландцементного клинкера с введением минеральных добавок.

Анализ экспериментальных данных показал, что совместный помол портландцементного клинкера с кремнеземистым и карбонатным компонентами и минеральными добавками приводит к снижению энергоемкости производства неавтоклавного газобетона, а минеральная добавка, располагаясь в межпоровых перегородках ячеистого бетона, является микроарматурой и обладает весьма развитой поверхностью, выполняет функцию барьеров на пути распространения трещин и сообщающихся пор. Введение минеральных добавок позволило получить неавтоклавный газобетон со средней плотностью  $580 \text{ кг/м}^3$ , прочностью на сжатие  $3,3 \text{ МПа}$  и теплопроводностью  $0,131 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ .

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПОРИСТОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ**

**Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, **Г.И. Бердов**, д-р техн. наук, профессор, **А.К. Туляганов**, ст. преподаватель, (НГАСУ (Сибст-рин), г. Новосибирск)

В объеме затвердевшего цементного камня значительную долю занимают поры и пустоты различных размеров, их характеристики зависят от водоцементного отношения, способа уплотнения, сроков и условий твердения, минералогического и вещественного состава портландцемента. Пористость оказывает большое влияние на все свойства цементов и получаемых с их использованием строительных материалов, причем это влияние зависит не только от показателя суммарной пористости, большое значение имеет структура пористости, характеризуемая объемом пор различного диаметра.

Для изучения пористости исследован цементный камень после 28 суток твердения при нормальных условиях, который изготавливался как без добавок, так и с добавкой дисперсного известняка.

Следует отметить, что при введении 7 % мас. известняка характеристическая длина пор возрастает. В то же время существенно снижается извилистость пор. Это может обеспечить более благоприятные условия для перемещения части воды в соседние воздушные включения. При ее замерзании давление внутри бетона не будет увеличиваться. Наличие большого количества пор (капилляров) малого диаметра (менее 1 мкм) может способствовать повышению морозостойкости бетона, так как вода в них в основном будет находиться в пленочном состоянии.

Таким образом, при введении известняка отмечается существенное различие в содержании пор диаметром менее 1,2 мкм, при этом их общий объем и соответственно суммарная поверхность возрастают. Основная доля суммарной поверхности (более 95 %) приходится на поры диаметром 0,15 мкм и менее. Следует отметить, что при введении 7 % мас. известняка

характеристическая длина пор возрастает, в то же время существенно снижается извилистость пор.

Это может обеспечить более благоприятные условия для перемещения части воды в соседние воздушные включения. При ее замерзании давление внутри искусственного конгломерата не будет увеличиваться. Наличие большого количества пор (капилляров) малого диаметра (менее 1 мкм) может способствовать повышению морозостойкости бетона, так как вода в них в основном будет находиться в пленочном состоянии.

## **СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДИСПЕРСНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ**

**Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, **А.Н. Теплов**, аспирант  
(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Применение сухих строительных смесей (ССС) стало неотъемлемой частью строительного производства. Их использование позволяет ускорить и вместе с тем упростить строительный процесс, уменьшить потери при выполнении различных работ. Самым главным достоинством является качество выполненных работ с применением СССР.

Для снижения ресурсоемкости и стоимости строительных материалов на основе цемента целесообразно повышение его прочностных характеристик путем введения минеральных добавок. Эти материалы представляют собой порошки различной минеральной природы, получаемые из природного или техногенного сырья (золы, молотые шлаки и горные породы, микрокремнезем и др.).

Для определения влияния дисперсной минеральной добавки на прочность СССР были использованы следующие виды сухих смесей производства ООО «Геркулес-Сибирь»: грубый ровнитель для пола, кладочная смесь. В качестве дисперсной минеральной добавки использовали: комплексную добавку состоящую из 2 частей диоксида и 1 части известняка.

Добавки вводились в количестве 1, 3, 5, 7, 9 и 11 % от расхода цемента. Сухие строительные смеси смешивали с указанной добавкой в смесителе. Образцы, размером 40х40х160 мм, твердели в условиях близких к эксплуатационным для исследуемых сухих строительных смесей. Анализ экспериментальных данных показал, что оптимальным количеством дисперсной минеральной добавки

является 7 %. При таком количестве добавки удалось достигнуть наибольшего увеличения прочности раствора, изготовленного из сухой строительной смеси. При этом прочность ССС «грубый ровнитель для пола» увеличилась на 22,1 %, а прочность раствора, изготовленного из сухой строительной смеси «кладочная смесь» увеличилась на 32,7 %.



## РАСЧЕТ СОСТАВА СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛИНКЕРА

Е.А.Климова, Н.В.Лапков, Т.Ф.Каткова

(Новосибирск, Россия)

При расчете сырьевой смеси задаются значением коэффициента насыщения КН, который определяет соотношение между сырьевыми компонентами. Приготовление сырьевой смеси из двух компонентов возможно только в случае, когда значение модулей силикатного «п» и глиноземистого «р» рассчитанной смеси находится в пределах, допустимых для портландцементного клинкера.

Если по заданию известны значения КН и химический состав исходных сырьевых компонентов, то расчет производится в следующем порядке:

Шаг 1. Пересчет данного химического состава обоих компонентов смеси к 100 %. Для этого вычисляется пересчетный коэффициент (К) для первого и второго компонентов путем деления 100 на сумму ( $\Sigma$ ), полученную сложением процентного содержания всех оксидов в каждом материале

$$K_1 = 100 / \Sigma ,$$

Шаг 2. Умножение заданного процентного содержания оксидов каждого из материалов на соответствующий поправочный коэффициент  $K_1$ . Полученный химический состав исходных материалов приводится к 100 %.

Шаг 3. Принимание за единицу части, по массе, одного компонента (глина) сырьевой смеси, X частей, по массе, - другого компонента (известняк). Записывают следующие равенства:

$$C_0 = \frac{x C_1 + 1 C_2}{x + 1}; S_0 = \frac{x S_1 + 1 S_2}{x + 1}; A_0 = \frac{x A_1 + 1 A_2}{x + 1}; F_0 = \frac{x F_1 + 1 F_2}{x + 1} ,$$

где:  $C_0, S_0, A_0, F_0$  – содержание данного оксида в иско-  
мой сырьевой смеси.

Подставляются значения  $C_0, S_0, A_0, F_0$  в упрощенную  
формулу расчета коэффициента насыщения:

$$KH = \frac{C_0 - 1,65A_0 - 0,35F_0}{2,8S_0},$$

полученное уравнение решается относительно  $X$ :

$$X = \frac{(KH \cdot 2,8S_2 + 1,65A_2 + 0,35F_2) - C_2}{C_1 - (KH \cdot 2,8S_1 + 1,65A_1 + 0,35F_1)},$$

где:  $C_{1,2}, S_{1,2}, A_{1,2}, F_{1,2}$  – сокращенное написание окси-  
дов  $CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3$ , содержащихся соответственно  
в первом и втором компонентах смеси;

Шаг 4. Определение суммы компонентов смеси в час-  
тях:  $X+1$ ;

Шаг 5. Определение процентного содержания компо-  
нентов в смеси:

$$K_2 = 100/(X+1),$$

где:  $K_1$  – содержание компонента, принятого в расчете  
за единицу (в данном случае второй компонент - глина);  
Его содержание равно  $K_2 = 100/(X+1)$ ;

Шаг 6. Определение содержания первого компонента  
(известняка) по разности  $100 - X$

Шаг 7. Пересчет процентного содержания оксида каж-  
дого из компонентов смеси, для чего умножаются их зна-  
чения на полученное содержание (%) данного компонента  
в сырьевой смеси и получается химический состав сырье-  
вой смеси;

Шаг 8. Определение состава клинкера путем умножения содержания оксидов сырьевой смеси на перерасчетный коэффициент  $K_2$ , который рассчитывается по формуле:

$$K_2 = 100 / (100 - \text{п.п.п}),$$

где: п.п.п – потери при прокаливании сырьевой смеси, %;

Шаг 9. Вычисление КН рассчитанной сырьевой смеси (клинкера) и сравнение его с заданным;

Шаг 10. Расчет модулей силикатного «п» и глиноземистого «р»;

***Список литературы:***

1. Интернет-источник: <http://www.vseon.com/novosib/>

## **КВАРЦЕВЫЕ ОТХОДЫ И СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ**

**А.Ф. Косач**, д-р техн. наук, профессор, (ЮГУ, г. Ханты-Мансийск),  
**И.Н. Кузнецова**, канд. техн. наук, доцент, (СибАДИ, г. Омск),  
**М.А. Дарулис**, аспирант, (ЮГУ, г. Ханты-Мансийск)

На сегодняшний день наиболее перспективны нанотехнологии. Процессы самоорганизации веществ на атомно-молекулярном уровне в наноструктурированных строительных материалов позволяют создавать строительные материалы с повышенными свойствами, то есть уникальные объекты без внешнего влияния. Основная цель исследования состояла в возможности управления физико-механическими свойствами цементного камня с заданными характеристиками за счет увеличения химико-физических процессов при снижении дисперсности частиц и повышении прочностных показателей цементного камня.

Применение наноразмерных частиц до 30 мкм позволяет экономить цемент до 40%, а при оптимальном содержании массы кварцевых отходов к массе цемента (30:70) увеличивать его прочностные характеристики до 30 %, чем выше удельная поверхность микронаполнителя, получаемого из отходов от производства особо чистого кварцевого концентрата, тем он активнее взаимодействует с другими продуктами гидратации с более быстрому протеканию реакций и образованию тонкодисперсных гидратов. Прочное сцепление кварца с новообразованиями является важным в процессе формирования структуры. Наполнитель должен обладать большой активностью химического взаимодействия с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и другими продуктами гидратации клинкера, а также иметь поверхность наиболее совместимую со структурой кристаллизующихся гидратов.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО БЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Костин В.В., к.т.н., доц Раков М.А., ст. преп.

В настоящее время все большее распространение получает безопасный метод изготовления железобетонных конструкций, в результате чего при резке образуется большое количество отходов. Так, например, в Бердском строительном тресте (БСТ) объем отходов, получаемых при резке плит перекрытий, свай, стеновых панелей классов В25-В45 составляет 3 тыс. м<sup>3</sup>. По договору с данным предприятием нами был произведен отбор указанных отходов и их двухстадийная переработка с извлечением арматуры на специальном дробильном ковше марки ВГ 60-1 до получения вторичного щебня. В таблице 1 приведен его грансостав согласно ГОСТ 25607-94.

№ сита	20	10	5	2,5	0,63	0,14	<0,14
a <sub>i</sub> , %	26,88	27,97	15,98	6,1	9,81	11,48	1,74
A <sub>i</sub> , %	26,88	54,85	70,83	76,93	86,74	98,22	99,96

Таблица 1. Грансостав вторичного щебня БСТ

Насыпная плотность вторичного щебня составила 1380 кг/м<sup>3</sup>.

Химический анализ щебня показал присутствие во вторичном щебне непрореагировавших минералов портландцементного клинкера, а сам вторичный щебень представляет собой известняк, покрытый цементированным цементно-песчаным раствором. Были проведены испытания на дробимость вторичного щебня по ГОСТ 8267-93.

Марки по дробимости согласно ГОСТ 8269.0-97 составили для фракций:

20-40 мм – D300, 10-20 мм – D400, 5-10 мм – D400, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 25607-94.

Лабораторные исследования показали, что при замене традиционного щебня и части песка на вторичный щебень был получен бетон класса по прочности В15-В30 при расходе цемента М400Д20 240-350 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона, что не превышает его расход по традиционным технологиям. Экономический эффект составляет 500 руб на 1 м<sup>3</sup> бетона засчет замены традиционного щебня и части песка на вторичный щебень.

## СТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

**И.Н. Кузнецова**, канд. техн. наук, доцент, (СибАДИ, г. Омск)

Оценку структурообразования неорганических соединений цементного камня необходимо вести комплексно, большое влияние на структуру цементного камня оказывают кристаллохимические особенности веществ, кинетические и термодинамические факторы. Приведем основные положения по структурообразованию и составу структуры цементного камня, определяющим его свойства и долговечность. Формирование структуры цементного камня, осуществляется в процессе сложного гидратационного взаимодействия твердой, жидкой и газообразной фаз.

Гидросульфоалюминаты кальция (минерал эттрингит) формируют структуру цементного камня, которая определяет основные свойства цементного камня: прочность, коррозионную стойкость. При гидратации цемента на начальной стадии возможны образование и рост кристаллов эттрингита. В свежеприготовленной цементной смеси эттрингит не влияет на разрушения цементного камня. Эттрингитовая фаза представляет собой мельчайшие частицы не имеющие условий для роста, которые сохраняются длительное время. Эттрингит образующийся в течение нескольких месяцев и лет, взаимодействует с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  выделяющимся при гидратации алита  $\text{C}_3\text{S}$ , большее количество эттрингита образуется при достаточном содержании  $\text{CaSO}_4$ .

Пластическая прочность цементного теста на ранних стадиях схватывания определяется пространственной сеткой гидросульфоалюмината кальция. Влияние на прочность цементного теста оказывает формирующиеся гидросиликатные новообразования пластинчатого и волокнистого строения.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**

**А. Т. Пименов**, д-р техн. наук, профессор; **О. Е. Смирнова**, канд. техн. наук, доцент; **С. Ю. Отточко**, аспирант, ассистент (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Основные постулаты Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года ориентируют на эффективное технологическое оснащение и развитие строительной отрасли, включая промышленное и гражданское строительство. В этой связи производство строительных смесей и материалов с использованием отходов производства приобретает особую актуальность.

Более того, согласно требований Указа Президента России 05.01. 2016 года «О проведении года экологии в России в 2017 году» особого внимания требует утилизация отходов крупных предприятий, что убедительно подчеркивает актуальность настоящей работы.

В современных условиях, как показывает зарубежный опыт исследования и производственное апробирование, а также работы отечественных производителей, на строительных объектах следует отдавать предпочтение использованию сухих строительных смесей.

Заводы по производству сухих строительных смесей должны заменить бетонорастворные узлы, имеющие как правило, устаревшее оборудование.

Сухие строительные смеси позволяют выводить строительные технологии на качественно более высокий уровень - это и культура производства, и уменьшение потерь при производстве, а также множество других положительных моментов.

## **ЭКСПРЕСС МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА БЕТОНА**

**А. Т. Пименов**, д-р техн. наук, профессор, **В. В. Костин**, канд. техн. наук, доцент, **А. В. Гайворонский**, студент,  
**(НГАСУ(Сибстрин), г. Новосибирск).**

Металлургические шлаки являются отходами производства и могут успешно использоваться в качестве заполнителя в тяжелых бетонах. Однако, их недостатком является нестабильность гран состава, содержание лещадных зерен и межзерновой пустотности, что делает затруднительным подбор состава бетонов по известному методу абсолютных объёмов. Нами предложен более доступный полевой метод основанный на том, что цементное тесто заполняет промежутки между частицами песка, а он в свою очередь заполняет пустоты между частицами щебня.

Суть метода в следующем:

- 1) Пустую емкость наполняют щебнем
- 2) Встряхивают ее, чтобы заполнитель распределился равномерно
- 3) В емкость наливают воду, пока она не покроет щебень. Объем затраченной воды укажет на нужное количество песка по объему.
- 4) Заливают ёмкость с песком и щебнем в заданной пропорции водой. Её вымещенный объем укажет на нужный объем.
- 5) Расход воды определяем визуально. Далее проводим корректировку состава с учётом раздвижки зерён.

Описанную методику мы планируем применять при производстве дорожных плит класса В30 с использованием современных добавок



## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**А.Т. Пименов**, д-р техн. наук, профессор, **Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, **С.Ю. Отточко**, аспирант (НГАСУ (Сибстрин), г.Новосибирск), **А.И. Хамидов**, канд. техн. наук, доцент (Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган Узбекистан)

В настоящее время накоплены сотни миллионов тон промышленных отходов, среди которых существенную часть составляют отходы металлургического производства. Их особенность заключается в том, что техногенное сырье уже прошло высокотемпературную обработку, кристаллические и аморфные структуры здесь сформированы и не содержат органических примесей.

Целями настоящей работы являются: разработка технологических приемов утилизации сталеплавильных шлаков для производства тяжелых бетонов; разработка составов строительных смесей с использованием сталеплавильных шлаков металлургических предприятий Кемеровской области.

Изучение физико- механических свойств сталеплавильных шлаков проводили на базе испытательной лаборатории кафедры строительных материалов, стандартизации и сертификации ФГБОУ ВО НГАСУ (Сибстрин).

Был подобран состав тяжелого бетона, в котором в качестве заполнителя использовали песок из конвертерного шлака фракции 0-5 мм. В данном случае песок получали после двукратного измельчения конвертерного шлака до доведения модуля крупности до показателя, равного 2,4. По результатам испытаний образцов кубов бетона на сжатие в 28-суточном возрасте, получено значение предела прочности на сжатие, равное 18,2 МПа, что составляет более 70% от марочной прочности бетона.

Также были получены составы для штукатурных работ и каменной кладки на основе конвертерного шлака.

Результаты физико-механических испытаний строительных растворов показывают, что по показателям прочности на изгиб и прочности на сжатие экспериментальные образцы соот-

ветствовали требованиям ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия.

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВОВ СЛОЕВ ОСНОВАНИЙ ДОРОГ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НА КАЧЕСТВО ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

**А.Т. Пименов**, д-р техн. наук, профессор, **Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, **О.Н. Соловьева**, канд. техн. наук, доцент (НГАСУ (Сибстрин), г.Новосибирск)

В настоящее время текущее состояние дорог, а также экономические затраты на их содержание и ремонт требуют принятия мер по оптимизации как составов, так и технологий устройства дорожной одежды, в частности – основания дороги, как одного из наиболее уязвимых элементов дорожного комплекса. Практика показывает, что к настоящему времени слабо представлена развитая система контроля за производством такого рода работ.

Существующие технологии не предусматривают подбора состава смесей, состоящих из крупных и мелких фракций заполнителей, что является важнейшим фактором качества дорожного покрытия. Нами предлагается использовать для подбора состава щебеночно-песчаных смесей с наиболее плотной упаковкой методику, которая применяется при подборе состава в тяжелых бетонах, а также предлагается методика испытаний состава смесей на деформативность при приложении статических нагрузок. Испытания предполагают использование прибора для изучения дробимости щебня, снабженного индикаторами часового типа для определения деформации щебеночно-песчаного слоя.

Для контроля устойчивости вмещающих грунтов в процессе устройства основания дорог нами предлагается упрощенный, но надежный метод определения подвижек вмещающих грунтов, основанный на выдавливании жидкости из эластичной емкости, располагаемой в шпуре и соединенной с трубкой. По величине изменения уровня жидкости внутри трубки можно судить о величине давления в грунте. При этом уплотнение основания дороги следует проводить до тех пор, пока изменение давления в грунте не станет минимальным.

## **АЛЮМОНИТРИДНАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ**

**П.М. Плетнев** д-р техн. наук, профессор, **А.А. Денисова** аспирант  
(СГУПС, г. Новосибирск)

Алюмонитридная керамика – высокоэффективный теплопроводящий и изолирующий материал для керамических электронагревательных элементов (КЭНЭ) тепловых полов. Из многочисленных видов нагревательных элементов тепловых полов наиболее надежным, эффективным является КЭНЭ.

Поскольку алюмонитридная керамика вакуумплотная, это дает возможность эксплуатировать нагреватель при высокой температуре на воздухе. А также дает возможность присоединить пайкой металлические теплоотводы через систему металлизационных площадок, расположенных на поверхности подложки и электрически изолированных от нагревательного проводника, расположенного внутри подложки.

КЭНЭ содержит керамический монолитный теплоотвод из нитрида алюминия с плоской, объемной или фасонной конфигурацией. Благодаря этому тепло практически безинерционно отбирается от нагревательного проводника, снижая температуру его накала и таким образом существенно увеличивая его ресурс, надежность, электрическую безопасность и коэффициент полезного действия. Это обусловлено уникальными физико-техническими свойствами алюмонитридной керамики: теплопроводность 200 Вт/м\*К, электрическая плотность 14-17 кВ/мм.

Если сравнить алюмонитридную и алюмооксидную керамику, то теплопроводность у последней ниже в 10 раз 20-30 Вт/м\*К, так же как и электрическая прочность 12 кВ/мм. Коэффициент термического линейного расширения керамика на основе нитрида алюминия ближе к КТЛР

материалу металлизации (вольфрам, молибден, никель),  
чем КТЛР керамика на основе оксида алюминия.

# ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СБОРНОГО И МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ДОРОЖНОГО ВОДООТВОДА

**В.С. Прибылов**, ведущий инженер по гарантийным обязательствам  
(ОАО «Новосибирскавтодор», г. Новосибирск),

Несмотря на все разнообразие в строительстве водоотводных сооружений наиболее широкое применение в дорожной отрасли нашли железобетонные изделия — лотки водоотводные, которые являются основными составляющими водосборных и водосбросных систем. Изготовление таких изделий по настоящее время осуществляется в соответствии с типовой серией **3.503.1-66 «Изделия сборные железобетонные водоотводных сооружений на автомобильных дорогах»**, разработанной «Союздорпроект» и утвержденной Минстроем СССР в 1984г. Сегодня для изготовления бетонных водоотводных лотков используют два популярных метода – вибропрессование и вибролитьё.

Лотки, применяемые на автомобильных дорогах, должны быть стойкими к воздействию климатических факторов и агрессивных факторов внешней среды. В соответствии с **ГОСТ 32955-2014» Дороги автомобильные общего пользования. Лотки дорожные водоотводные. Технические требования»** бетон по прочности на сжатие и на растяжение при изгибе должен быть не ниже В30 и  $B_{btb} 4,0$  соответственно. Морозостойкость бетона лотков, ливнесточных и пескоулавливающих колодцев, а также обмуровки лотков должна быть не ниже марки F200 при испытаниях вторым базовым методом.

Несмотря на высокие требования к качеству бетона изделий фактический срок их эксплуатации не превышает 2-3-х лет без проведения дополнительных профилактиче-

ских мероприятий. Низкое качество используемого поставщиками цемента, а также применение в изделиях заполнителя недостаточной морозостойкости под действием воды и растворов химических ПГМ, применяемых для зимнего содержания автомобильных дорог, приводят к деструктуризации и, как следствие, снижению прочностных характеристик железобетонных конструкций (см. рис.1).



Рис.1 Деструктуризация (разрушение) бетона изделий поверхностного водоотвода

Данное обстоятельство, а также отсутствие альтернативы выбора, например, на территории Новосибирской области, вынуждает подрядные организации, осуществляющие гарантийную эксплуатацию таких изделий, осуществлять дополнительные затраты на восстановление ЖБИ. По результатам практических наблюдений величина таких затрат может составлять для сборных изделий до 150 % от стоимости СМР на их приобретение, установку и монтаж.

Одним из наиболее эффективных мер вторичной защиты изделий является обработка поверхности бетона составами проникающего действия с уплотнением пористой структуры бетона и гидрофобизирующими составами.

Гидрофобизирующие пропитки, на сегодняшний день, являются самым современным технологичным мето-

дом защиты цементобетонных конструкций от агрессивного воздействия окружающей среды. Основные преимущества и особенности данного вида материалов следующие:

- срок службы железобетонных конструкций увеличивается за счет создания гидроизоляции;

- обладает свойством «самозалечивания» сквозных трещин, пор и других эффектов, появляющихся со временем на всех цементобетонных конструкциях при эксплуатации, с их раскрытием до 0,5 мм (рост кристаллов возобновляется при просачивании воды в поры конструкции);

- увеличение водонепроницаемости железобетона.



## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА

**С.Ж. Раззаков**, д-р техн. наук, доцент, **С.А.Холмирзаев**, канд. техн. наук., доцент, (**Наманганский инженерно-строительный институт**, г. Наманган, Узбекистан), **Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, (**НГАСУ (Сибстрин)**, г. Новосибирск, Россия)

В условиях сухого жаркого климата происходит суточные и сезонные колебания температуры и влажности наружного воздуха. При нагревании температурная деформация состоит из двух видов деформаций: обратимая деформация - температурное расширение бетона и необратимая деформация - температурная усадка бетона. Расширение бетона в основном зависит от вида заполнителя и влажности бетона. При повышении температуры цементный камень расширяется меньше, чем заполнитель, и это расширение «пропадает» при удалении из гелядсорбционно-связанной воды и развития температурной деформации усадки. При эффективной влажности бетона (составляющей 2...3%) гель имеет максимальную степень увлажнения и свободная вода отсутствует.

При нагреве с влажностью менее эффективной, температурная усадкабетонапроисходитдажепри кратковременном подъеме температуры. Температурная усадка бетона на портландцементе в основном обусловлена усадкой цементного камня. При нагреве бетона одновременно проявляются деформации температурного расширения и усадки. Температурная деформация бетона  $\varepsilon_{bt}$  будет меньше температурного расширения  $\varepsilon_{it}$  на величину температурной усадки  $\varepsilon_{cs}$

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{it} - \varepsilon_{cs} = (\alpha_{it} - \alpha_{cs}) \cdot t = \alpha_{bt} \cdot t$$

При нагреве бетона с влажностью выше эффективной или сухого бетона температурные деформации  $\varepsilon_{bt}$  будут равным деформациям температурного расширения бетона  $\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{it}$ , так как температурная усадка во влажном бетоне еще не проявилась, а в сухом уже прошла. Значения температурных деформаций  $\varepsilon_{bt}$  во влажном бетоне будут больше, чем сухого. Если же при охлаждении бетон будет увлажняться, то при последующем нагреве также проявится температурная усадка. Коэффициент линейной температурной деформации бетона  $\alpha_{bt}$  естественной влажности при первом нагреве зависит от вида заполнителя и составляет: из гранита  $11 \cdot 10^{-6} \text{c}^{-1}$ , из

известняка  $10 \cdot 10^{-6} \text{c}^{-1}$  и из керамзита  $9 \cdot 10^{-6} \text{c}^{-1}$ . Климатическими факторами, влияющими на изменение температуры конструкций, является температура наружного воздуха и солнечная радиация. В их изменениях можно выделить два периодических колебания с годовым и суточным периодами. Под их влиянием температурное поле конструкций изменяется во времени и является нестационарным. В практических расчетах конструкций температурное поле рассматривается в период наиболее неблагоприятного воздействия климатических температур.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЁГКИХ БЕТОНОВ**

**Б.Ш Ризаев**, канд. техн. наук, доцент, **Э.С.Жураев**, магистрант (**Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган, Узбекистан**), **Л.В. Ильина**, д-р техн. наук, профессор, (**НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия**)

Комплексное и рациональное использование минеральных природных ресурсов, наиболее полная утилизация отходов промышленности, снижение топливно-энергетических затрат и материалоемкости на производство строительных материалов и изделий являются основными направлениями в развитии строительного комплекса Республики Узбекистан.

Развитие современного строительства направлено по пути снижения массы возводимых объектов, за счет производства и применения эффективных строительных материалов к которым следует отнести пористые заполнители и легкие бетоны на их основе.

Использование легких бетонов позволяет снизить массу железобетонных конструкций на 30 -35 %, укрупнить элементы зданий, улучшить теплотехнические и акустические показатели, снизить транспортно-монтажные расходы и уменьшить стоимость строительства. Так, например, замена наружных стен из кирпича панелями из легкого бетона на пористых заполнителях позволяет уменьшить их массу в 6 - 7 раз и снизить приведённые затраты на 15-20 %.

Производство легких бетонов в Центральной Азии, в том числе и в Узбекистане, базируется практически только на керамзитовом гравии. Однако, сырьевые ресурсы для производства керамзитового гравия весьма ограничены и не позволяют в полной мере обеспечить строительную индустрию необходимым объемом пористых заполнителей и соответственно, легким бетоном.

Для решения этой проблемы необходимо развивать научно-исследовательские работы направленные на изыскание более

доступных и широко распространенных сырьевых материалов и отходов промышленности для производства искусственных пористых заполнителей.

## **РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА**

**Ю.Г. Борисенко**, канд. техн. наук, доцент, **С.В. Рудак**, аспирант, **О.А. Борисенко**, канд. техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь)

Одной из актуальных проблем развития композиционных материалов для дорожных органоминеральных покрытий является снижение веса и плотности композита, что позволит снизить расчетные нагрузки и вес конструкций дорог. Достичь этого возможно применением легких пористых заполнителей.

Анализ опыта применения различных легких пористых заполнителей в составах битумоминеральных композиций выявил, что наиболее оптимальным материалом для этих целей является керамзит. Однако, наряду с положительными качествами таких композиций (малая плотность и вес, высокая прочность) имеется и существенный недостаток – повышенная битумоемкость. Подбор оптимального минерального состава битумоминеральной смеси является одним из рациональных путей решения этой задачи.

Предложено ограничиться применением только крупных фракций пористого заполнителя (керамзита) в составах композиций (20-5 мм). В результате экспериментальных исследований разработаны горячие мелкозернистые битумоминеральные композиции на основе керамзитового гравия с пониженными плотностью и весом, высокими прочностными показателями, и битумоемкостью, соответствующей техническим требованиям к стандартным

мелкозернистым асфальтобетонам на плотном заполнителе.

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**Н.П. Карасев**, зам. директора, **И.М. Себелев**, д-р техн. наук, директор (САЦ «Стройконсалтинг», Новосибирск), **М.М. Титов**, д-р техн. наук, профессор, **Д.Энхбаатар**, аспирант НГАСУ (Сибстрин)

Повышение стабильности качества бетона является сегодня актуальнейшей задачей, которая может быть решена различными методами, в том числе с помощью статистических инструментов контроля показателей качества (ПК) продукции и ПК процессов её производящих, а также управления процессами на основе данных такого контроля. В первую очередь, рекомендуется обратить внимание на базовые традиционные статистические инструменты менеджмента качества.

Основные причины, определяющие качество продукции, могут быть представлены пятью категориями (5М), рекомендованными К. Ишикавой при построении его знаменитой "рыбы" или причинно-следственной диаграммы. Этот перечень причин может быть расширен и адаптирован к конкретной ситуации на заводе. Оценив, также, ПК по значимости, можно оптимизировать контроль, значительно сократив затраты, работая только с основными причинами.

В соответствии с принципами TQM необходимо направлять внимание менеджеров предприятия не на контроль качества поставляемой продукции, т.е. на результат деятельности производства, а на контроль качества и стабильность причин, порождающих этот результат, т.е. на производственные и вспомогательные процессы. Не продукцию, не результат, а причины, определяющие тот или иной результат необходимо контролировать, в первую очередь, с помощью контрольных карт, гистограмм или индексов возможностей и пригодности.

В соответствии с принципами TQM необходимо направлять внимание менеджеров предприятия не на контроль качества поставляемой продукции, т.е. на результат деятельности производства, а на контроль качества и стабильность причин, порождающих этот результат, т.е. на производственные и вспомогательные процессы. Не продукцию, не результат, а причины, определяющие тот или иной результат необходимо контролировать, в первую очередь, с помощью контрольных карт, гистограмм или индексов возможностей и пригодности. При этом в сферу контроля попадают не только показатели качества произведенной в данный момент продукции, но и текущие и накопленные характеристики этой продукции в определенный прошлый или будущий периоды.

**КОМПОЗИТНАЯ КЕРАМИКА С ВЫСОКОЙ  
УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ИСТИРАНИЮ**



**Е.С. Семанцова, аспирант (СГУПС, г. Новосибирск)**

Мелющие тела и футеровка из керамики отличаются прочностью, низкой степенью истираемости, минимальным загрязнением измельчаемого продукта и применяются при изготовлении силикатных изделий, цемента, стекла и т.д. Срок службы керамических мелющих тел и футеровки определяется их составом и технологическими особенностями изготовления.

В настоящее время уделяется большое внимание созданию композиционной керамики - введение в прочную твердую матрицу дисперсных включений, что позволяет получить материал с уникальным комплексом свойств. Наиболее распространенным матричным материалом является оксид алюминия, материалом дисперсных включений - частично стабилизированный диоксид циркония, который позволяет повысить сопротивление композита распространению трещин и улучшить физико-механические характеристики.

В ходе работы разработан керамический композит с улучшенными физико-механическими характеристиками за счет вариации крупности исходных частиц композита и их равномерного распределения. Соотношение крупности исходных частиц оксидов циркония и алюминия находится в диапазоне 1:2-3 соответственно. Дополнительное повышение физико-механических характеристик композита обеспечивается образованием плателетных микроструктур  $Me(II)Al_{12-x}Cr_xO_{19}$ , где Me – щелочноземельный металл, например Mg, Sr, представляющих собой пластинчатые образования гексагональной модификации.

Разработана технология получения композита: синтез плателетных микроструктур; смешивание компонентов; помол и гранулирование; прессование; двухстадийный обжиг.

Разработанный керамический композит обладает следующими физико-механическими характеристиками: предел прочности на изгиб более 1000 МПа, твердость по Виккерсу более 16 ГПа, трещиностойкость более 5,5 МПа\*м<sup>0,5</sup>, плотность более 99,5% от теоретической.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КРЕМНЕЗЁМИСТЫХ ВЯЖУЩИХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗОБЖИГОВОГО КИРПИЧА**

*М.М. Семенова, А.И. Ильина, Т.Ф. Каткова  
(Новосибирск, Россия)*

В основу технологии производства безобжигового кирпича на основе местного сырья – кварцевого песка положена способность кварцевого песка в водной среде к формированию активного поверхностного слоя при его активации и образованию коллоидной фазы.

После ее обезвоживания в процессе сушки происходит срастание кристаллов с образованием монолитного, стойкого к воздействию влаги материала с прочностью на сжатие до 30 МПа.

Особенности технологии:

- низкая энергоемкость,
- доступность сырьевых материалов,
- простота оборудования,
- высокая производительность

Технологическая линия состоит из подготовки сырья, изготовления КСС, подготовки наполнителей, смесеобразования, формования, сушки и складирования.

Помол кварцевого песка р. Обь Криводановского месторождения осуществляется до остатка на сите №008 – 9 – 10%. Воды подается до 20% от сухой смеси. Время помола 6-8 часов. Влажность песка после помола – 12-14%.

Жидкая фаза молотой смеси представляет собой гидрозоль коллоидного кремнезема.

На основе полученного КСС изготавливается формовочная масса с  $W=7-10\%$ .

Готовая смесь подвергается прессованию в металлических формах под давлением до 19 МПа.

Отпрессованные изделия подвергаются сушке по режиму 2+6+3 (час) при  $t=200^{\circ}\text{C}$ .

После сушки образцы уплотняются в слабощелочном растворе.

Готовые образцы испытываются на прочность в сухом и насыщенном водой состоянии. Определяется средняя

плотность, капиллярное водонасыщение, водопоглощение и коэффициент размягчения.

Оптимальный состав формовочной смеси:

- КСС – 45%
- Песок речной – 55%
- Глиноземистый шлак – 10%
- NaOH + жидкое стекло – 2,5%

При таком составе смеси получен материал с прочностью 21,67 – 27,56 МПа и водопоглощением - 6,7 – 7,3%.

### ***Список литературы:***

2. Интернет-источник: <http://www.vseon.com/novosib/>
3. *Строительные материалы/Трубицын и др. – М.1993*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА «ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА» НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ЗАВОД ЖБИ-12»**

**О. Е. Смирнова**, канд. техн. наук, доцент (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск), **Н. С. Бобров**, магистрант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

В Новосибирской области насчитывается несколько десятков предприятий, выпускающих железобетонные изделия, среди которых постоянно растёт конкуренция, известны случаи банкротства. Поэтому становится актуальной проблема повы-

шения конкурентоспособности продукции и снижения её цены.

В данном исследовании предлагается методика, основанная на повышении качества продукции, которая позволит эффективно делать инвестиции в развитие качества и повышать уровень качества, а также в перспективе сертифицировать систему управления качеством на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2015, что приведёт к росту конкурентоспособности продукции.

Целью исследования является разработка инструкции для сотрудников предприятия ООО «Завод ЖБИ-12» по оценке уровня качества различного вида выпускаемой продукции и выработке на её основе управленческих решений. А именно предлагается применять статистические методы:

- 1) контрольные листы – для сбора статистических данных;
- 2) диаграммы Парето – для выделения наиболее значимых параметров качества (например, видов дефектов) по принципу Парето;
- 3) гистограммы – для выделения общей картины состояния процесса (например, какие изделия наиболее часто имеют дефекты);
- 4) причинно-следственную диаграмму, которая позволяет установить причинно-следственные связи между событиями и найти возможные причины.

По итогу анализа составляется таблица со всеми найденными причинами несоответствий, способами их устранения и требуемыми затратами, на основе которой руководство планирует мероприятия по улучшению качества.

На сегодняшний день проблема улучшения качества на данном предприятии, как и на большинстве предприятий России строительной сферы, решается методом устранения отдельных несоответствий путём привлечения новых материалов и инструментов, изменений в технологии и т. д., основываясь на опыте и интуитивных решениях.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ КОМПОЗИТНОЙ ТРУБОБЕТОННОЙ СТОЙКИ**

**Г.Л. Горынин**, д-р физ.-мат. наук, профессор (СурГУ, г. Сургут),  
**В.А. Снигирева**, аспирант (СурГУ, г. Сургут)

В работе [1] установлено, что при работе традиционной трубобетонной стойки под нагрузкой происходит отрыв бетонного сердечника от стальной трубы, а значит, совместная работа бетона и стали не реализуется, что является неизлечимым недостатком традиционных трубобетонных конструкций. При работе бетонной стойки в стальной обойме под нагрузкой на бетон со стороны стальной трубы действует радиальное реактивное давление обжатия, бетон находится в состоянии всестороннего

сжатия, в связи с чем возрастает его прочность. Однако, стальная обойма при работе трубобетонной конструкции такого типа оказывается недостаточно загруженной, так как исключается ее работа в продольном направлении. В связи с этим, предлагается использовать композитную обойму взамен стальной, которая обладает достаточно высокими прочностными характеристиками в поперечном направлении и незначительными в продольном. Примером такой обоймы является базальтопластиковая труба.

В данной работе используется пространственный закон напряженно-деформированного материала композитной обоймы. Представлена формула реактивного бокового обжатия бетона композитной обоймой и получено аналитическое решение задачи о сжатии бетонной стойки в композитной обойме с учетом нелинейного поведения бетона. Представлено сравнение повышения несущей способности бетонной стойки в стальной и в композитной обоймах. Таким образом, применение композитных обойм в составе трубобетонных конструкций является перспективным направлением дальнейших исследований.

Список литературы.

1. Горынин Г.Л., Снигирева В.А. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния трубобетонных конструкций с учетом нелинейного поведения бетона // Известия вузов. Строительство. – 2017. – № 4 (700) – С. 17–29.

## **Ca/Si «ГИД» В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ**

**Н.Г. Стенина**, д-р геол.- мин. наук, профессор (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Физико-химические процессы в системе: тонкодисперсные **минеральные компоненты – вода** (система **C–S–H**) являются теоретической основой строительного материаловедения. Следовательно, создание новых материалов с заданными свойствами, оценка их эксплуатационных качеств зависят от понимания природы консолидации составляющих компонентов. Механизм связывания воды с алюмосиликатным веществом являлся до настоящего времени открытым вопросом, что ограничивало развитие строительных технологий.



Аква-комплекс  $[2\text{SiO}_3 - \text{OH}_2 - \text{M}^{n+}2\text{M}^{m+}\text{O}'_4]$  ( $\text{M}^{n+}$  - одно- и двухвалентные катионы:  $\text{Na}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и др.,  $\text{M}^{m+}$  - многовалентные катионы:  $\text{Al}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и др.,  $\text{O}'$  -  $\text{O}$ ,  $\text{Cl}$  и другие летучие), установленный как закон эволюции природного минерального вещества, раскрывает природу вяжущих свойств в системе  $\text{C-S-H}$ . Это конкретизируется в антагонистической роли  $\text{Ca}$  и  $\text{Si}$  по отношению к связыванию с водой:  $\text{Ca}$ , в отличие от  $\text{Si}$  (как и остальных элементов таблицы Менделеева), не может входить в структуру аква-комплекса. На этом основаны вяжущие свойства клинкерных минералов цемента (система  $\text{C-S}$ ). Энергия, необходимая для консолидации, обеспечивается энергией  $\text{Redox}$ 'а (окислительно-восстановительного потенциала), которая генерируется при образовании системы водородных связей в процессе протонизации клинкерных минералов.

Эти знания открывают перспективу управления процессами в  $\text{C-S-H}$  системе и, как следствие, разработки оптимальных строительных технологий. На этой основе рассматриваются возможности создания принципиально новых бесцементных технологий, а также целенаправленного использования техногенных отходов для генерации вяжущих свойств в многокомпонентной системе.

### **КОНТРОЛЬ РАННЕЙ СТАДИИ РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКА МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**

**Л.Н. Степанова**, д-р техн. наук, профессор, начальник сектора (**СибНИА**, г. Новосибирск), **В.В. Чернова**, канд. техн. наук, преподаватель (**СГУПС**, г. Новосибирск)

Проведены исследования связи сигналов акустической эмиссии (АЭ) с процессом разрушения образцов из углепластика на основе монослоев *Torayca T700* с укладкой  $[+45/-45/90/0_3/90/-45/+45]$ . В каждом образце был концентратор напряжения в виде центрального отверстия диаметром  $d = 14$  мм. В процессе испытаний информация регистрировалась микропроцессорной АЭ-системой СЦАД-16.10 с «плавающими» порогами селекции

(свидетельство *RU.C.27.007.A №40707*). Материал из области локации сигналов АЭ исследовался с использованием растрового электронного микроскопа *CarlZeissEVO 50 XVP*.

Образец 1 ступенчато нагружался на электрогидравлической машине *MTS-50* через интервал  $\Delta P = 5$  кН до нагрузки  $P = 35$  кН, при которой АЭ-системой начиналась устойчивая локация сигналов АЭ из области отверстия. Нагружение образцов 2 и 3 выполняли на машине *Instron* ступенчато через интервал  $\Delta P = 2,5$  кН до нагрузок  $P = 45$  кН и  $P = 65$  кН соответственно.

Основными информативными параметрами сигналов АЭ были выбраны частота, структурный коэффициент  $P_D(f)$  и *MARSE*. При увеличении нагрузки от 15 кН до 40 кН наблюдалось уменьшение значений структурных коэффициентов. При фрактографии образца 2 в области отверстия выявлено хрупкое разрушение матрицы. При этом волокна остались практически целыми. При нагружении образца 3 нагрузкой более  $P = 40$  кН регистрировались сигналы с частотой  $f = (110 - 150)$  кГц и увеличивалось значение структурного коэффициента. Фрактография материала образца 3 подтвердила наличие больших расслоений, которые не наблюдались в образцах 1 и 2.

## **ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ДИЭЛЬКОМЕТРИЯ – НОВЫЙ ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Г.И. Бердов**, д-р техн. наук, проф., С.А. Виноградов, асп. (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск), В.Ф. Хританков, д-р техн. наук (НГАУ, г. Новосибирск)

Диэлькометрия (или диэлектрометрия) — метод исследования структуры и свойств веществ путем определения их диэлектрических свойств — диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  и тангенса угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg}\delta$ . Диэлектрическая проницаемость характеризует поляризацию веществ под действием электрического поля,  $\operatorname{tg}\delta$  — потери в нем энергии поля.

При высокочастотном диэлькометрическом анализе используются емкостные измерительные ячейки и измерители добротности. Экспериментально определяют электрическую емкость и добротность измерительного контура. Добротность ( $Q$ ) характеризует потери энергии, она тем больше, чем меньше диэлектрические потери в исследуемом материале.

Диэлькометрия как метод исследования цементных композиций ранее не использовался, в то же время в сочетании с другими физико-химическими методами может быть важным аналитическим дополнением при изучении процессов адсорбции, гидратации в системе «цемент-вода» и фазо-структурных образований при твердении цементного камня и бетонов с получением новых сведений об этих процессах. Поэтому применение такого метода исследования в строительном материаловедении с установлением корреляционных связей в системе «диэлектрические характеристики – структура – механические свойства материала» является важной научно-технической задачей.

При гидратационном твердении портландцемента происходит интенсивное взаимодействие его с водой, завершаемое формированием плотной структуры искусственного камня с переходом её от коагуляционной к кристаллизационной структуре.

У цементных материалов диэлектрические свойства не относятся к числу эксплуатационных, поэтому они мало исследованы. О диэлектрических свойствах клинкерных минералов можно судить по аналогии с другими силикатами, такими как волластонит, форстерит, протоэнетатит. Их диэлектрическая проницаемость невелика ( $\epsilon$  менее 10), а диэлектрические потери малы ( $\text{tg}\delta < 10^{-3}$ ). У кристаллогидратов, содержащих связанную воду (гипс, тальк и др.), диэлектрическая проницаемость выше (около 20), и больше уровень диэлектрических потерь.

Молекулы воды имеют большой дипольный момент, что обуславливает высокий уровень диэлектрической проницаемости ( $\epsilon = 80$ ) и диэлектрических потерь. Таким образом, анализируя диэлектрические свойства гидратирующей системы цемент-вода можно определить изменение энергетического состояния в ней молекул воды. Это составляет основу обоснованного выбора количества добавок к цементу (дисперсных минералов, электролитов, пластификаторов) и оптимальных технологических регламентов изготовления бетона (температура и длительность тепловлажностной обработки образца). Результаты диэлькометрических измерений позволяют оценить прочность

цементного камня и бетона неразрушающим методом, а так же качество бетона.

## **АДГЕЗИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Туляганов А.К.**, директор ООО «Колорит» (Россия, г. Новосибирск)

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) представляют собой не конечный, а только промежуточный продукт. В действительности конечным продуктом является отвержденное покрытие. Оно в свою очередь также является лишь частью композиционного материала, состоящего из самого покрытия и окрашенного субстрата.

В составе этого композита покрытие может выполнять различные функции, например, защищать окрашенный субстрат от разрушающих воздействий окружающей среды, улучшать его внешний вид или при помощи специальных физических или других функциональных эффектов усовершенствовать отделку его поверхности.

Эти задачи могут быть выполнены в том случае, если имеет место сильное адгезионное взаимодействие покрытия с субстратом. При возникновении даже незначительного отслаивания по-

крытия от субстрата покрытие уже не будет соответствовать своему назначению. Сила адгезионного взаимодействия с субстратом определяется не только одним лакокрасочным материалом. В значительной степени она также зависит от характеристик самого окрашенного субстрата. Для достижения оптимальной адгезии необходимо выполнение двух условий: во-первых, объект перед его окрашиванием нужно должным образом обработать или подготовить, во-вторых, ЛКМ и субстрат должны соответствовать, «подходить» друг другу с точки зрения таких характеристик готовой пленки, как твердость и способность к расширению при термическом воздействии. К тому же сам субстрат определяет способ нанесения и методы отверждения ЛКМ, выбор которых зависит главным образом от термостойкости субстрата. Его формы и размеров.

Прочность адгезионного взаимодействия покрытия с субстратом также зависит от размера и шероховатости поверхности субстрата. На абсолютно гладкой поверхности покрытия могут удерживаться лишь под действием сил взаимного притяжения. С другой стороны, если на поверхности имеются какие-либо микроскопические структуры, на адгезионное взаимодействие будут оказывать влияние увеличение площади поверхности и структура поверхности.

## **ВЛИЯНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**

**Л.В. Ильина**, д.т.н., профессор, **А.К. Туляганов**, ст. преподаватель (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Самым важным качеством искусственных конгломератов на основе цемента с добавлением армирующих волокон является их высокая устойчивость к воздействию атмосферных факторов. В любом случае предотвратить образование микротрещин невозможно, поскольку причиной является испарение воды (около половины общего содержания воды) на ранних сроках схватывания; этим же обусловлено и такое явление как усадка (сжатие матрицы).

Цементное вяжущее, обладая высокой прочностью на сжатие, имеет сравнительно низкую прочность на растяжение и на изгиб. Для исправления этого недостатка применяется множество различных способов, одним из которых является армирование цементного камня различными волокнистыми материалами как органического, так и неорганического происхождения.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМООБРАБОТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ТОПОЛЯ**

**С. Турсунов**, канд. техн. наук, доцент, **Б.К.Рахмонов**, ст. науч. сотр.,  
**С.М. Мирзабабаева**, инженер (**Ферганский политехнический институт, г. Фергана, Узбекистан**), **О.А. Игнатова**, канд. техн. наук., доцент (**НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия**)

Повышение эффективности деревообрабатывающих производств и коэффициента использования древесины местных и привозных пород в настоящее время для Узбекистана является одной из актуальных задач. Требуется технология переработки древесины, позволяющая пересмотреть вопросы использования древесины, в том числе низкосортной, для нужд строительства и мебельного производства. Такой базовой инновационной технологией на сегодняшний день является термомодифицирование древесины, поднимающей глубину переработки и продукцию из древесины на новый конкурентоспособный уровень. Наиболее актуальным на данный период являются исследования, направленные на термомодифицирование свойств древесины тех пород, которые произрастают в Узбекистане, поскольку древесина, как уникальный природный материал, обладает свойствами, зависящими не только от породы, но и от условий и места произрастания. В соответствии с этим свойства и технологические режимы термооб-



работки для наших пород древесины могут отличаться от зарубежных аналогов.

При разработке метода экспериментальной обработки древесины тополя местных пород в лабораторных условиях по технологии "THERMOWOOD" рассматривались характерные особенности процессов, проявляющиеся в условиях обработки перегретым паром, что позволило проследить явления, протекающие в процессе термообработки. В ходе экспериментальной обработки в качестве модельных образцов были приняты бруски, изготовленные из древесины тополя.

Общее время термообработки составляет 3 часа. В период термообработки и происходит структурное изменение обрабатываемой древесины пород местного тополя - последний этап термообработки – это закаливание древесины. Лабораторный автоклав выключается и образцы остаются внутри до полного остывания. После остывания автоклав открывается, достаются образцы и исследуют. Первичный осмотр образцов показал, что вес и размеры обрабатываемой древесины уменьшились. Структура на ощупь стала более плотной, цвет стал коричневым. Термообработка повлияла на снижение набухаемости древесины, ускорению процесса сброса избыточной влажности. Термообработанная древесина обладает достаточными релаксационными свойствами в сравнении с нетермообработанной.

**Выводы:** положительным моментом термомодифицированной древесины местного тополя является снижением водонасыщения при длительном воздействии влаги (более 3-х недель), древесина в 3-4 раза меньше увеличивает свои размеры и при этом не гниет и не теряет свой внешний вид.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ШИХТЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ**

Филин Н.С., Ильина Л.В., Тацки Л.Н. (НГАСУ (Сибстрин))

*Цель: подобрать оптимальный состав шихты для производства лицевого керамического кирпича на основе глинистого сырья Каменского месторождения с добавлением тонкодисперсного мела МТД-2 и алтайского воллостонита, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 530-2012.*

Был проведен 4х факторный регрессионный двухуровневый эксперимент на базе кафедры СМСС НГАСУ (Сибстрин) с изменением следующих параметров: содержание воллостонита (0-20%), мела (20-30%), пигмента (2-6%) и температуры обжига (950-1050°C).

Образцы изготовлены методом полусухого прессования с полусухой подготовкой шихты (12%), с двустадийной нагрузкой (10/20 МПа).

Проведены испытания и получены результаты по средней плотности, прочности при сжатии, водопоглощению, огневой усадке, коэффициенту размягчения образцов. Проведен анализ и составлена математическая модель с расчетом значимости каждого фактора на показатели прочности и водопоглощения.

Выводы: значимым фактором, влияющим на прочность образцов и водопоглощение, является количество используемого мела и волластонита.

## **ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**А.И. Хамидов**, канд. техн. наук, доцент, **А.С. Жураева**, исс. (Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган Узбекистан), **А.Т. Пименов**, д-р техн. наук, профессор (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия)

В настоящее время при работе тепловых электростанций образуются в большом объеме золо-шлаковые отходы (ЗШО), отрицательно воздействующие на окружающую среду, их накопление также приводит к загрязнению грунтовых вод и земельных ресурсов. В связи с этим обеспечение экологической безопасности ТЭС – это утилизация ЗШО. В большинстве развитых странах уделяется большое внимание использованию ЗШО для производства строительных материалов: в Германии и в Дании около 100%, в США, Великобритании, Польше и в Китае около 50-70%. Однако в странах СНГ только 8-10% ЗШО подвергается утилизации и используется при производстве строительных материалов.

На рынке товаров основные потребители ЗШО – строительная индустрия и промышленность строительных материалов. Использование ЗШО уменьшает себестоимость строительных материалов (цемента, су-хих строительных смесей, бетона, строительных растворов и др.) мини-мум на 15-30%. ЗШО эффективно используются: в качестве добавок для цементов, как компоненты в бетонах и растворах, при приготовлении специальных бетонов (пенозолобетоны, газозолобетоны и др.), при про-изводстве пористых заполнителей для бетонов (керамзит, аглопорит и др.), в дорожном строительстве, как добавки в глинах при производстве кирпича и черепицы и др. Совместный помол цементного клинкера и ЗШО приводит не только к уменьшению фракции цемента, но и к по-вышению их удельной поверхности, что увеличивает взаимодействие це-ментных частиц с водой. Однако использование ЗШО в бетонных смесях приводит к увеличению водопотребности, что приводит к снижению прочности бетонов. Перспективные направления снижения водо-потребности смесей - это использо-вание пластифицирующих добавок (СДБ, суперпластификаторы С-3 и др.) и наномодификаторов (углеродные нанотрубки, фуллерены и наночастицы и др.).

Введение в состав бетона пластифицирующих добавок и наномодификаторов улучшает их физико-механические характеристики, повышает прочность и величину модуля упругости, водонепроницаемость, и морозостойкость, снижает значения предельной деформации усадки. Применение наномодификаторов для улучшения свойств бетонов на основе золошлаковых смесей открывает широкие возможности целенаправленного управления экономическими, технологическими и физико-механическими свойствами бетонов.

УДК 666.972.16

## **УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКОВ СХВАТЫВАНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ**

**И.Л. Чулкова**, д-р техн. наук, профессор, **Д. А. Торопов**, магистрант  
*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет  
(СибАДИ)*

В современном строительстве при возведении ответственных объектов промышленности, мостовых переходов, путепроводов, подпорных стен, в основном применяются фундаменты из буронабивных свай. Данная технология в настоящее время активно используется, постоянно совершенствуется, и имеет большие перспективы развития и применения в будущем. Процесс бетонирования свай – это завершающий процесс, определяющий в конечном итоге качество и надёжность готовой конструкции и затраты на производство свайного фундамента в целом. При производстве бетонных работ возможно возникновение аварийных ситуаций. В основном, они возникают из-за потери подвижности бетонной смеси, связанной с увеличением сроков доставки и укладки смеси в скважину. Добиться макси-

мального качества производства бетонных работ можно в случае, когда технологический процесс отточен до автоматизма и выполняется идеально, производство бетонной смеси выполняется в непосредственной близости от строительного объекта, доставка её на объект происходит в кратчайший срок. Данное условие обычно не выполняется, так как строительные объекты находятся на значительном удалении от бетонного завода, поэтому оправдано применение химических добавок, которые в условиях городских пробок, либо вне города, на более длинном плече доставки, сохраняют подвижность бетонной смеси. Эта мера позволит добиться заданного качества свайных фундаментов, избежав при этом риска возникновения аварийных ситуаций при производстве бетонных работ и неоправданного удорожания на размещение и монтаж бетонорастворного узла на территории строительного объекта, либо в непосредственной от него близости.

УДК 625.85.32

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА СВОЙСТВА БИТУМА**

**И.Л. Чулкова**, д-р техн. наук, профессор, **К.В. Беляев**, магистрант  
*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет  
(СибАДИ)*

Основной причиной преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий является неудовлетворительное качество применяемого битума. Кроме того, под действием нагрузок, окислительных и полимеризационных процессов происходит старение битума, разрушается его структура. С целью улучшения свойств битума производится его модификация путём активации различными способами или введением специальных добавок. Развитие технологий, позволяющих получать в большом объёме наноразмерные материалы, позволяет применять их в качестве модификаторов. Перспективным наноматериалом является технический углерод, обладающий генетическим родством с нефтепродуктами и высокой удельной поверхностью – 98 м<sup>2</sup>/г. Установлено что в битуме присутствуют дисперсные час-

тицы, размером от 2,3 до 12нм, что соразмерно с глобулами технического углерода. Введение такой добавки позволяет изменить структуру исходного вяжущего материала, образовав дополнительные дисперсные частицы, которые удерживая на своей поверхности лёгкие фракции, выступают ингибиторами старения битума, повышают его вязкость. Из существующих работ видно, что влияние наномодификаторов недостаточно исследовано. Вводимый технический углерод, значительно отличается между собой по свойствам, в зависимости от марки и способа получения, и оказывает различное воздействие на битум. Так, одинаковое влияние на пенетрацию могут оказать два разных углеродных модификатора, объём добавки которых отличается в 10-20 раз. Результатом исследования влияния способа производства, объёма, состава и способа введения в битум углерода будет повышение долговечности асфальтобетона, что является актуальной задачей дорожного строительства.



УДК 666.972.16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ**

**Чулкова И.Л., докт. техн. наук, профессор Горькая Д.О., магистрант** (*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)*)

Представлена краткая характеристика применяемых в настоящее время органических добавок в бетоны на основе портландцемента. Установлено, что технический углерод оказывает влияние на структурообразование композиционных материалов, их технические и физико-механические свойства. Исследовано влияние модифицированного технического углерода (водной суспензии) марки N375 на кинетику набора прочности цементного камня с целью определения возможности его дальнейшего внедрения в производство в качестве добавки, повышающей прочностные свойства бетона и морозостойкость за счет изменения морфологии матрицы материала.

## **КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЪЕКЦИОННОГО УКРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД МИКРОЦЕМЕНТАМИ**

**Ю.Н. Шапошник**, д-р техн. наук, профессор (ИГД СО РАН, г. Новосибирск)

В ходе опытно-промышленных испытаний разработанной технологии проходки горных выработок в разрушенном и сильнотрещиноватом массиве на Орловской шахте (Республика Казахстан) для инъекций в скальные породы применялся быстросхватывающийся портландцемент сверхтонкого помола MasterRoc® MP 650 с добавкой MasterRheobuild 2000PF производства компании BASF.

Контроль качества выполнения инъекционных работ проводился путем контрольных испытаний по определению прочностных характеристик кернов укрепленных пород, а также оценке соответствия полученных результатов проектным требованиям. С целью выявления количественных показателей содержания микроцемента в инъекциро-

ванном породном массиве проведено измельчение выбуренного керна породного массива до 0,02 мм на вибрационном измельчителе (с предварительным дроблением на щековой и валковой дробилках), масса выхода пробы - до 250 г с выделением фазового состава микроцемента и определением его содержания в измельченном материале выбуренного керна. Для определения фазового состава был использован метод рентгеновской дифрактометрии на рентгеновском дифрактометре X'Pert PRO MPD. Для определения морфологии поверхности и локального элементного анализа в образцах керна был использован метод растровой электронной микроскопии с энергодисперсионным микроанализом с помощью растрового электронного микроскопа JSM-6390LV с системой энергодисперсионного микроанализа.

Проведенные лабораторные исследования позволили установить наличие микроцементов в инъекцированном массиве горных пород, а также показатели качества закрепленного породного массива на Орловской шахте.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ФАСАДНОЙ ШТУКАТУРКИ НА ОСНОВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

**Ю.Г. Борисенко**, канд. техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь), **Д.П. Швачёв**, аспирант (СКФУ, г. Ставрополь), **Ю.А. Отдельнов**, главный инженер (ООО «Скорый ремонт», г. Ставрополь)

Актуальность проблемы совершенствования сухих строительных смесей (ССС) для производства отделочных работ обусловлена ростом объемов и темпов строительства в последние годы. Большое разнообразие модифицирующих добавок, влияющих на свойства смеси, открывает широкие возможности для исследований в области подбора и оптимизации составов ССС.

Повышение долговечности ССС является одной из основных задач при их разработке. Морозостойкость – один из ключевых показателей, характеризующих долговечность фасадной штукатурки. Повышение морозостойкости, а, следовательно, и долговечности ССС, возможно путем подбора рационального количества модифицирующих добавок в их составах.

Для улучшения морозостойкости фасадных штукатурок на основе сухих строительных смесей предложено пойти по пути увеличения количества модифицирующих добавок, влияющих на этот показатель. Увеличение содержания модифицирующих добавок в базовых составах ССС (перлита и полимерных волокон) позволит: снизить теплопроводность материала; снизить возникающие внутренние температурные напряжения в готовом продукте; дополнительно армировать смесь.

Были разработаны оптимальные составы ССС с повышенным содержанием модифицирующих добавок. В результате испытаний выявлено, что морозостойкость ССС разработанных составов выше на 20-30% в сравнении с ССС стандартных составов.

## **РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ОБЖИГА ЯЧЕИСТОЙ КЕРАМИКИ ИЗ КРЕМНЕЗЕМИСТОГО СЫРЬЯ**

**А.Ю. Столбоушкин**, д-р тех. наук, профессор, **В.В. Шевченко**, аспирант, **О.А. Фомина**, кандидат тех. наук, доцент, (СибГИУ, г. Новокузнецк)

Новые виды строительных материалов с упорядоченной пространственно-организованной структурой (матричной, ячеистой, равномерно-зернистой и др.) обеспечивают достижение эксплуатационных свойств изделий и конструкций, требования к которым постоянно возрастают. Для стенового сегмента производство одновременно легких и прочных ограждающих конструкций всегда было актуальной проблемой. В технологии керамики создание кирпича с ячеистой структурой является особенно актуальным в условиях сурового Сибирского климата.

Цель настоящего исследования заключалась в определении оптимальной температуры обжига ячеистых керамических образцов из кремнеземистого сырья.

Для формирования ячеистой структуры керамики использовался гранулированный пеностеклокристаллический материал из кремнеземистых пород (ГПСКМ) «Kerwood» производства ООО «Баскей Керамик» (г. Челябинск).

Максимальная температура обжига изменялась в интервале от 850 до 1000 °С с шагом 50 °С. Предварительные исследования показали, что при температуре более 1000 °С происходит полное расплавление и вспучивание образцов. Установлено, что, начиная с 900 °С, происходят частичный пережог и оплавление образцов. Увеличение максимальной температуры обжига приводит к уплотнению и росту их огневой усадки (средняя плотность возрастает с 1000 до 1600 кг/м<sup>3</sup>, огневая усадка – до 8,5 %).

В результате проведенных исследований установлена оптимальная температура обжига керамических образцов с ячеистой структурой, которая составляет 850-900 °С при изотермической выдержке 80-90 минут.

## **ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ АО «РУСАЛ АЧИНСК» В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ**

**И.И. Шепелев**, д-р техн. наук, директор, **Н.Н. Бочков**, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, **(НИО ООО «ЭКО-Инжиниринг» г. Ачинск)**, **А.М. Немеров**, директор по экологии и качеству, **(АО «РУСАЛ Ачинск», г. Ачинск)**

Одним из перспективных направлений массового применения техногенных материалов может стать строительство автомобильных дорог в сельской местности. Автомобильные дороги в сельских районах являются важнейшей составной частью общей инфраструктуры агропромышленного комплекса, и их отсутствие или неудовлетворительное состояние приводят к значительным потерям сельскохозяйственной продукции.

Качество автомобильных дорог и особенно их долговечность в огромной степени зависят от надежности земляного полотна. Разрушения дорожного полотна связаны с процессами, происходящими в грунтовом основании, сооруженном из местных грунтов. Влага, находящаяся в порах и пустотах при переменном замерзании и оттаивании, снижает несущую способ-

ность грунта в основании дороги. Поэтому, основания из грунтов необходимо укреплять. Основания из укрепленных грунтов отличаются низкой стоимостью, долговечностью, повышенной морозостойкостью. Несмотря на очевидные преимущества, применение портландцемента в укреплении грунтов ограничивается его дефицитностью и высокой стоимостью. В сложившихся условиях проблему дорожного строительства в сельской местности и особенно в тех районах Сибири, где отсутствуют или имеются незначительные запасы качественных каменных материалов, можно решить за счет применения отходов металлургической промышленности в устройстве оснований дорожных одежд. Одним из таких материалов применяемых для строительства оснований автодорог является нефелиновый шлам АО «РУСАЛ Ачинск». Нефелиновый шлам представляет собой влажный сыпучий пескообразный материал светло-коричневого цвета с наибольшим размером зерен до 5 мм. Нефелиновый шлам характеризуется преобладанием  $\beta$ -двухкальциевого силиката и поэтому обладает вяжущими свойствами. Нефелиновый шлам не радиоактивен и по своему воздействию на окружающую среду относится к 5-му классу (не опасные отходы).

Для строительства дорог в сельской местности на первом этапе можно рассмотреть технологию упрощенного двухслойного варианта их строительства. При этом основание дорожной одежды предусмотреть щебеночное, укрепленное нефелиновым шламом. Верхний слой автодорог выполнить из щебеночно-песчаной смеси фракцией 0-20мм.

Большие объемы ежегодного образования шлама (более 6млн. тонн) и постоянно растущие цены на энергоносители и, как следствие, увеличивающиеся затраты на транспортирование материалов и сырья к месту строительства автомобильных дорог в сельской местности обуславливают перспективность этого направления вторичного использования данных отходов. Учитывая, что транспортировка шлама на дальние расстояния может быть затратной, поэтому наиболее целесообразным может



стать их применение в Западной и Южной групп районов Красноярского края.