

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
ПИ №77-1989

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е. И.

Редакционный совет:
РЕСИН В. И.

(председатель)
БАРИНОВА Л. С.
БУТКЕВИЧ Г. Р.
ВАЙСБЕРГ Л. А.
ВЕРЕЩАГИН В. И.
ГОНЧАРОВ Ю. А.
ГОРИН В. М.
ЖУРАВЛЕВ А. А.
КОЗИНА В. Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю. В.
КРИВЕНКО П. В.
ЛЕСОВИК В. С.
ОРЕШКИН Д. В.
ПИЧУГИН А. П.
ФЕДОСОВ С. В.
ФИЛИППОВ Е. В.
ХЕЛМИ Ш.
ХИХЛУХА Л. В.
ЧЕРНЫШОВ Е. М.
ШЛЕГЕЛЬ И. Ф.
ШТАКЕЛЬБЕРГ Д. И.

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

Редакция
может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных
и иллюстративных материалов
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора
Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Тел./факс: (499) 976-22-08
(499) 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru
<http://www.rifsm.ru>

Бетоны: наука и практика

Л.Г. МАХОТИНА, А.Г. КУЗНЕЦОВ, Э.Л. АКИМ, Д.В. ГЕРЧИН,
В.П. ОВЧИННИКОВА, И.В. ПОТАПОВА

Использование биополимера арабиногалактана в качестве пластифицирующей добавки в бетоны и строительные растворы 4

Предложено использование арабиногалактана в качестве пластифицирующей добавки в бетоны и строительные растворы. Приведена оценка влияния такой добавки на некоторые свойства цементосодержащих композиций. Арабиногалактан при введении в бетонные и растворные смеси позволяет повысить их подвижность, снизить водоцементное отношение при сохранении заданной марки по удобоукладываемости, повысить прочность и водонепроницаемость бетона в проектном возрасте.

И.И. ОВЧИННИКОВ, В.Н. МИГУНОВ

Моделирование ползучести и накопления повреждений в армополимербетонных конструкциях с учетом влияния агрессивной среды. 7

Рассмотрена задача расчета армированного полимербетонного элемента, сжимаемого в условиях воздействия агрессивной среды. Учтены процессы ползучести, накопления повреждений и деструкции под влиянием среды. Построена система уравнений, разработана методика расчета. Проведен численный эксперимент, показывающий ситуации, когда необходимо учитывать вышеописанные процессы.

С.Н. ТОЛМАЧЕВ

Сравнительная оценка истираемости монолитного бетона и его компонентов 11

Проведена экспериментальная оценка истираемости крупного заполнителя, цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона, вклада каждого элемента структуры бетона в общую износостойкость. Установлены отличия в показателях истираемости разных граней образцов бетона в сухом и влажном состоянии по ГОСТу и оригинальной методике. Показано, что истираемость бетонов при замене кварцево-гранитных заполнителей на известняковые существенно возрастает.

Б.С. ЮШКОВ, С.С. СЕМЕНОВ

Металлургические шлаки в производстве железобетонных свай, эксплуатирующихся в неагрессивной среде 14

Рассмотрена возможность применения отходов металлургического производства для производства железобетонных свай. Приведены результаты натурных испытаний, расчеты составов бетона из шлакового щебня и экономическое обоснование применения шлака.

Р.Г. ДОЛОТОВА, В.И. ВЕРЕЩАГИН, В.Н. СМИРЕНСКАЯ

Определение составов ячеистых бетонов различной плотности при использовании полевошпатово-кварцевых песков методом математического планирования 16

Методом математического планирования проведены исследования по оптимизации составов ячеистого бетона при использовании полевошпатово-кварцевых песков. Построены графики экспериментально-статистических моделей, которые позволили определить области составов ячеисто-бетонной смеси для получения газобетона неавтоклавного твердения с необходимыми свойствами.

А.С. ЖИВ, Б.Р. ИСАКУЛОВ

Исследование характера и механизма разрушения легких поризованных арболитобетонов на основе отходов промышленности и растительного сырья 20

Рассматриваются исследования прочностных и деформативных свойств поризованного арболита из отходов промышленности и растительного сырья республик Центральной Азии в виде строительных материалов. Представлен характер и механизм разрушения материала.

Материалы и конструкции

А.В. КЛОЧКОВ, В.В. СТРОКОВА, Н.В. ПАВЛЕНКО
A.V. KLOCHKOV, V.V. STROKOVA, N.V. PAVLENKO

Конструкционно-теплоизоляционные кладочные смеси с применением полых стеклянных микросфер Structural and heat insulating masonry admixture with hollow glass micro spheres 24

Предложены конструкционно-теплоизоляционные кладочные смеси с применением полых стеклянных микросфер. Показано, что варьированием соотношения полых стеклянных микросфер и водоудерживающей добавки, а также обеспечением высокоплотной упаковки зерен при использовании микросфер можно достичь повышения степени однородности стеновой конструкции по теплоизоляционным и деформационным характеристикам при использовании кладочных изделий с диапазоном плотности 500–1300 кг/м³.

The structural and heat insulating masonry admixture with hollow glass micro spheres are proposed. The possibility to enhance homogeneity of wall construction as well as a heat insulating and deformational properties by variation of ratio «hollow glass micro spheres –water-retention agent» is observed in the article. It can be achieved when application of masonry admixture with density of 500–1300 kg/m³.

Л.М. КОВАЛЬЧУК, А.Н. ПЬЯНОВ, Д.С. СОЛОНИЦЫН

Строительные конструкции из клееной древесины. Проблемы и решения 28

Рассмотрены достоинства деревянных клееных конструкций, которые обеспечили их широкое применение в строительстве. Существуют недостатки, которые наиболее сильно проявляются в процессе длительной эксплуатации конструкций. Поэтому изучение и учет недостатков при совершенствовании конструкций являются определенной гарантией востребованности ДКК.

И.Н. СЕРПИК, А.В. АЛЕКСЕЙЦЕВ, А.А. ЛУКАШ

Методика анализа деформаций формообразования рельефной фанеры 31

Приведена методика исследования деформаций шпона в технологическом процессе получения рельефной фанеры с учетом физически нелинейного поведения материала, геометрической нелинейности и особенностей контактного взаимодействия пресс-формы со шпоном. Установлены геометрические параметры вариантов пресс-формы, обеспечивающие возможность получения требуемого рельефа фанеры при сохранении целостности изготавливаемого изделия.

В.А. ШЕМБАКОВ

Индустриальное строительство дорог – будущее России 34

Показано, что современную технологию сборно-монолитного каркасного строительства можно использовать для эффективного строительства дорог из преднапряженных пазогребневых дорожных плит заводского изготовления. Данная технология позволяет строить дороги всепогодной в любых климатических поясах Российской Федерации.

Нормативная база отрасли

О.Б. ЛЯПИДЕВСКАЯ

Система подготовки специалистов по Еврокодам в Московском государственном строительном университете 36

Представлены этапы работы по внедрению Еврокодов и обучению специалистов в области проектирования с учетом европейских стандартов.

Эксперты из России и ЕС обсудили проблемы применения Еврокодов и национальных стандартов в строительстве (Информация) 38

Результаты научных исследований

И.Я. ГНИП, С.И. ВАЙТКУС, С.А. ВЕЯЛИС

Прогностическая оценка деформаций ползучести минераловатных (MW) плит при постоянном сжатии на базе начального периода деформирования 40

Приведены результаты исследования ползучести минераловатных плит (EN 13162) с предельным уровнем сжимающего напряжения CS(10) – 20–80 кПа при статической удельной нагрузке $\sigma_c = 0,35\sigma_{10\%}$. На базе непродолжительного эксперимента ($t = 7$ сут) и математико-статистического анализа опытных данных длительных экспериментов продолжительностью $t = 122$ сут представлена возможность прогностической оценки деформации ползучести для упреждения на 10 лет, используя значение $\varepsilon_c(t = 7 \text{ сут})$ и эмпирические зависимости для коэффициентов m_t и m_T , учитывающих деформации ползучести развивающиеся во времени.

А.Г. ПЕРЕХОЖЕНЦЕВ

Моделирование температурно-влажностных процессов в пористых строительных материалах. Ч. 1. Модель пористого материала и выбор влажностных характеристик для исследования пористой структуры материалов. 45

Рассматривается выбор влажностных характеристик для исследования пористой структуры материалов как основы построения модели пористого материала.

Информация

Международная специализированная выставка Керамика в Крокус-экспо	50
Синяя птица Гжели	52
Первая технологическая линия нового кирпичного завода Группы ЛСР введена в строй.....	54
СИЛИКАТэкс-2012 на Кубани.....	58
Недобросовестная конкуренция в области огнезащиты.....	62
Проще, быстрее, надежнее. КНАУФ информирует: применение гипсокартона становится еще удобнее	64

Силикатные строительные материалы

М.В. КОРНЕВ

Радиационная безопасность силикатных материалов	66
--	-----------

Рассмотрены основные факторы, формирующие естественный радиационный фон и радиоактивное загрязнение окружающей среды, образовавшееся в результате развития человечества. Описаны нормы радиоактивности для рядового населения согласно ФЗ «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 05.12.96 и «Нормы радиационной безопасности (НРБ 99). Санитарные правила СП 2.6.1.1292.03». Приведены сравнительные усредненные характеристики естественной радиоактивности различных строительных материалов, на основании чего сделан вывод, что известь и силикатный кирпич относятся к низко-радиоактивным объектам и соответствуют первому классу радиационной безопасности.

Г.В. КУЗНЕЦОВА, Н.Н. МОРОЗОВА

Влияние компонентов известково-кремнеземистого вяжущего на связность формовочной массы для прессования	69
---	-----------

Рассмотрено влияние количество молотого известняка на сырцовую прочность прессованных изделий в сравнении с молотым песком и известью в интервале формовочной влажности смеси от 2 до 8% при давлении 20 МПа. Установлено, что введение молотого известняка повышает сырцовую прочность, увеличивает связность смеси и позволяет формировать изделия при повышенной влажности смеси. Кремнеземистые компоненты участвуют только обеспечении автоклавной прочности.

Сырьевая база отрасли

Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, М.Н. БАРАНОВА, С.Ф. КОРЕНЬКОВА

Свойства кремнистых пород	72
--	-----------

Обобщены сведения о свойствах кремнистых пород, характере пористости, макро- и микроструктуре. Приведены химический и минеральный составы кремнистых пород. Определены виды примесей и включений. Показано, что от генезиса и структуры кремнистых пород зависит область их применения.

Новости.....	76
---------------------	-----------

Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 2012 г.....	78
---	-----------

*Уважаемые коллеги!
Здоровья, счастья, удали
в Новом году*

Редакция журнала «Строительные материалы»®

Л.Г. МАХОТИНА, д-р техн. наук, А.Г. КУЗНЕЦОВ, магистр техники и технологий (anton.kuznetsov@hotmail.com), Э.Л. АКИМ, д-р техн. наук, Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров;
Д.В. ГЕРЧИН, В.П. ОВЧИННИКОВА, кандидаты техн. наук,
И.В. ПОТАПОВА, инженер, ЗАО «Институт «Стройпроект» (Санкт-Петербург)

Использование биополимера арабиногалактана в качестве пластифицирующей добавки в бетоны и строительные растворы

Развитие строительной индустрии привело к появлению и активному внедрению высокопрочных и самоуплотняющихся бетонов, в состав которых входят пластифицирующие добавки, позволяющие повысить подвижность бетонной смеси, снизить водоцементное отношение, обеспечив тем самым повышение прочности бетона. В связи с этим на сегодняшний день одними из наиболее востребованных добавок в бетоны и строительные растворы являются пластификаторы.

В настоящее время на строительном рынке представлено большое количество различных видов пластифицирующих добавок, выпускаемых как отечественными, так и зарубежными производителями. Наиболее востребованы продукты конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида, продукты на основе поликарбоксилатов и продукты на основе лигносульфонатов технических (ЛСТ). Однако импортные пластификаторы на основе поликарбоксилатов имеют высокую стоимость, а лигносульфонатов становится все меньше и меньше в связи с тем, что закрываются производства сульфитной целлюлозы, побочным продуктом которых они являются. В Европе практически не осталось заводов по производству целлюлозы методом сульфитной варки, в России пока еще сохранилось несколько заводов, но в основном целлюлозу получают методом сульфатной варки древесины.

В связи с этим поиск новых экологически чистых и недорогих веществ, которые могут быть использованы в качестве пластификаторов, является весьма актуальным.

Целью работы являлось исследование возможности использования арабиногалактана в качестве пластифицирующей добавки в бетоны и строительные растворы, а также оценка влияния такой добавки на некоторые свойства цементосодержащих композиций.

Арабиногалактан — это смешанный полисахарид с высокой степенью разветвления. Он выделяется из древесины лиственницы при экстракции горячей водой в качестве побочного продукта, в процессе производства сульфатной целлюлозы.

Лиственница составляет большую часть запасов древесины хвойных пород в лесах Восточной Сибири

и Дальнего Востока, в связи с чем производство целлюлозы из древесины лиственницы является для России весьма актуальным. Несмотря на это, промышленное производство сульфатной целлюлозы из 100% древесины лиственницы в России отсутствует, что связано с рядом специфических особенностей этого вида хвойной породы. Она имеет высокую плотность, повышенную смолистость, относительно небольшое количество целлюлозы и высокое содержание веществ, растворимых в горячей воде, основным из которых и является арабиногалактан. Несмотря на большое количество научно-исследовательских работ, посвященных использованию арабиногалактана, вопрос о выявлении высокоэффективных путей его крупнотоннажного использования остается нерешенным [1, 2].

В ходе проекта «Лиственница»¹ разработана технология сульфатной варки целлюлозы из древесины лиственницы и получена опытная партия арабиногалактана [3, 4].

Данная работа проводилась в рамках проекта, поэтому для исследования использовали арабиногалактан, полученный в качестве побочного продукта при проведении опытно-промышленной выработки сульфатной целлюлозы из древесины лиственницы.

В результате проведенного исследования было установлено, что в соответствии с требованиями ГОСТ 4211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» добавку арабиногалактана следует отнести к пластифицирующей (увеличение подвижности бетонных смесей от П1 до П2–П4, а растворных смесей от П_{к1} до П_{к2}–П_{к3}, при снижении прочности бетона и раствора не более чем на 5%).

Арабиногалактан при введении в бетонные и растворные смеси позволяет повысить подвижность, снизить водоцементное отношение при сохранении заданной марки по удобоукладываемости, повысить прочность и водонепроницаемость бетона в проектном возрасте.

Наиболее целесообразная дозировка добавки арабиногалактана в соответствии с результатами проведенных исследований находится в интервале 0,25–

¹ Проект «Разработка инновационной технологии комплексной переработки древесины лиственницы (с выводом на мировые рынки нового вида товарной целлюлозы)» осуществляется при финансовой поддержке Министерства образования и науки России. Проект вышел победителем открытого публичного конкурса по отбору организаций на право получения субсидий на реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства в целях государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций реального сектора экономики. Инициатором проекта выступило ОАО «Группа «Илим» совместно с Санкт-Петербургским государственным технологическим университетом растительных полимеров.

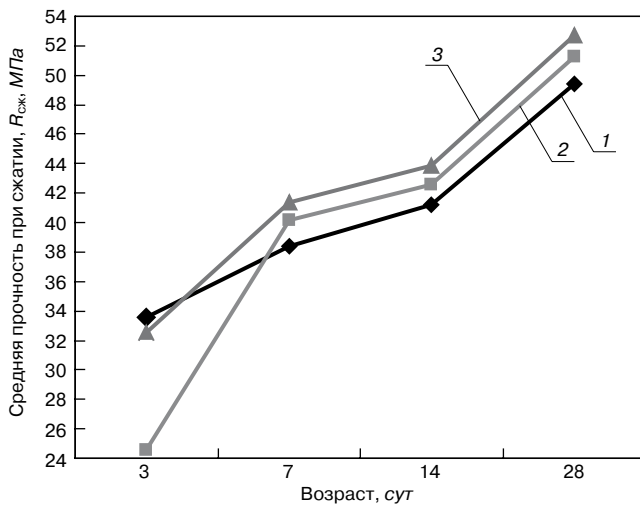


Рис. 1. Динамика набора прочности бетона: 1 – контрольный (без добавок); 2 – с добавкой арабиногалактана (0,5% от массы вяжущего); 3 – с комплексной добавкой арабиногалактан + нитрат натрия (0,5 и 1,2% от массы вяжущего соответственно); при постоянном водоцементном отношении

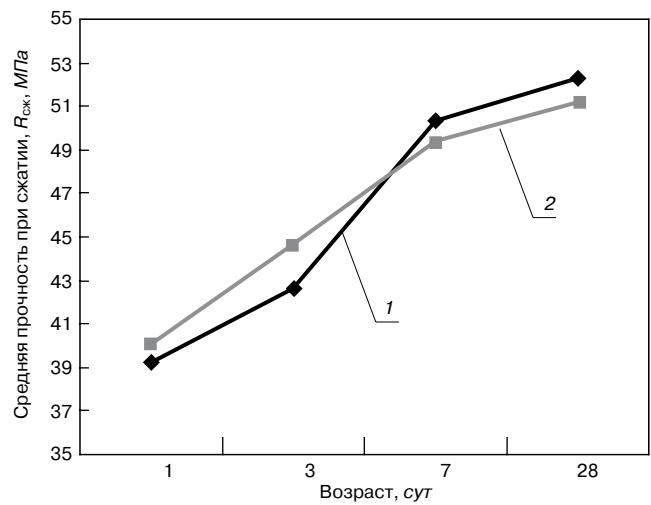


Рис. 2. Динамика набора прочности бетоном после проведения тепло-влажностной обработки: 1 – контрольный (без добавок); 2 – с добавкой арабиногалактана 0,5% от массы вяжущего; при постоянном водоцементном отношении

0,5% от массы вяжущего (при пересчете на сухое вещество). При концентрации добавки в указанном интервале удалось повысить марку по удобоукладываемости бетонной смеси от П1 до П2–П4 при снижении прочности бетона при сжатии в проектном возрасте не более чем на 5%, повысить прочность бетона на 9,5% (при дозировке арабиногалактана 0,5% от массы вяжущего и снижении водоцементного отношения с 0,49 до 0,46 при сохранении заданной подвижности бетонной смеси), а также повысить водонепроницаемость бетона на две ступени (ГОСТ 30459–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности»).

Повышение прочности и водонепроницаемости бетона при введении добавки арабиногалактана и снижении водоцементного отношения зависит не только от концентрации добавки, но и от конкретного состава бетона, а именно: применяемого вяжущего, характеристик крупного и мелкого заполнителя, а также от их соотношения в составе бетона. Поэтому для количественной оценки изменения этих характеристик необходимо в каждом случае рассматривать конкретные составы бетонов и растворов и проводить соответствующие испытания в строительной лаборатории.

Наиболее близкой к арабиногалактану по своей природе является добавка лигносульфоната технического (ЛСТ) [5]. Арабиногалактан, как и ЛСТ, оказывает замедляющее действие на схватывание портландцемента и замедляет набор прочности бетоном и строительным раствором в раннем возрасте. Для оценки технической возможности устранения этого побочного эффекта была выполнена вторая часть исследования, включающая введение в бетонную смесь добавок – ускорителей набора прочности на ранних сроках твердения и, как альтернативный вариант, проведение тепловлажностной обработки бетона (ТВО).

На основании полученных результатов составлены графики, представленные на рис. 1 и 2.

Проанализировав полученные результаты, сделаны следующие выводы:

1. Арабиногалактан является эффективной пластифицирующей добавкой и позволяет получать бетонные смеси с высокой подвижностью при постоянном водоцементном отношении. Кроме того, за счет повышения прочности бетона при снижении водоцементного отношения появляется возможность снизить количе-

ство вяжущего, снижая в конечном итоге себестоимость 1 м³ бетона.

2. В результате выполнения лабораторных замесов было выявлено, что добавка арабиногалактана не обладает эффектом дополнительного воздухововлечения. С одной стороны, дополнительное воздухововлечение в бетонную смесь может способствовать повышению морозостойкости бетона, с другой – каждый процент вовлеченного воздуха снижает прочность бетона на 3–6%, что может расцениваться в некоторых случаях как нежелательный эффект. Следует учитывать, что не все конструкции требуют обеспечения высокой марки бетона по морозостойкости, при этом снижение прочности бетона за счет неконтролируемого воздухововлечения в присутствии пластифицирующей добавки может потребовать увеличения количества вяжущего, что, в свою очередь, скажется на увеличении себестоимости 1 м³ бетона. Таким образом, отсутствие дополнительного воздухововлекающего эффекта при введении добавки арабиногалактана может в ряде случаев расцениваться как преимущество.

3. Арабиногалактан замедляет набор прочности бетоном на ранних сроках твердения. При нормальных условиях твердения бетона прочность образцов с добавкой арабиногалактана приближается к прочности контрольных образцов в возрасте 7 сут и дальнейший набор прочности происходит с одинаковой интенсивностью. Однако в возрасте 3 сут прочность образцов бетона с добавкой арабиногалактана на 30–35% ниже прочности контрольных образцов.

4. Замедление набора прочности бетоном в присутствии добавки арабиногалактана на ранних сроках твердения не должно однозначно расцениваться как недостаток добавки, скорее это ее особенность. Действительно, не во всех случаях требуется ускоренный набор прочности бетоном в ранние сроки твердения. Иногда требуется замедлить набор прочности на ранних сроках, например при бетонировании массивных конструкций с малым модулем поверхности, для того чтобы исключить слишком интенсивное тепловыделение твердеющим бетоном и снизить вероятность образования температурных трещин. Таким образом, особенность пластифицирующей добавки арабиногалактана замедлять набор прочности бетоном в ранние сроки и снижать интенсивность тепловыделения при гидратации портландцементного клинкера

может расцениваться как преимущество при бетонировании таких конструкций.

5. При использовании добавки арабиногалактана как пластификатора при изготовлении железобетонных изделий на заводах ЖБИ рекомендуется использовать тепловлажностную обработку бетона с целью устранения эффекта замедления набора прочности бетоном в ранние сроки твердения в присутствии арабиногалактана. В связи с тем, что тепловлажностная обработка железобетонных изделий, как правило, используется на заводах ЖБИ, применение арабиногалактана не повлечет каких-либо технологических изменений и позволит изготавливать железобетонные изделия в те же сроки без снижения отпускной прочности.

6. При бетонировании монолитных конструкций в тех случаях, когда требуется интенсифицировать набор прочности бетоном в ранние сроки твердения с целью ускорения оборачиваемости опалубки, а также повышения темпов строительства, предлагается вводить в состав бетона добавку арабиногалактана в сочетании с добавкой – ускорителем твердения, например с нитратом натрия. Оптимальная концентрация добавки арабиногалактана находится в интервале от 0,25 до 0,5% от массы вяжущего в пересчете на сухое вещество. Оптимальная дозировка добавки нитрата натрия принадлежит интервалу 1,2–1,4% от массы вяжущего в пересчете на сухое вещество.

7. Точные дозировки добавок арабиногалактана и нитрата натрия зависят от применяемых инертных, вяжущих, других добавок, а также от их соотношения в составе бетонной смеси. Окончательное решение о ко-

личестве вводимых добавок должно приниматься на основании результатов испытаний, полученных при подборе состава бетона в строительной лаборатории.

Ключевые слова: пластификатор, арабиногалактан, лигносульфонат технический.

Список литературы

1. *Большаков Н.Н., Сушкова О.И., Волкова О.А. и др.* Распределение арабиногалактана и дигидрохверцетина в древесине лиственницы лесосырьевой базы Усть-Илимского лесопромышленного комплекса // Химия древесины. 1991. № 4. С. 85–90.
2. *Антонова Г.Ф.* Исследование фракционного состава полисахарида арабиногалактана древесины лиственницы сибирской // Химия древесины. 1997. № 4. С. 97–100.
3. *Аким Э.Л., Молотков Л.К., Сапрыкина Н.Н. и др.* Проект «Лиственница». Электронно-микроскопические исследования анатомического строения древесины лиственницы // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2011. № 7. С. 26–31.
4. *Аким Э.Л., Молотков Л.К., Сапрыкина Н.Н. и др.* Проект «Лиственница». Электронно-микроскопические исследования арабиногалактана в древесине лиственницы // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2011. № 10. С. 26–32.
5. *Добавки в бетон: Справочное пособие / Под редакцией В.С. Рамачандрана.* М.: Стройиздат, 1988. 572 с.



Активатор
измельчение активация синтез

Лабораторные мельницы «Активатор» для заводских и исследовательских лабораторий.



Активатор-2SL



Для пробподготовки материалов



Активатор-4M



Для наработки небольших партий материалов



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

www.activator.ru >>

Новосибирск, Софийская 18, оф 107
630056, Новосибирск 56, а/я 141
Факс: 8 (383) 325-18-49
Тел: 8 913 942 94 81
e-mail: belyaev@activator.ru

Реклама

И.И. ОВЧИННИКОВ, канд. техн. наук, Саратовский государственный технический университет; В.Н. МИГУНОВ, канд. техн. наук (kisek90@mail.ru), Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Моделирование ползучести и накопления повреждений в армополимербетонных конструкциях с учетом влияния агрессивной среды

Расходы на ремонт и восстановление конструкций из железобетонных материалов приближаются к расходам на их изготовление. Недоучет коррозионных процессов, опасность которых не была своевременно оценена как в нормативных документах, так и в практике проектирования, строительства и эксплуатации, а также недостатки бетона и железобетона, в том числе ограниченная стойкость их ко многим химическим реагентам, обусловленные природой и структурой самого материала, соответствуют массовому развитию повреждений и соответственно резкому снижению долговечности различных инженерных сооружений, в частности мостов. Тот факт, что армополимербетон обладает рядом преимуществ по сравнению с вышеуказанными материалами, стимулировал его применение в строительных конструкциях.

Процессы коррозионного разрушения протекают во времени, так же как и процесс ползучести материала. Воздействие нагрузок, агрессивных эксплуатационных факторов совместно с процессом ползучести приводит к значительному изменению механических свойств материала конструкций, что в конечном итоге может привести к их разрушению. В связи с этим необходимость совместного рассмотрения этих процессов и учета их взаимовлияния представляет и научный, и практический интерес.

Рассмотрим конструктивный элемент произвольного поперечного сечения из армированного композитного материала, имеющий ось симметрии, сжимаемый (растягиваемый) усилием N , подвергающийся воздействию агрессивной среды. Предполагаем, что нагрузка и среда действуют осесимметрично.

Математическая модель деформирования указанного элемента представляет собой сочетание моделей конструктивного элемента, силового нагружения, погружения стержня в агрессивную среду, проникания (воздействия) агрессивной среды в объем элемента, ползучести бетона (полимербетона) с учетом изменения механических характеристик материала под влиянием среды, происходящего коррозионного износа арматуры, наступления предельного состояния.

Физическое соотношение принимается в виде:

$$\varepsilon_b = \sigma_b / E(c) + p, \quad (1)$$

к которому присоединяется уравнение модели ползучести:

$$dp/dt = Bp^{-\alpha} \sigma^n, \quad (2)$$

где $B(c)$, $\alpha(c)$ и $n(c)$ – параметры, учитывающие характер процесса ползучести с учетом вида и концентрации агрессивной среды.

Модель проникания агрессивной среды в композитный материал в соответствии с концепцией линейного размытого фронта [1] имеет вид:

$$C(x, t) = C_0 \left[1 \pm \frac{x}{L(t)} \right], \quad (3)$$

где x – координата рассматриваемой точки, отсчитываемая от поверхности конструкции; t – время; C_0 – концентрация агрессивной среды на поверхности конструкции; $L(t)$ – закон продвижения границы размытого фронта в глубь конструкции (глубина проникания агрессивной среды):

$$L_j(t) = \alpha_j t^{n_j}, \quad (4)$$

где α , n – коэффициенты, определяемые из экспериментов; $j = 1$ для растянутой зоны сечения; $j = 2$ – для сжатой.

Использование такой аппроксимации учитывает различие кинетики проникания агрессивной среды в растянутой и сжатой зонах и, кроме того, позволяет учесть влияние и уровень напряженного состояния конструктивного элемента на кинетику проникания среды в композит. Коэффициент α может быть различен для разных точек контура, контактирующего со средой. В случае, если $\alpha = 0$, данная часть контура защищена от воздействия среды, если $\alpha > 0$, то имеет место коррозия.

Модель деформирования стальной арматуры принята в виде:

$$\sigma = A\varepsilon - B\varepsilon^3, \quad (5)$$

где A , B – коэффициенты, определяемые из условия наилучшей аппроксимации кривых одноосного деформирования образцов арматурной стали.

Модель коррозионного износа арматуры в предположении, что он происходит равномерно по периметру арматуры, имеет вид:

$$\begin{cases} A(t) = \frac{\pi}{4} d_0^2, & t \leq t_{inc}; \\ \frac{dA}{dt} = -\pi d \frac{d\delta}{dt}, & t > t_{inc}; \\ A(t) = 0, & t \gg t_{inc}, \end{cases} \quad (6)$$

где d_0 – начальный диаметр арматуры, $\frac{d\delta}{dt} = V_0(1 + \gamma\sigma)$; δ – глубина коррозионного износа, t – время; V_0 – скорость коррозии ненапряженной арматуры, m – коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния на скорость коррозии; σ – напряжения в арматуре. Считаем, что коррозия арматуры начинается при достиже-

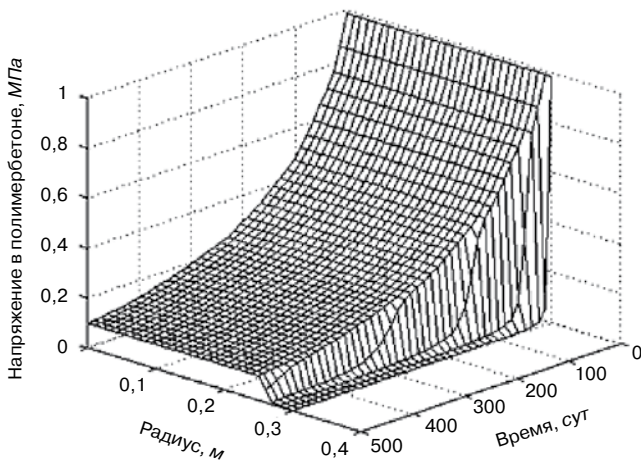


Рис. 1. Поле напряжений

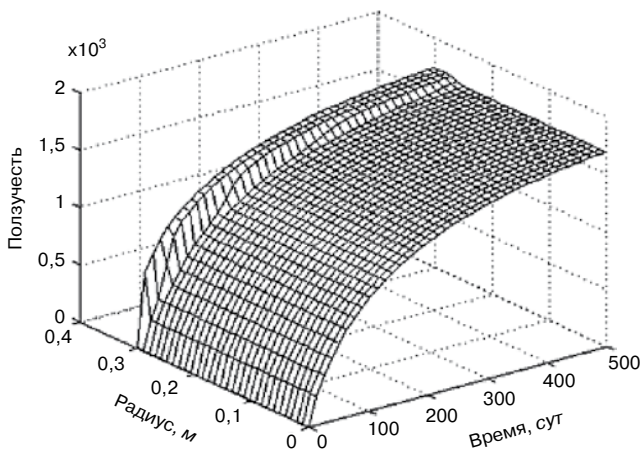


Рис. 2. Развитие деформаций ползучести в элементе

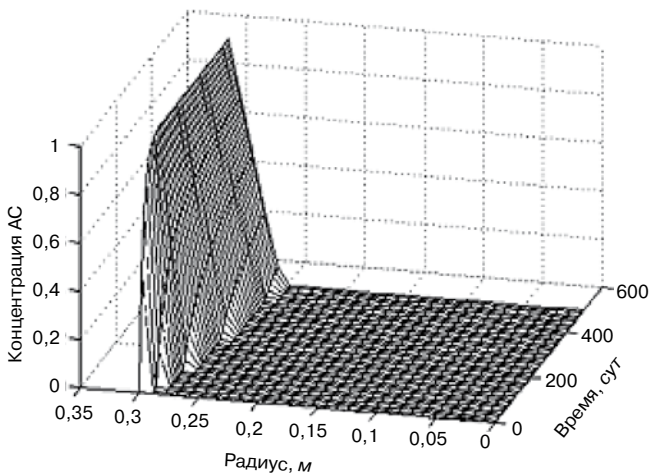


Рис. 3. Распределение концентрации среды в объеме элемента

нии концентрации $C_{кр}$ в точке центра тяжести арматурного стержня.

Уравнение равновесия для случая сжатия имеет вид:

$$N = N_s + N_b, \quad (7)$$

где N – действующее на элемент сжимающее усилие; N_s – усилия, воспринимаемые арматурой; N_b – усилия, воспринимаемые полимербетоном, определяемые по формулам:

$$N_s = \sigma_s \cdot \sum_{i=1}^n F_{s_i}; \quad N_b = \iint_{F_b} \sigma_b dF_b, \quad (8)$$

где σ_s – напряжения в арматуре; F_{s_i} – площадь поперечного сечения i -го арматурного стержня; n_s – количество арматурных стержней; σ_b – напряжения в полимербетоне; F_b – площадь поперечного сечения элемента, занятая полимербетоном.

Выражая в (1) напряжения через деформации и подставляя совместно с (8), (2) и (5), в выражение (7) получим:

$$N = \varepsilon \iint_{F_b} EdF_b - \iint_{F_b} pEdF_b + \sum_{i=1}^n (A\varepsilon - B\varepsilon^3)F_{s_i}, \quad (9)$$

Построенная система основных соотношений описывает поведение армированного конструктивного элемента, сжимаемого (растягиваемого) в условиях воздействия агрессивной среды с учетом ползучести матрицы. Рассмотрим особенности методологии расчета указанного элемента, возникающие в зависимости от этапа расчета.

Перед началом расчета поперечное сечение элемента покрывается прямоугольной сеткой, $K \times V$ -узлов, которые используются для сеточного задания следующих величин: напряжения в полимербетоне, деформации ползучести матрицы; концентрации агрессивной среды по объему элемента; характеристики поврежденности.

На этапе силового нагружения значения параметров в уравнении (9) в узловых точках определяются для исходного материала при отсутствии среды в нем. Далее в связи с тем, что механические характеристики материала зависят от концентрации среды, на этапе погружения элемента в агрессивную среду происходит установление граничных условий для модели воздействия среды (выражения, аппроксимирующего уравнение диффузии), то есть в поверхностных точках стержня, вступающих в контакт со средой, происходит изменение характеристик материала на величину, соответствующую изменению концентрации среды от начального (нулевого) до предельного (равновесного) значения. Это приводит к возникновению больших градиентов концентрации агрессивной среды и зависящих от нее параметров в начальный момент времени вблизи границ элемента. В этих точках изменяются значения коэффициентов, входящих в уравнение (9), вследствие чего возникает наведенная неоднородность механических свойств в областях, прилегающих к поверхностям, контактирующим со средой. Для того чтобы избежать вычислительных погрешностей, следовало бы уменьшать величину шага сетки по координатам, что существенно увеличило бы время расчетов. Однако в данном случае применен прием, описанный в [2]. Согласно экспериментальным данным в поверхностном слое равновесное значение концентрации устанавливается не мгновенно, а в течение некоторого времени. В [3] исследовалось влияние продолжительности стадии установления граничных условий модели воздействия среды (время $t_{гр}$) на величину напряжения в граничной точке сечения стержня, а также исследовалась зависимость напряжения в граничной точке сечения от интенсивности нарастания во времени концентрации агрессивной среды на поверхности элемента неравномерно или равномерно во времени. Установлено, что при величине $t_{гр}$, равной 0,01, 0,1, 1, 10 и 100 сут, разница между напряжениями в граничной точке сечения составила менее 1% от уровня напряжений, а при равномерном увеличении концентрации на поверхности элемента напряжение в граничной точке изменяется также равномерно и наоборот. Учитывая эти факты, применяем процедуру смягчения граничных условий, т. е., считаем, что концентрация среды на границах элемента определяется по формуле:

$$C = C_0(1 - e^{-\alpha t}). \quad (10)$$

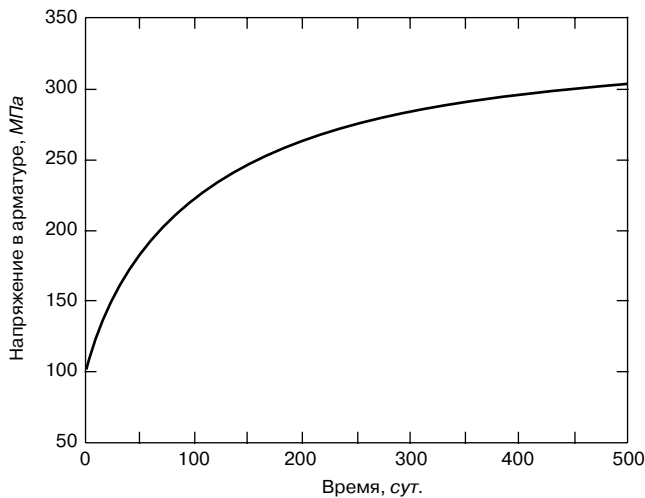


Рис. 4. Кинетика напряжений в арматуре

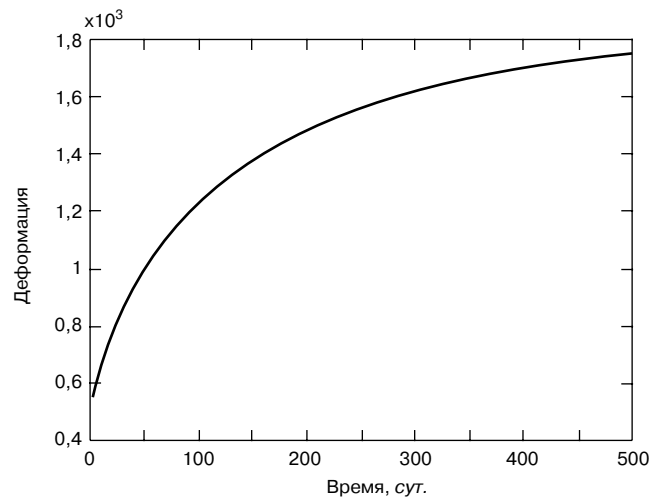


Рис. 6. Полная деформация

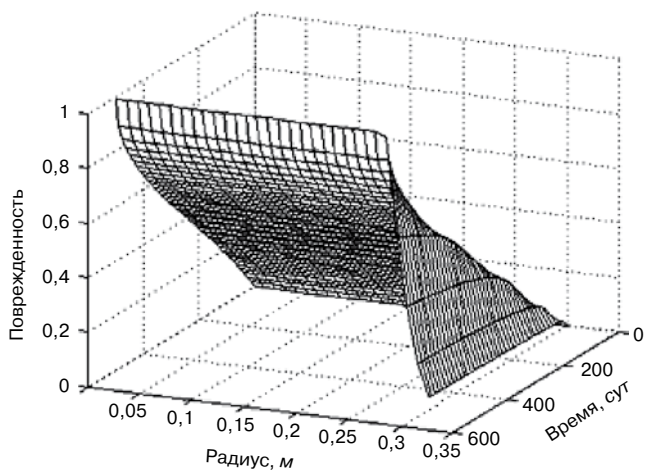


Рис. 5. Распределение параметра поврежденности

Параметр α в (10) подбирался из следующих соображений. Известно, что бетон обладает повышенной вариативностью свойств по сравнению с другими строительными материалами, например сталью. Исходя из общепринятой точности инженерных расчетов 5% потребуем, чтобы к моменту повреждения агрессивной средой 5% площади поперечного сечения концентрация агрессивной среды достигла 95% от номинального значения. Теперь в зависимости от величины поперечного сечения элемента и скорости движения фронта агрессивной среды можно найти значение коэффициента α .

После установления граничных условий начинается этап деформирования армированного элемента во времени с учетом ползучести матрицы и движения фронта агрессивной среды. На этом этапе расчет сводится к решению разрешающего уравнения (9) с теми или иными значениями коэффициентов, соответствующими положению концентрационного фронта (той или иной стадии работы конструктивного элемента). Для определения в каждый момент времени правой части уравнения (9) решается нелинейная задача деформирования элемента. Распределение поля концентрации среды по сечению стержня находится из решения уравнений (3) и (4). Дискретизация непрерывной задачи расчета стержня производится путем аппроксимации области решения уравнения (5) сеткой равноотстоящих узлов, в которых определяются значения концентрации среды, механические характеристики материала, параметры напряженно-деформированного состояния. По

найденному значению деформации определяются напряжения в полимербетоне и арматуре, производится проверка условий наступления предельного состояния, а для контроля точности получаемого решения используются уравнения равновесия.

Реализация изложенной методики осуществлялась при помощи разработанного в системе MATLAB программного комплекса. Расчеты производились на примере сплошного конструктивного элемента из армированного стальной арматурой фуранового полимербетона, подвергающегося воздействию физически активной среды (воды). Разрешающее уравнение имеет следующий вид:

$$N = \varepsilon \int_0^R E 2\pi \rho d\rho - \int_0^R p E 2\pi \rho d\rho + \sum_{i=1}^n (A\varepsilon - B\varepsilon^3) F_{s_i}, \quad (11)$$

где ρ – координата вдоль радиуса круглого сечения ($R \leq \rho \leq 0$).

В качестве условия наступления предельного состояния армополимербетонного конструктивного элемента вводится дифференциальное уравнение, описывающее процесс накопления повреждений в материале конструктивного элемента. Учитывая тот факт, что длительное воздействие агрессивной среды приводит к значительному изменению механических свойств материала, в расчете использовались данные длительных механических испытаний в указанных условиях. В качестве критерия наступления предельного состояния использовалось следующее уравнение поврежденности:

$$\frac{d\Pi}{dt} = M\sigma^k (1 - \Pi)^{-s}, \quad (12)$$

где Π – характеристика поврежденности; σ – напряжение; M, k, s – коэффициенты, определяемые по опытным данным.

Если хотя бы в одной из точек пораженной средой зоны полимербетона или в неповрежденной зоне величина Π достигает значения, равного 1, то считается, что происходит разрушение элемента. Таким образом, критерий наступления предельного состояния в растягиваемом конструктивном элементе оценивается по следующим составляющим: по предельному напряжению в полимербетоне в неповрежденной или полностью насыщенной средой частях сечения; по процессу накопления повреждений в полимербетоне; по деформациям, соответствующим достижению напряжения предела текучести в арматуре. Время наступления одного из вышеперечисленных факторов принимается за долговечность элемента. Геометрические характеристики стойки следующие: радиус $R = 0,3$ м; диаметр арматурного стержня $d_{s0} = 0,04$ м; количество арматурных стерж-

ней $n_s = 1$ (центрально армированный элемент); концентрация среды, при которой начинается коррозия арматуры (по данным [3], $C_{кр} = 0,158$). Модель коррозионного износа арматуры имеет вид (6). Полагается, что действует продольная растягивающая сила $N = 0,4$ МН; воздействие среды – снаружи. Результаты расчета представлены на рис. 1–6. В момент времени $t = 498$ сут достигнуто предельное состояние по поврежденности.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. Согласно экспериментальным данным [4] характерное время проникания агрессивной среды для толщины стенки 20 см составляет 900 сут (время проникания фронта до середины сечения). При этом скорость развития процесса ползучести полностью насыщенного средой полимербетона превышает скорость развития ползучести полимербетона в сухом состоянии в 45 раз. Таким образом, во время проникания фронта агрессивной среды полная деформация элемента ограничивается упругой деформацией сухого ядра и арматуры. Из-за указанной значительной разности скоростей ползучести в сухой и насыщенной средой части сечения сразу после прохождения фронта ползучести развивается настолько быстро, что за время t ($t \approx 100/45 \approx 2,2$ сут, где 100 сут – характерное время развития ползучести в сухом состоянии) ползучесть насыщенного полимербетона составляет более 90% его полной деформации. Следствием этого является практически полная релаксация напряжений в насыщенном средой полимербетоне. В результате получается, что те участки насыщенного средой полимербетона, в которых концентрация среды успела превысить значение 0,1, практически полностью разгружаются и нагрузка полностью ложится на неповрежденную средой часть сечения и арматуру. В этом случае расчет можно производить по упрощенной схеме, а именно следует в каждый интересующий момент времени исключать из несущего

сечения полимербетона его поврежденные средой площади. Применение в таком случае более сложной модели ползучести, возможно, позволило бы более корректно описать поведение напряжений в поврежденном средой полимербетоне. Таким образом, в случае задачи расчета армополимербетонного элемента характерная скорость ползучести многократно превышает характерную скорость проникания среды и процессы ползучести и проникания можно разделить, упростив решение задачи. Предложенный алгоритм, однако, позволяет рассчитывать гораздо более сложные задачи ползучести – проникания агрессивной среды, когда соответствующие характерные времена сопоставимы.

Ключевые слова: армополимербетон, моделирование, ползучесть, агрессивная среда, коррозионный износ, численный эксперимент.

Список литературы

1. Калиновский М.И., Овчинников И.И. Напряженно-деформированное состояние и долговечность прямоугольной железобетонной трубы при действии карбонизации и хлоридсодержащей среды // Строительные материалы. 2010. № 10. С. 15–17.
2. Овчинников И.И., Наумова Г.А. Накопление повреждений в стержневых и пластинчатых армированных конструкциях, взаимодействующих с агрессивными средами. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2007. 272 с.
3. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Землянский А.А. Моделирование поведения железобетонных элементов конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред. Саратов: СГТУ, 2000. 232 с.
4. Берман Г.М., Татишвили Т.И. Коррозионно стойкие армополимербетоны. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1980. 140 с.

20-22 марта 2013

**ЯРОСЛАВСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ФОРУМ**

девятая
специализированная
выставка

www.yarstroyforum.ru

Оргкомитет: (4852) 78-87-62, 73-31-81

С.Н. ТОЛМАЧЕВ, канд. техн. наук,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (Украина)

Сравнительная оценка истираемости монолитного бетона и его компонентов

Дорожный бетон, работающий в реальных условиях эксплуатации, подвергается многочисленным воздействиям, каждое из которых, отдельно взятое, не может непосредственно являться причиной его разрушения. Он разрушается только при действии комплекса факторов. В этом случае своевременная оценка его эксплуатационного состояния может играть важную роль для принятия решения об эксплуатационной пригодности бетона. Многие исследователи за основу оценки состояния принимают возможные изменения прочности и морозостойкости. Однако такие изменения прочности и морозостойкости являются следствием процессов, которые проходят в бетоне как при формировании структуры при твердении, так и в период эксплуатации. К первым относятся коллоидно-химические процессы смачивания, гидролиза, миграции влаги и ее испарения. Формирующаяся при этом структура бетона предопределяет его свойства. Ко вторым можно отнести процессы, происходящие при действии циклического замораживания-оттаивания, насыщения-высушивания, нагревания-охлаждения и идущий одновременно с ними процесс истирания. Истиранию подвергается в первую очередь верхний слой покрытия, который часто находится в увлажненном или перувлажненном состоянии. В таких условиях происходит износ защитного слоя и последующий послыйный износ бетона, обнажение новых поверхностей в глубине. Это облегчает проникновение жидких агрессивных сред в основной массив бетона. Наложение циклических физико-химических и механических воздействий приведет в этом случае вначале к послыйному разрушению бетона, а затем к разрушению. При этом у бетона в первую очередь, снижается не прочность или морозостойкость, а износостойкость, критерием оценки которой является истираемость.

Достаточно широко известна молекулярно-механическая теория трения и износа, развитая в работах

И.В. Карагельского [1]. Теория основана на дискретности контакта трущихся поверхностей. Сила трения при этом – сумма сопротивлений, возникающих при молекулярном и механическом взаимодействии.

Для бетона характерно, что износ осуществляется через прослойку жидкости, тогда взаимодействие носит характер физической или хемосорбции и существенно изменяет молекулярную составляющую трения. Прослойка жидкости в этом случае играет роль так называемого третьего тела и при ее наличии износ увеличивается. Однако определенных данных по этому явлению немного.

Монолитный бетон, твердеющий при атмосферных условиях, может потерять достаточно большое количество влаги, особенно при плохом уходе в жаркую и сухую погоду. При испарении влаги разрыхляется верхний слой, что облегчает не только проникновение жидких сред в массив, но и увеличивает истираемость. Однако действующий метод определения истираемости (ГОСТ 13087–81) предусматривает истирание только нижней грани образца бетона. Но эта грань при изготовлении образца оказывается наиболее защищенной от массообменных процессов. Поэтому необходимо определить, насколько отличаются показатели истираемости бетона в верхней и нижней гранях образца.

В действующем нормативе указано, что при испытании необходимо выполнить четыре цикла. Предполагается, что в этом случае будет достигнут основной износ. Однако после этих циклов не всегда до конца истирается верхний защитный слой бетона и обеспечивается доступ к крупному заполнителю, который априори считается более износостойким, чем растворная часть бетона. Поэтому была разработана методика определения истираемости бетона при большем количестве циклов во влажном и сухом состоянии.

Поскольку отсутствует единое мнение о том, какой из компонентов бетона истирается в большей степени,

Таблица 1

Вид материала	Грань образца	Истираемость, г/см ² , после числа циклов истирания	
		4 (ГОСТ 13087–81)	6 (оригинальная методика)
Гранит	–	0,028	0,036
Сиенит	–	0,053	0,063
Мраморовидный известняк	–	0,067	0,081
Цементный камень	Нижняя/верхняя	0,173/1	0,258/1,08
Цементно-песчаный раствор состава: Ц/П = 1:1 Ц/П = 1:2 Ц/П = 1:3 Ц/П = 1:4	Нижняя/верхняя	0,176/0,372	0,23/0,417
	Нижняя/верхняя	0,201/0,552	0,265/0,623
	Нижняя/верхняя	0,205/0,617	0,306/0,705
	Нижняя/верхняя	0,372/1,11	0,447/1,26
Бетон состава Ц:П:Щ = 1:1,6:3,1	Нижняя/верхняя	0,292/0,714	0,380/0,825

представляет интерес оценить вклад каждого компонента бетона в общую износостойкость, а также оценить разницу в показателях истираемости разных граней в сухом и влажном состояниях по ГОСТу и оригинальной методике. Для этого проводили экспериментальную оценку истираемости крупного заполнителя, цементного камня и цементно-песчаного раствора (табл. 1).

Из приведенных данных видно, что плотные и прочные горные породы, например гранит или сиенит, истираются медленно. Максимальное значение истираемости не превышает 0,028 и 0,053 г/см² по ГОСТ 13087–81 или 0,036 и 0,063 г/см² по разработанной методике. В ходе исследования было отмечено, что истираемость пород с увеличением числа циклов возрастает постоянно и примерно на одну и ту же величину, что свидетельствует о высокой однородности текстуры этих горных пород.

Цементный камень, который подвергали истиранию, твердел в условиях лаборатории при температуре воздуха +22–25°С и относительной влажности не более 60%. Специальных мероприятий по уходу за твердеющим камнем не проводили. Верхняя грань образца была открытой, а нижняя грань находилась на полиэтиленовой пленке. Было установлено различие между истираемостью незащищенной верхней грани затвердевшего камня и нижней. При нормированных четырех циклах испытания эта разница составила 5,8 раза, что свидетельствует о разрыхленности верхнего слоя цементного

камня, из которого испарилась влага. Было отмечено, что с увеличением числа циклов истирания до 6 различие в истираемости верхней и нижней граней уменьшилось до 4,2 раза. Это означает, что при указанных условиях твердения структура цементного камня не однородна. Верхний его слой разрыхлен, а на определенном расстоянии от поверхности цементный камень снова приобретает достаточную плотность, твердость и прочность, необходимую для сопротивления истирающим нагрузкам. Экспериментально определенная толщина разрыхленной зоны цементного камня составила 0,2 мм от поверхности образца.

Исследования показали, что истираемость защищенной грани образцов цементных растворов различного состава меньше, чем незащищенной. С уменьшением содержания цемента в растворе истираемость возрастает для обеих граней. Однако в растворах составов Ц:П=1:1–1:3, содержащих 500–900 кг/м³ цемента, истираемость нижней грани изменяется незначительно (0,176–0,205 г/см²), что можно объяснить высоким содержанием цемента в смеси. В этом случае общая истираемость обусловлена истираемостью прочного цементного камня и зоны контакта цементный камень – заполнитель. С уменьшением расхода цемента до 400 кг/м³ и менее истираемость нижней грани резко увеличивается, что объясняется снижением общей прочности раствора за счет понижения прочности зоны контакта. Для бетонов с таким расходом цемента их износостойкость будет определяться истираемостью цементного раствора.

Для верхней грани растворных образцов по сравнению с их нижней частью можно отметить увеличение истираемости в два раза для образцов с расходом цемента больше 600 кг/м³ и в три раза для образцов с меньшим расходом вяжущего. Такое увеличение истираемости можно объяснить общим для всех составов разрыхлением структуры цементного камня и раствора при испарении влаги.

Оценку истираемости бетона проводили на образцах состава, который наиболее часто применяют в строительстве. Расход цемента составил 400 кг/м³. Данные показывают, что его истираемость сравнима с истираемостью растворов с расходом цемента 400–500 кг/м³. Это характерно для нижней и верхней граней образцов. Поэтому можно считать, что истираемость бетона традиционно применяемых составов определяется истираемостью растворной части. Экспериментально определен критический расход цемента, равный 400 кг/м³, ниже которого резко возрастает истираемость, значит, снижается долговечность бетона. Следует отметить, что тенденция, характерная для истираемости цементного камня и раствора, наблюдается и для бетона: истираемость верхней грани бетонного образца в 2–2,5 раза выше, чем нижней.

Как показал анализ изменения эксплуатационных свойств дорожных покрытий, их разрушение начинается с поверхности, которая де-

Таблица 2

Условия твердения бетона	Истираемая грань	Истираемость, г/см ² , бетона состава, кг/м ³	
		Ц–350, Щ–1250, П–750 (гранитный щебень)	Ц–350, Щ–1250, П–750 (известняковый щебень)
Нормальные	Верхняя	0,496	1,682
	Нижняя	0,271	0,968
Воздушно-сухие	Верхняя	0,601	2,025
	Нижняя	0,365	1,368
Под пленкой	Верхняя	0,368	1,092
	Нижняя	0,243	0,912

Примечание. Ц – цемент, Щ – щебень, П – песок.

Таблица 3

Компоненты смеси	Щебень	Песок	Цемент	Вода
А	Гранит 1250	Кварц 750	350	200
Б	Гранит 1000	Кварц 1000	350	210
В	Гранит 1500	Кварц 500	350	180
Г	Известняк 1250	Известняк 750	350	210
Д	Известняк 1000	Известняк 1000	350	240
Е	Известняк 1500	Известняк 500	350	200

Таблица 4

Условия истирания	Истираемая грань	Истираемость, г/см ²					
		А	Б	В	Г	Д	Е
Сухие	Верхняя	0,354	0,523	0,331	0,896	1,254	0,856
Сухие	Нижняя	0,27	0,319	0,265	0,766	0,927	0,74
Влажные	Верхняя	0,502	0,766	0,365	1,135	1,623	1,051
Влажные	Нижняя	0,361	0,447	0,328	1,031	1,217	0,927

формируется под действием истирающих нагрузок. Нарушение технологии ухода за твердеющим бетоном, приводящее к разрыхлению его верхнего слоя, усиливает эти процессы. При этом возрастает проницаемость бетона, снижается его прочность. В табл. 2 приведены результаты испытания бетонов, твердевших в различных условиях на различных щебнях.

В исследованиях также было установлено, что с понижением активности цемента на одну марку истираемость повышается в среднем на 15%.

С увеличением расхода цемента в бетонах от 250 до 450 кг/м³ истираемость образцов также изменяется. Для образцов, твердевших в лабораторных условиях, истираемость нижней грани с увеличением расхода цемента в указанных пределах снижается с 0,332 до 0,221 г/см², а для верхней грани, наоборот, возрастает с 0,425 до 1,521 г/см². Эти данные согласуются с результатами вышеприведенных исследований (табл. 1).

Учитывая, что в различных регионах используют не только кварцево-гранитные, но и известняковые заполнители, проводили исследования влияния соотношения между мелким и крупным заполнителями различного минерального состава на истираемость бетонов в разных условиях. Составы бетонов приведены в табл. 3.

Оценку истираемости бетонов производили как для верхней, так и для нижней грани образцов (табл. 4). Образцы испытывали в двух состояниях — сухом и водонасыщенном.

Представленные данные свидетельствуют, что истираемость бетонов при замене кварцево-гранитных заполнителей на известняковые существенно возрастает. Такое увеличение характерно как для нижней, так и для верхней грани образцов, подвергаемых истиранию. При сопоставлении этого показателя для влажных и сухих образцов разница достигает 3,5–4,3 раза. Большую роль

при этом играет соотношение между крупным и мелким заполнителями. Например, для составов А и Г при соотношении Ш:П=1,67:1 их истираемость совпадает с аналогичными показателями составов В и Е, в которых соотношение Ш:П составляет 3:1. Это означает, что при прочих равных условиях более плотная упаковка заполнителей при правильном выборе соотношения между ними приводит к снижению интенсивности массообменных процессов и уменьшению разрыхленности структуры бетона за счет образования сквозных пор и капилляров при испарении влаги.

Наименьшие показатели истираемости нижней и верхней граней образцов бетонов определены для составов В и Е, в которых содержится наибольшее количество щебня. Это характерно для сухих и влажных образцов. Для верхних граней образцов в обоих случаях наблюдается практически аналогичная зависимость. Следует отметить общую закономерность: увлажнение образцов приводит к значительному увеличению истираемости, особенно верхней грани, в то время как для нижней грани это выражено в меньшей мере.

Исследования показали, что в увлажненном состоянии свойства бетона могут существенным образом изменяться в худшую сторону, особенно его механические характеристики, в значительной степени определяющие его долговечность.

Ключевые слова: монолитный бетон, истираемость, износостойкость, горная порода, цементный камень, цементный раствор, заполнитель, долговечность бетона.

Литература

1. *Каргельский И.В.* Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. 480 с.



8-я КАЗАХСТАНСКАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
Казахстанские Строй Материалы

13–15 марта 2013
КЦДС "АТАКЕНТ", АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН

- СТРОИТЕЛЬСТВО
- ИНТЕРЬЕР
- ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ
- КЕРАМИКА И КАМЕНЬ
- ОКНА, ДВЕРИ И ФАСАДЫ



Для дополнительной информации посетите официальный сайт выставки: www.kcmexpo.kz



Itesca - Алматы, Казахстан, 050057, ул.Тимирязева, 42
Тел.: +7 727 2583434; Факс: +7 727 2583444; E-mail: build@itesca.kz

Б.С. ЮШКОВ, канд. техн. наук (adf@pstu.ru), С.С. СЕМЕНОВ, инженер (sss84@mail.ru), Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Металлургические шлаки в производстве железобетонных свай, эксплуатирующихся в неагрессивной среде

В соответствии с ГОСТ 5578–94 «Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов» п. 4.3.2 применение шлакового щебня для бетонов возможно, если содержание оксидов железа и марганца в нем не превышает 3% по массе. По факту изначально ни один шлак не соответствует этим требованиям, так как получаемый непосредственно с металлургического производства шлаковый щебень имеет включения оксидов железа и марганца от 15 до 35%. Лишь сравнительно недавно появились установки, позволяющие очищать шлак от примесей до заданных пределов.

В связи с этим в Пермском национальном исследовательском политехническом университете появилась идея использовать металлургический шлак в качестве щебня для изготовления железобетонных свай [1–4].

На первом этапе исследования изучены свойства и качества металлургических шлаков различных металлургических комбинатов Пермского края. Самым подходящим к установленным требованиям оказался шлаковый щебень Чусовского металлургического комбината. Со шлаком этого предприятия в последующем и велась работа: был спроектирован состав бетона на шлаковом щебне класса В 22,5. Для наибольшей наглядности результатов исследования проектирование состава бетона на шлаковом щебне проводили на природном щебне. Материалы в обоих случаях использовали одни и те же, кроме крупного заполнителя, щебня. Порядок проектирования бетона соответствовал ГОСТ 27006–86 «Бетоны. Правила подбора состава». Из полученных составов бетона на шлаковом и природном щебне изготовлены образцы (кубы) с гранями 10×10×10 см, по 9 шт. на каждый состав бетона.

После цикла ТВО в лабораторной пропарочной камере по режиму 2+3+6+2 ч при температуре 85°C по три образца из каждого состава испытаны на прочность при сжатии и растяжении на изгиб. Оба состава бетона имели прочность 70% от заданного. Через сутки испытали снова по три образца. И еще по три – спустя 28 дней. Результаты испытаний показали, что бетон на шлаковом щебне достигает заданного класса прочности, так же как и бетон на природном щебне.

Далее провели испытания образцов бетона со шлаковым щебнем на морозо- и коррозионную стойкость.

Морозостойкость шлакового бетона по базовому методу соответствует марке F300. Стойкость бетона к коррозии проверяли в среде сульфата натрия и в среде фенола. Результаты показали, что бетон на шлаковом щебне в указанных агрессивных средах продолжает набирать прочность (рис. 1).

После проектирования оптимального состава бетона на шлаковом щебне и исследования свойств этого бетона были изготовлены сваи. Всего свай из бетона на шлаковом щебне изготовили по 4 шт. длиной 11, 10, 8, 7 и 5 м.

На различных строительных площадках с различными грунтовыми условиями указанные сваи подвергли динамическим испытаниям согласно ГОСТ 5686–94 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями». Средний отказ от одного удара по всем площадкам составил от 0,1 до 0,2 см. Трещин при визуальном осмотре не обнаружено.

На основании динамических испытаний, учитывая грунтовые условия строительных площадок, установили область применения свай по возможности их ударного погружения в однородные (табл. 1) и неоднородные (табл. 2) грунтовые напластования.

Таблица 1

Вид грунта	Толщина напластования, прорезаемая сваями, м, не менее
Глина твердая 0,21 < IL < 0	2
Глина тугопластичная 0,33 < IL < 0,5	6
Глина мягкопластичная 0,5 < IL < 0,6	10
Суглинок мягкопластичный 0,49 < IL < 0,75	10
Глина полутвердая 0,13 < IL < 0,25	3
Гравийный грунт 0,33 < a	2
Песок пылеватый 0,68 < a	6
Песчано-гравийная смесь 0,57 < a	3
Песок 0,55 < a	5

Примечание: IL – показатель текучести грунта; a – коэффициент пористости грунта.

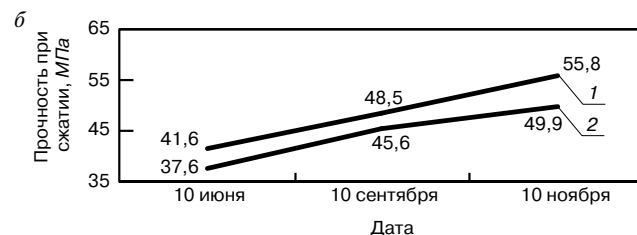
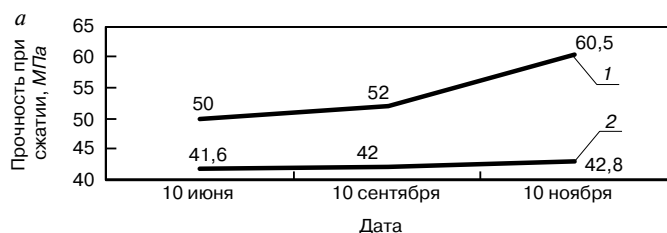


Рис. 1. Результаты испытаний стойкости бетона к коррозии в среде сульфата натрия и фенола: а – среда сульфата натрия; б – среда фенола; 1 – образцы на природном щебне; 2 – образцы на шлаковом щебне

Таблица 2

Вид грунтов основных слоев основания	Вид грунта прослойки	Глубина залегания подошвы прослойки, м, не более	Прорезаемая толщина прослойки, м, не более
Глинистые грунты мягкопластичной и текучей консистенции мощностью до 11 м	Глина 0,21 < IL	3	2
	Гравийный грунт 0,33 < a	4	2
Глины твердопластичные мощностью до 6 м	Пески пылеватые 0,68 < a	4	3
	Песчано-гравийная смесь 0,57 < a	3	2
Пески средней плотности мощностью до 5 м	Глина 0,49 < IL < 0,75	2	1
	Глина 0,21 < IL	3	0,5

Примечание: IL – показатель текучести грунта, а – коэффициент пористости грунта.

На строительных площадках провели испытания свай со шлаковым щебнем на ударное разрушение и действие горизонтальной нагрузки.

Испытание на ударное разрушение заключалось в том, чтобы определить наибольшее количество ударов молотом копра, которое может выдержать свая до начала разрушения. Изготовили сваи длиной 3 м по 3 шт. из бетона класса В22,5 со шлаковым и природным щебнем. Вместо заостренного конца свай был устроен тупой с усиленным армированием. Чтобы избежать погружения свай в грунт при ударах, изготовили основания в виде квадратных стаканов с размерами грани 0,8 м. Основания изготавливали из бетона класса В22,5 на природном щебне с армированием 20АIII. Экспериментальные сваи одним концом ставили в изготовленный стакан, по другому концу наносили холостые удары молотом копра. Количество наносимых ударов фиксировали до появления на теле свай хорошо различимых разрушений в виде трещин и сколов.

Результаты эксперимента показали незначительный (8%) разброс в количестве выдержанных сваями ударов, что подтверждает возможность применения шлакового щебня в производстве.

Изучение работы свай на шлаковом щебне при действии горизонтальной нагрузки проводили на двух сваях на шлаковом и двух сваях на природном щебне; длина свай 8 м. Сваи забивали на глубину 7 и 4 м.

В целом полевые испытания свай на шлаковом щебне показали прекрасные прочностные характеристики, что убеждает в возможности применения этих свай в строительстве. Чтобы лишний раз убедиться в целесообразности применения шлакового щебня в изготовлении свай, провели экономический расчет стоимости составов бетона. Цены указаны с учетом транспортных расходов и НДС. В расчетах применялись составы бетонов на шлаковом природном щебне. Виды и стоимость материалов характерные для Пермского края.

Применяемый щебень:

- природный из плотных горных пород (Заготовкинское месторождение, Пермский край), ГОСТ 8267–93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ», фракции 20–40 мм, насыпная плотность 1350 кг/м³, стоимость 5,66 р./кг.;
- природный из горных пород Лавро-Николаевского карьера Свердловской области, фракции 20–40 мм, насыпная плотность 1450 кг/м³, стоимость 5,89 р./кг.;



Рис. 2. Площадка опытно-промышленных испытаний забивных железобетонных свай

– шлаковый Чусовского металлургического комбината, фракции 20–40 мм, насыпная плотность 1460 кг/м³, стоимость 4,69 р./кг.

Стоимость материалов, применяемых в проектировании состава бетонов: цемент – 3 р./кг; песок – 2,6 р./кг; природный щебень Заготовкинское месторождения – 5,66 р./кг; природный щебень Лавро-Николаевского карьера – 5,89 р./кг; шлаковый щебень Чусовского комбината – 4,69 р./кг.

Стоимость 1 м³ расчетных составов бетонов (расход воды в экономическом расчете не учитывали):

- на шлаковом щебне – 8915,48 р.;
- на природном щебне Пермского края – 10400,8 р.;
- на природном щебне Свердловской области – 10566,25 р.

Из расчетов получается, что 1 м³ бетона со шлаковым щебнем экономически выгоднее бетона с природным щебнем Пермского края на 1485,4 р., с природным щебнем Свердловской области – на 1650,85 р.

Перспективным направлением является исследование возможности применения шлака в производстве других железобетонных конструкций.

Ключевые слова: металлургический шлак, свая, шлакобетон, шлаковый щебень, природный щебень, инертные материалы.

Список литературы

1. Пугин К.Г., Вайсман Я.И., Юшков Б.С., Максимович Н.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии. Пермь: Пермский государственный технический университет, 2008. 315 с.
2. Бартоломей А.А., Омельчак И.М., Юшков Б.С. Прогноз осадок свайных фундаментов. М.: Стройиздат, 1994. 377 с.
3. Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2006 г. Пермь: Изд. Управления по охране окружающей среды Министерства градостроительства и развития инфраструктуры Пермского края, 2007. 232 с.
4. Максимович Н.Г., Меньшикова Е.А., Блинов С.М. Влияние отходов металлургического производства на состояние р. Чусовой // Материалы международной конференции «Геодинамика и геоэкология». Архангельск, 1999. С. 227–229.

Р.Г. ДОЛОТОВА, канд. техн. наук, В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, В.Н. СМИРЕНСКАЯ, канд. техн. наук, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Определение составов ячеистых бетонов различной плотности при использовании полевошпатово-кварцевых песков методом математического планирования

Современные потребности в эффективных строительных материалах определяют интенсивное развитие и использование неавтоклавных ячеистых бетонов. В качестве вяжущего в них используется портландцемент, а в качестве кремнеземистого заполнителя сырье с высоким содержанием свободного кварца (SiO_2 не менее 90%). Поэтому решение задачи по замене кремнеземистых заполнителей на природные кремнеземсодержащие материалы с содержанием 65–79% SiO_2 является своевременным и актуальным.

В строительной практике, использующей большое количество различных по природе, свойствам и назначению сырьевых материалов доступными источниками местного кремнеземистого сырья как потенциального резерва минерально-сырьевой базы промышленности строительных материалов являются полевошпатово-кварцевые пески. Окончательное заключение о пригодности нетрадиционных кремнеземсодержащих природных и техногенных сырьевых материалов в составе ячеистых бетонов различного назначения делается после комплекса технологических исследований.

В настоящей работе выполнены исследования свойств и оценка пригодности полевошпатово-кварцевых песков в качестве заполнителей для получения газобетона неавтоклавного твердения различной плотности. Методами математического планирования проведена оптимизация составов смеси для получения ячеистого бетона.

Выбор кремнеземсодержащего сырья производился исходя из предварительной оценки его свойств на соответствие требованиям ГОСТ 25485–89 «Бетоны ячеистые. Технические условия». Физико-механические свойства полевошпатово-кварцевого песка, представленные в табл. 1, в целом удовлетворяют основным требованиям стандарта к кремнеземистым заполнителям ячеистого бетона.

Анализ гранулометрического состава полевошпатово-кварцевого песка позволяет классифицировать его как среднезернистый, что не обеспечит достаточной устойчивости (стабилизации) ячеисто-бетонных масс в процессе их вызревания, поэтому при подготовке кремнеземистого заполнителя производился помол до удельной поверхности $2500 \text{ см}^2/\text{г}$, обеспечивающей необходимую степень дезинтеграции основных минералов исследуемого песка, позволяющую прогнозировать повышение их химической активности и возможности последующего фракционирования измельченного материала с достаточным уровнем выхода полезного продукта. По данным петрографического и рентгенофазового методов анализа, основными минералами песка являются β -кварц и минералы полевых шпатов в различном соотношении (ортоклаз, альбит, анортит), представленные зернами угловатой формы с шероховатой и раковистой поверхностью.

Химический анализ (табл. 2) полевошпатово-кварцевого песка выявил несоответствия отдельным требованиям стандарта для заполнителей ячеистых бетонов по валовому содержанию в них кремнезема.

Наиболее важной характеристикой кремнеземсодержащего сырья для ячеистых бетонов является содержание в них активного (растворимого) кремнезема, определяющего реакционную способность сырья по отношению к извести и продуктам гидратации цемента. Комплексные исследования химической активности [1] песка полевошпатово-кварцевой минерализации свидетельствуют об их низкой силикатной активности. Однако они проявляют повышенную алюминатную и ферритную активность в цементно-содержащих системах с образованием растворимых форм гидросульфо-алюминатных (ферритных) соединений калия, натрия, кальция.

Учитывая особенности свойств используемого сырья, изучались силикатные системы на основе портландцемента и полевошпатово-кварцевого песка в сочетании с технологическими добавками. Разработка составов ячеистых бетонов весьма трудоемкая задача, требует значительного объема экспериментальных исследований. Применение математических методов планирования и обработка результатов эксперимента в области строительных материалов являются наиболее эффективными и целесообразными для многокомпонентных составов. Для проведения исследования с помощью математических методов необходимо: провести три этапа работы эксперимент \rightarrow построение модели \rightarrow интерпретация модели [2]; принять решения о дальнейшем направлении исследований.

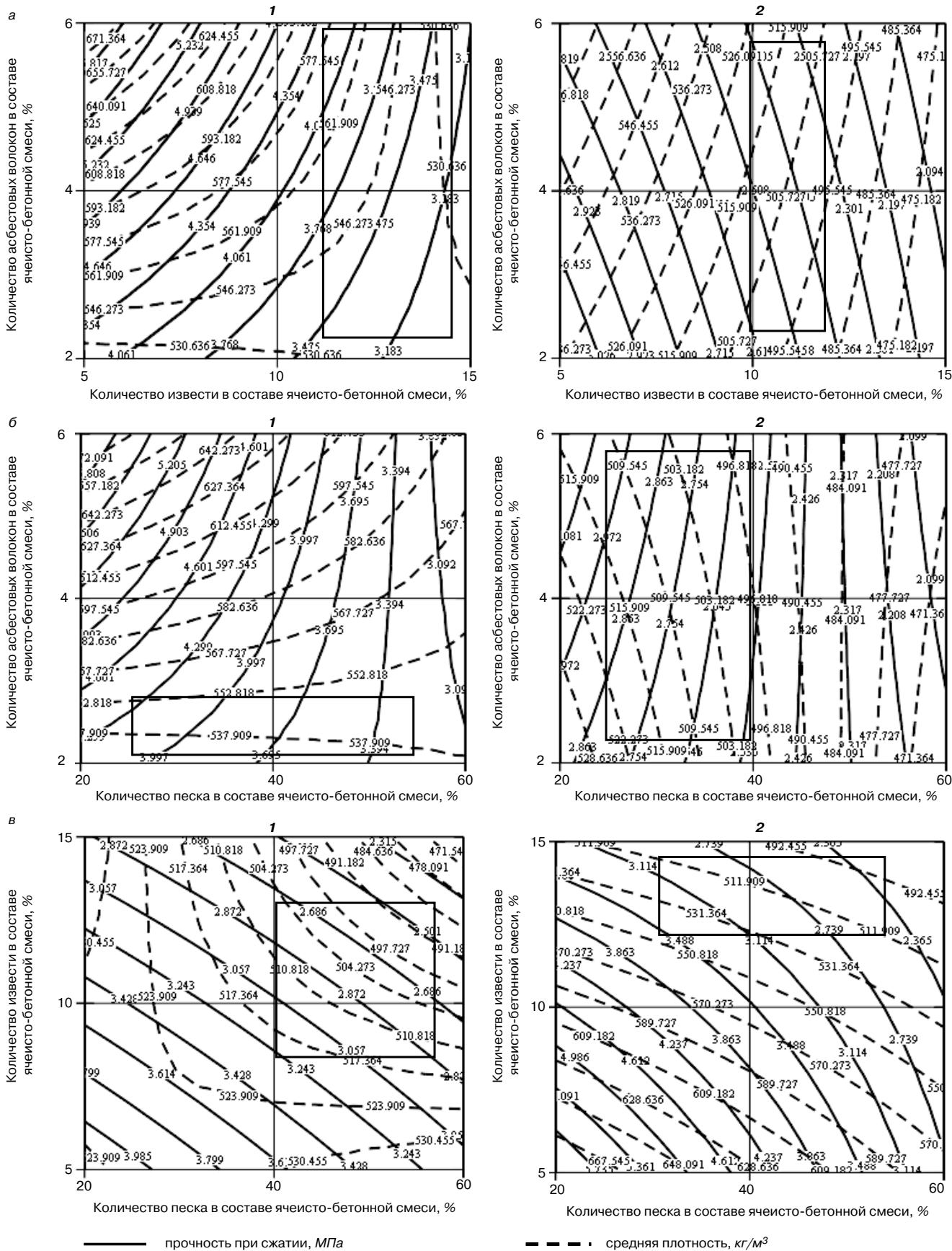
Целью работы является определение закономерностей влияния компонентов ячеисто-бетонной смеси на свойства газобетона неавтоклавного твердения на основе портландцемента с использованием полевошпатово-кварцевых песков в качестве кремнеземистого заполнителя. Для сокращения продолжительности эксперимента и повышения надежности результатов было

Таблица 1

Материал	Истинная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Насыпная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Пористость слоя материала, %	Естественная влажность, %
Полевошпатово-кварцевый песок	2850	1600	44	5

Таблица 2

Материал	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	ΔM_{np}	Прочие
Полевошпатово-кварцевый песок	65,74	8,67	3,97	7,1	5,47	5,5	2,64	1,6



Экспериментально-статистические модели неавтоклавного газобетона на основе портландцемента при использовании полевошпатово-кварцевого песка в сочетании с добавками асбестовых волокон и извести при минимальном (1) и максимальном (2) соотношениях компонентов

Таблица 3

Уровни	Портландцемент, мас. %	Факторы		
		x_1 полевкошпатово-кварцевый песок, мас. %	x_2 известь, мас. %	x_3 асбестовые волокна, мас. %
Основной	46	40	10	4
Интервал варьирования	–	20	5	2
Верхний	19	60	15	6
Нижний	70	20	5	2

применено математическое планирование по методу Бокса–Уилсона [2].

Для исследований свойств ячеистых бетонов изучались силикатные системы на основе портландцемента, извести с использованием кремнеземсодержащего компонента в виде полевкошпатово-кварцевого песка и асбестовой пыли – попутного продукта обогащения ГОК «Туваасбест» (Республика Тыва). Определение оптимального состава производили по характеристикам, влияющим на прочностные свойства газобетона и обеспечивающим заданную плотность изделий, по плану трехфакторного эксперимента на двух уровнях варьирования.

В качестве факторов варьирования принимались: x_1 – содержание полевкошпатово-кварцевого песка, мас. %; x_2 – содержание извести, мас. %; x_3 – содержание асбестовых волокон, мас. %. В качестве основных свойств определялись: прочность при сжатии газобетона (y_1) и средняя плотность газобетона (y_2). В табл. 3 представлены основные уровни и интервалы их варьирования.

После выбора факторов и их уровней варьирования составлялась матрица планирования (табл. 4), при этом принималось, что в данном эксперименте должны быть учтены все возможные комбинации значений факторов, варьируемых на верхнем и нижнем уровнях.

После проверки дисперсии воспроизводимости, гипотезы об адекватности линейной модели и значимости всех коэффициентов регрессии по доверительному интервалу для уровня достоверности 90–95% по результатам эксперимента получено два уравнения регрессии:

$$y_1 = 2,17 - 0,66x_1 - 0,61x_2 + 0,11x_3 + 0,16x_1x_2 - 0,23x_1x_3 - 0,07x_2x_3 + 0,12x_1x_2x_3; \quad (1)$$

$$y_2 = 513 - 23x_1 - 45x_2 + 10x_3 - 11x_1x_2 - 13x_1x_3 - 28x_2x_3 + 10x_1x_2x_3. \quad (2)$$

Адекватные линейные модели (1) и (2) имеют вид полинома первой степени, которые отражают поведение отклика функции регрессии от двух влияющих факторов и позволяют определять значение средней плотности и прочности газобетона в любой точке факторного пространства. Коэффициенты полинома являются частными производными функции отклика по соответствующим переменным. Величина коэффициента регрессии – количественная мера влияния каждого фактора на параметр оптимизации, и чем больше коэффициент, тем сильнее влияет фактор; о характере влияния факторов говорят и знаки коэффициентов: знак «+» свидетельствует о том, что с увеличением значения фактора растет величина параметра оптимизации, а при знаке «–» – убывает. Исходя из этого в соответствии с уравнениями (1) и (2) отрицательное действие на прочность при сжатии газобетона оказывают факторы x_2 и x_1 , т. е. чем выше содержание вводимых в состав газобетона заполнителя и извести, тем ниже прочность готового изделия. Однако совместное влияние факторов x_2 и x_1 дает положительный результат на формирование прочного дисперсно-армированного ячеистого бетона. Известь, вводимая в состав ячеисто-бетонной массы, при перемешивании с заполнителем способствует по-

вышению его активности за счет активации поверхностного слоя зерен заполнителя. В процессе тепловлажностной обработки ячеистых изделий пропариванием этот эффект усиливается, так как при повышении температуры все потенциально реакционные составляющие полевкошпатово-кварцевого песка активизируются и тем быстрее и полнее протекают процессы нарастания структурной прочности газобетона.

Положительное влияние (судя по значениям коэффициентов) на прочность при сжатии газобетона оказывает содержание асбестовых волокон – фактор x_3 , которые в составе ячеисто-бетонной смеси выполняют роль армирующего компонента, располагаясь в межпоровых перегородках газобетона; волокна улучшают условия стабильности процесса поризации, что приводит к улучшению свойств готового изделия, и благодаря гибкости и эластичности они выполняют функцию барьеров на пути распространения трещин и сообщающихся пор. При совместном перемешивании полевкошпатово-кварцевого песка и асбестовых волокон в растворе гидроксида кальция, волокна асбеста насыщаются раствором с образованием активной контактной зоны на поверхности волокон с частицами заполнителя и продуктами гидратации цемента [3]. В результате формируется прочный каркас межпоровых перегородок из волокон, покрытых плотным слоем гидратных образований при твердении цемента, что упрочняет готовые изделия, о чем свидетельствует положительное влияние факторов x_1 , x_2 и x_3 .

Для изменения независимых переменных пропорционально величинам коэффициентов регрессии было предпринято крутое восхождение в направлении градиента линейного приближения. Анализ уравнений проводился методом сечений, используя математический пакет Mathcad, с помощью которого построены графики линий равного уровня. Для получения качественных факторов одному из варьируемых факторов задавалось постоянное значение, а по двум другим строились зависимости изменения плотности и прочности газобетона при минимальном и максимальном содержании компонентов ячеистых масс, которые представлены на рисунке. Графический анализ экспериментально-статистических зависимостей позволяет оценить влияние любого заданного в границах эксперимента компонента

Таблица 4

№ опыта	Планирование						
	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Таблица 5

Расчетная плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Класс прочности	Открытая пористость, %	Морозостойкость, циклы	Усадка при высыхании, мм/м	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·С
500	2,65	B2; B2,5	20,08	35	0,45	0,12
800	4,3	B3,5	19,28	35	0,43	0,23
1100	6,15	B5	17,68	35	0,3	0,35

ячеисто-бетонной смеси на свойства готового изделия. По представленным на рисунке моделям зависимостей можно выделить область оптимального содержания полевкошпатово-кварцевого песка, извести и асбестовых волокон.

Введение оптимального количества компонентов в состав ячеисто-бетонной смеси способствует образованию прочного каркаса за счет хорошего сцепления цементного камня и наполнителя.

Оптимальными по свойствам ячеисто-бетонных материалов являются области, соответствующие содержанию, мас. %: полевкошпатово-кварцевого песка $30 < x_1 < 50$; извести $5 < x_2 < 10$; асбестовых волокон $2 < x_3 < 6$. При этом содержание портландцемента находится в пределах 34–63 мас. % Введение таких количеств компонентов в состав ячеисто-бетонных масс способствует образованию прочной матрицы (каркаса) межпоровых перегородок за счет сцепления цементного камня, полевкошпатово-кварцевого песка и волокон асбеста. На поверхности зерен полевкошпатово-кварцевого песка и волокон асбеста, обработанных в растворе гидроксида кальция, образуется многослойная модифицированная

система из продуктов гидратации портландцемента, состоящая из контактного слоев, промежуточного и переходного слоя к цементному камню с высоким химическим сродством во всех зонах контакта. В этих условиях реализовываются так называемые эффекты армирования ячеистого бетона наполнителем – полевкошпатово-кварцевым песком и микроармирования – асбестовым волокном. По результатам проведенных исследований были получены ячеистые бетоны различной плотности. В табл. 5 приведены технические свойства изделий.

Методом математического планирования рассчитано соотношение компонентов в газобетонной смеси содержащей портландцемент, полевкошпатово-кварцевый песок, добавки извести и асбестовых волокон, которые обеспечивают увеличение прочности изделий на 15–20% при снижении расхода портландцемента на 5–10%. При изменении плотности газобетона от 500 кг/м³ до 1100 кг/м³ прочность изменяется от 2,6 до 6,2 МПа, что выше требований стандарта для соответствующих плотностей ячеистых бетонов.

Ключевые слова: математическое планирование эксперимента, неавтоклавный газобетон, факторы варьирования.

Список литературы

1. Долотова Р.Г., Смирнская В.Н., Верещагин В.И. Оценка активности низкокремнеземистого сырья и его пригодности в качестве заполнителя ячеистого бетона // Строительные материалы. 2008. № 1. С. 40–42.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с.
3. Долотова Р.Г., Верещагин В.И., Кара-сал Б.К. Сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения. Пат. 2410362 РФ // Опул. 27.01.2011 Б.И. № 3. 8 с.

СТРОЙУРАЛ 2013

СТРОЙУРАЛ 13-15 марта

XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

- Архитектура, градостроительство, стройиндустрия;
- Строительная техника и оборудование;
- Строительные, отделочные, кровельные материалы;
- Дорожное строительство;
- Элементы интерьера, домостроительство;
- Современные покрытия, утеплители, теплоизолирующие материалы.

г. Оренбург e-mail: uralexpo@yandex.ru, www.uralexpo.ru

☎ (3532) 67-11-01, 67-11-02, 560-560, 950-250

А.С. ЖИВ, д-р техн. наук, Владимирский государственный университет (Россия);
 Б.Р. ИСАКУЛОВ, канд. техн. наук (mr.Baizak@mail.ru),
 Актюбинский университет им. С. Баишева (Казахстан)

Исследование характера и механизма разрушения легких поризованных арболитобетонов на основе отходов промышленности и растительного сырья

Строительство как отрасль народного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана занимает одно из первых мест по использованию материальных ресурсов. Его современный размах ставит задачу решения вопросов экономного и рационального использования последних. Прежде всего необходимо реализовать имеющиеся резервы, создавая малоотходные, безотходные и энергосберегающие технологии в производстве строительных материалов с использованием отходов промышленности и сельского хозяйства. Одной из областей использования промышленных и сельскохозяйственных отходов является производство легких арболитобетонов.

Для производства арболита Казахстан и республики Средней Азии имеют богатейшую базу. В безлесных районах этих республик сырьем могут служить стебли хлопчатника, рисовая солома и лузга, костра конопля, стружки камыша, запасы которых в данное время неисчерпаемы.

Однако возросшие требования к качеству арболита ставят задачу по дальнейшему повышению прочностных показателей этого вида материала с оптимальной структурой. Разрабатываются новые и совершенствуются известные составы и способы изготовления арболитовых изделий и конструкций. Проведенные в НИИЖБ исследования показали, что повысить эффективность производства, упростить технологию изготовления изделий из арболита и улучшить свойства материала можно целенаправленным изменением свойств и структуры

арболитовой смеси путем поризации и добавлением промышленных отходов. Исследования указывают на повышенную деформативность этого материала, что требует постановки дополнительных опытных работ [1].

Исследование ползучести легких бетонов, оказывающей большое влияние на работу несущих и ограждающих конструкций, привлекает к себе в последние годы большое внимание. Известные из литературных источников исследования [2–7] привели к созданию образцов без пароизоляции. Поэтому процесс усадки накладывается на процесс ползучести, что осложняло анализ опытных данных, к тому же напряженное состояние бетона оказывает непосредственное влияние на его усадку.

В данной работе проведены экспериментальные исследования поризованного арболита плотностью до 650 кг/м³ при длительном нагружении и различных сжимающих напряжениях с целью применения этого материала на стройках республики.

Образцы представляли собой легкобетонные призмы сечением 150×150 мм и длиной 600 мм. Одна часть образцов была выполнена из поризованного арболита, где в качестве органического заполнителя использовали фибру стеблей хлопчатника, вторая часть, для сравнения, – из поризованного керамзитобетона.

Экспериментальные исследования проводили в 28 сут возрасте. Боковые поверхности призм изолировали от потери влаги путем обмазки боковых поверхностей толстым слоем жидкого парафина с марлевой про-

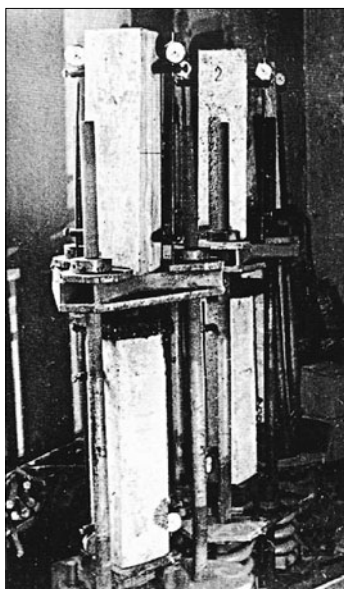


Рис. 1. Испытания образцов под длительной нагрузкой

№ серий образцов-призм	Состав бетона (по весу)	Водоцементное отношение	Расход цемента на 1 м ³ бетона, кг
1. Поризованный арболит			
1	1:0,8:0,8*	1,34	220
2	1:0,9:0,8*	1,37	230
3	1:0,85:0,75*	1,4	240
2. Поризованный керамзитобетон			
4	1:2:2,5**	0,97	220
5	1:2:2,3**	1,2	230
6	1:2: 2,5**	1,1	240

* соотношение цемент : стебли хлопчатника : добавки в виде жидкого стекла, хлорида кальция и пенообразующей жидкости.
 ** соотношение цемент : керамзит : добавки в виде жидкого стекла и пенообразующей жидкости.

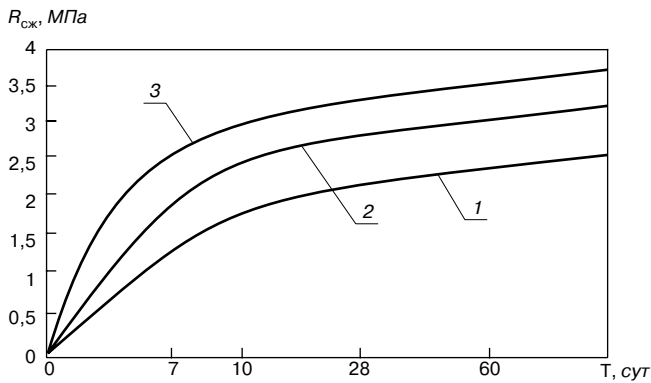


Рис. 2. Кривые нарастания прочности поризованного арболита для серий 1–3: 1 – серия 1; 2 – серия 2; 3 – серия 3

кладкой, по торцам устанавливали перфорированные стальные плитки для передачи нагрузки. Таким образом, удаление влаги из образцов-призм могло происходить только через торцы. Измерение усадки призм показало достаточную эффективность такой изоляции.

При длительных испытаниях постоянную нагрузку на образцы создавали с помощью специально изготовленных пружинных установок (рис. 1).

Величина максимальной нагрузки была ограничена (60–120 кН), что определялось предельным уравнением нагружения образцов, равным $0,75 R_{bn}$. Всего были испытаны три основные серии из поризованного арболита и три серии из поризованного керамзитобетона. Каждая серия включала девять призм-образцов. Поскольку ползучесть поризованного керамзитобетона, как показали исследования НИИЖБ, вызывается в основном ползучестью геля, входящего в состав цементного камня, предполагалось, что эти закономерности можно будет распространить и на поризованный арболит.

Состав поризованного арболита и керамзитобетона для изготовления опытных образцов приведен в таблице.

Относительная влажность воздуха помещения, в котором испытывали призмы на длительную нагрузку, 60–75%; температура воздуха 15–20°C.

Нагружение образцов-призм производилось этапами, соответствующими приращению напряжения от 0,1 до 0,15 МПа. После каждой ступени нагрузки образцы выдерживали в течение пяти минут. Показания с индикаторов (с точностью измерения 0,01 мм) снимались после приложения каждой ступени нагрузки и перед приложением новой ступени. Такая методика испытаний позволяла выделить упругие мгновенные деформации и определить величину начального модуля упругости легких бетонов.

Одновременно с измерением деформаций образцов, установленных под длительную нагрузку, производили измерение деформаций незагруженных изолированных и неизолированных от влагопотерь образцов. Деформации ползучести определяли вычитанием из общих деформаций нагруженных образцов усадочных деформаций, измеренных на незагруженных и изолированных образцах.

Благодаря наличию пароизоляции деформации усадки образцов значительны.

Одновременно с изготовлением призм для каждой серии испытаний из того же состава легких поризованных бетонов в стальных формах бетонировали до 72 контрольных кубов со стороной 150 мм, которые хранились вместе с призмами и испытывались в разные сроки твердения.

Данные этих испытаний позволили построить кривые нарастания прочности поризованных легких бетонов во времени (рис. 2–3).

Как следует из приведенных кривых, наблюдавшееся нарастание прочности поризованных легких бетонов во

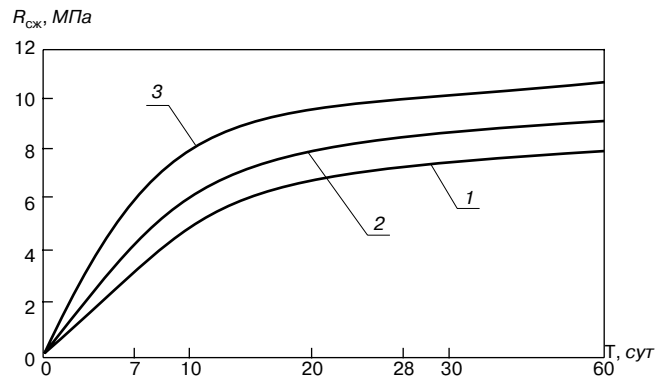


Рис. 3. Кривые нарастания прочности поризованного керамзитобетона для серий 4–6: 1 – серия 4; 2 – серия 5; 3 – серия 6

времени в ряде случаев нельзя описать одной логарифмической зависимостью: в раннем возрасте закономерность оказывается иной, чем в последующий период.

Загружение призм-образцов осуществляли при уровнях напряжений $0,15 R_{bn}$; $0,44 R_{bn}$ и $0,74 R_{bn}$, где R_{bn} – прочность поризованного легкого бетона при сжатии. Для исследованных составов отношение пределов прочности при сжатии определенных призм $150 \times 150 \times 600$ мм (R_{bn}) и кубов $150 \times 150 \times 150$ мм (R) составляет $0,87–0,95$ в зависимости от состава поризованного легкого бетона. Призмы $150 \times 150 \times 600$ мм нагружены длительной нагрузкой, напряжение от которой составляет 15, 44, 74% призмной прочности).

В каждой серии, состоящей из девяти призм-образцов, первые три были изолированы от влагопотерь и устанавливались под длительную нагрузку, вторые три образца были также изолированы, но оставались без нагрузки, наконец, оставшиеся три образца были не изолированы и нагружению не подвергались. По окончании экспериментальных исследований их использовали для определения осевой прочности бетонов при сжатии и анализа механизма разрушения поризованного легкого бетона.

Таким образом, всего было изготовлено 54 призмы-образца и 650 контрольных кубов.

Исследования на призмах показали, что деформации, возникающие при приложении нагрузки, растут прямо пропорционально. Пропорциональная зависимость упругих мгновенных деформаций от напряжений наблюдалась и другими экспериментаторами [3–5, 7]; отклонения от этой закономерности для поризованных легких бетонов наблюдались только при высоких сжимающих напряжениях.

Результаты испытаний образцов-призм на длительную нагрузку при уровнях напряжений $0,15 R_{bn}$; $0,44 R_{bn}$ и $0,74 R_{bn}$ представлены на рис. 4–5.

Анализ роста деформаций призм во времени указывает на некоторые отклонения от закономерности. Деформации призм, нагруженные при уровне напряжений $0,15 R$ из поризованного арболита, росли медленнее, чем такие же деформации, но нагруженные при более высоких уровнях напряжений.

В образцах из поризованного керамзитобетона таких отклонений не наблюдалось. Это, по-видимому, объясняется большой неоднородностью поризованного бетона, приготовленного на стеблях хлопчатника.

Для обоих видов бетонов деформации ползучести достигли со временем величины, превышающие упругие деформации в 2–3 раза. Во всех образцах наблюдалось быстрое нарастание деформаций ползучести в период после нагружения, затем нарастание деформаций постепенно замедляется.

Таким образом, скорость нарастания деформаций ползучести во времени зависит не только от уровня на-

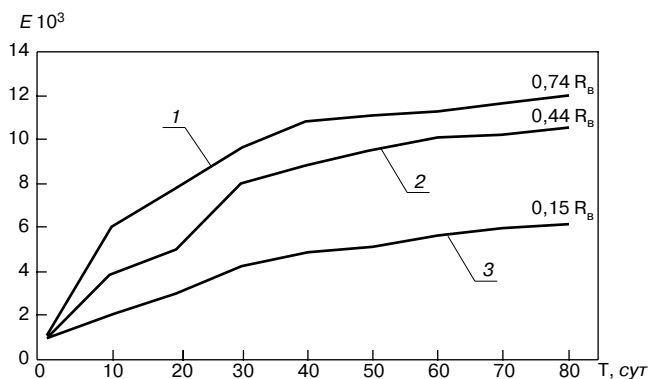


Рис. 4. График деформации ползучести поризованного арболита во времени: 1 – серия 1; 2 – серия 2; 3 – серия 3

пряжений, но и от того, сколько времени прошло с момента нагружения.

Для поризованных легких бетонов, как показали испытания, скорость роста деформаций ползучести зависит от кривой нарастания прочности во времени, отражающей процесс твердения бетона.

Таким образом, установлено, что по сравнению с поризованными легкими бетонами ползучесть поризованного арболита оказывается значительное ниже, что в итоге приводит к снижению деформаций ползучести при одном и том же уровне напряжений.

Деформативные свойства поризованного арболита изучались в 7, 28, и 90 сут возрасте. Как правило, в 7 сут возрасте деформативность растворной части, как и в ячеистых бетонах, оказывается наименьшей, т. е. этот период может быть отнесен к первой фазе твердения поризованного арболита. К 28 сут характер кривых деформаций несколько меняется, наблюдается уменьшение деформаций растворной части в связи с ростом прочности поризованного арболита (рис. 4–5).

По теории прочности А.В. Ваганова в этот период должно наступить равенство между предельными деформациями органического заполнителя и растворной составляющей в материале. Однако в проведенных экспериментах этого не наблюдалось. Органический заполнитель постоянно показывал меньшую деформативность, чем растворная составляющая; несмотря на это, деформативность материала и растворной составляющей совпадали, причем прочность заполнителя была меньше, чем всего материала.

Согласно упомянутой теории начиная с момента, когда деформативность растворной части меньше деформативности заполнителя ($\epsilon_p < \epsilon_z$), прочность легких бетонов не должна возрастать, так как этому препятствует разрушение органического заполнителя. Однако, как показывают опыты, прочность поризованного арболита продолжала возрастать даже к 90 сут возрасту, несмотря на превышение деформативности растворной составляющей над деформативностью органического заполнителя. Иначе, теория о прекращении роста прочности поризованного арболита во второй фазе твердения не подтверждается, хотя рост прочности материала во второй фазе происходил менее интенсивно, чем в первой. Полученные результаты дают основание утверждать, что рост прочности материала во второй фазе твердения объясняется изменением модуля деформации составляющих поризованного арболита при нагружении призм-образцов (рис. 1). Данные рис. 4, 5 свидетельствуют, что модуль деформации растворной части и материала с возрастанием напряжения уменьшается, а для органического заполнителя в определенном диапазоне относительного напряжения возрастает. Можно предположить, что в нагруженном состоянии органический заполнитель оказывает большое сопро-

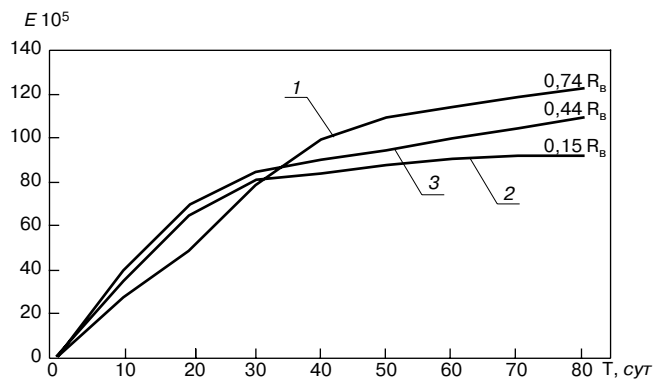


Рис. 5. График деформации ползучести поризованного керамзитобетона во времени: 1 – серия 4; 2 – серия 5; 3 – серия 6

тивление деформациям, упрочняется и может воспринимать большую нагрузку, чем в ненапряженном состоянии.

Упрочнение органического заполнителя в изучаемом диапазоне напряжений до $0,8 R_z$ (предел прочности органического заполнителя согласно нашим опытным данным до $0,8 R_z$) происходит за счет уменьшения внутрестеблевой (для хлопчатника) пористости и возникновения эффекта «обоймы». Это явление подтверждается изменением коэффициента Пуассона. Упрочнение органического заполнителя в поризованном арболите плотного строения в определенном периоде напряженного состояния является причиной роста прочности материала во второй фазе твердения и повышения абсолютной величины их прочности. Кроме того, причиной более высокой прочности поризованного арболита по сравнению с низкопрочным органическим заполнителем является кольматация его пор цементным тестом (раствором), который, затвердевая, вызывает повышение прочности стеблей хлопчатника. Эти два эффекта наблюдались в поризованных арболитах плотного строения, их влияние в материалах пористого и крупнопористого строения (с средней плотностью $450-600 \text{ кг/м}^3$) проявляется в меньшей степени или практически совсем не проявляется.

Характер и механизм разрушения поризованного арболита изучали с помощью традиционной тензометрической аппаратуры и глубинных тензометрических датчиков, ориентированных главным образом вдоль и перпендикулярно прилагаемой нагрузке к призмам.

Глубинные тензодатчики закреплялись на стеблях хлопчатника с помощью эпоксидного клея и устанавливались в опытных образцах до бетонирования. Во избежание повреждения датчиков производилась их защита эпоксидной смолой.

Образцы нагружали под прессом этапами и нагрузку фиксировали манометром прессы при включенных автоматических измерителях деформаций. Суть испытаний состояла в том, что глубинные тензометрические датчики были установлены как на стеблях хлопчатника, так и в растворной составляющей материала, что давало возможность определить первопричину последовательности разрушения составляющих материала.

Испытания были проведены тщательно, на большом (более 50) количестве призм-образцов. Эти опыты позволили дать исчерпывающий ответ на появившиеся в последние годы утверждения, что в поризованных легких бетонах, в том числе в арболите, соотношение между кубиковой и призмочной прочностью приближается к единице и даже превосходит ее.

Опыты показали следующее:

1. Тензометрические датчики, расположенные в растворной составляющей материала, фиксируют момент его разрушения и достижение предельной

растяжимости поризованного арболита в призмах перпендикулярно действующей нагрузке пресса. В этом случае стрелка манометра пресса падает, т. е. всегда наблюдается первоначальное разрушение материала.

2. Тензометрические датчики, закрепленные на стеблях хлопчатника и ориентированные вдоль и поперек действующей нагрузки, продолжают показывать рост деформаций, а стрелка манометра пресса продолжает показывать рост напряжений.
3. Описанный эффект не наблюдается в поризованном арболите пористого или крупнопористого строения низкой объемной массы.
4. При испытаниях поризованного арболита плотного строения одновременного разрушения растворной составляющей и органического заполнителя не происходило. Обычно наблюдалось последовательное разрушение, связанное с заполнителем, затем с растворной составляющей, но только во второй фазе твердения. Разрушение же материала по растворной составляющей происходило только в первой фазе твердения.

При испытании поризованного арболита как плотного, так и пористого и крупнопористого строения существенное значение имеет поверхность сцепления фибры стеблей хлопчатника с растворной составляющей, при этом для материала плотного строения $R_{сц} < R_3$, где $R_{сц}$ — прочность сцепления растворной составляющей; R_3 — прочность органического заполнителя, для пористого и крупнопористого материала $R_{сц} > R_3$. Этот факт имел место при разрушении пористого и крупнопористого арболита и отвечает наблюдавшейся кольматации пор стеблей хлопчатника цементным раствором. Выполнение исследования дает основание для уточнения гипотез формирования прочности поризованного арболита.

Теория А.И. Ваганова в полной мере приемлема для объяснения процесса нарастания прочности материала при твердении, т. е. когда деформативность растворной составляющей меньше деформативности кольматированных стеблей органического заполнителя. Для объяснения возрастания прочности поризованного арболита плотного строения во второй фазе твердения указанная теория твердения требует уточнения, а именно: одновременного органического заполнителя и растворной составляющей в поризованном арболите плотного строения не наблюдается.

Разрушение материала во второй фазе твердения происходит ступенчато (заполнитель — раствор). Первоначальными разрушениями поризованного арболита плотного строения являются: при $\epsilon_p < \epsilon_3$ растворная составляющая, при $\epsilon_p > \epsilon_3$ кольматированный органический заполнитель. Конечная прочность поризованного арболита плотного строения во всех испытанных образцах определялась прочностью растворной составляющей; при $R_p < R_3$ происходит однофазное твердение и одноступенчатое разрушение — по раствору; при $R_p > R_3$ происходит двухфазное твердение и двухступенчатое разрушение.

Прочность поризованного арболита пористого строения формируется в одну фазу, разрушение происходит одноступенчатое — по кольматированному органическому заполнителю и им определяется в основном прочность материала.

Характер разрушения образцов из поризованного арболита в различном возрасте наглядно иллюстрируют высказанные дополнения к гипотезам формирования прочности поризованного арболита и механизма его разрушения.

Пользуясь полученными данными, можно направленно планировать получение поризованного арболита

различной прочности в зависимости от фракции зерна органического заполнителя.

Безусловно, они не могут в полной мере объяснить процессы формирования прочности поризованного арболита, механизм его деформаций и разрушения и нуждаются в дальнейшем изучении и уточнении.

Ключевые слова: отходы, бетон, арболит, деформация.

Список литературы

1. Савин В.И., Абраменко Н.И., Будашкин Л.Е. Технология и свойства поризованного арболита. Тезисы докладов научно-технической конференции 2–4 сентября 1980 г. Владивосток. 1980. С. 30.
2. Пирадов К.А., Гузев Е.А. Подход к оценке напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов через параметры механики разрушения // Бетон и железобетон. 1994. № 5. С. 19–23.
3. Пирадов К.А., Гузев Е.А. Механика разрушения железобетона. М.: Новый век, 1998. 192 с.
4. Ржаницын А.Р. Неупругие деформации систем во времени // Сб. «Исследования по строительной механике». М.: Гостройиздат, 1954. 286 с.
5. Исакулов Б.Р. Прочность и деформативность поризованного арболита. Актобе.: РГП КазГосИНТИ, ДГП Актюб. ЦНТИ. 2006. 132 с.
6. Боришанский М.С. Исследование работы внецентренно сжатых железобетонных элементов. М.: Проект и стандарт. 1936. № 6. С. 86–88.
7. Вайнштейн М.З. Формирование прочности легкого бетона и механизм его деформации и разрушения // Бетон и железобетон. № 6. 1984. С. 8–10.

ПОСТРОЙ СВОЙ МИР!

**24-26 апреля
ВОРОНЕЖ 2013**

ул. Ворошилова, 1а
Спортивный комплекс
“ЭНЕРГИЯ”

**36-я межрегиональная специализированная ВЫСТАВКА
с международным участием**

СТРОИТЕЛЬСТВО

ОРГКОМИТЕТ:



Вета
ВОСТОЧНО-ЕВРАЗИЙСКИЙ ЦЕНТР

КОНТАКТЫ:
тел: (473)277-48-36
(473)251-20-12
e-mail: stroy@veta.ru

**Подробная информация
на www.veta.ru**

УДК 666.973.2

А.В. КЛОЧКОВ, инженер, В.В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, Н.В. ПАВЛЕНКО, канд. техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

A.V. KLOCHKOV, engineer, V.V. STROKOVA, Doctor of Science (Technology), N.V. PAVLENKO, PhD (Technology), Belgorod State Technological University named after V. G. Shoukhov

Конструкционно-теплоизоляционные кладочные смеси с применением полых стеклянных микросфер

Structural and heat insulating masonry admixture with hollow glass micro spheres

При проектировании современных зданий и сооружений важно соблюдение требований к теплозащите ограждающих конструкций. Стеновую конструкцию в этом случае можно рассматривать как композиционный материал, состоящий из кладочных изделий и раствора.

Одним из эффективных способов уменьшения теплопотерь зданий является применение теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных строительных материалов и изделий, имеющих низкую плотность, таких как пено-, газо- и керамзитобетон. Однако при довольно широкой номенклатуре стеновых материалов наблюдается дефицит кладочных растворов, позволяющих создавать максимально однородную кладочную конструкцию по показателям теплопроводности.

Целью данных исследований является проектирование конструкционно-теплоизоляционных кладочных смесей (КТКС) с применением полых стеклянных микросфер.

Исходными сырьевыми компонентами при получении КТКС являются: вяжущее, мелкий заполнитель, легкий заполнитель и стабилизирующая добавка. Ранее была установлена перспективность применения алюмосиликатных микросфер в качестве легкого заполнителя при получении кладочных смесей [1–5].

Для разработки наиболее широкого ассортимента составов растворных смесей, соответствующих по теплопроводности кладочным изделиям, были рассмотрены конструкционно-теплоизоляционные изделия ячеистой и плотной структуры на основе цементного и извещково-песчаного вяжущего: газосиликат, пенобетон и керамзитобетон (табл. 1).

The development of update constructions should be accomplished according to the requirements on heat resistant of building envelopes. In this case a wall construction can be considered as composite material including wall stone and masonry admixture.

One of the most efficient modes to decrease a building heat loss is application of heat insulating, structural and heat insulating construction materials with low density like that of foam concretes, gas concretes and expanded-clay lightweight concretes. In spite of wide range of wall materials there is lack of masonry admixture which can provide the most homogenous masonry structure relatively thermal conductivity parameter.

A purpose of this investigation is development of structural and heat insulating masonry admixtures with hollow glass micro spheres. As raw components are following: binder, fine aggregate, light-weight aggregate and stabilizing agent.

By previous research [1–5] has been confirmed the prospective of application of alumina-silicate micro spheres as a lightweight aggregate when masonry admixture production

To develop wide range of masonry mixes which are suitable to masonry admixture in its heat conductivity, the structural and heat insulating construction materials with cellular and compact structure such as gas silicate, foam-concrete and expanded-clay concrete were considered (table 1).

Structural and heat insulating wall materials have high values of water requirement (Table 1). Therefore it should be used with high water-retaining capacity [6] which can be reached with water-retaining agent.

Таблица 1/ Table 1

Вид материала/ Type of material	Плотность, кг/м ³ / Density, kg/m ³	Предел прочности при сжатии, МПа/ Yield compressive strength, MPa	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°C)/ Thermal conductivity coefficient, Wt/(m ² ·°C)	Морозостойкость, цикл/ Freeze-thaw resistant, cycle	Водопоглощение, %/ Water requirement, %
Газосиликат/ Gas silicate	500	2,5	0,14	15	45
Пенобетон/ Foam concrete	700	3,5	0,18	25	40
Керамзитобетон/ Expanded-clay light-weight concrete	1000	7,5	0,33	50	30

Таблица 2/Table 2

Состав смеси, кг/м ³ / Mortar composition, kg/m ³			Свойства раствора и растворного камня/ Properties of mortar and mortar paste							
Цемент/ Cement	Кварцевый песок/ Quartz sand	Микросферы/ Micro spheres	Водоудерживающая способность/ Water-retaining capacity	В/Ц/ W/S ratio	Прочность, МПа/ Strength, MPa		Адгезия, МПа/ Adhesion, MPa	Плотность, кг/м ³ / Density, kg/m ³	Коэффициент тепло- проводности, Вт/(м ² ·°C)/ Thermal conductivity coefficient, W/(m ² ·°C)	Морозостойкость, цикл/ Freeze-thaw resistant, cycle
					При сжатии/ Compression	При изгибе/ Tension				
230	0	400	97	1,24	2,8	0,46	0,26	745	0,16	25
270	350	300	97	1,06	3,9	0,65	0,5	1055	0,2	35
328	700	200	97	0,98	8,4	2,04	1,98	1392	0,32	50

Конструкционно-теплоизоляционные стеновые материалы имеют высокие показатели водопоглощения (табл. 1), поэтому необходимо использовать растворные смеси с высокой водоудерживающей способностью [6], которая достигается за счет применения водоудерживающих добавок.

В качестве водоудерживающей добавки применяли Mecellose FMS 24502 и Addiment ST2. Эксперимент проводили при условии одинакового соотношения. При варьировании концентрации и типа водоудерживающей добавки получены растворные смеси, водоудерживающая способность которых составляет 95–97%, что на 5–7% превышает требуемый показатель, предусмотренный ГОСТ 28013–98 «Растворы строительные. Общие технические условия» (рис. 1). Применение Addiment ST2 при содержании 0,25% позволяет повысить водоудерживание на 14% относительно контрольного состава, однако, прочность растворного камня уменьшается на 2% по сравнению с цементно-песчаным раствором. Введение 0,2% Mecellose FMS 24502 повышает как водоудерживание, так и прочность на 15%. Однако использование подобных добавок при сохранении значений В/Ц приводит к увеличению вязкости, что нежелательно для кладочных растворов [6]. Было изучено влияние водоудерживающей добавки и микросфер на реологические характеристики растворов при статическом, динамическом напряжении и после частичного обезвоживания пористым основанием стеновых материалов.

Увеличение вязкости в состоянии покоя при введении добавки Mecellose происходит за счет физического связывания воды (рис. 1). Взаимодействие имеет коагуляционный характер, что обуславливает высокую седиментационную стабильность системы. За счет возможных прилагаемых нагрузок на раствор (перемешивание, укладка) происходит временное разжижение системы. Этот эффект является положительным с точки зрения гомогенизации и удобоукладываемости [7].

Введение микросфер оказывает двойное влияние на подвижность раствора. С одной стороны, при введении микросфер в количестве 100% объема мелкого заполнителя за счет их высокой удельной поверхности (96 м²/кг) вязкость повышается. С другой – за счет сферической формы и остеклованной гладкой поверхности заполнителя при приложении нагрузки подвижность раствора увеличивается.

Введение водоудерживающей добавки при полной замене песка на микросферы при статическом напряжении придает раствору максимальную вязкость. В то же время при динамическом напряжении система достигает

As a water-retaining agent Mecellose FMS 24502 and Addiment ST2 were used. The experiment was carried out with equal component ratio. Experimental masonry admixtures were obtained by variation of concentration and type of water-retaining agent. Water-retaining capacity of these agents is 95–97% that exceeds by 5–7% a required parameter according to the Russian Standard 28013–98 «Mortars. General specifications» (Fig. 1)

Addition of Addiment ST2 of 0,25% allows to increase water-retaining capacity by 14% in comparison with reference composition, and the masonry paste strength decreases by 2% relatively to the sand-cement mortar.

At the same time, addition of Mecellose FMS 24502 of 0,2% lead to increasing in water-retaining capacity and strength characteristics by 15%. However, application of above admixtures causes to increasing of viscosity values when the «water-solid» ratio (W/S) is constant. This effect is not favorable for the mortars [6].

In this paper the influence of water-retaining agent and the micro spheres on rheological and technological mortar properties when it static and dynamic strain after the partial water removal with cellular base of wall materials.

Increasing in viscosity of the mortars at rest when adding Mecellose admixture can be explained by water physical bonding (Fig. 1). In the mortar system takes place interaction of coagulation type, which provides high sedimentation stability. When applying the load to the experimental mortar system (like stirring and casting) the temporary system fluidifying is observed. This phenomenon positively influences homogeneity and workability of the mortars.

Presence of hollow glass micro spheres in the experimental system has double effect on the flow of the mortar. On the one hand, an increasing of viscosity due to high specific surface area of the micro spheres (up to 96 м²/kg), which are in the system in amount of 100% as fine aggregate. On the other hands, under press loading the flow of the mortars is enhanced due to spherical shape and glass smooth surface of this lightweight aggregate.

Addition of water-retaining agent into the mortar system with complete replacement of sand fine aggregate for the micro spheres provides the highest viscosity value when its static strain. At the same time, under dynamic strain the system achieves a viscosity value which is comparable with the reference.

Analysis of rheological and technological characteristics of the mortars studied before and after setting at cellular base of wall materials has shown the experimental compositions based on Mecellose admixture have a higher sedimentation stability.

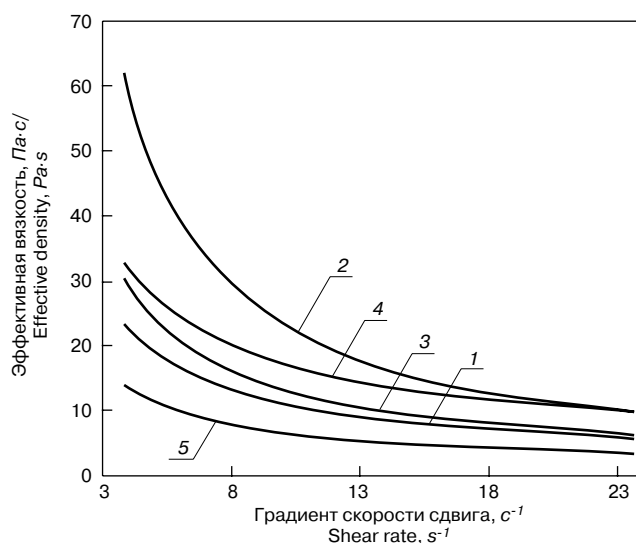


Рис. 1. Зависимость вязкости раствора от состава: 1 – контрольный состав; 2 – 100% микросфер с добавкой; 3 – 100% микросфер без добавки; 4 – 50% микросферы с добавкой; 5 – 50% микросфер без добавки/
Fig. 1. Effect of viscosity on mortar composition: 1 – reference composition; 2 – 100% micro sphere content with admixture; 3 – 100% micro sphere content without admixture; 4 – 50% micro sphere content with admixture; 5 – 50% micro sphere content without admixture

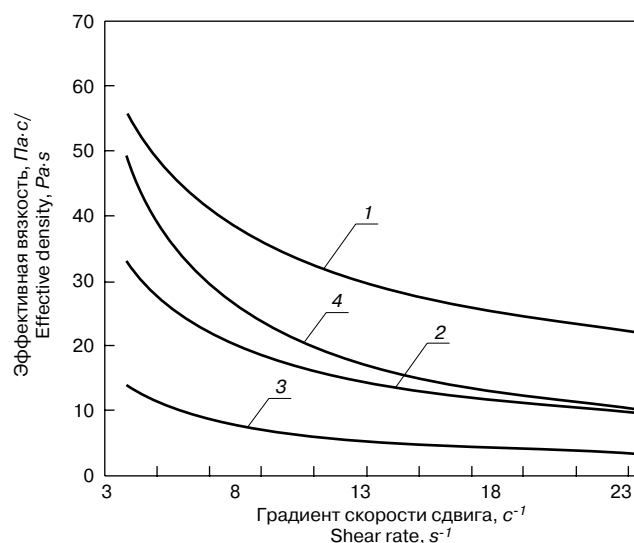


Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости от наличия добавки до и после укладки на пористое основание стенового материала: 1 – 50% микросфер с добавкой после укладки; 2 – 50% микросфер с добавкой до укладки; 3 – 50% микросфер без добавки до укладки; 4 – 50% микросфер без добавки после укладки/
Fig. 2. Dependence of effective viscosity in the presence of admixture before and after setting at cellular base of wall material: 1 – 50% micro sphere content with admixture after curing; 2 – 50% micro sphere content with admixture before curing; 3 – 50% micro sphere content without admixture before curing; 4 – 50% micro sphere content without admixture after curing

ет показателя вязкости, сопоставимого с контрольным составом.

Анализ реотехнологических характеристик растворов до и после укладки (рис. 2) на пористое основание стеновых материалов показал, что состав с применением добавки Меселлозе характеризуется более высокой седиментационной стабильностью.

Для создания стеновых конструкций из керамзитобетона, пенобетона и газосиликата был выбран состав смеси (табл. 2) для каждого стенового материала с максимально близкими проектным значениями физико-механических характеристик.

Применение стеновых изделий и кладочного раствора с соответствующими теплоизоляционными и деформационными характеристиками позволяет повысить степень однородности стеновой конструкции, за счет снижения плотности раствора и достижения равновесия значений поперечных расширений растворного камня и стенового материала.

Для обеспечения проектной прочности стеновой конструкции необходимо увеличить прочность кладочного раствора относительно прочности используемого стенового материала на 10–15%. Получены конструкционно-теплоизоляционные кладочные растворы с применением легкого заполнителя обладающие плотностью 745–1400 кг/м³ и прочностью 2,5–8,4 МПа, что позволяет осуществлять подбор конструкционно-теплоизоляционного кладочного раствора в зависимости от характеристик стенового материала.

Варьирование соотношения полых стеклянных микросфер и водоудерживающей добавки, а также высокоплотная упаковка зерен при использовании микросфер позволяют обеспечить повышение степени однородности стеновой конструкции по теплоизоляционным и деформационным характеристикам при использовании кладочных изделий с диапазоном плотности от 500 до 1300 кг/м³. Использование водоудерживающей добавки при отсутствии пластификатора позволяет увеличить технологические и физико-механические свойства раствора и растворного камня при сохранении подвижности, что обеспечивает прочное сцепление

For each wall material observed (Table 2) was choose rational composition with physical and mechanical characteristics which are close to designed ones.

Application of wall products and masonry admixture with appropriate heat insulating and deformation properties allows to increase homogeneity of wall construction by the mortar density decreasing and providing of balance state between transverse extensions of mortar and wall material.

To achieve design strength of wall structure it is need to increase strength of masonry admixture relatively to the same value for the wall materials used by 10–15%. The structural and heat insulating masonry admixtures obtained with lightweight aggregate have density of 745–1400 kg/m³ and strength of 2,5–8,4 MPa. These values allow selecting structural and heating insulating masonry admixtures depending on required characteristics of wall material.

Variation of «hollow glass microspheres–water-retention agent» ratio as well as close-packed particles' density when using of the microsphere allows enhancing in homogeneity of heat insulating and deformation characteristics for wall structure including masonry stones with density in range of 500–1300 kg/m³.

Using of water-retaining agent in mortar system without adding of plasticizer allows to enhance technological, physical and mechanical properties of the mortar and the mortar paste when it constant flow. The effect provides strong adhesion between the mortar and masonry stone that brings about an effective combined action between the mortar and wall construction.

Keywords: *micro spheres, masonry admixture, water-retention agent, heat insulating properties.*

References

1. *Oreshkin D. V. et al. Properties of masonry admixtures based on extruded mortar admixture // Construction materials. 2012. № 9. P. 58–60.*

с кладочным материалом, и как следствие, эффективную совместную работу раствора и материала в стеновой конструкции.

Ключевые слова: микросферы, кладочные смеси, водоудерживающая добавка, теплоизоляционные свойства.

Список литературы

1. Орешкин Д.В и др. Свойства кладочных растворов на основе экструдированных растворных смесей // Строительные материалы. 2012. № 9. С. 58–60.
2. Белоусов Ю.Л., Алексеев С.В. Устойчивость пеностекла на контакте с цементным раствором // Строительные материалы. 1999. № 7–8. С. 45–47.
3. Пашкевич А.А. и др. Сухие смеси с полыми стеклянными микросферами для получения штукатурных растворов // Сухие строительные смеси. 2007. № 2. С. 21–23.
4. Кириллов К.И. и др. Облегченный кладочный раствор: В сб. докл. межд. научно-техн. конф. «Строительная физика в XXI веке». М.: НИИСФ, 2006. С. 151–154.
5. Давидюк А.Н., Несветаев Г.В. О критериях эффективности бетонов для высотного строительства // Строительные материалы. 2010. № 4. С. 85–86.
6. Рахимбаев Ш.М. и др. Композиционные материалы с добавками водорастворимых полимеров // Строительные материалы. 2004. № 9. С. 15–16.
7. Бибик Е.Е. Реология дисперсных систем. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1981. 172 с.

2. Belousov U.L., Alexeev S.V. Stability of cellular glass at the contact zone «cellular glass-cement mortar» // Construction materials. 1999. № 7–8. P. 45–47.
3. Pashkevich A.A. et al. Dry mixes with hollow vitreous micro spheres for finishing mortar production // Dry building mixes. 2007. № 2. P. 21–23.
4. Kirillov K.I. et al. Light-weight masonry admixture: Proceeding of International Research and Technical Conference «building physics in XXI century». Moscow: NIISF, 2006. P. 151–154.
5. Daviduk A.N., Nesvetaev G.V. About performance criterion for high-rise construction concretes // Construction materials. 2010. № 4. P. 85–86.
6. Rahimbaev Sh. M. et al. Composite materials with water-soluble polymer based admixtures // Construction materials. 2004. № 9. P. 15–16.
7. Bibik E.E. Rheology of dispersed systems. Leningrad: Leningrad University, 1981. 172 pp.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации: соглашение 14.В37.21.1218, программа стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова; РФФИ, договор № 12-08-97603.

The research work is accomplished under the support of Ministry of Education and Science of the Russian Federation: the Agreement 14.В37.21.1218, the Agreement № 12-08-97603.

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ВОЛГАСТРОЙЭКСПО

23-26 АПРЕЛЯ 2013 КАЗАНЬ

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8, Выставочный центр "Казанская ярмарка" тел./ факс: (843) 570-51-07, 570-51-11, e-mail: d4@expokazan.ru, www.volgastroeyexpo.ru, www.expokazan.ru

Информационная продукция для детей, достигших возраста шестнадцати лет (+16)

Л.М. КОВАЛЬЧУК, д-р техн. наук, А.Н. ПЬЯНОВ, Д.С. СОЛОНИЦЫН, инженеры,
Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций
им. В.А. Кучеренко (Москва)

Строительные конструкции из клееной древесины. Проблемы и решения

Склеивание как способ соединения однородных и разнородных материалов обладает многими достоинствами, в связи с чем находит разнообразное применение на практике. Один из примеров такого применения – производство деревянных клееных конструкций (ДКК). Эти конструкции благодаря малой объемной массе, большой прочности и стойкости при эксплуатации в различных условиях, в том числе в агрессивных средах, а также возможности изготовления практически любых размеров и форм широко используют в строительстве.

Впервые в нашей стране ДКК были изготовлены в 1938 г., а в опытном строительстве их начали применять в конце Великой Отечественной войны. В послевоенные годы из клееных конструкций были построены многие производственные здания в городах Воронеж, Щелково, Электросталь, Кемерово, Березники и др.

В конце 40-х гг. XX в. началось заводское изготовление ДКК. Этому предшествовали фундаментальные исследования советских ученых А.Б. Губенко, Г.Г. Карлсена, А.С. Белозеровой, М.Е. Кагана, Ю.Н. Никифорова, Г.Н. Зубарева и др., результаты которых получили широкую известность в нашей стране и за рубежом. Изданная в СССР в 1949 г. книга А.Б. Губенко «Клееные деревянные конструкции в строительстве» была переведена на китайский, немецкий, чешский и др. языки. Достижения в этой области советских специалистов были отмечены в 1951 г. Государственной премией СССР.

В дальнейшем, несмотря на явные достижения отрасли, в силу ряда объективных и субъективных причин производство ДКК было практически полностью прекращено.

Новый этап развития ДКК в нашей стране начался с конца 1960-х гг., когда в г. Солигорске по инициативе ЦНИИСКА начали изготовление и применение клееных арок пролетом 45 м при строительстве складов калийных солей. Эти конструкции, получившие дальнейшее развитие не только в Солигорске, но и в других городах – Калуше, Березниках, успешно изготавливали и применяли в строительстве. Опыт убедительно показывал, что при правильном технико-экономическом решении клееные конструкции могут использоваться с большим эффектом не только для складов минеральных удобрений, но и при строительстве производственных зданий, спортивных и зрелищных сооружений, мостов, навесов и др.

Следующий этап развития ДКК начался в первой половине 1970-х гг. За одно десятилетие в нашей стране были введены в эксплуатацию около двадцати предприятий по выпуску ДКК: Гомельский завод, Чебоксарский экспериментальный деревообрабатывающий завод, Оричевский деревообрабатывающий завод и др. Например, из конструкций, выпущенных Оричевским заводом, было построено более тысячи складских зда-

ний в различных районах страны. В 1975–1980 гг. производство клееных деревянных конструкций увеличилось примерно в шесть раз.

К сожалению, в дальнейшем изготовление ДКК постоянно сокращалось и в конце 1980-х гг. почти полностью было прекращено. Одной из причин такого положения была недостаточная конкурентоспособность ДКК и сокращение общего объема строительства.

Возрождение ДКК в середине 1990-х гг. неразрывно связано с именем С.Б. Турковского (ЦНИИСК). Созданное им и его школой (И.П. Преображенская, А.А. Погорельцев, Г.В. Кривцова) направление, основанное на принципиально новом техническом решении – использовании металлодеревянных соединений на наклонно вклеенных стержнях, получило широкое распространение при создании большого числа уникальных сооружений с применением ДКК.

К сожалению, и на этом новом витке развития ДКК повторяются прежние ошибки. В настоящее время ряд предприятий, созданных всего несколько лет назад, прекратил свою деятельность.

Отмеченное выше относилось к производству и применению несущих ДКК. Последний же период времени характеризуется становлением и развитием практически новой подотрасли – производства и применения ДКК в малоэтажном домостроении, в том числе в качестве ограждающих конструкций. Сейчас более 100 предприятий полностью или частично занято производством указанных конструкций.

Из приведенного выше весьма краткого обзора следует, что за небольшой срок 50–70 лет были периоды успешного развития и стабильного спроса ДКК, сменявшиеся почти полным прекращением их производства. Сейчас отрасль ДКК находится в относительно стабильном состоянии.

Чтобы сохранить нынешнее положение и улучшить его дальше, нужно проанализировать, почему в прошлом отрасль ДКК переживала не лучшие времена, включая периоды практически полного прекращения производства и применения ДКК.

Анализ целесообразности производства и применения ДКК был изложен в работах А.Б. Губенко «Клееные деревянные конструкции в строительстве» и «Изготовление клееных деревянных конструкций и деталей». Из них следует, что ДКК – это специфичные, как правило, дорогостоящие конструкции. Поэтому их производство должно быть в первую очередь малозатратным, а сами ДКК могут применяться только там, где это по экономическим и другим характеристикам явно целесообразно. И что весьма важно, для их изготовления должны использоваться дешевые низкосортные пиломатериалы, так как в клееном пакете пороки и дефекты пиломатериалов обычно редко сосредоточены в одном сечении.

Весьма условно, по аналогии с принятой в сельском хозяйстве терминологии, деревянные клееные кон-



Рис. 1. Ледовый дворец в Архангельске



Рис. 2. Спортивный зал в Волоколамске

струкции можно отнести к так называемым конструкциям повышенного риска. Подтверждение этого – отмеченные периоды процветания конструкций, когда был высокий спрос на них, успешно развивалось производство, и периоды упадка, когда на ДКК почти не было спроса и прекращалось производство. Причем это неоднократно происходило в довольно короткий период времени – менее ста лет.

Сейчас отрасль ДКК успешно функционирует и развивается. Их широко используют при строительстве спортивно-зрелищных сооружений, в малоэтажном домостроении, строительстве сельскохозяйственных, складских и др. зданий и сооружений, мостов и т. п. Вроде бы все хорошо, особенно если читать рекламу. Однако это благополучие тревожно. Почему?

Первая причина – почти полное прекращение исследований по совершенствованию методов расчета, целью которых являлось сокращение стоимости и обеспечение эксплуатационной надежности конструкций. Практически отсутствует систематическое изучение и учет опыта эксплуатации, отсутствует основа для совершенствования как методов расчета, так и технологии изготовления конструкций. Не исключено, что любое изменение структуры строительства сделает применение ДКК нецелесообразным. Несколько крупных аварий, что также не исключено, могут также отрицательно повлиять на спрос и объемы строительства с применением ДКК. К сожалению, отмеченное выше – реальность.

Рассмотрим вышеизложенное более подробно.

1. Техничко-экономические исследования, обосновывающие рациональность применения ДКК. Судя по публикациям, доступным широкому кругу производителей и потребителей конструкций, такие исследования практически в нашей стране не проводят. Соответственно и развитие отрасли не имеет твердого технико-экономического обоснования.

2. Исследования по совершенствованию технологии изготовления клееных конструкций. Также систематически не проводятся, за исключением обоснования приемлемости клеев, в основном зарубежных.

3. Совершенствование расчета и конструктивных решений ДКК. В части несущих, особенно большепролетных конструкций, ведутся систематические исследования, однако они относятся только к конструкциям с соединениями на клеенных металлических стержнях «системы ЦНИИСК». В широкой печати отсутствуют публикации по совершенствованию расчета клееных конструкций, используемых в малоэтажном домостроении. Кажется спорным практически полный переход на европейские нормы. Себестоимость же конструкций при этом не будет уменьшаться.

4. Требования к материалам, используемым для изготовления ДКК.

а) Древесина. На стадии становления отрасли ДКК [1] требования к пиломатериалам и соответственно древесине слоев в клееных пакетах были значительно ниже, чем в современных, особенно зарубежных, нормативных документах, так как свойственные древесине пороки и дефекты рассредоточены по длине и сечению клееных пакетов и поэтому их влияние значительно ниже, чем в цельной древесине. Сейчас это положение практически забыто – к древесине слоев клееных пакетов предъявляют весьма высокие требования. В результате происходит значительное удорожание конструкций.

Конечно, при испытании конструкций начальная прочность может существенно зависеть от качества слоев. Влияние же качества древесины при длительной эксплуатации конструкций уменьшается. Учитывая, что в настоящее время практически не проводится каких-либо исследований эксплуатационной надежности ДКК, промышленность руководствуется весьма завышенными требованиями к древесине, что, как отмечалось, повышает стоимость и уменьшает конкурентоспособность ДКК.

б) Клеи. От правильного выбора вида и состава клеев зависит не только прочность и долговечность клеевых соединений и конструкций на их основе, но и себестоимость выпускаемой продукции. Поэтому в каждом конкретном случае выбор клея необходимо проводить, тщательно анализируя все факторы, обуславливающие выполнение двух важнейших требований производства ДКК – обеспечение низкой себестоимости и высокой эксплуатационной прочности конструкций.

Необходимо, чтобы клеи удовлетворяли следующим основным требованиям: клеевые соединения должны обеспечивать целостность и формоустойчивость конструкций в процессе всего периода эксплуатации, обладать достаточно хорошими технологическими свойствами, их вредность для работающих должна быть минимальной, и быть дешевыми и доступными.

К сожалению, сейчас практически полностью прекращено производство и применение отечественных клеев. В основном промышленность использует импортные клеевые системы Casco (Casco Adhesives). Перспективность этих клеевых систем мы отмечали еще в 1979 г. [2]. Экспериментальное подтверждение эффективности клеевых соединений, сформированных на клеях концерна Akzo Nobel, только недавно была подтверждена обширными исследованиями [3]. Важно отметить, что клеевые системы указанная фирма поставляет с оборудованием для отдельного нанесения на склеиваемые поверхности их компонентов и обеспечивает его сервисное обслуживание. В меньших объемах используют клеи фирм Kleiberit, Dupon и др. К сожалению, относительно высокая стоимость клеев не способствует обеспечению конкурентоспособности ДКК.

в) *Защитные материалы.* На стадии становления отрасли к достоинствам ДКК относили высокую их огнестойкость, обеспечиваемую большим сечением и образованием при пожаре огнезащитного слоя сгоревшей древесины. Теперь обязательная огнезащита ответственных конструкций не вызывает сомнений. Хотя эффективность ее далеко еще не доказана, стоимость конструкций она явно увеличивает.

5. Эксплуатационная надежность ДКК. У автора имеется довольно большой опыт изучения и оценки технического состояния клееных конструкций в процессе длительной эксплуатации. В течение 30–40 лет успешно эксплуатируются большепролетные конструкции залов спортивно-зрелищного назначения в Архангельске (рис. 1), Твери, Волоколамске (рис. 2) и др. Раньше проводили систематические обследования конструкций и оценку их технического состояния. Результаты такой работы использовали на всех стадиях создания конструкций при их совершенствовании. Сейчас, к сожалению, такие работы не предусматриваются в проектной документации. Изучение конструкций в процессе длительной эксплуатации, использование опыта эксплуатации не осуществляются. Это большая ошибка, которая может способствовать новому этапу сокращения потребности в ДКК, т. е. повторению периодов их упадка.

Можно выделить два взаимосвязанных вопроса, которые необходимо решать в первую очередь.

1. Совершенствование вопросов проектирования, изготовления и строительства на основе результатов постоянного и всестороннего изучения опыта эксплуатации конструкций. Методы контроля, их необходимость и состав должны указываться в проектах, включая указание на чертежах мест установки специального измерительного оборудования.

Вышеуказанное относится в первую очередь к большепролетным конструкциям ответственных зданий и сооружений, например спортивных, торговых и т. п. В остальных случаях можно будет ограничиться периодическим, например раз в 1–3 года, обследованием.

2. Возобновление постоянных исследований по экономическому обоснованию целесообразности применения конструкций при различном строительстве. Техничко-экономические исследования должны предшествовать принятию решений об организации производства и применения конструкций.

В заключение следует отметить, что все это требует подготовки квалифицированных кадров, чего сейчас нет. Необходима обширная публикация в специализированных изданиях решений указанных выше вопросов.

Ключевые слова: клееные деревянные конструкции, длительная эксплуатация, совершенствование конструкций.

Список литературы

1. Губенко А.Б. Клееные деревянные конструкции в строительстве. М.: Стройиздат, 1957. 350 с.
2. Ковальчук Л.М. Производство клееных деревянных конструкций в Швеции и ФРГ // Механическая обработка древесины. 1979. № 7. С. 34–36.
3. Молчанов М.И., Ковальчук Л.М. Исследование возможности использования в деревянных конструкциях клеев на основе меламино-мочевино-формальдегидных смол с раздельным нанесением компонентов // Клеи. Герметики. Технологии. 2009. № 12. С. 34–41.

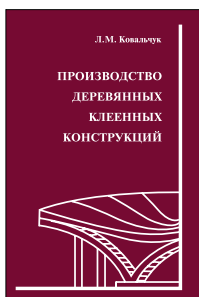
В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести специальную литературу



Книга «Клееные деревянные конструкции с узлами на клеенных стержнях в современном строительстве (система ЦНИИСК)»

Авторы – д-р техн. наук С.Б. Турковский, канд. техн. наук А.А. Погорельцев, канд. техн. наук И.П. Преображенская. Книга содержит примеры из опыта применения различных типов конструкций в современном строительстве. Особенность применяемой системы состоит в использовании нового вида соединений в узловых сопряжениях и стыках конструкций, открывающего новые возможности клееной древесины. Система позволяет получить большепролетные сборные конструкции повышенной надежности, в том числе уникальные. Кроме того, теперь имеется возможность на основе серийно изготавливаемых унифицированных элементов создавать самые различные конструктивные системы – как по форме, так и по размерам. Система создана на основании длительных исследований (с 1974 г.), проводимых сотрудниками лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСК, а также опыта проектирования, изготовления и применения клееных деревянных конструкций за последние 15–20 лет.

Книга содержит материалы, рекомендуемые работникам проектных организаций, студентам, аспирантам, инженерам строителям и др.



Монография «Производство деревянных клеенных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Ковальчук Л.М.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК

**Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «Стройматериалы»
Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru www.rifsm.ru**

И.Н. СЕРПИК, д-р техн. наук, А.В. АЛЕКСЕЙЦЕВ (aalexw@mail.ru),
А.А. ЛУКАШ, кандидаты техн. наук, Брянская государственная
инженерно-технологическая академия

Методика анализа деформаций формообразования рельефной фанеры

Рельефная фанера может эффективно применяться в строительстве при изготовлении ячеистых стеновых панелей или в качестве облицовочного материала для отделки жилых помещений (рис. 1) [1].

Материал представляет собой пакет из листов шпона, которые склеивают между собой в разнотолщинной пресс-форме, имеющей выступы и впадины [2, 3]. Опыт изготовления рельефной фанеры показывает, что в ряде случаев при склеивании шпона возникает разрушение лицевого листа (рис. 2). В связи с этим представляется актуальным определение параметров пресс-формы, обеспечивающих сохранение целостности изготавливаемого изделия. Для этого необходимо разработать методику теоретической оценки нагруженности шпона в процессе склеивания фанеры.

Данный вопрос рассматривается авторами применительно к прямоугольной в плане плите фанеры, получаемой прессованием при постоянном по длине поперечном сечении рабочей траверсы пресса. Цель исследований – получение методики расчета напряженно-деформированного состояния пакета слоев шпона. Решение задачи осуществляют с помощью плоской модели путем дискретизации деформируемого объекта на основе метода конечных элементов в рамках метода перемещений [4]. Учитывается физически нелинейное поведение листов шпона, геометрическая нелинейность, обусловленная влиянием больших перемещений на геометрию рассматриваемой системы, и конструктивная нелинейность, связанная с переменностью контакта рабочей

траверсы и шпона в зонах скруглений траверсы. Основы математического аппарата для такого моделирования изложены в работе [5].

Методика решения задачи. Рассматриваем кинематическое нагружение пакета шпона (рис. 3), полагая, что верхняя плита пресса и пресс-форма являются абсолютно твердыми телами. Задаем вертикальное перемещение $W(t)$ верхней плиты как функцию от времени t .

Запишем условие динамического равновесия системы конечных элементов при прессовании пакета в виде:

$$[M(\{Z\})]\{\ddot{Z}\} + \{R(\{Z\})\} = \{F(t)\}, \quad (1)$$

где $[M(\{Z\})]$, $\{R(\{Z\})\}$ – матрица масс и вектор узловых реакций, зависящие от обобщенных перемещений $\{Z\}$; $\{F(t)\}$ – вектор внешних сил.

Принимаем начальные условия, соответствующие нулевым перемещениям и скоростям: $\{\dot{Z}(0)\}=0$; $\{Z(0)\}=0$. Решаем начальную задачу на основе метода прямого интегрирования уравнений (1). Используем предпосылку метода Ньюмарка [6] о постоянных значениях ускорений на каждом шаге интегрирования.

Для реализации такого подхода к анализу больших перемещений строим конечно-элементные модели, рассматривая геометрию системы в деформированном состоянии. При этом для учета физической, геометрической и конструктивной нелинейности используем касательные матрицы жесткости конечных элементов [4]. На основании этих матриц может быть сформирована касательная $[K_t]$ матрица для конечно-элементной мо-



Рис. 1. Потолок помещения, облицованный рельефной фанерой



Рис. 2. Разрыв лицевого листа шпона, склеенного в разнотолщинной пресс-форме

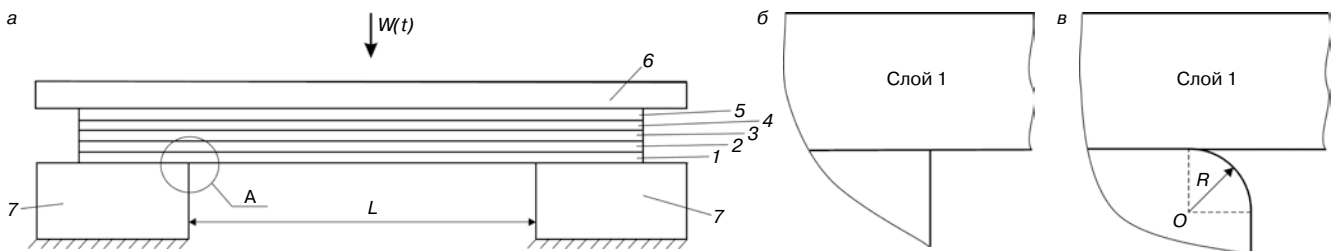


Рис. 3. Схема работы пресс-формы на примере использования пятислойного пакета шпона: а – пакет слоев между абсолютно твердыми телами; б – узел А без разделки кромок; в – узел А со скруглением кромок: 1–5 – слои пакета; 6 – верхняя плита пресса; 7 – пресс-форма

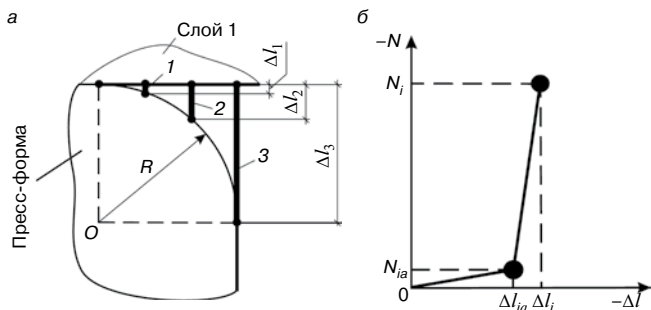


Рис. 4. Модель контакта пакета и пресс-формы в зоне скругления (а) и диаграмма работы контактных элементов (б): 1, 2, 3 – фиктивные стержни

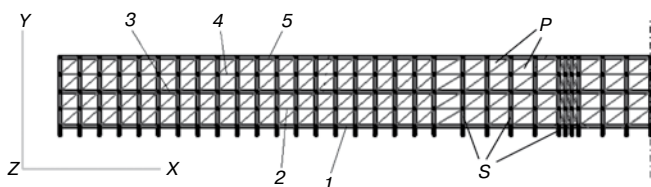


Рис. 5. Структура системы конечных элементов рассматриваемой половины симметричного объекта: 1–5 – срединные плоскости слоев; S – стержневые конечные элементы; P – плоские треугольные конечные элементы

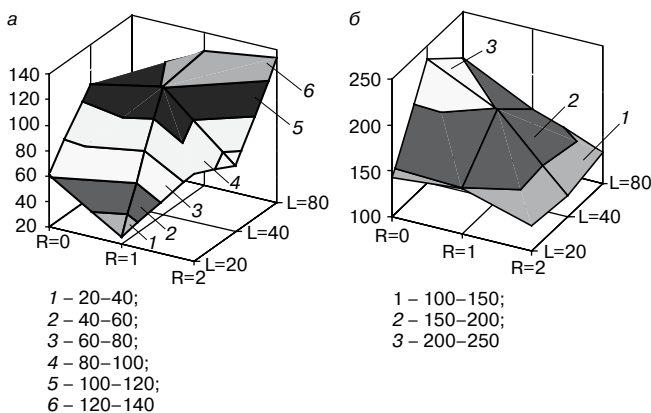


Рис. 6. Максимальные нормальные напряжения в лицевом слое при P=1 МПа (а) и P=2 МПа (б)

дели системы в целом. Полагаем, что на каждом шаге Δt численного интегрирования решается линейная задача. Для начального времени t_{n-1} некоторого шага n рассматривается матрица масс $[M(t_{n-1})]$ и касательная матрица жесткости $[K_t(t_{n-1})]$. Вектор $\{R(\{Z_n\})\}$ для момента времени t_n окончания n -го шага интегрирования может быть приближенно определен по формуле:

$$\{R(\{Z_n\})\} = \sum_{k=1}^n [K_t(t_{k-1})] \{\Delta Z_{k-1}\}; \quad (2)$$

$$\{\Delta Z_k\} = \{Z(t_k)\} - \{Z(t_{k-1})\}, \quad (3)$$

где $\{\Delta Z_k\}$ – вектор приращений перемещений на k -м шаге.

Моделирование контакта лицевого слоя шпона с пресс-формой выполняли в соответствии со схемой (рис. 4, а), а путем задания фиктивных стержневых контактных элементов, испытывающих деформации растяжения-сжатия, – в соответствии с диаграммой (рис. 4, б), где Δl_i – величина зазора для стержня i ; Δl , N – абсолютная деформация и продольная сила в стержне; Δl_{ia} , N_i , N_{ia} – условные положительные величины, вводимые для приближенного описания работы контакта.

До достижения перемещения Δl значения Δl_{ia} , несколько меньшего величины Δl_i , рассматривается относительно малая фиктивная жесткость стержней. С дальней-

шим увеличением сжатия учитывается фиктивная жесткость, значительно превосходящая жесткость фанеры.

Пример. Рассматривали технологический процесс получения пятислойной рельефной фанеры, изготавливаемой из березового шпона, каждый лист которого имеет размеры $120 \times 1000 \times 1,75$ мм. Расчет выполняли для различных сочетаний радиусов скругления R внутренних кромок пресс-формы и пролетов рельефного рисунка L (рис. 2) при $R = 0; 1; 2$ мм, где нулевой радиус указывает на отсутствие скругления, и $L = 20, 40; 80$ мм. Механические параметры шпона принимали на основе литературных источников [7, 8] и полученных при изготовлении фанеры такого типа экспериментальных данных.

Использовали пластинчато-стержневую расчетную схему. При формировании конечно-элементной модели (рис. 5) узлы размещали по срединным плоскостям слоев фанеры.

Внешние связи вводили в соответствии с условиями опирания и симметрии объекта. Здесь волокна слоев 1, 2, 3 направлены параллельно оси x , слоев 4, 5 – перпендикулярно плоскости xy . Деформации слоев 1, 3, 5 в направлении оси x и деформации всех слоев в направлении оси y , а также условия контакта слоя 1 с нижней траверсой моделировали стержневыми конечными элементами, испытывающими только деформации растяжение-сжатие.

Сдвиговые деформации всех слоев описывали плоскими треугольными конечными элементами, имеющими по три степени свободы в узле (по два перемещения в направлениях координатных осей и углу поворота в плоскости расчетной схемы) [9]. Установлено, что наиболее опасными зонами с точки зрения максимальных напряжений являются участки контакта листов шпона с краем выступа пресс-формы. В этой зоне и рассматривали стержневые конечные элементы. Наибольшие расчетные напряжения получили в слое, который соприкасался с пресс-формой. Разработанные алгоритмы реализованы в программном комплексе DIVLOC-SEGMENT. На рис. 6 приведены объемные графики максимальных нормальных напряжений в слое 1 фанеры при рассматриваемых значениях R и L для средних давлений сжатия пресса $P=1$ и 2 МПа. На основе проведенных расчетов были получены следующие результаты по геометрии пресс-формы.

1. При использовании пресс-форм с пролетом рельефного рисунка 20 мм условие получения фанеры без дефектов может быть достигнуто при давлении до 1,5 МПа без разделки кромок траверсы. При давлении 2 МПа пресс-форма должна иметь радиус скругления кромок 2 мм.
2. Для пресс-формы пролетом 40 мм радиус скругления кромок при давлении 1 МПа должен составлять 1 мм, при давлении 1,5 и 2 МПа – 2 мм.
3. Для пресс-формы пролетом 80 мм уровень давления пресса не должен превышать 1 МПа. При этом кромки пресс-формы можно не скруглять.

Заключение. Разработана методика расчета напряженно-деформированного состояния шпона при получении рельефной фанеры в разнотолщинной пресс-форме. Рассмотренная вычислительная схема позволяет подбирать геометрические параметры пресс-формы, обеспечивающие сохранение целостности получаемого изделия. Рекомендуется использовать выполненные разработки при назначении технологических процессов изготовления фанеры с рельефным рисунком.

Полученные зависимости были применены при разработке конструкций пресс-формы. При изготовлении опытной партии рельефной фанеры на лицевой стороне полученных изделий трещины и разрывы отсутствовали.

Ключевые слова: строительство, рельеф, фанера, пресс-форма, деформации.

Список литературы

1. Лукаш А.А., Плотников В.В., Савенко В.Г., Ботаговский М.В. Ячеистые стеновые панели из древесных материалов // Строительные материалы. 2009. № 2. С. 72–73.
2. Пат. РФ 2212334. Устройство для склеивания древесных слоистых материалов. / А.А. Лукаш. Опубл. 20.09.2003. Бюл. № 26. 2 с.
3. Лукаш А.А., Плотников В.В., Савенко В.Г., Ботаговский М.В. Новые строительные материалы – рельефная фанера и плита фанерная ячеистая // Строительные материалы. 2006. № 12. С. 38–39.
4. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The finite element method for solid and structural mechanics. Sixth edition. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2005. 631 pp.
5. Серпик И.Н. Лелетко А.А., Алексейцев А.В., Милакова А.А., Горбачев С.М. Оптимальный синтез рамных металлических каркасов гражданских зданий с учетом запроектных воздействий // Теория и практика расчета зданий, сооружений и элементов конструкций. Аналитические и численные методы: Сб. труд. II междунар. науч.-практ. конф. М.: МГСУ, 2009. С. 263–273.
6. Бате К. Методы конечных элементов. М.: Физматлит, 2010. 1024 с.
7. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. М.: Лесная промышленность, 1989. 296 с.
8. Куликов В.А., Чубов А.Б. Технология клееных материалов и плит. М.: Лесная промышленность, 1984. 344 с.
9. Serpik I.N. Development of a new finite element for plate and shell analysis by application of generalized approach to patch test // Finite Elements in Analysis & Design. 2010. Vol. 46. № 11. Pp. 1017–1030.

В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести специальную литературу



Учебное пособие «Химическая технология керамики»

Авторы – Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Освещены вопросы современного состояния технологии основных видов керамических изделий строительного, хозяйственно-бытового и технического назначения, а также различных видов огнеупоров. Главное внимание уделено основным процессам технологии керамики и ее свойствам. Подробно изложены характеристика различных видов сырья, проблемы подготовки керамических масс различного вида и их формование различными методами, особенности механизмов спекания, а также дополнительные виды обработки керамики: металлизация, глазурирование, декорирование, механическая обработка. Детально описаны свойства керамических изделий – механические, деформационные, теплофизические, электрофизические, в том числе при высоких температурах.

Пособие может быть полезно специалистам, работающим в области технологии керамики и огнеупоров.

Книга «Керамические пигменты»

Авторы – Масленникова Г.Н., Пищ И.В.

В монографии рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов, в том числе термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов и их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур. Описаны современные методы декорирования керамическими красками изделий из сортового стекла, фарфора, фаянса и майолики.

Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок. Будет полезна для специалистов других отраслей промышленности, где применяются высокотемпературные пигменты.



Книга – «Технология производства стеновых цементно-песчаных изделий»

Авторы – Балакшин Ю.З., Терехов В.А.

Описано производство и применение стеновых материалов методом вибропрессования из цементно-песчаных бетонов. Рассмотрена существующая и перспективная номенклатура изделий и их свойства. Даны характеристики сырьевым материалам – песку, щебню, вяжущим и химическим добавкам, и рекомендации по подбору состава бетонной смеси. Подробно представлена технология производства цементно-песчаных вибропрессованных стеновых изделий. Особое внимание уделено технологическому контролю на производстве и техническому контролю и обслуживанию оборудования. Книга предназначена для организации производственно-технического обучения на предприятии, будет полезна инженерно-техническому персоналу и широкому кругу специалистов.

Книга «Сухие строительные смеси. Состав, свойства»

Авторы – Корнеев В.И., Зозуля П.В.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах. Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.

Книга «Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки»

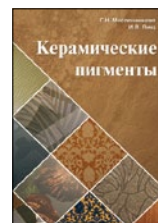
Автор – Ишук М.К.

Обобщен отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. Показана история проектирования и строительства таких зданий. На конкретных примерах зданий, возведенных в конце 1990-х гг. рассмотрены различные дефекты наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. Приведены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований наружных облегченных стен, инженерные методы расчета различных воздействий на наружные многослойные стены и др.

Книга «Бетонведение: лексикон»

Автор – д-р техн. наук, профессор Ушеров-Маршак А.В.

Издание подготовлено в виде толкового словаря, ориентированного на формирование понятийно-терминологического аппарата бетонведения. Учтены тенденции международной интеграции науки о бетоне и его технологии. Особенность издания состоит в насыщенности информацией физико- и коллоидно-химического характера в связи с возрастающей ролью этих знаний при обосновании составов, структур, свойств, технологических процессов получения и службы бетона.



Заказать литературу можно через редакцию, направив заявку произвольной формы по факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36

В.А. ШЕМБАКОВ, управляющий ГК «Рекон-СМК», генеральный директор ЗАО «Рекон», заслуженный строитель России (г. Чебоксары, Республика Чувашия)

Индустриальное строительство дорог – будущее России

Ни в одной стране мира не ведется такого большого объема строительства новых дорог и реконструкции ранее построенных, чем в России. Оценка масштабов данной задачи приводит к необходимости принятия правильного решения. В современных условиях не надо ломать и резко перестраивать существующие технологии – необходимо вытеснять устаревшие решения и быстро внедрять новые технологии. Более 40 лет автор посвятил индустриальному гражданскому и промышленному строительству. Предложение применить этот же метод индустриального строительства для верхнего полотна дороги очень эффективно: заводское изготовление конструкций из преднапряженного железобетона обеспечивает высокое качество строительства и невысокую стоимость; дороги можно строить круглогодично; в отличие от асфальтового покрытия обеспечивается высокая эксплуатационная надежность в условиях от +40°C до -60°C; капитальный ремонт дорог необходим только через 25–30 лет.

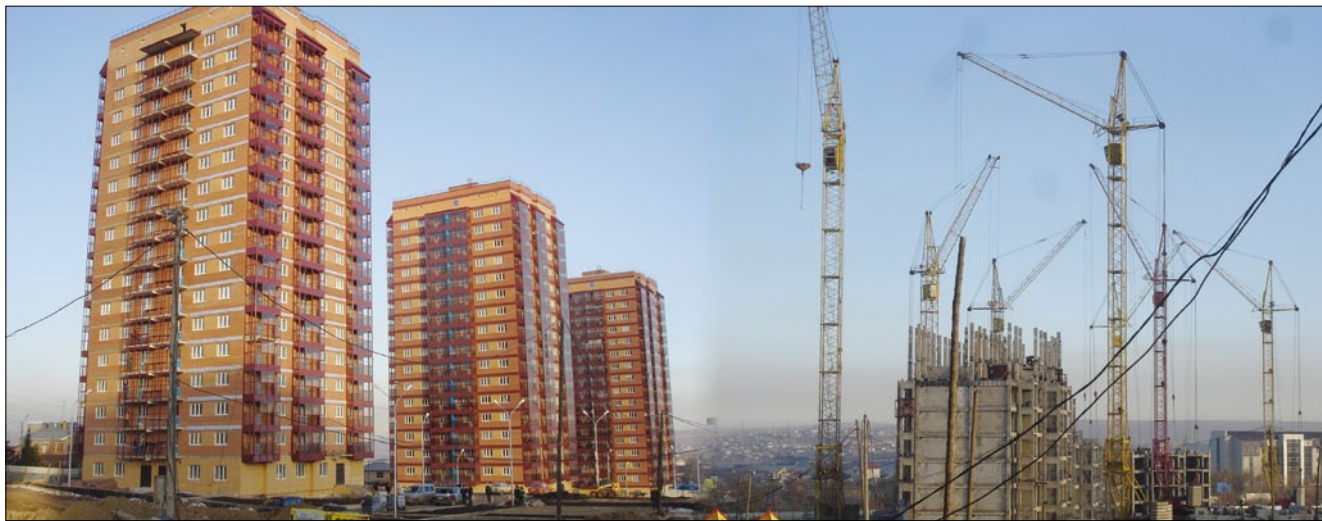
Известно, что строительство дорог в сложных климатических условиях на территории Канады, США, Швеции и ряда других стран из преднапряженных пазогребневых дорожных плит заводского изготовления с постнапряжением гораздо дешевле и эффективнее, тем более при таких масштабах, как в нашей стране.

С 1992 г. автор успешно занимается изучением и внедрением в России и странах СНГ технологии массового индустриального строительства гражданских и промышленных зданий с применением сборно-монолитного каркаса (СМК), используемого в странах мира и особенно во

Франции. Внедрение технологии сборно-монолитного строительства группой компаний «Рекон-СМК» позволило создать участникам процесса проектирования, производства и строительства более 60 тыс. рабочих мест. Наглядным примером в строительстве массового жилья по программе «Доступное жилье» являются города Подмосквья, Киров, Чебоксары, Екатеринбург, Ставрополь, Санкт-Петербург, Калуга, Ярославль, Красноярск, Новосибирск, Оренбург и др.

За 20 лет работы по данной технологии создана группа компаний «Рекон-СМК», развивающаяся по принципу проект–завод–стройка–патент, включающая 70 введенных в эксплуатацию вновь построенных или реконструированных заводов стройиндустрии и ДСК по выпуску преднапряженных и ненапряженных конструкций для строительства зданий с применением сборно-монолитного каркаса в объеме более 5 млн м² общей площади в год с проектированием и строительством на территории 80 регионов России и стран СНГ. Каждый год добавляется до 10 технологических линий, позволяющих возводить до 1 млн м² жилых и общественных зданий.

Создание технологических линий, оснащенных универсальными стендами 4×90 или 4×120 м по выпуску преднапряженных конструкций, оснащенных вибробетоукладчиками с адресной подачей бетона и полным подбором технологической оснастки, является платформой для реализации задачи индустриального строительства дорог. В настоящее время мощность выпуска



Массовая застройка нового микрорайона 17-этажными жилыми домами с применением СМК с пустотным настилом в г. Красноярске. 2012 г. ОАО «Монолитхолдинг». Группа компаний «Рекон-СМК»



РЕКОН - СМК
ГРУППА КОМПАНИЙ
ПРОЕКТ-ЗАВОД-СТРОЙКА-ПАТЕНТ

428003, Республика Чувашия,
г. Чебоксары, Дорожный проезд, д. 20а
Тел./факс: (8352) 538627
www.rekon-tech.ru rekon@cbx.ru

Р
е
к
л
а
м
а



Массовая застройка жилыми 17-этажными домами с применением СМК и стенами, облицованными кирпичом, 2012 г., п. Новое Бисерово (Московская обл.). ООО «РосИтал». Группа компаний «Рекон-СМК»

преднапряженных пазогребневых дорожных плит около 1 млн м² в год, а при дополнительном оснащении введенных технологических линий на заводах в течение полугодия до 5 млн м² в год.

При положительном решении об использовании данного метода строительства группа компаний «Рекон-СМК» готова удвоить и утроить мощности заводов. Президент Чувашии М.В. Игнатьев, министр сельского хозяйства России Н.В. Федоров и депутат Госдумы России К.И. Косачев проинформировали об этом Министерство транспорта РФ и руководство Росавтодора. В 2011 г. принято решение о строительстве отдельных участков дорог в экспериментальном порядке.

Для оптимизации данной задачи необходимо выполнить отдельные участки дорог в различных регионах России, и в первую очередь в республиках Чувашия и Мордовия, наиболее подготовленных к строительству с применением преднапряженных пазогребневых дорожных плит с постнапряжением, оценить объективно преимущества и принять правильное решение. На все это необходимо желание иметь лучшие дороги в мире на территории России.

Положительный результат данного строительства смогут почувствовать жители Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, где практически нет хороших грунтовых условий, суровый климат с коротким периодом теплого времени года. Строительство дорог промышленным способом из преднапряженных пазогребневых дорожных плит с постнапряжением по заболоченным грунтам и грунтам с вечной мерзлотой не имеет альтернативы. Свободное нахождение изолированных прядей арматуры внутри каналов преднапряженных пазогребневых плит обеспечивает линейное расширение и сжатие полотна построенной дороги при температурном режиме от +40°С до -60°С. Дороги в таком исполнении не требуют постоянного капитального ремонта 25–30 лет. Строительство дорожных покрытий из монолитного бетона, безусловно, имеет право на существование, но строить дороги в России сезонно толь-



Группа руководителей строительного комплекса Мордовии во главе с А.И. Меркушкиным на участке дороги с преднапряженными пазогребневыми плитами с постнапряжением, изготовленными на универсальном стенде. 2011 г. Чебоксары



Подготовка к формированию преднапряженных дорожных плит на универсальном стенде. 2012 г. Чебоксары. ОАО «Монолитстрой»

ко летом — непозволительная роскошь. А сравнивать строительство дорог по предлагаемой технологии с асфальтовым покрытием бессмысленно.

С внедрением стендового метода изготовления преднапряженного железобетона и особенно универсальных стендов 4×90 или 4×120 м, оснащенных двухбункерными вибробетонуукладчиками с адресной подачей бетона, с автоматическими БСУ как в закрытых цехах стройиндустрии, так и на заводах «полигонного» типа, возможно выпускать до 40 тыс. м² в год преднапряженных пазогребневых дорожных плит с одного стенда при количестве работающего персонала — шесть человек на два стенда с точным оборотом. Следует отметить, что укладка бетона автоматическим двухбункерным вибробетонуукладчиком может быть осуществлена послойно двумя марками бетона и после уплотнения не подвергаться каким-либо воздействиям. Подбор бетонной смеси может быть осуществлен с учетом подогрева или без него. Укладка бетона на двухбункерным вибробетонуукладчиком допускает использование бетона с различными техническими характеристиками, обеспечивающими качественную верхнюю поверхность конструкций для дороги.

Можно дискутировать, можно обсуждать, но пришло время действовать, и действовать решительно и эффективно на благо России. Грядущие поколения не простят нам отставания в реализации передовых мировых технологий.

Ключевые слова: *преднапряженные пазогребневые дорожные плиты, сборно-монолитное каркасное строительство, двухбункерный вибробетонуукладчик.*

О.Б. ЛЯПИДЕВСКАЯ, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

Система подготовки специалистов по Еврокодам в Московском государственном строительном университете

В декабре 2010 г. в МГСУ состоялась рабочая встреча экспертов ЕС и РФ «Еврокоды – подготовка экспертов», в которой приняли участие представители европейского комитета по стандартизации CEN TC 250, ТК 465 Строительство РФ, РААСН, а также специалисты по Еврокодам от МГСУ.

Было подписано соглашение о подготовке, повышении квалификации и переподготовке специалистов строительной отрасли с учетом изменений российских норм и Еврокодов на базе МГСУ.

Перед МГСУ была поставлена непростая задача: подготовка нового поколения специалистов, свободно ориентирующихся как в российских, так и в европейских нормативных документах, знающих сходства и различия в подходах к проектированию конструкций, методах испытаний и оценки качества материалов и способных проводить расчеты как по российским, так и по европейским стандартам.

С 2011 г. в МГСУ стартовал проект по внедрению и развитию Европейских строительных стандартов (Еврокодов) в систему образования и научные исследования.

Работа над проектом состоит из четырех основных этапов.

I этап – подготовка экспертов-преподавателей, способных обучать как студентов, магистрантов, так и уже дипломированных инженеров;

II этап – создание учебно-методической базы (учебных пособий, руководств, методических указаний и т. п.);

III этап – подготовка магистров по направлению «Строительство»;

IV этап – повышение квалификации инженеров.

I этап

Подготовка экспертов в области Еврокодов с привлечением зарубежных специалистов осуществляется по двум направлениям.

Одно направление подготовки предусматривает обучение преподавателей в Британском институте стандартов (British Standard Institute, BSI).

Британский институт стандартов выбран не случайно – это одна из старейших организаций, которая более 100 лет занимается стандартизацией. В настоящее время именно BSI является головным институтом в развитии современных стандартов и сертификации по всему миру. По поручению Еврокомиссии институт отвечает за реализацию программы внедрения Еврокодов в Евросоюзе. Ежегодно 6–7 специалистов МГСУ проходят стажировку в BSI. В 2011 г. состоялось обучение наших преподавателей Еврокодам EN 1990, 1991, 1992, а также связанным с ними европейским нормам. В 2012 г. специалисты МГСУ освоили Еврокоды EN 1993, 1994, 1999 и сопутствующие нормативные документы. В 2013–2014 гг. мы планируем продолжить стажировки и пройти обучение по EN 1995, EN 1996, EN 1997, EN 1998.

Другое направление подготовки – проведение на базе МГСУ мастер-классов и семинаров с участием ведущих экспертов европейского комитета по стандартизации в области строительства CEN TC 250.

Первый семинар по Еврокодам «Еврокоды в ЕС и РФ: вызовы и возможности» состоялся 19–21 октября

2011 г. В качестве модераторов семинара были приглашены профессор М. Голицки (Чешский технический университет, Прага) и профессор В. Кодур (Мичиганский государственный университет, США). В семинаре приняли участие свыше 40 профессоров и молодых ученых МГСУ, профильных проектных институтов и строительных организаций. Осуществлялась онлайн-трансляция семинара в восемь вузов России.

В ноябре 2011 г. в МГСУ был организован мастер-класс по применению Еврокодов: EN 1990: Основы строительного проектирования; EN 1991: Общие воздействия и нагрузки; EN 1992: Проектирование железобетонных конструкций. Лекции и практические занятия проводили профессор Р. Нараянан (Империял-колледж, Лондон), профессор П. Спель (Свободный университет Брюсселя, Бельгия), профессор Ж. Вальравен (Технический университет, Нидерланды). Мастер-класс собрал более 80 слушателей из вузов, проектных институтов и строительных организаций Москвы и российских регионов.

В июне 2012 г. состоялся мастер-класс по применению Еврокодов: EN 1991-1-2, EN 1992-1-2, EN 1993-1-2, EN 1994-1-2: Огневые воздействия на строительные конструкции; EN 1993: Проектирование стальных конструкций; EN 1994: Проектирование сталежелезобетонных конструкций с участием экспертов CEN TC 250 П. Спеля, Ж. Вальравена, Р. Дебрюкере (Технический университет г. Гента, Бельгия). С ростом интереса к этой теме значительно увеличилось и количество слушателей.

В 2013–2014 гг. планируется проведение мастер-классов по Еврокодам EN 1993, 1999, 1995, 1996, 1997, 1998.

II этап

Создание учебно-методической базы по Еврокодам было начато с перевода на русский язык и издания пособий для проектировщиков издательства «Томас Телфорд» и Британского института стандартов. Причем научное редактирование пособий – самого сложного и ответственного раздела работы осуществляют именно те специалисты университета, которые прошли подготовку в BSI и МГСУ и имеют сертификаты экспертов в области соответствующих Еврокодов. За два года в МГСУ было опубликовано 7 пособий: «Выдержки из строительных Еврокодов (пособие для студентов строительных специальностей)», «Руководство для проектировщиков к Еврокоду EN 1990: Основы проектирования сооружений», «Руководство к Еврокоду 1: Воздействия на сооружения. Разделы EN 1991-1-1 и с 1991-1-3 по 1991-1-7», «Руководство для проектировщиков к Еврокоду 2: Проектирование бетонных и железобетонных конструкций. EN 1992-1-1 и EN 1992-1-2», «Руководство для проектировщиков к Еврокоду 3: Проектирование стальных конструкций. EN 1993-1-1», «Руководство для проектировщиков к Еврокоду 4: Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Раздел EN 1994-1-1», «Руководство для проектировщиков к EN 1991-1-2, 1992-1-2, 1993-1-2 и 1994-1-2 по проектированию противопожарной защиты стальных, сталежелезобетонных и бетонных конструкций зданий и сооружений в соответствии с Еврокодами». Эта работа будет продолжена и в ближай-

шее время планируется выпуск руководства для проектировщиков по Еврокодам 1995, 1996, 1997, 1998 и 1999.

Наряду с изданием британских пособий специалисты МГСУ разрабатывают свои собственные научно-образовательные и методические материалы по европейским нормам. Первые методические указания по сравнительному анализу российских и европейских стандартов в области строительных материалов и изделий, разработанные преподавателями кафедры строительных материалов, будут изданы в начале 2013 г. Это методические пособия по цементам, бетонам и бетонным смесям, методам неразрушающего контроля прочности бетона, керамике, битумам, гидроизоляционным и теплоизоляционным материалам. В дальнейшем планируется расширить эту серию другими материалами, а также создать новую серию пособий – по проектированию.

III этап

Еще одной задачей, которую ставит перед собой МГСУ, является включение Еврокодов в программу подготовки магистров по направлению «Строительство». Первый блок дисциплин – европейские нормативы в области строительных материалов. Далее будут формироваться блоки по основам проектирования, нагрузкам и воздействиям и т. д.

IV этап

В 2012 г. в МГСУ была разработана первая программа повышения квалификации «Еврокоды в России» для инженеров-проектировщиков, инженеров-строителей, преподавателей вузов и аспирантов. Она содержит следующие разделы.

Терминологический словарь. Анализ терминов и определений (EN 1990 – 1999).

Основы проектирования (Еврокод 0. EN 1990).

Нагрузки и воздействия (Еврокод 1. EN 1991).

Проектирование железобетонных конструкций (Еврокод 2. EN 1992-1-1).

Проектирование стальных конструкций (Еврокод 3. EN 1993-1-1)

Проектирование конструкций с учетом аварийных воздействий, в том числе воздействия пожара (EN 1991-1-2, EN 1992-1-2, EN 1993-1-2, EN 1992-1-2, EN 1991-1-7).

Бетоны и бетонные смеси (EN 206-1, EN 12390, EN 12350).

Цементы (EN 197-1, EN 197-2, EN 196-1, EN 196-2, EN 196-3, EN 196-6)

Контроль качества бетона неразрушающими методами (EN 12504, EN 13791).

Лекции и практические занятия проводят специалисты и эксперты МГСУ, прошедшие подготовку в Британском институте стандартов и мастер-классах, организованных на базе МГСУ. Планируется онлайн трансляция в 120 регионов России.

Программа повышения квалификации по еврокодам будет дополняться новыми разделами по мере подготовки экспертов МГСУ.

Подводя итог проделанной работы, можно с уверенностью заявить, что начало изучению Еврокодов в России положено. Безусловно, предстоит еще много сделать в этом направлении. Ибо, только тщательно изучив европейские нормативные документы, глубоко вникнув в методы испытаний, расчеты и т. д., проведя сравнительный анализ с российскими стандартами, мы сможем оценить, насколько «хороши» или «плохи» Еврокоды, в чем их сильные и слабые стороны, стоит ли принимать их «огульно» или следует взять только необходимое.

Ключевые слова: Европейские строительные стандарты, Еврокоды, обучение, проектирование.

V Международная конференция

НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНОГО И ДОЛГОВЕЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

23–25 марта 2013 г.

Каир, Египет

Организаторы конференции:

Египетско-российский университет (ERU),

Национальный исследовательский центр жилья и строительства (HBRC),

Ижевский государственный технический университет



Тематика конференции:

- Нанокompозиты в строительных материалах
- Нанотехнологии в строительстве
- Защита от пожара с помощью наночастиц
- Нанотехнологии в кондиционировании воздуха
- Наноструктурирующие материалы в архитектуре
- Производство лакокрасочных материалов с нанодобавками
- Нанотехнологии в стеклах и керамике
- Нанотехнологии для энергоэффективности в зданиях
- Моделирование нанокompозитов
- Модификация минеральных вяжущих наносистемами

В дни проведения конференции будет работать выставка нанопродуктов, нанооборудования и других специализированных изделий.

Информационная поддержка – журнал «Строительные материалы»®



Сайт конференции: http://inter.istu.ru/russian/nano_r.html

Контактная информация в Египте:

Профессор Шериф Солиман Хелми
Египетско-российский университет
Cairo High Road, Bard City-Suez
E-mail: president@eruegypt.com

Тел.: +20 (02) 28643349, (02) 28643341 Факс: +20 (02) 28643332

Контактная информация в России:

Профессор Григорий Иванович Яковлев
Ижевский государственный технический университет
426069 Ижевск, ул. Студенческая, д. 7
E-mail: gyakov@istu.ru

Тел.: +7(3412) 59 33 07 Факс: +7(3412) 59 25 55



Эксперты из России и ЕС обсудили проблемы применения Еврокодов и национальных стандартов в строительстве

21–22 ноября в зале заседаний ученого совета Московского государственного строительного университета прошла международная конференция «Актуальные проблемы применения Еврокодов и национальных стандартов в строительстве на территории РФ и стран ЕС».



Ректор МГСУ В.И. Теличенко



Заместитель руководителя Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации Н.В. Быстров



Директор департамента по сертификации и строительному надзору компании SECO, Член Европейского комитета по стандартизации CEN TC 250 Б. де Блайер

Программа конференции включала проведение пленарного заседания и двух секций: «Нормативная документация в области строительных материалов и технологий» и «Особенности проектирования железобетонных и стальных конструкций согласно российским и европейским стандартам».

На пленарном заседании выступили ректор МГСУ В.И. Теличенко, заместитель министра регионального развития Российской Федерации И.В. Пономарев, президент НОСТРОЙ Е.В. Басин, заместитель руководителя Федерального дорожного агентства Министерства транспорта РФ Н.В. Быстров, проректор МГСУ М.Е. Лейбман, председатель ТК 465 Л.С. Барина, директор ЦНИИПКС им. Н.П. Мельникова Н.И. Пресняков, заместитель генерального директора ЗАО Институт «Стройпроект» А.Б. Суровцев, генеральный директор КБ «Спецпроект» В.Л. Муляр, заведующий сектором ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко И.В. Лебедева, руководитель проекта по обучению Еврокодам в МГСУ О.Б. Ляпидевская, а также члены европейского комитета по стандартизации П. Спель (SECO, Бельгия), М. Голицки (Институт Клокнера, ЧТУ, Чешская Республика), Л. Малов (Британский институт стандартов, Великобритания). Были рассмотрены проблемы внедрения Еврокодов как национальных стандартов в странах ЕС и стран СНГ, основные направления гармонизации нормативно-технической базы строительства; проблемы разработки национальных приложений к Еврокодам; научно-техническое сотрудничество стран СНГ и ЕС в области технического регулирования; нормативная документация в области строительных материалов и технологий; организация обучения и повышения квалификации специалистов по применению Еврокодов.

В приветствии проректора МГСУ по научно-производственной деятельности М.Е. Лейбмана было отмечено: «В России актуализация СНиПов и ГОСТов начата в 2010 г. Введение их на альтернативной основе планируется осуществить в 2015 г. Реализация поставленной задачи – это не только перевод европейских стандартов на русский язык, это также научное редактирование, согласование терминологии, учет национальных особенностей (природно-климатических, сейсмических, геофизических и т. д.). Кроме того, необходимо подготовить специалистов – проектировщиков, строителей, которые могли бы осуществлять проектирование в соответствии с еврономами».

Об истории появления Еврокодов и перспективах их развития рассказал почетный профессор Открытого университета Брюсселя и Национальной школы мостов и дорог, руководитель бельгийской делегации в CEN по разработке Еврокодов П. Спель. В настоящее время членами Европейского комитета по стандартизации (CEN), имеющими право голоса, являются 31 государство и 19 стран аффилированных членом, одна страна-партнер – Австралия. Он подробно осветил структуру, принципы организации работы CEN, рассказал о необходимости распространения опыта на другие страны, в частности предложить его российским экспертам.

Проблемам внедрения Еврокодов как национальных стандартов посвятил свое выступление профессор Института Клокнера Чешского технического университета, член Европейского комитета по стандартизации М. Голицки. Он представил основные технические проблемы, а также редакционные, связанные с переводом Еврокодов в различных странах. Схожие вопросы – терминологическое соответствие Еврокодов и российских норм, недостатки перевода проектов национальных стандартов осветил технический директор ЗАО «Институт «Стройпроект» А.Б. Суровцев (Санкт-Петербург).

Работу секции «Нормативная документация в области строительных материалов и технологий» открыл заведующий кафедрой «Технологии вяжущих веществ и бетонов», действительный член РААСН, профессор Ю.М. Баженов, который в своем докладе отметил основные сходства и различия в европейском и российском подходах к методам испытаний строительных материалов и изделий, оценке качества материалов и др., а также основные проблемы, возникающие при внедрении европейских стандартов.



Участники конференции

О создании единой системы евростандартов на строительные материалы и о новой редакции Евростандарта на бетон рассказал советник РААСН, ученый секретарь НИИЖБ им. А.А. Гвоздева Ю.С. Волков. Он отметил, что стандарт Е 206, состоящий из 50 документов, имеет прямое отношение к ряду отечественных СНиПов и стандартов на бетон и бетонные смеси, в том числе СНиП 2.03.11. ГОСТ 26633 и др. При их пересмотре ряд положений Евростандарта в редакции 2000 г. был уже учтен или их планируется учесть.

Вопросам гармонизации национальных и европейских систем стандартов для сухих строительных смесей было посвящено выступление директора НИИ «Строительные материалы и технологии» МГСУ А.П. Пустовгара.

Опытom внедрения стандартов на строительные материалы в странах Европейского союза поделились члены Европейского комитета по стандартизации CEN TC 250 директор департамента по сертификации и строительному надзору SECO Б. Блайер (Бельгия) и заведующий кафедрой «Строительные материалы» Технического университета Эйндховена Й. Броуверс (Нидерланды).

Сравнительный анализ контроля качества керамических материалов и изделий в соответствии с европейскими нормами и российскими стандартами был представлен в докладе канд. техн. наук МГСУ В.С. Семенова. Результаты проведенного анализа могут быть использованы при разработке национальных стандартов РФ, соответствующих европейским, а также при разработке образовательных программ.

О разработках гармонизированных национальных стандартов для строительных материалов и изделий, а также о проблемах, с которыми столкнулись их производители в странах СНГ, рассказали генеральный директор ТОО «ИННОБИЛД» К.А. Нурбатуров (Астана, Казахстан) и заведующий кафедрой Харьковской национальной академии городского хозяйства О.Н. Болотских (Украина).

В конференции приняли участие более 200 ведущих специалистов, проектировщиков, членов технических комитетов и разработчиков нормативной документации нового поколения России и стран ближнего и дальнего зарубежья из восьми стран: России (16 городов), Украины, Белоруссии, Казахстана, Армении, Нидерландов, Великобритании, Чешской Республики, Бельгии, более чем из 60 организаций.

За работой конференции в режиме реального времени следили более чем в 30 строительных вузах РФ и ближнего зарубежья. При подведении итогов конференции были приняты следующие решения:

- о дальнейшей работе по гармонизации европейских и национальных стандартов;
- о сотрудничестве вузов, научно-исследовательских, проектных, строительных организаций России и стран СНГ при разработке национальных приложений;
- о разработке совместных программ подготовки нового поколения инженеров-проектировщиков и строителей;
- о необходимости проведения работы по терминологическому соответствию европейских и национальных нормативных документов и по составлению соответствующего глоссария;
- о необходимости включения понятия живучести зданий и сооружений в нормативные документы;
- о включении России в CEN в качестве аффилированного члена.

**По материалам пресс-службы МГСУ
И.В. Рыльцова**



Председатель ТК 465, заместитель руководителя аппарата НОСТРОЙ Л.С. Баринова



Советник РААСН, ученый секретарь НИИЖБ им. А.А. Гвоздева Ю.С. Волков



Профессор кафедры «Строительные материалы» Технического университета Эйндховена Йос Броуверс



Директор некоммерческого партнерства «СРО «Кузбасский проектно-научный центр» С.К. Яковлев

И.Я. ГНИП, С.И. ВАЙТКУС, С.А. ВЕЯЛИС, кандидаты техн. наук, Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

Прогностическая оценка деформаций ползучести минераловатных (MW) плит при постоянном сжатии на базе начального периода деформирования

Минераловатные утеплители многослойных ограждающих конструкций зданий и сооружений в большинстве случаев подвергаются длительному воздействию сжимающих напряжений [1, 2]. Проблема прогнозирования их деформируемости с течением времени имеет актуальное значение. Данные о деформациях ползучести могут быть получены при постановке длительных экспериментов [3, 4]. Особое место занимает создание и развитие методов прогнозирования, позволяющих на основе экспериментов ограниченной продолжительности давать вероятностную оценку длительной деформируемости минераловатных плит [5].

Цель настоящей работы – на базе данных начального периода деформирования образцов минераловатных плит при постоянном сжатии представить прогностиче-

скую оценку деформации ползучести плит для предупреждения на 10 лет при сжимающем напряжении $\sigma_c = 0,35\sigma_{10\%}$.

Для прогностической оценки величины деформации ползучести использованы результаты настоящих исследований минераловатных плит с предельным уровнем сжимающего напряжения CS(10), равным 30 и 40 кПа, и результаты исследований деформируемости минераловатных плит с уровнем CS(10) – 20–80 кПа, представленные в [6].

Дается прогностическая оценка деформаций ползучести жестких минераловатных плит, применяемых для утепления совмещенных покрытий в качестве нижнего, среднего или верхнего слоев системы теплоизоляции – серии №№ 1–4; покрытий резервуаров – серии №№ 5, 7; теплоизоляции ограждающих конструкций – серии №№ 6, 8 (табл. 1), а также использованы резуль-

Таблица 1

Экспериментальные данные испытаний и результаты регрессионного анализа деформаций ползучести минераловатных образцов при постоянно сжимающем напряжении (0,25 и 0,35) $\sigma_{10\%}^a$, аппроксимированных регрессионной зависимостью (1), приведенной к линейному виду

№№ серий испытаний	Данные испытаний образцов при сжимающей нагрузке										Результаты регрессионного анализа ^b			Прогностические точечные значения ^f деформации ползучести $\bar{\epsilon}_c(T_n)$, %, для предупреждения, годы	
	Кратковременной ^c		Длительной ^d								Значения постоянных коэффициентов зависимости (1)		$S_{\log \epsilon_c}^e$		
	ρ , кг/м ³	$\sigma_{10\%}$, кПа	ρ , кг/м ³	d_s , мм	σ_c , кПа	ϵ_0 , %	$\epsilon_c(t=7 \text{ сут})$, %	$\epsilon_c(t_n)$, %	t_n , сут	$\log b_0$	b_1	5		10	
1	99,5	38,3	99,3	137	13,3	1,97	0,081	0,13	122	-1,4345	0,1559	0,0098	0,193	0,215	
2	97	41,1	97,9	97,8	14,2	2	0,07	0,1	122	-1,4236	0,122	0,016	0,139	0,151	
3	104	46,2	101	58,1	16,2	2,82	0,072	0,12	122	-1,5671	1,1906	0,0508	0,208	0,237	
4	98,5	37,7	98,9	137	13,1	1,73	0,17	0,25	122	-1,067	0,1341	0,0038	0,359	0,394	
5	93	31,6	92,9	97,9	11,1	1,77	0,063	0,13	108	-1,8058	0,2726	0,0178	0,288	0,348	
6	98,4	32,4	98,9	98,6	11,5	2,86	0,229	0,35	125	-0,9786	0,1519	0,0069	0,533	0,592	
7	93	31,6	93	98,5	7,9	1,16	0,033	0,07	122	-2,0591	0,2623	0,0141	0,144	0,173	
8	98,4	32,4	98,3	99	8,2	1,94	0,093	0,18	125	-1,5576	0,237	0,01	0,349	0,411	

Примечания:

^a Образцы серий №№ 1–6 испытаны при статическом напряжении $\sigma_c = 0,35\sigma_{10\%}$; серий №№ 7 и 8 – $\sigma_c = 0,25\sigma_{10\%}$.

^b Линейный регрессионный анализ выполнен начиная со значений деформации ползучести $\epsilon_c(t = 168 \text{ h})$ [4].

^c Представлены результаты испытаний 12 образцов для выбора параметров длительного сжатия.

^d ρ , d_s , σ_c , ϵ_0 , $\epsilon_c(t = 7 \text{ сут})$, $\epsilon_c(t_n)$ – средние значения показателей пяти образцов.

^e Средняя квадратическая ошибка линейного в логарифмах тренда $S_{\log \epsilon_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\log \epsilon_c(t_i) - \log \bar{\epsilon}_c(t_i)]^2}{n - m}}$;

$\epsilon_c(t_i)$ – фактическое значение временного ряда (на участке ретроспекции);

$\bar{\epsilon}_c(t_i)$ – расчетное значение ряда (значение тренда);

n – число точек ряда наблюдений;

m – число параметров уравнения тренда ($m = 2$ – линейный тренд).

^f Вычислены на базе прямого эксперимента продолжительностью $t_n = 122 \text{ сут}$.

Результаты испытаний минераловатных образцов при постоянно сжимающем напряжении $\sigma_c = 0,35\sigma_{10\%}$ из работы [6]^a

№№ серий испытаний	Данные испытаний образцов при сжимающей нагрузке										Результаты регрессионного анализа ^b		Прогностические точечные значения деформации ползучести $\bar{\epsilon}_c(t_i)$, %, для упреждения, годы	
	Кратковременной ^c			Длительной ^d							Значения постоянных коэффициентов зависимости (1)			
	ρ , кг/м ³	$\sigma_{10\%}$, кПа	ρ , кг/м ³	d_s , мм	σ_c , кПа	ϵ_0 , %	$\epsilon_c(t=7 \text{ сут})$, %	$\epsilon_c(t_n)$, %	t_n , сут	$\log b_0$	b_1	5	10	
9(3) ^f	94±2	33	94	79,9	11,8	2,48	0,188	0,286	165	-1,0210	0,1325	0,00508	0,393	0,43
10	119±1	56	119	98,9	19,5	2,28	0,258	0,337	127	-0,7973	0,0936	0,00382	0,433	0,463
11	129±2	64	129	78,3	22,3	2,7	0,239	0,314	127	-0,8246	0,0916	0,0045	0,399	0,425
12	137±2	62	137	57,6	21,6	3,31	0,291	0,389	127	-0,7541	0,0982	0,00436	0,503	0,539
13	149±1	84	149	106,2	29,5	2,08	0,157	0,245	121	-1,1311	0,1469	0,00529	0,355	0,394
14	139±2	82	139	87,8	28,8	2,28	0,127	0,182	121	-1,1460	0,1124	0,0084	0,238	0,257
15	140±1	77	140	46,7	27,2	2,99	0,123	0,208	121	-1,3011	0,1753	0,00907	0,326	0,368
16	111±2	49	111	97,4	17,2	2,35	0,154	0,386	122	-1,4873	0,303	0,02727	0,83	1,024
17	102±1	28,6	102	77,1	10	3,15	0,061	0,091	122	-1,4881	0,1238	0,02268	0,122	0,133
18(5) ^f	103±2	45	103	148	15,8	2,15	0,136	0,247	123	-1,3098	0,199	0,0082	0,411	0,472

Примечания:

^a Таблица приводится для удобства читателя.

^{b, c, d, e} См. сноски в табл. 1.

^f 9(3) и 18(5) – цифры в скобках соответствуют номерам серий испытаний из [6], а №№ 10–17 – непосредственно нумерации серий из [6].

таты исследований [6] при длительном сжатии минераловатных плит, применяемых для утепления совмещенных покрытий зданий серий №№ 9, 13, 14, 15, 18; теплоизоляции фасадов стен зданий серии №№ 10, 11, 12, 16 и теплоизоляции монолитных полов и наружных стен подвалов, серия № 17 (табл. 2).

Испытывали плиты с частично гофрированной структурой – изготовленные ведущими европейскими предприятиями. Плотность плит от 90 до 150 кг/м³ при изменении содержания связующего от 3,2 до 5,6 мас. %.

Для сравнительных оценок результатов исследований ползучести проводили испытания образцов плит на кратковременное сжатие согласно [7] при сжимающих напряжениях, действующих перпендикулярно поверхности плит. Испытывали образцы квадратной формы со стороной, равной 200 мм, согласно [3, 7] и в соответствии с размерами образцов, испытываемых при дли-

тельном сжатии [4], толщиной, равной толщине минераловатных плит.

В качестве критерия оценки деформируемости минераловатных плит при длительном сжатии использовали деформацию ползучести описанных выше образцов, которую измеряли на специальных стендах [4, 6], обеспечивающих постоянно приложенного напряжения в течение фиксированного промежутка времени, равного 122 сут. Деформации ползучести определяли по методике, изложенной в [4], при статическом напряжении $\sigma_c = 0,35\sigma_{10\%}$ (напряжение $\sigma_{10\%}$ определяли при кратковременном сжатии [7]). Каждый эксперимент проводили одновременно на пяти образцах одинаковой плотности. Погрешность длительного сжимающего напряжения не превышала 1%, а измерения деформации ползучести – 0,005 мм. Нагружение образцов и снятие отсчетов по индикаторам осуществляли в соответствии с требованиями [4].

Исследования выполнены спустя 1,5 мес после изготовления плит при температуре окружающего воздуха $23 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности $-50 \pm 5\%$.

На основании опытных данных испытанных минераловатных образцов на кратковременное сжатие в работе приведены средние значения их плотности ρ и напряжения $\sigma_{10\%}$, соответствующего 10% деформации сжатия [3, 7].

Статистическая обработка экспериментальных данных при длительном сжатии выполнена для продолжительности прямого эксперимента $t_n = 122$ сут. Значения относительных деформаций ползучести $\epsilon_c(t)$ % определяли по формулам [4] и аппроксимировали зависимостью Финдли (Findley W.N.):

$$\bar{\epsilon}_c(t) = b_0 t^{b_1}, \quad (1)$$

где $\bar{\epsilon}_c(t)$ – среднее значение деформации ползучести в момент времени t , %; b_0, b_1 – константы, зависящие от свойств материала; t – время, ч.

По экспериментальным данным дополнительно фиксировали деформацию ползучести ϵ_c для момента времени $t = 7$ сут (=168 ч) [4]. При длительном воздействии ($t_i > 7$ сут) постоянного сжимающего напряжения

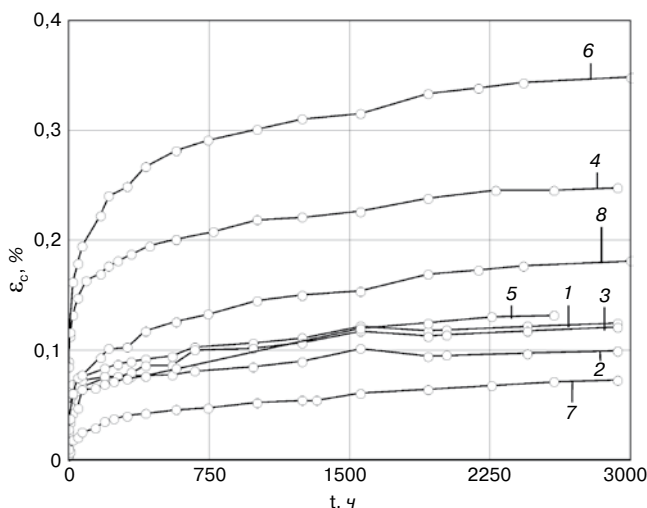


Рис. 1. Развитие деформаций ползучести $\epsilon_c(t)$ минераловатных образцов при сжимающих напряжениях $\sigma_c = (0,25 \text{ и } 0,35)\sigma_{10\%}$. Точки \circ – экспериментальные значения деформаций ползучести; (—) – аппроксимация уравнением (1). Цифры у кривых – номера серий испытаний по табл. 1

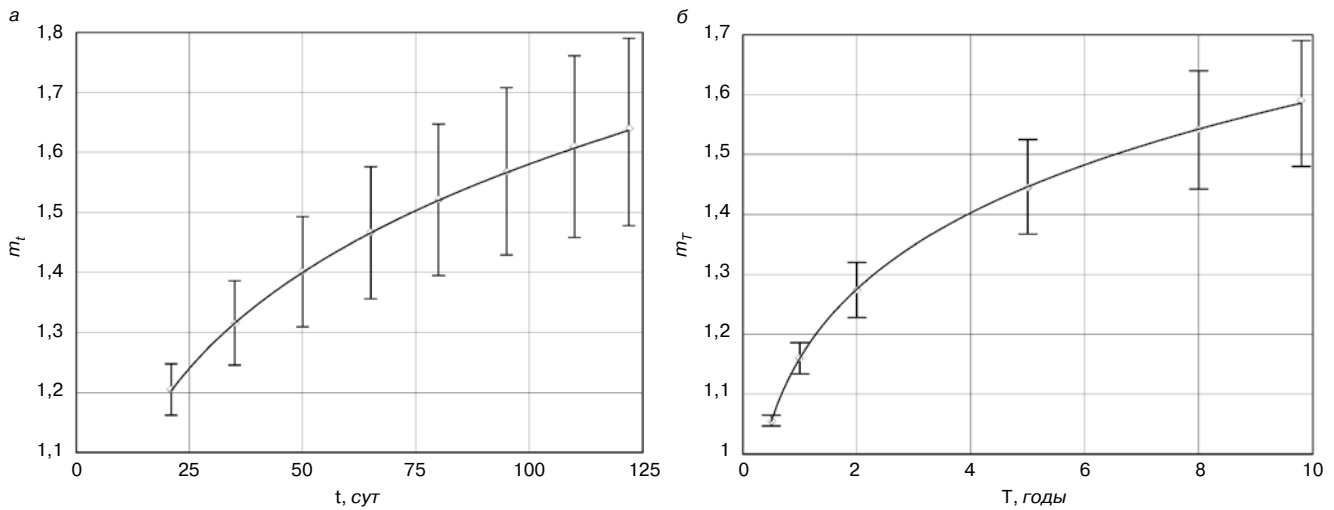


Рис. 2. Линии регрессии значений коэффициента $m_t(a)$ по результатам прямых экспериментов продолжительностью $t_n=122$ сут и коэффициента $m_T(b)$ по прогнозируемым значениям на базе экспериментов продолжительностью $t_n=122$ сут

σ_c увеличение деформации ползучести ϵ_c учитывается дополнительным умножением на коэффициенты m_t и m_T , которые аппроксимировали зависимостью (2):

$$\begin{aligned} m_t &= a_0 \cdot t^{a_1}; \\ m_T &= a_0 \cdot T^{a_1}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $m_t = \frac{\epsilon_c(t_i)}{\epsilon_c(t=7 \text{ сут})}$ – коэффициент, учитывающий увеличение деформации ползучести при прямом эксперименте продолжительностью $t_n=122$ сут;

$m_T = \frac{\epsilon_c(T_i)}{\epsilon_c(t_n=122 \text{ сут})}$ – то же при упреждении на 10 лет;

$\epsilon_c(t_i)$ – деформация ползучести на момент времени t_i в интервале 7–122 сут; $\epsilon_c(T_i)$ – прогнозируемое точечное значение деформации ползучести при упреждении на T_i в интервале 0,5–10 лет; t_i – текущая координата времени, сут, при $t_i \leq 122$ сут; T_i – то же, годы, для упреждения на 0,5–10 лет.

При этом предполагается, что изменение деформации ползучести формируется под воздействием множества факторов, причем не представляется возможным выделить порознь их влияние и значения m_t , m_T связывается с течением времени, а экстраполяция заключается в подстановке соответствующей их величины в формулу (3):

$$\bar{\epsilon}_c(T_i) = \epsilon_c(t=7 \text{ сут}) \cdot m_t \cdot m_T. \quad (3)$$

По экспериментальным точечным значениям деформации ползучести $\epsilon_c(t_n=122 \text{ сут})$ и прогностическим

значениям $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})$, а также используя результаты работы [6], рассмотрена возможность оценки величины деформации ползучести при фиксированной удельной нагрузке $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$ на момент времени $t_n=122$ сут и для упреждения на 10 лет на базе начального периода деформирования со значением $\epsilon_c(t=7 \text{ сут})$.

На рис. 1 представлены опытные данные и линии регрессии относительных деформаций ползучести минераловатных образцов, вычисленных по формуле (1) на базе экспериментов продолжительностью $t_n=122$ сут. Данные их математико-статистической обработки приведены в табл. 1, а результаты работы [6] для удобства читателя приведены в табл. 2. В таблицах для каждой серии испытаний на ползучесть представлены:

- характеристики образцов (плотность, прочность на сжатие $\sigma_{10\%}$, толщина);
- значения длительно действующей сжимающей удельной нагрузки σ_c , деформации ϵ_0 , возникающей в момент времени $t=60$ с от начала приложения нагрузки, и деформации ползучести ϵ_c в момент времени $t=7$ сут и окончания прямого эксперимента $\epsilon_c(t_n)$;
- продолжительность прямого эксперимента t_n ;
- постоянные параметры $\lg b_0$ и b_1 уравнения (1), а также среднеквадратичное отклонение $S_{\lg \epsilon_c}$;
- прогностические точечные значения деформаций ползучести $\bar{\epsilon}_c(T_i)$ для упреждения на 5 и 10 лет (вычислены экстраполяцией по времени [3, 4]).

По полученным экспериментальным данным коэффициенты увеличения m_t и m_T деформации ползучести

Таблица 3

Результаты статистической обработки эмпирических коэффициентов m_t и m_T по значениям деформаций ползучести минераловатных образцов на базе экспериментов продолжительностью $t_n = 122$ сут и прогнозируемых значений для упреждения на 10 лет

Обозначение коэффициентов m_i	Количество серий испытаний n	Период упреждения $t_i(T_i)$	Результаты регрессионного анализа		$S_{m_i}^b$	$\Pi_{i(T),m}^2$	Использование экспериментальных значений $\epsilon_c(t_n)$ при напряжениях $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$. Источник.
			Постоянные параметры ^a зависимости (2)				
			a_0	a_1			
m_t	18	от 7 до 122 сут	0,706	0,175	0,0011	≈ 1	Образцы серий испытаний №№ 1–8 (см. табл. 1), №№ 9–18 из [6] ^d (см. табл. 2)
m_T	14	от 0,5 до 10 лет	1,16	0,137	0,0009	≈ 1	

Примечания:

^a Вычисленные по экспериментальным данным методом наименьших квадратов [8].

^b Среднеквадратичное отклонение средних значений m_i (см. рис. 2).

^c Образцы серий №№ 7 и 8 испытаны при статическом напряжении $\sigma_c=0,25\sigma_{10\%}$.

^d Использование основано на регрессии напряжений $\sigma_{10\%}$ по результатам определения плотности ρ минераловатных образцов (рис. 3 $\sigma_{10\%}=0,93 \rho-55$; $n=18$; $S_r=5,1$ кПа; $R_{\sigma_{10\%},\rho}^2=0,926$).

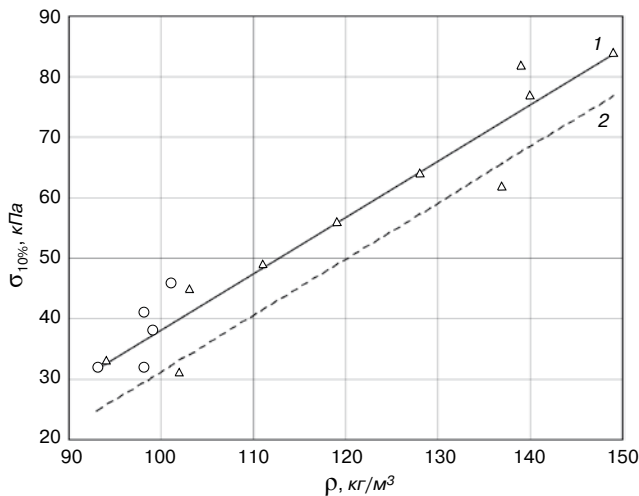


Рис. 3. Прочность минераловатных образцов при 10% деформации сжатия. Экспериментальные данные для образцов серий (табл. 1 и 2): \circ – серии 1–8; Δ – серии 9–18; 1 – линия регрессии $\bar{\sigma}_{10\%}$ по результатам определения плотности ρ образцов; 2 – то же для прогнозируемых минимальных значений $\sigma_{10\%}^{\min}$

при длительном статическом нагружении аппроксимированы регрессионными уравнениями, наполненными числовыми параметрами на базе прямых экспериментов $t_n=122$ сут и прогнозируемых значений для упреждения на 10 лет. Результаты математико-статистической обработки приведены в табл. 3, а графическая интерпретация на рис. 2. Высокое значение коэффициента детерминации $\eta_{m_i, t(T)}^2 \approx 1$ (табл. 3) регрессионной зависимости (2) позволяет использовать ее в прогнозировании значений m_i и m_T на продолжительный период времени. На рис. 2 представлены средние значения коэффициентов m_i и m_T , а их вариация колеблется: для m_i от 7 до 20%, а для m_T от 1,5 до 12%.

Прогностическую величину деформаций ползучести определяли по формуле (3), в которой коэффициенты m_i и m_T , учитывающие увеличение деформации, вычисляются по эмпирической зависимости (2) с числовыми параметрами, приведенными в табл. 3.

Значения деформаций $\bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(1)}$ (на базе эксперимента продолжительностью $t=7$ сут) сравнены со значениями $\bar{\epsilon}_c(t_n=122 \text{ сут})_{(2)}$, непосредственно полученными по экспериментальным уравнениям настоящих исследований (табл. 1) и работы [6] (табл. 2). Относительную разность, %, точечных значений определяли по формуле:

$$\Delta \bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(1)} = \frac{\bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(1)} - \bar{\epsilon}_c(t_n=122 \text{ сут})_{(2)}}{\bar{\epsilon}_c(t_n=122 \text{ сут})_{(2)}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $\bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(1)}$ – точечное значение деформации ползучести, вычисляемое по эмпирической формуле (3) при значении коэффициента $m_T=1$; $\bar{\epsilon}_c(t_n=122 \text{ сут})_{(2)}$ – экспериментальное значение деформации ползучести, определяемое по эмпирическому уравнению (1) с постоянными параметрами $\lg b_0$ и b_1 , приведенными в табл. 1 и 2.

Исходя из данных рис. 4 отметим, что в 18 исследованных случаях отклонения $\Delta \bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(1)}$ в среднем составляют: $\pm 15\%$ (индивидуальные значения отклонения колеблются от (-10) до $(-26)\%$ и от $(+5)$ до $(+26)\%$).

Относительную разность точечных значений деформаций ползучести для упреждения на 10 лет, рассчитанных по формуле (3) и непосредственно получаемых по эмпирическому уравнению (1), определяли по формуле:

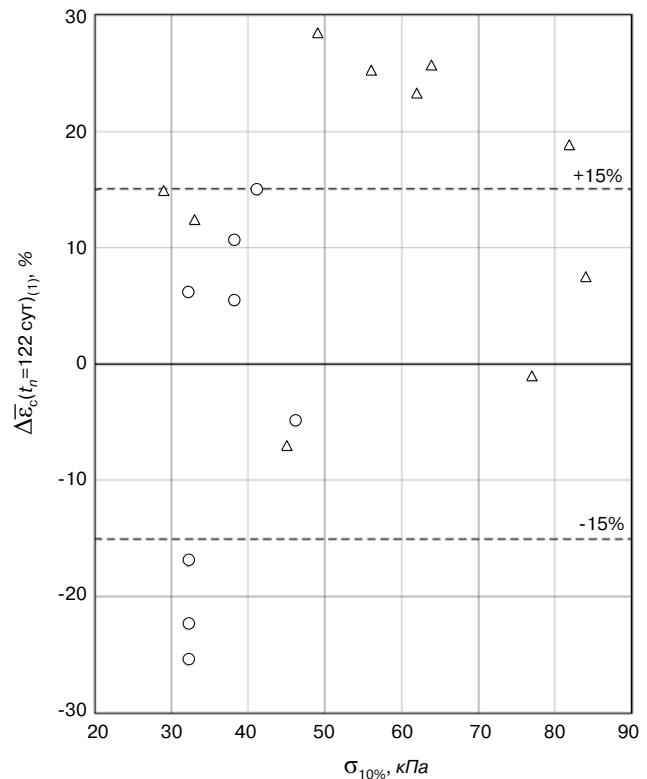


Рис. 4. Относительные отклонения значений деформаций ползучести минераловатных образцов $\bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(1)}$, вычисленных по эмпирическому уравнению (3) (при $m_T=1$) от экспериментальных значений $\bar{\epsilon}_c(t=122 \text{ сут})_{(2)}$, аппроксимированных уравнением (1): \circ – значения по данным табл. 1; Δ – то же по результатам [6], табл. 2

$$\Delta \bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(3)} = \frac{\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(3)} - \bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(4)}}{\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(4)}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(3)}$ – точечное значение деформации ползучести, вычисляемое по формуле (3); $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(4)}$ – прогнозируемое точечное значение деформации ползучести, определяемое по эмпирическому уравнению (1) с постоянными параметрами $\lg b_0$ и b_1 , приведенными в табл. 1 и 2.

Относительная разность прогнозируемых точечных значений деформаций ползучести $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(3)}$ и $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(4)}$ (рис. 5) составляет в среднем $(\pm 24)\%$ * в 16 исследованных случаях (индивидуальные значения относительной разности колеблются от $(+13)$ до $(+35)\%$ и от (-7) до $(-40)\%$). В остальных двух случаях значение $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(3)}$ составляет в среднем $(-55)\%$.

Учитывая, что экстраполяция по эмпирическому уравнению (3) довольно грубая операция, основывающаяся на ряде допущений, в практике расчетов прогнозов принимают доверительную вероятность $(80-90)\%$ [9]. Поэтому предлагаемую прогностическую оценку деформации ползучести для упреждения на 10 лет при постоянно сжимающем напряжении $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$ на базе экспериментального начального периода деформирования, содержащего значение $\bar{\epsilon}_c(t=7 \text{ сут})$, можно считать удовлетворительной.

Оценить прогностические точечные значения полных деформаций минераловатных (MW) плит при $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$ для упреждения на $T_i \leq 10$ лет возможно, используя результаты их кратковременного сжатия и непродолжительных испытаний при постоянно сжимающем напряжении $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$.

* Линия $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(4)}=0$ соответствует экстраполяции для упреждения на 10 лет по принятой согласно [3] продолжительности прямого эксперимента $t_n=122$ сут.

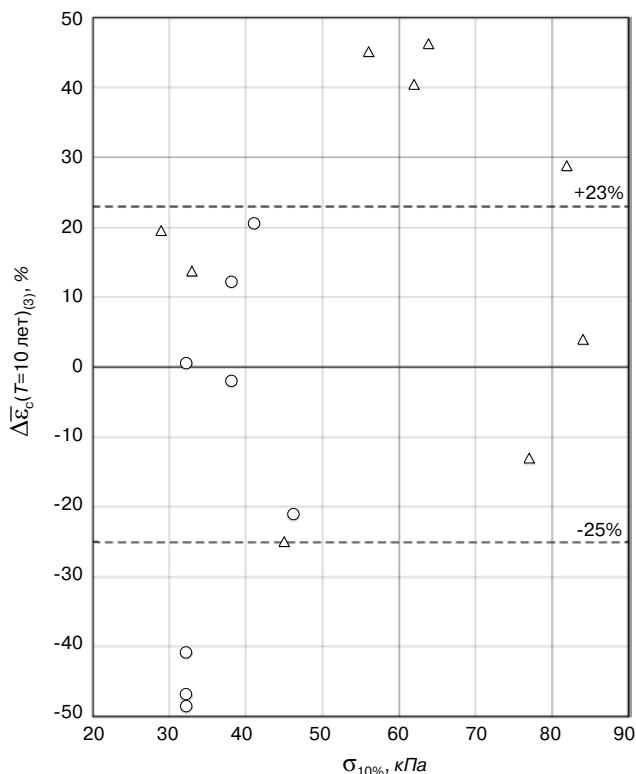


Рис. 5. Относительные отклонения прогнозируемых значений деформаций ползучести $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(3)}$ для упреждения на 10 лет, вычисленных по эмпирическому уравнению (3) от экстраполированных значений $\bar{\epsilon}_c(T=10 \text{ лет})_{(4)}$, аппроксимированных уравнением (1)

Рассмотрим пример. Исследуемый объект – минераловатные плиты плотностью 98 кг/м^3 и номинальной толщины 80 мм.

Для прогностической оценки точечного значения полной деформации минераловатных плит при постоянно сжимающем напряжении $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$ для упреждения на 8 лет следует выполнить испытания минераловатных образцов.

Кратковременное сжатие согласно [3, 7]. Испытывают по пять образцов из трех плит. Всего 15 испытаний.

Длительные испытания минераловатных образцов при постоянно сжимающем напряжении $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$. Испытания выполняются на специальных стендах по методике [4] при температуре окружающего воздуха $23\pm 2\%$ и относительной влажности $50\pm 5\%$. Одновременно испытывают пять образцов одинаковой плотности. Продолжительность эксперимента $t_n=7$ сут.

Результаты испытаний.

Кратковременное сжатие: $\bar{\sigma}_{10\%}=32 \text{ кПа}$; $\sigma_c=0,35\bar{\sigma}_{10\%}=0,35\cdot 32=11,2 \text{ кПа}$ (значение постоянно сжимающего напряжения).

Испытания при постоянно сжимающем напряжении. $\sigma_c=11,2 \text{ кПа}$: $\epsilon_0=2,9\%$ (деформация, возникающая в момент времени 60 с от начала приложения нагрузки); $\epsilon_c(t_n=7 \text{ сут})=0,25\%$ (деформация ползучести, развивающаяся во времени в момент окончания прямого эксперимента).

Прогностическая оценка значения полной деформации для упреждения на 8 лет на основании вышеприведенных результатов испытаний может быть определена по формуле:

$$\bar{\epsilon}(T=8 \text{ лет}) = \bar{\epsilon}_0 + \bar{\epsilon}_c(t_n=7 \text{ сут}) \cdot m_t \cdot m_T, \quad (6)$$

где коэффициент m_t для момента времени $t_n=122$ сут согласно эмпирической зависимости (2) составит

$m_t=0,706\cdot 122^{0,175}=1,637$; коэффициент m_T для упреждения на 8 лет согласно зависимости (2) равен $m_T=1,16\cdot 8^{0,137}=1,542$.

Таким образом, прогностическая оценка уменьшения толщины минераловатных плит с предельным уровнем сжимающего напряжения CS(10), равным 30 кПа [3] при постоянно сжимающем напряжении $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$, составит:

$$\bar{\epsilon}(T=8 \text{ лет}) = 2,9 + 0,25 \cdot 1,64 \cdot 1,54 = 2,9 + 0,63 = 3,53\%,$$

что для минераловатных плит толщиной 80 мм будет:

$$\bar{\epsilon}(T=8 \text{ лет}) = d_N \cdot \frac{3,53}{100} = 80 \cdot \frac{3,53}{100} = 2,83 \approx 3 \text{ мм.}$$

Выводы. В работе представлены результаты исследований деформаций ползучести минераловатных (MW) плит с предельным уровнем сжимающего напряжения CS(10) – 20–80 кПа при статическом напряжении $\sigma_c=0,35\sigma_{10\%}$.

На основании математико-статистического анализа опытных данных длительных экспериментов продолжительностью $t_n=122$ сут представлена возможность прогностической оценки деформаций ползучести минераловатных (MW) плит для упреждения на 10 лет по эмпирической зависимости (3) с числовыми параметрами, приведенными в табл. 3, используя данные только начального периода деформирования плит, содержащие значение $\epsilon_c(t=7 \text{ сут})$.

Ключевые слова: минераловатные плиты, сжатие, деформация ползучести, прогнозирование.

Список литературы

1. EN 13500:2004+AC:2006. Thermal insulation products for building – Extremal thermal insulation composite systems (ETICS) based on mineral wool – Specification. CEN, 2006.
2. Кобелев В.Н., Коварский Л.М., Тимофеев С.И. Расчет трехслойных конструкций: Справочник. М.: Машиностроение, 1984. 304 с.
3. EN 13162:2008 E. Thermal insulating products for building – Factory made mineral wool (MW) products – Specification. CEN, 2008.
4. EN 1606:1996+AC:1997+A1:2006 E. Thermal insulating products for building applications. Determination of compressive creep. CEN, 2006 (ГОСТ Р EN 1606–2010. Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения ползучести при сжатии. 16 с.).
5. Horvath J.S. Mathematical modelling of the stress-strain-time behaviour of geosynthetics using the Findley equation: general theory and application to EPS–block geofoam. Manhattan College Research report No. CE/GE–98–3. New-York. USA. May 1998.
6. Gnip I., Vaitkus S., Kersulis V., Vejelis S. Long-term prediction of creep strains of mineral wool slabs under constant compressive stress. Mech Time Depend Mater (2012)16:31-46. DOI 10. 1007/s11043-011-9152.
7. EN 826:1996 E. Thermal insulating products for building applications. Determination of compression behaviour. CEN, 1996.
8. Айвазян С.А. Статистическое исследование зависимостей. Применение методов корреляционного и регрессионного анализов и обработка результатов эксперимента. М.: Металлургия, 1968. 228 с.
9. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с.

А.Г. ПЕРЕХОЖЕНЦЕВ, д-р техн. наук,
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Моделирование температурно-влажностных процессов в пористых строительных материалах. Ч. 1.

Модель пористого материала и выбор влажностных характеристик для исследования пористой структуры материалов

Капиллярно-пористый строительный материал можно моделировать двумя способами: в виде пространства пор или структуры скелета пористого тела. В первом случае сложное пространство пор моделируется совокупностью пор определенной формы и размеров [1], во втором – модель представляется в виде некоторой укладки твердых частиц простейшей формы [2], которые в совокупности образуют пористое тело. Выбор той или другой модели зависит от решаемой задачи. Для описания свойств строительных материалов, таких как прочность, упругость, наиболее предпочтителен выбор второй модели. Для характеристики влагопереноса, протекающего в порах строительных материалов, лучше использовать первую модель.

Моделируя пористое пространство в виде системы пор с определенными геометрическими параметрами, поры можно представить как простейшие цилиндрические капилляры или щели, так и сложные ветвящиеся или пространственные случайные решетчатые модели (псевдорешетки). Однако в количественном описании каких-либо процессов пористая структура, независимо от того какими геометрическими параметрами она представлена, будет отличаться от реального пористого пространства. Поэтому выбор сложных геометрических параметров пористого пространства не всегда бывает оправдан. При усложнении модели не всегда получается адекватный результат по точности решения задачи.

Например, в [1, 3] показано, что гидравлический радиус для цилиндрической поры, равный $2dv/ds$, имеет статистическую природу. Здесь пористый материал представлен как двухфазная дисперсная система с твердой фазой, инертной по отношению к газовой среде, заполняющей пористое пространство. Именно таким является большинство строительных материалов. Тогда объем такой диспергированной системы v , состоящей из частиц разного типа, обладающих некоторым среднестатистическим распределением по характерным размерам и объемам v_j , можно представить как два слагаемых, определяющих объем твердой фазы скелета V_T и порового пространства V_P :

$$V = \sum N_i \cdot \bar{V}_{Ti} + \sum N_j \cdot \bar{V}_{Pj}, \quad (1)$$

где \bar{V}_{Ti} и \bar{V}_{Pj} – соответственно среднестатистические элементарные объемы твердой фазы тела и пористого пространства.

Следовательно, общий объем пористого материала будет складываться из объема твердых частиц скелета V_T и объема пористого пространства V_P :

$$V = V_T + V_P. \quad (2)$$

Если принять полный объем пористого тела за единицу, тогда объем твердой фазы будет равен:

$$V_T = 1 - V_P, \quad (3)$$

где $V_P = \int_{r_0}^{r_{\max}} (dv/dr) dr$ – интегральная пористость материала.

Следовательно, используя интегральную функцию распределения пор по размерам радиусов, можно полу-

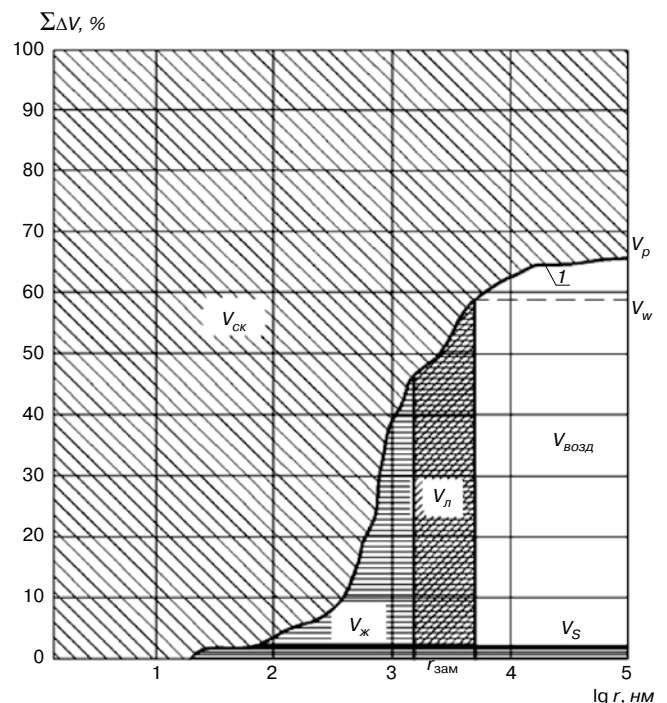


Рис. 1. Схема распределения объемов твердой фазы $V_{ск}$, свободных пор $V_{возд}$ и влаги $V_с + V_ж + V_л$ в пористом материале (на примере газосиликата, $\rho_0 = 460 \text{ кг/м}^3$, $V_p = 64,9\%$): 1 – интегральная кривая распределения пор по размерам

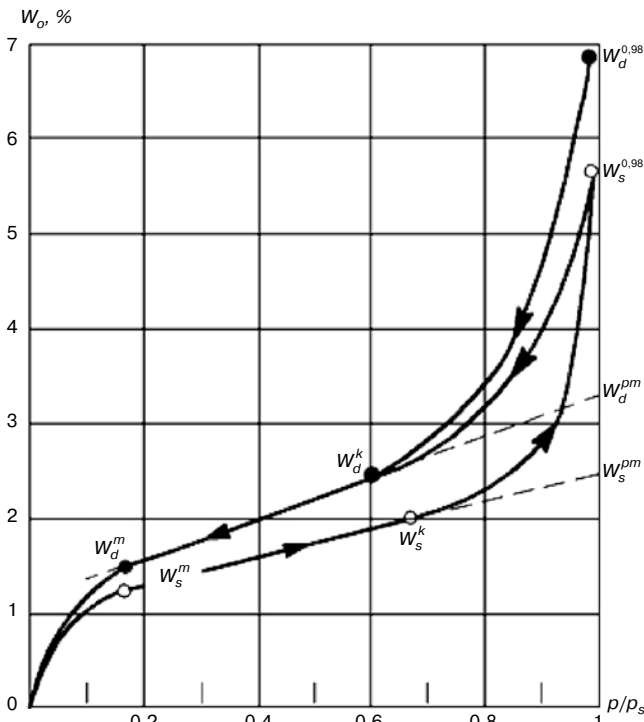


Рис. 2. Изотермы сорбции и десорбции паров воды цементно-известковым раствором ($\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$): w_s^m, w_d^m – влагосодержания при завершении формирования монослоя; w_s^k, w_d^k – влагосодержания, соответствующие началу капиллярной конденсации; индексы s и d – сорбция и десорбция

чить наглядную картину распределения фаз (скелет – поры) по размерам радиусов.

На рис. 1 представлена такая схема распределения объемов во влажном строительном материале (газосиликат, $\rho_0 = 460 \text{ кг/м}^3$). Как видно, кривая интегрального распределения пор позволяет получить информацию о распределении объемов как твердой фазы (скелет), так и пористого пространства.

Если пористый материал увлажнен, то часть пористого пространства заполняется влагой. Объемное влагосодержание увлажненного материала складывается из адсорбированной и капиллярной влаги:

$$w = w_s + w_{ж} + w_{л}, \quad (4)$$

где w – общее влагосодержание пористого материала; w_s – объемное содержание адсорбированной влаги; $w_{ж}$ – объемное содержание капиллярной влаги; $w_{л}$ – объем замерзшей воды.

Основываясь на теории последовательного объемного заполнения микро-, мезо- и макропор [4], можно определить объемы пористого пространства, заня-

того влагой и воздухом. Следовательно, если известны термодинамические характеристики сухого пористого материала, то их можно корректировать в зависимости от влагосодержания. Определяющими в системе твердое тело – поровое пространство – вода будут первые два компонента. Именно от свойств твердой фазы скелета, а также от основных параметров порового пространства (общий объем пор, распределение объемов пор по размерам, величина и свойства внутренней поверхности) будут зависеть основные (базовые) свойства пористого материала. Наличие влаги в порах будет изменять эти свойства в зависимости от степени увлажнения и температуры материала. Так как эти изменения определяются в различных фазовых состояниях по-разному, то, зная эти свойства и объем влаги, можно прогнозировать многие свойства пористого материала, изменения которых определяются изменением его влагосодержания. Именно такой подход принят при моделировании влагопереносных и термодинамических характеристик влажных пористых материалов.

Исходными параметрами для получения модели пористого материала служат его полная пористость и изотермы адсорбции или десорбции водяных паров. Изотермы являются основой для определения характеристик пористой структуры материала, которые, как показано выше, необходимы для построения модели влажного пористого материала.

На рис. 2 представлены изотермы сорбции и десорбции типичного строительного материала – раствора на цементно-известковом вяжущем (цементно-известковый раствор, $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$, $V_p = 29\%$). Согласно теории БЭТ [1] точка w^m характеризует заполнение монослоя и начало образования полимолекулярных пленок. Тогда началу капиллярной конденсации на изотермах будет соответствовать точка отрыва изотермы w^k от прямолинейного участка, характеризующего образование полимолекулярных слоев. Как видно на рис. 2, заполнение монослоя при сорбции (точка w_s^m) и десорбции (точка w_d^m) происходит при разных p/p_s и отличается по величине. Объясняется этот факт различием в процессах образования монослоя при сорбции и десорбции.

Начало капиллярной конденсации, точки w_s^k и w_d^k , также отличается как по величине влагосодержания, так и по p/p_s . При этом если образование монослоя происходит при $(p/p_s)_s < (p/p_s)_d$, то начало капиллярной конденсации при $(p/p_s)_s > (p/p_s)_d$. Это объясняется также различием в заполнении поверхностных слоев при сорбции и десорбции, которое является причиной сорбционного гистерезиса. Само же заполнение поверхностных адсорбционных слоев зависит от свойств поверхности твердого адсорбента и от различия упаковки молекул адсорбата при сорбции и десорбции.

Таким образом, десорбционная изотерма позволяет применить теорию капиллярной конденсации более

Сравнение равновесных влагосодержаний w_s , полученных в процессе сорбции при $p/p_s = 0,98$, с полным водонасыщением материалов w_H

Материал	Плотность, кг/м ³	Пористость, %	w_s , % (кг/кг)	w_H , % (кг/кг)	Степень заполнения пор, %
Газосиликат	390	81	18,7	207,7	9
Газосиликат	460	64,9	17,5	141	12,4
Цементный раствор	1795	22,5	3,9	12,5	31,2
Красный кирпич	1870	35,3	0,54	18,9	2,8
Керамзитобетон	1350	51,5	9,48	37,85	25,05

полно (до $(p/p_s)_d$), чем при использовании изотермы сорбции. При этом если при сорбции образование адсорбционного поверхностного слоя происходит лишь вокруг первичных центров адсорбции [5], которые характеризуют смачиваемость поверхности водой, то при капиллярном испарении от полного водонасыщения вся поверхность пор покрыта адсорбатом. Между величиной так называемой максимальной сорбции w_s и полным насыщением материала w_H существует довольно значительная разница. Об этом свидетельствуют данные таблицы, в которой приведены значения w_H и w_s для некоторых строительных материалов. Степень заполнения пор при сорбции определяется не полной пористостью материала, а распределением пор по размерам их радиусов. Так, у газосиликата пористостью 81% степень заполнения пор w_s составляет всего 9%, а у газосиликата пористостью 64,9% — 12,4%.

Таким образом, необходимо отметить, что значительный объем пор, особенно у крупнопористых адсорбентов, остается незаполненным. Такая сорбционная характеристика, как изотерма адсорбции, не охватывает большей части объема пор и может быть рекомендована для исследования ориентировочных характеристик пористой структуры материалов. При этом десорбция от максимального сорбционного увлажнения w_s только частично устраняет этот недостаток (рис. 2). Поэтому автором предлагается для более полного исследования пористой структуры использовать так называемую *изотерму капиллярного испарения, полученную от полного водонасыщения материала w_H* . Такая изотерма охватывает практически весь диапазон увлажнения материала, следовательно, и весь объем пор. При этом изотерма капиллярного испарения дает при $p/p_s = 0,98$ несколько большую величину равно-

весного влагосодержания, чем при десорбции, а сама кривая изотермы имеет гистерезис почти во всем диапазоне увлажнения. Кривая десорбции от w_s сканирует на кривую капиллярного испарения от w_H лишь при $p/p_s \approx 0,45$.

Можно сделать вывод, что наиболее полной характеристикой для исследования пористой структуры и моделирования влагопереносных свойств пористых строительных материалов является изотерма капиллярного испарения, полученная от полного водонасыщения материала.

Ключевые слова: пористая структура, изотермы капиллярного испарения.

Список литературы

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир, 1970. 407 с.
2. Воробьев В.А., Киврин В.К., Корякин В.П. Применение физико-математических методов исследования свойств бетона. М.: Высшая школа, 1977. 271 с.
3. Плаченов Г.Г., Колосенцев С.Д., Порометрия. Л.: Химия, 1988. 174 с.
4. Дубинин М.М. Капиллярные явления и информация о пористой структуре адсорбентов: В кн.. «Современная теория капиллярности». Л.: Химия, 1980. С. 100–125.
5. Квливидзе В.И. Изучение адсорбированной воды методом ядерного магнитного резонанса: В кн. «Связанная вода в дисперсных системах». М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. Вып. № 1. С. 41–54.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

- АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО. ЖКХ
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ
- КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
- СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННель
- ДОМ. ДАЧА. КОТТЕДЖ. ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН
- ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА, ЭКСТЕРЬЕРА. ДЕКОР
- ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ

24-27 АПРЕЛЯ 2013, МОРПОРТ

СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ 2013

ВЫСТАВОЧНЫЕ ПАВИЛЬОНЫ

СОЧИ

Генеральный информационный спонсор:

Генеральный Интернет-партнер:

Главный информационный партнер:

Специальный информационный партнер:

Региональный информационный партнер:

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
тел./факс: (862) 264-87-00, 264-23-33, (495) 745-77-09
e-mail: M.Lepikova@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

Партнер:

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



тел/факс в Челябинске: (351) 790-16-13, 790-16-85, 796-64-14
 в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58
 e-mail: stroypribor@chel.surnet.ru
 www.stroypribor.ru

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03
ударно-импульсный

автоматическая обработка измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное прозвучивание



частота 60...70 кГц
диапазон 10...2000 мкс

ПОС-50МГ4 / ПОС-50МГ4 Д /
ПОС-50МГ4 "Скол"

отрыв со скалыванием и скалывание ребра



предельное усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа

ПОС-2МГ4 П

испытание прочности ячеистых бетонов



предельное усилие вырыва 2,5 кН

ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ

ДИНАМИЧЕСКИЕ

ПДУ-МГ4 "Удар"

и ПДУ-МГ4 "Импульс"

определение динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог методом штампа,

диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
5...300 МН/м² ("Импульс")



Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4

с гидравлическим приводом для испытания бетона, асфальтобетона, кирпича

■ предельная нагрузка 100 / 500 / 1000 кН

■ масса 70 / 120 / 180 кг



ПМ-1МГ4 / ПМ-2МГ4 / ПМ-3МГ4 / ПМ-5МГ4 / ПМ-10МГ4

с ручным / электрическим приводом для испытания утеплителей на изгиб и сжатие при 10% линейной деформации

■ предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
■ масса 20 / 25 кг

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности сцепления в каменной кладке



предельное усилие отрыва 15 кН

АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности сцепления покрытия с основанием



предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН

ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01

анемометр-термометр

диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
-30...+100 °С



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

3...5, 10 и 100-канальные регистраторы



диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

для измерения влажности бетона, сыпучих, древесины
диапазон 1...45 %



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4

диаметр контролируемой арматуры 3...40 мм
диапазон измерения защитного слоя 3...140 мм



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер (до 20 модулей в комплекте)
зондовые / контактные
1...2-канальные
диапазон -40...+100 / 250 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых усилий 2...120 кН

диаметр арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

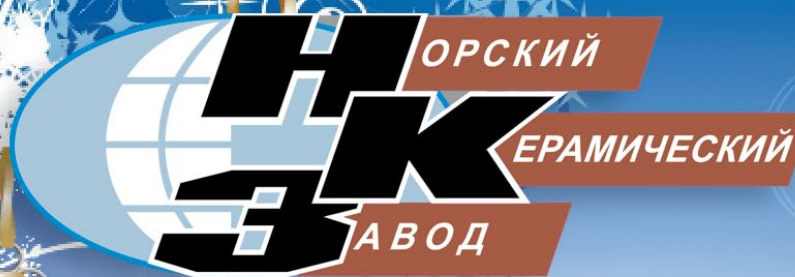
частотный метод

диаметр арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



ПРОИЗВОДИМ: ИЗМЕРИТЕЛИ ВИБРАЦИИ, МОРОЗОСТОЙКОСТИ, ТОЛЩИНОМЕРЫ, ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ И ДР.



Поздравляет с Новым 2013 годом!

*От лица всего коллектива нашего предприятия
поздравляю коллег и партнеров
с наступающими Новогодними
и Рождественскими праздниками!*

*Желаю всем и каждому осуществления задуманного,
новых интересных проектов, а также здоровья,
оптимизма, неиссякаемой энергии и удачи!*



*Пусть в Новом году всех нас ждут лишь приятные сюрпризы,
оптимальные новости, успех в нашем нелегком деле!*

*Пусть коллеги, друзья, любимые и близкие люди радуют своим пониманием
и поддержкой, надежным плечом, верной рукой; дети и родители будут здоровы
и счастливы, а достаток всегда будет в каждом доме!*



Щедрого Нового года всем нам!

*Генеральный директор
ЗАО «Норский керамический завод»
Мар'енко Юрий Иванович.*

<http://www.norsk-yar.ru>

Международная специализированная выставка Керамика в Крокус-экспо

первый отраслевой комплексный выставочный проект в России

31 октября – 3 ноября 2012 г. в Москве в выставочном комплексе Крокус-экспо стартовала новая отраслевая выставка «КЕРАМИКА». По замыслу организаторов, экспозиция выставки должна объединить все процессы керамического производства от добычи сырья до выпуска различных видов продукции. С удовлетворением следует отметить, что задуманное осуществилось удачно.



Проведение выставки «Керамика» поддержали крупные производители керамического кирпича из разных регионов России: Норский кирпичный завод (Ярославль), Гжельский кирпичный завод (Московская обл.), Кирпичный завод «ЛИКОЛОР» (Новосибирск) и др.

Организация стартовой выставки существенно осложнялась чрезвычайной плотностью специализированных «керамических» мероприятий в 2012 г., потребовавших от участников керамического сообщества напряжения сил и бюджета. В апреле в рамках «Мосбилда» состоялась выставка «Технокерамика». Также в этом году «столкнулись» две крупнейшие европейские выставки машин, оборудования и технологии для керамического производства Ceramitec (апрель, Мюнхен, Германия) и Tescnargilla (сентябрь, Римини, Италия), а в конце июня в Санкт-Петербурге состоялась X юбилейная Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК» – главное российское мероприятие кирпичников.

Этими обстоятельствами объясняется относительная небольшая экспозиционная площадь первой выставки «КЕРАМИКА», на которой, тем не менее, были представлены сырье, оборудование и практически все виды керамических материалов.

Лидером выставки стал раздел производства стеновых керамических материалов. Свою продукцию продемонстрировали Гжельский кирпичный завод, Московская обл.; Норский керамический завод, Ярославль; Рязанский кирпичный завод; Кирпичный завод «ЛИКОЛОР», Новосибирск; Верхневолжский кирпичный завод, Тверская обл. и др.

ОАО «Керамика» из Витебска (Республика Беларусь) демонстрировала широкий ассортимент продукции от рядового кирпича до поризованных блоков. Большой интерес посетителей вызвал кирпич керамический рядовой одинарный полнотелый М200, применяемый для возведения фундаментов и цокольной кладки, а также для создания печей и каминов.

Высокий потенциал участия в выставке «Керамика» оценили торговые организации.

Ассоциация независимых продавцов строительной керамики объединила на своем стенде пять ведущих фирм – продавцов кирпича, черепицы, дымоходных систем («МДС», «Брокстрой», «Движущая сила», «Континент» и «Кирилл»). Как самый крупный экспонент ассоциация заняла самую выгодную позицию на площадке. На стенде ассоциации была также представлена продукция, на поставку которой Ассоциация обладает эксклюзивными правами: лицевой кирпич ручной формовки бельгийской компании NeuyenBricks, клинкерный кирпич завода «Керамейя» (Украина), крупноформатные поризованные блоки производства «СКМ» (Самара).

ГП «Кирпичная компания» (Брянск) предлагала посетителям кирпичную продукцию Комбината «Строма», одного из ведущих предприятий в Центральном федеральном округе, а также пигменты для окрашивания керамики производства PrinceMinerals, поставляемые ООО «Строительный ряд».

Раздел тонкой и санитарно-строительной керамики был представлен **ОАО «Брестский комбинат строительных материалов»**, который производит керамическую глазурованную



На стенде журнала «Строительные материалы»[®] специалисты всегда находят необходимую информацию и новые книги по специальности



В рамках выставки было организовано гончарное мастер-шоу, неизменно привлекавшее большое число посетителей, которые могли собственноручно изготовить несложные керамические изделия

плитку для внутренней облицовки стен. Есть в производственной линейке комбината также керамический кирпич и камень.

Компания «Арткерамика» (Москва) занимается оптовыми продажами керамической плитки, керамического гранита, сантехнической керамики, душевых кабин и чугунных ванн. Является официальным дистрибьютором ТМ «Керамин» (Беларусь), ТМ «Азори», ТМ «Уральский гранит» (Россия), эксклюзивным представителем на территории РФ промышленных групп FoshanCeramics (Китай) и Avanta (Гонконг).

В экспозиции выставки было представлено промышленное оборудование для производства керамики различных видов.

ООО «Экспертек» (Москва), российский филиал E.T.C. France, специализируется на оборудовании для кирпича, черепицы, керамических блоков как в виде заводов «под ключ», так и отдельных технологических линий, машин, запчастей. Для поставляемого оборудования оказываются услуги по шеф-монтажу, запуску в эксплуатацию, проводится обучение персонала. Оборудование может быть поставлено по лизингу или с предоставлением кредита.

Фирма «Ридгаммер» (Германия) является одним из ведущих производителей промышленных печей для бытовой керамики, сантехники, огнеупорной и технической керамики, для новых технологий, например, метало- и электропромышленности.

НПО «Центр ШВ» (Ижевск) выпускает аппараты очистки отходящих промышленных газов от вредных однородных газовых примесей (газ, туман, аэрозоль) и неоднородных механических (сажа, пыль) примесей. Эффективность от 96% до степени «следы». Производительность аппаратов до 70 тыс. м³/час и более, они не забиваются маслянистыми и твердыми веществами. Устойчивы к переменным нагрузкам по газу и жидкости.

Научное сообщество в области строительной керамики было представлено **Научно-исследовательским институтом керамики (г. Жель Московской обл.)**, где проводится исследование глин для производства лицевого кирпича, поризованных изделий, стенового, дорожного, кислотоупорного клинкера; разрабатывается технология производства стеновой и кровельной керамики. Специалисты института дают рекомендации по подбору оборудования для производства керамических материалов, оборудования для подготовки отощающих, выгорающих, пластифицирующих и др. добавок; оказывают научную и практическую помощь кирпичным заводам.

Большой вклад в формирование раздела технической керамики внесла компания **«НЭВЗ-Керамикс» (Новосибирск)**, образованная в 2011 г. ХК ОАО «НЭВЗ-Союз» и ОАО «РОСНАНО» с целью производств наноструктурированной керамики для промышленных потребителей в энергетике, радиоэлектронике, машиностроении, химической и нефтехимической промышленности. Также компания нацелена на разработку изделий медицинского назначения из биосовместимой медицинской нанокерамики для травматологии и ортопедии.

Среди участников раздела технической керамики свою продукцию представил также **Завод технической керамики (г. Апрелевка Московской обл.)**, который производит изделия из всех типов технической керамики из оксида алюминия Al₂O₃, диоксида циркония ZrO₂, карбида бора В₄С, нитрида бора BN, нитрида кремния Si₃N₄ для общего и специального машиностроения, металлообработки, аэрокосмической и химической промышленности, электротехники, медицинской техники.

Традиционно были активны компании из Китая, представившие на выставке оборудование для производства керамики, пигменты и специальное сырье, а также предлагавшие инженерные услуги.

В рамках выставки состоялась **деловая программа**. Компания «НЭВЗ-Керамикс» организовала проведение IV Международной научно-практической конференции «КерамСиб-2012».

По инициативе Ассоциации производителей керамических материалов состоялся круглый стол «Современные методы поддержки российской промышленности строительных материалов», совмещенный с заседанием Экспертного совета по строительным материалам, машинам и оборудованию для строительства Комитета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по земельным отношениям и строительству. В связи со специализацией выставки круглый стол был сфокусирован на проблемах, связанных с производством стеновой керамики. Одной из важнейших текущих задач эксперты определили необходимость гармонизации российского законодательства в сфере технического регулирования.

В рамках текущей работы АПКМ были проведены совещание по обсуждению ГОСТ 8482 «Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе» и ГОСТ 7025 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости», а также дискуссия «Керамические кирпич и блок – сочетание трех «Э»: экологичности, энергоэффективности и экономичности в России», которые вызвали живой интерес специалистов.

Таким образом, очевидно, что выставка «Керамика» состоялась в формате, заявленном организаторами – универсальная площадка для представления всех видов керамической продукции от сырья до готовых изделий. Работая на своем стенде, сотрудники редакции убедились, что интерес специалистов к выставке высок: мы встретились с представителями многих кирпичных и плиточных заводов, преподавателями профильных вузов, представителями машиностроительных компаний. Следовательно, следующая выставка «Керамика» будет обширнее, а ее деловая программа насыщеннее.

Пожелаем новой выставке «Керамика» успешного развития!



Омский институт новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов (ООО «ИНТА-строй»), услуги и продукция которого востребована различными отраслями промышленности, активный участник отраслевых мероприятий. Для производства керамики институтом разработано уникальное оборудование грубого и тонкого помола, одновременного многокомпонентного смешения, гомогенизации и гранулирования.



Компания NETZSCH-CONDUX Mahltechnik GmbH – мировой лидер в области сверхтонкого измельчения. Клиентам поставляется широкий спектр оборудования от базовых блоков мельницы до измельчающих линий под ключ (включая взрывозащиту и без нее). В экспериментальном центре компании можно провести предварительные испытания материалов.



Председатель Технического комитета № 465 «Строительство» Л.С. Баринаева (слева) рассказала о планах НОСТРОЙ в части восполнения пробелов в сфере технического регулирования, перспективах принятия Технического регламента о безопасности зданий, сооружений и строительных материалов ЕврАзЭС, необходимости повышения статуса российских СНИПов и ГОСТов до уровня международных строительных норм (МСН) и межгосударственных стандартов, а также подчеркнула необходимость инициативы со стороны консолидированных производителей при определении первоочередности в совершенствовании отраслевого законодательства.



Гиньяя птица Гжели



6 декабря 2012 г. промышленный комплекс Московской области получил пополнение: в Раменском районе состоялось открытие нового Гжелского кирпичного завода. В торжественной церемонии приняли участие С.А. Амбарцумян, руководитель ГК «МонАрх», инвестор проекта, В.Ф. Демин, глава Раменского района Московской обл., Г.Н. Голиноква, глава сельского поселения Гжелское, а также представители компаний-поставщиков технологического оборудования, сотрудники предприятия, журналисты отраслевых и региональных СМИ.



С.А. Амбарцумян (в центре) рассказывает главе Раменского района Московской обл. В.Ф. Демину и главе сельского поселения Гжелское Г.Н. Голинковой о производственной программе Гжелского кирпичного завода



В.Ф. Демин и С.А. Амбарцумян подписывают соглашение между администрацией Раменского района и ГК «МонАрх» о долгосрочном сотрудничестве и в области обеспечения района высококачественными стеновыми керамическими материалами



Участников церемонии открытия завода поздравляет руководитель рабочей группы по стеновым материалам Экспертного совета Комитета Государственной Думы Федерального собрания РФ по земельным отношениям и строительству А.А. Попов



Коллеги из австрийской фирмы PR. ceramic engineering, участвовавшие в реализации проекта строительства нового цеха, преподнесли коллективу предприятия статуэтку святой великомученицы Варвары, покровительницы ремесленников и горняков, день памяти которой отмечается 17 декабря



К торжественной церемонии открытия было приурочено вручение наград и ценных подарков администрации Раменского района сотрудникам Гжелского кирпичного завода, внесшим большой вклад в строительство нового производства

История Гжелского кирпичного завода уходит корнями в далекие послереволюционные годы, когда изможденная гражданской войной страна начала восстанавливать разрушенное хозяйство. В большом количестве потребовались строительные материалы, и в 1928 г. небольшая артель начала сезонное производство керамического кирпича. Гжелский кирпичный завод был оснащен кольцевой печью Гофмана, сформованный кирпич сушился в сараях в естественных условиях. Производительность завода составляла 4–5 млн шт. кирпича в год.

Во время Великой Отечественной войны завод практически не работал. Его второе рождение также было связано с послевоенным строительством. Предприятие постоянно расширялось и реконструировалось. С 1954 г. производство стало круглогодичным и вышло на мощность 18 млн шт. кирпича в год, а в 1957 г. была построена туннельная печь «Малютка» и туннельные сушилки, что позволило увеличить мощность еще на 7 млн шт. кирпича в год.

В 1975 г. был построен новый цех мощностью 19,5 млн шт. эффективно-го кирпича. После реконструкции в 1984–1985 гг. мощность цеха была увеличена до 40 млн шт. кирпича в год за счет ввода в эксплуатацию второй технологической линии с печью из жаростойкого бетона.

В 1994–1995 гг. обжиговые печи первого цеха были переведены с угольного топлива на газообразное.

В 1993 г. было создано АО «Гжелский кирпичный завод», учредителями которого стали ОАО «Мособлстройматериалы» и физические лица – члены трудового коллектива Гжелского кирпичного завода. Однако трудности первого этапа смены социально-экономической формации, инфляция, практически полное прекращение строительства, а соответственно и спроса на кирпич привели к тому, что с 1996 г. второй цех был остановлен.

В 2006 г. собственником предприятия становится ОАО «Концерн «МонАрх», которое приобрело кирпичный завод для обеспечения кирпичом своих строительных объектов. С учетом современных требований к качеству и ассортименту продукции в 2009 г. было принято решение о проведении реконструкции предприятия. Фактически был построен новый корпус завода, в котором размещена производственная линия мощностью 60 млн шт. усл. кирпича в год. Разработчиком технологии и основным по-

ставщиком оборудования стала итальянская компания «Бедески» (BEDESCHI). В производственной программе предприятия предусмотрен выпуск облицовочного керамического кирпича и крупноформатных поризованных блоков.

Приветствуя гостей торжественной церемонии, руководитель ГК «МонАрх» С.А. Амбарцумян рассказал о технической и инвестиционной политике предприятия, энтузиазме и слаженной работе всего коллектива, что позволило за сравнительно короткое время реализовать проект по строительству нового современного высокотехнологического предприятия. Производительность завода позволяет не только полностью обеспечивать строительные объекты группы, но и продавать продукцию на рынке.

В ассортименте предприятия есть продукция, которая уже получила название «гжельский эксклюзив» благодаря высокой точности геометрических размеров и прекрасному качеству лицевых поверхностей. Это полнотельный облицовочный кирпич формата 1НФ марки по прочности до М250 и с морозостойкостью более 50 циклов.

Руководитель рабочей группы по стеновым материалам Экспертного совета по вопросам производства строительных материалов, машин и оборудования для строительства Комитета Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации по земельным отношениям и строительству А.А. Попов отметил, что штучные стеновые материалы остаются лидерами рынка, а среди них преобладает именно керамический кирпич. Ввод новых высокотехнологичных предприятий, выпускающих продукцию, отвечающую самым высоким требованиям качества, способствует укреплению позиций керамического кирпича на рынке. Поздравляя коллектив Гжельского кирпичного завода с открытием новой страницы славной истории, А.А. Попов пожелал хранить и преумножать достойные традиции отечественного кирпичного производства.

Для руководства Раменского района Московской области запуск нового производства ценен прежде всего в социальном аспекте. Глава района В.Ф. Демин подчеркнул, что благодаря возрождению кирпичного производства появятся новые рабочие места, увеличится налоговая база, а также район будет обеспечен местным строительным материалом.

После символического открытия генеральный директор завода А.Г. Оганнисян провел экскурсию по производству. Гости убедились, что Гжельский кирпичный завод имеет широкие потенциальные возможности по расширению ассортимента продукции, созданию инновационных изделий с высокими потребительскими свойствами.

Пожелаем коллегам успешного развития!



Волнующий момент символического открытия завода



Экскурсию проводит генеральный директор завода А.Г. Оганнисян (слева)



Сердце завода – новый пресс фирмы «Бедески» (Италия)



Печь и вагонетки футерованы продукцией российской компании «Теплохиммонтаж»



Старейшие сотрудники завода

Первая технологическая линия нового кирпичного завода Группы ЛСР введена в строй

ЛСР
Стеновые



12 декабря 2012 г. на новом кирпичном заводе Группы ЛСР, расположенном на границе Кировского и Тосненского районов Ленинградской области, осуществлен производственный запуск первой технологической линии по выпуску поризованных камней и блоков мощностью 120 млн шт. усл. кирпича в год. Ввод в эксплуатацию второй линии, которая будет выпускать различные виды клинкерных изделий, планируется в первом полугодии 2013 г. Суммарная мощность нового завода составит 160 млн шт. усл. кирпича в год. Проект нового строительства реализован на участке общей площадью 34 га, площадь производственного комплекса – 7,2 га. Общий объем инвестиций в проект составит около 10 млрд р.

В торжественной церемонии запуска нового завода приняли участие вице-губернатор Ленинградской области по строительству Г.И. Богачев и председатель Правления Группы ЛСР А.И. Вахмистров. Разделить радость коллег приехали руководители других подразделений Группы ЛСР, предприятий и организаций, принимавших непосредственное участие в строительстве нового завода, представители фирм поставщиков оборудования.



Следует отметить, что судьба данного инвестиционного проекта на первом этапе складывалась непросто. В 2006 г. зарубежным партнером по разработке технологии и поставке оборудования была выбрана одна из крупнейших европейских фирм с репутацией, сложившейся за многие десятилетия успешной работы, в том числе и в СССР, а затем в России. Однако, ряд событий внутри компании, совпавших с началом глобального экономического кризиса, сделали невозможным продолжение выполнения обязательств перед заказчиками и при этом отвлекли немалые материальные ресурсы, отсрочив активную фазу строительства.

В условиях развивающегося кризиса руководство Группы ЛСР приняло решение выбрать другого поставщика оборудования и завершить строительство завода в максимально короткие сроки.

Площадка для строительства нового завода расположена вблизи Чекаловского месторождения Кембрийской глины. Кроме того, что это уникальное по качественным характеристикам сырье, объем его разведанных запасов обеспечит завод более чем на 100 лет.

Новым генеральным подрядчиком была выбрана немецкая компания LINGL, которая разработала проект, поставила техно-



Символический запуск Никольского кирпичного завода осуществляют (справа налево): вице-губернатор Ленинградской области по строительству Г.И. Богачев, председатель Правления Группы ЛСР А.И. Вахмистров и управляющий бизнес-единицы «ЛСР. Стеновые материалы – Северо-Запад» А.В. Гаврилов



Во время импровизированной пресс-конференции основная масса вопросов журналистов была адресована, конечно, Александру Ивановичу Вахмистрову (в центре), генеральному директору, председателю Правления Группы ЛСР. Вот как он оценивает ввод нового производственного предприятия в составе группы: «Группа ЛСР является крупнейшим производителем кирпича в России. Открытие нового завода позволит еще больше укрепить лидирующие позиции и внесет значительный вклад в развитие экономики всего региона. После выхода на рынок продукции этого предприятия мощностей производителей Ленинградской области будет достаточно, чтобы покрыть весь спрос Северо-Западного региона на керамическую продукцию, а также останется возможность экспорта в соседние регионы. В перспективе общая мощность завода будет доведена до 220 млн шт. усл. кирпича в год»

логическое оборудование, осуществила его шеф-монтаж и наладку. Для массопереработки использовано оборудование немецкой фирмы Händle, а строительство печи было поручено немецкой компании TESTON.

Запущенная линия ориентирована на выпуск поризованного кирпича и имеет мощность до 120 млн шт. усл. кирпича в год. К середине 2013 г. планируется ввести вторую линию, производящую либо клинкерный кирпич и керамическую плитку с мощностью до 25 млн шт. усл. кирпича в год, либо лицевой кирпич с мощностью до 40 млн шт. усл. кирпича в год. В дальнейшем предусмотрено открытие третьей линии.

По окончании строительства завода и запуске всех трех линий ассортиментная линейка будет включать различные форматы поризованной керамики, лицевой клинкерный кирпич, дорожно-тротуарный клинкерный кирпич различных форматов, цветов и фактур, оригинальные керамические элементы, уникальные виды лицевого кирпича, фигурный кирпич. Продукция завода под торговой маркой RAUF будет не только использоваться для собственных нужд строительных предприятий Группы ЛСР, но и поставляться в Центральный, Южный, Северо-Западный и Уральский федеральные округа.

С пуском нового завода доля Группы ЛСР на рынке кирпича СЗФО достигнет 60%. При этом будет закрыт старый завод «Ленстройкерамика», расположенный также в Тосненском районе.

Никольский кирпичный завод не только будет самым крупным производителем строительной керамики. Он ориентируется на выпуск самого востребованного ассортимента продукции, поэтому оснащен самым современным оборудованием надежных немецких производителей. Именно поэтому инвестиции в строительство составят огромные для отрасли 10 млрд р., из которых 20% – собственные средства Группы ЛСР, 80% – кредит. Не смотря на то, что возвращать кредит придется десять лет, а на период окупаемости завода (до 2019 г.) Ленинградская область предоставит Группе ЛСР налоговые льготы, после выхода на проектную мощность Никольский кирпичный завод станет одним из крупнейших налогоплательщиков в области. Кроме того, только на первой линии создано около 60 новых рабочих мест, большая часть которых высокооплачиваемые и высокотехнологичные.

Руководство Группы ЛСР и нового предприятия уверены, что вложенные инвестиции окупятся. Быстрее всего растет спрос на клинкерный кирпич, который в среднем в два раза дороже традиционного лицевого. Потребление клинкерного кирпича в последние два-три года ежегодно растет примерно на 20%. До недавнего времени львиная доля клинкерного кирпича импортировалась в Россию. С пуском второй линии Никольского кирпичного завода рыночная ситуация существенно изменится.

В добрый путь, Никольский кирпичный завод!

С.А. Бегоулев (справа) и А.В. Гаврилов вместе начинали проект строительства Никольского кирпичного завода шесть лет назад, вместе преодолевали все трудности смены генерального подрядчика, вместе дневали и ночевали на строительной площадке. Наконец наступил долгожданный момент: с упаковочной линии выходят ровные нарядные поддоны с продукцией нового завода. И хотя в настоящее время С.А. Бегоулев руководит другим новым производственным проектом Группы ЛСР – Сланцевским цементным заводом, который ему предстоит вывести на проектную мощность, Никольский кирпичный завод навсегда остается для него родным



Запуск первой линии – лишь промежуточный этап большой работы, но немецкие коллеги уже очень довольны результатом. А.В. Гаврилов принимает поздравление и традиционную в таких случаях бутылку шампанского от генерального директора фирмы LINGL господина Андреаса Лингла



ОРГАНИЗАТОР КОНФЕРЕНЦИИ
научно-технический и производственный журнал

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®**

XI

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«РАЗВИТИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ»

КЕРАМТЭКС

30–31 мая 2013 г.

РОССИЯ, МОСКВА

RENAISSANCE

MOSCOW MONARCH CENTRE HOTEL



Спонсоры конференции:

ПОБЕДА АСР
КИРПИЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

BEDESCHI S.p.A.



**ПОСЕЩЕНИЕ НОВОГО СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
ОАО "ГЖЕЛЬСКИЙ КИРПИЧНЫЙ ЗАВОД"**

Руководитель проекта – Юмашева Елена Ивановна
Менеджер проекта – Лескова Елена Львовна

Россия, 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9, стр. 3
Тел./факс: +7 (499) 976-22-08, 976-20-36, моб. +7 (910) 437-03-98

www.rifsm.ru

mail@rifsm.ru

www.keramtex.ru

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

НА РАСТВОРОБЕТОННЫХ
УЗЛАХ И СТРОЙПЛОЩАДКАХ



АЛЬТЕРНАТИВА сухим строительным смесям

ЕТС

Группа компаний
«Единая Торговая Система»

Компания ЕТС предлагает строительным организациям поставку «ПРЕМИКСОВ» - предварительно смешанных химических компонентов сухих строительных смесей.

«ХИМИЯ» - наша,
«МИНЕРАЛКА» - ваша.

Реальная экономия до

3 000 рублей

на тонну готовой продукции.



ИНТЕРСТРОЙЭКСПО

Международная строительная выставка и форум



www.interstroyexpo.com

10-13 АПРЕЛЯ 2013

Санкт-Петербург

Ленэкспо

ГЛАВНАЯ
СТРОИТЕЛЬНАЯ
ВЫСТАВКА
СЕВЕРО-ЗАПАДА

В рамках форума:



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
КОНГРЕСС ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC



ufi



+7 812 380 6014/04, build@primexpo.ru

СИЛИКАТэкс-2012 на Кубани

10–11 октября 2012 г. в Краснодаре состоялась VI международная конференция СИЛИКАТэкс «Развитие производства силикатного кирпича в России». Для участия в конференции собралось около 150 специалистов, представлявших заводы силикатного кирпича из России, Белоруссии, Украины, машиностроительные компании, поставщиков сырьевых материалов и др.

На пленарной секции конференции слушателям было предложено 18 докладов, сообщений и презентаций.

С приветствием от Министерства строительства, архитектуры и дорожного хозяйства Краснодарского края выступил начальник управления региональной политики в области строительства, архитектуры и дорожного хозяйства В.В. Яковенко. В докладе начальника управления развития строительного комплекса департамента строительства Краснодарского края Л.П. Семеновки были отражены основные показатели работы строительного комплекса и промышленности строительных материалов региона.

Строительный комплекс Краснодарского края входит в число крупнейших в Российской Федерации, в нем работают более 8 тыс. организаций. В строительстве создается свыше 16% регионального валового продукта и занято свыше 250 тыс. человек. В 2011 г. в крае выполнено строительно-монтажных работ на сумму около 400 млрд р. при индексе физического объема свыше 121,4% к 2010 г. Этот показатель превысил средний по России на 16,3%.

По показателю объема строительно-монтажных работ Краснодарский край занял в 2011 г. третье место в Российской Федерации. Такие достижения стали воз-



Работу VI международной научно-практической конференции СИЛИКАТэкс открыл генеральный директор издательства «Стройматериалы» А.Б. Юмашев. В президиуме (слева направо): В.В. Яковенко – начальник управления региональной политики в области строительства, архитектуры и дорожного хозяйства Министерства строительства, архитектуры и дорожного хозяйства Краснодарского края; Л.П. Семеновка – начальник управления развития строительного комплекса департамента строительства Краснодарского края; С.В. Никоненко – генеральный директор компании WKB-Systems GmbH (Германия), генерального спонсора конференции



Делегация компании WKB-Systems перед началом конференции. Слева направо: А. Вотцке, специалист отдела сбыта – запасные части; С.В. Никоненко, генеральный директор; Й. Вирлинг, руководитель конструкторского отдела; П. Краузе, руководитель отдела сбыта по Восточной Европе



Когда за дело берется tandem специалистов компании Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG – М. Валтер и И.С. Концуров, может быть найдено практически любое решение смешивания и подготовки силикатной массы



Дебютант СИЛИКАТэкс – А. Бабель (Würschum GmbH)



После зажигательного выступления, посвященного окрашиванию силикатной массы, И.Ю. Михайлова была постоянно окружена специалистами



Представители компании MASA GmbH (спонсор конференции) – М. Кларе (справа) и А.А. Дороженков рассказали об интересных проектах компании, реализованных в Польше и Белоруссии



Следует отметить, что силикатчики – очень благодарные слушатели. Некоторые доклады и презентации фотографировали, и снимали на видеокамеры

можно благодаря инвестиционному климату в области. Инвестиции в основной капитал в 2011 г. приблизились к отметке 700 млрд р. Около четверти инвестиций было направлено на строительство олимпийских объектов, остальные – на развитие всех отраслей экономики Кубани, а также на жилищное строительство.

По объемам ввода жилья Краснодарский край третий год подряд занимает второе место в стране после Московской области. В 2011 г. построено около 3,7 млн м² жилья. Основные объемы вводятся в краевой столице. В 2010 г. в Краснодаре построено свыше 1 млн м² жилья, или более 1,1 м² на 1 жителя города.

В структуре строящегося жилья на Кубани преобладает индивидуальное жилищное строительство, на его долю в прошлом году пришлось 51,4%. Масштабное строительство производственных, социальных, культурных, спортивных и жилищных объектов было обеспечено в основном строительными материалами кубанских производителей и выполнено кубанскими подрядными организациями.

В производстве строительных материалов края работает около 1000 производств, в том числе свыше 50 крупных и средних профильных предприятий; трудится свыше 22 тыс. человек. В 2011 г. потребителям края и соседних регионов отгружено строительной продукции на сумму около 42 млрд р. В этом объеме 40% занимает цемент, и ситуация в этом сегменте производства оказывает решающее влияние на отраслевые показатели.

История кубанского цемента насчитывает 130 лет. Первые производства были созданы на карьерах мергеля в г. Новороссийске. В настоящее время в крае цемент производится тремя крупными предприятиями с суммарной мощностью свыше 4,7 млн т (ОАО «Новоросцемент», ОАО «Верхнебаканский цементный завод», ООО «Атакайцемент»). Этот показатель превысил максимальный, достигнутый в 1991 г., и позволил краю остаться на второй позиции в России после Белгородской области.

Вторым по значимости сегментом промышленности стройматериалов является производство железобетонных и бетонных изделий, на долю которых приходится около 20% продукции.

В 2011 г. край занял четвертое место в российском рейтинге, выпустив более 1 млн м³ железобетона. Производством изделий занимается около 20 предприятий, среди них крупнейшие ЗАО «ОБД» (Краснодар), ОАО «Агропромышленный комбинат «Гулькевичский», Кавказский завод железобетонных шпал, Гирейское ЗАО «Железобетон», ОАО «Блок» (все четыре предприятия расположены в Гулькевичском районе). В номенклатуре ЖБИ на долю конструкций объемно-блочного и крупнопанельного домостроения приходится почти 40% объема производства. За восемь месяцев 2012 г. выпущено почти 750 тыс. м³ железобетонных изделий, что на 90 тыс. м³ больше, чем в 2011 г. за тот же период.

По выпуску гипса и гипсовых ССС в 2011 г. край занял второе место (524 тыс. т и 330 тыс. т соответственно), гипскартонных листов – третье место в РФ. Развитие в этом сегменте производства продолжается: в конце 2011 г. в Отрадненском районе введен в эксплуатацию завод по производству гипса и сухих строительных смесей.

Производством нерудных строительных материалов в Краснодарском крае занимается около сотни предприятий. В 2011 г., выпустив более 20 млн м³, край занял в стране третье место. Отрасль в последние годы значительно обновилась за счет проведения модернизации действующих и строительства новых производств. За 2006–2011 гг. мощности по выпуску нерудных материалов возросли почти вдвое и превысили 32 млн м³.

Не менее важным сегментом в строительной продукции является выпуск стеновых материалов. Ранее в выпуске стеновых материалов на долю кирпича



В.А. Перевертов, ООО «Реновация» (слева) предложил коллегам интересный вариант применения подшпиков с АФЗ



Доклад с демонстрацией представила компания Wacker. Демонстрацию проводил Г.В. Сядук, впервые принявший участие в конференции



Менеджер производственного предприятия «Комплекс» С.О. Сильянова предпочла во время перерыва прочитать интересную статью о влиянии пигментов на свойства силикатной смеси



Генеральный директор ЗАО «Комбинат строительных материалов» (Тюменская область) А.С. Божedomов рассказал коллегам об интересном опыте внедрения системы утилизации пара на предприятии, которая позволяет экономить энергию на производстве силикатных изделий



Впервые в работе конференции приняли участие представители компании «Экодонресурс» (Украина) – А.Н. Зинатуллин и А.Б. Каменщиков, которым еще предстоит решать множество задач по созданию предприятия



В.В. Юрченко (компания «ОМС Системс») рассказал о решениях разделения пакета большого веса на более мелкие при помощи автоматических манипуляторов. Пакет становится компактен, с ним удобно работать потребителю на стройплощадке



Выступление председателя правления АПСИ Н.В. Сомова привлекло ранее незнакомых руководителей компаний

приходилось до 80%. Тогда в крае около 75% вводимого жилья осуществлялось индивидуальными застройщиками, которые отдавали предпочтение кирпичу. Основная часть индивидуального жилья строилась из кирпича и продолжает строиться населением.

Производство керамического кирпича является одним из крупнейших в стране: по итогам 2011 г. в крае выпускается более 500 млн шт. (первое место в РФ). В настоящее время действует около 100 кирпичных производств, имеющих суммарную мощность свыше 830 млн шт. усл. кирпича в год.

Опираясь на данные статистики, следует отметить, что в настоящее время силикатный кирпич не занимает первые места в ассортименте мелкоштучных стеновых материалов, хотя ранее его производство в крае было значительным. В начале 90-х гг. XX в. ежегодно выпускалось более 90 млн шт. усл. или свыше 11% выпуска кирпича.

Пленарный день конференции СИЛИКАТЭкс-2012 был посвящен различным аспектам производства силикатного кирпича. С обзором деятельности компании WKB Systems – генеральным спонсором конференции СИЛИКАТЭкс-2012 выступили Й. Вирлинг и П. Краузе. В докладе были отражены основные особенности представляемого оборудования. Следует отметить, что в истории конференции участники впервые заслушали выступление представителей этой компании.

Об опыте введения дополнительных производственных мощностей на действующем заводе в Польше и строительстве нового завода силикатного кирпича в Белоруссии рассказал М. Кларе (MASA GmbH).

Тему основного технологического оборудования поддержал И.А. Галеев (ООО «Инвест-Технология»). Специалистами компании «Инвест-Технология» разработаны прессы серии Viking и смесители. В настоящее время компания ведет строительство новой производственной линии силикатного кирпича на ЗАО «Калужский завод строительных материалов».

Современный силикатный кирпич отличается не только высокой марочностью и четкостью геометрических форм, но и широкой цветовой гаммой, получаемой в основном введением пигмента в силикатную массу. Вопросам дозирования пигментов было посвящено выступление А. Бабея (Würschum GmbH). Тему окрашивания силикатных изделий с помощью пигментов, предлагаемых компанией «Росхимпром», продолжила И.Ю. Михайлова.

Председатель правления Ассоциации производителей силикатных изделий Н.В. Сомов осветил основные тенденции развития силикатной отрасли в последние годы и деятельность ассоциации по совершенствованию нормативной базы. Также слово было предоставлено С.В. Бажитову, директору по продажам ОАО «Павловский завод», рассказавшему об опыте применения силикатных материалов, выпускаемых предприятием. Сергей Викторович считает, что в России не найдут применения крупноформатные силикатные блоки, широко распространенные в странах Западной Европы, из-за отсутствия культуры кладки. В то же время межкомнатные и межквартирные силикатные блоки уже сейчас занимают хорошие позиции по сравнению с другими аналогичными материалами,



И.А. Галеев (ООО «Инвест-Технологии») воспользовался прекрасной возможностью детально ознакомиться с технологией и оборудованием коллег из Германии



Представители ведущих машиностроительных компаний Германии. Слева направо: П.П. Пирогов (Lasco Umformtechnik GmbH); Й. Вирлинг (WKB-Systems GmbH); М. Кларе (MASA GmbH), а также Н.В. Дворянинов (ООО «Борский силикатный завод»)



Настоящим специалистам интересны любые участки производства: и приемка сырья, и хранение компонентов, и упаковка готовых изделий



выигрывая по показателям звукоизоляции и огнестойкости, но проигрывая по массе изделий.

Новой формой представления информации о предлагаемом продукте стало выступление компании Wacker. Ю.В. Плитарак и Г.В. Сядук коснулись проблемы повышения морозостойкости силикатного кирпича с помощью кремнийорганических пропиток, производимых компанией. Доклад сопровождался натурным показом.

Участники конференции посетили завод ОАО «Силикат» в г. Гулькевичи Краснодарского края, отметивший в августе 2012 г. 50-летний юбилей. В настоящее время завод переоснащен немецкой компанией WKB-Systems и производит одинарный и утолщенный пустотелый кирпич; одинарный и утолщенный полнотелый кирпич; рустированный и колотый кирпич; полнотелые и пустотелые блоки гладкие и с системой паз-гребень и др.

Сюрпризом для участников конференции стала возможность посещения завода по производству автоклавного газобетона ОАО «Комбинат стеновых материалов Кубани», расположенный в с. п. Васюринское Краснодарского края. Завод основан в 2007 г. и оборудован также технологической линией компании WKB-Systems.

Два дня активной работы позволили всем с пользой провести время: встретиться и пообщаться друзьям и коллегами, кто нашел единомышленников еще на первых конференциях; увидеть незнакомые прежде технологию и оборудование; рассмотреть предложения поставщиков оборудования, оснастки, сырья и др.

Организаторы конференции выражают благодарность Министерству строительства, архитектуры и дорожного хозяйства Краснодарского края за содействие в организации конференции и искреннюю признательность руководству, лично генеральному директору ОАО «Силикат» Григорию Васильевичу Лашину и всему коллективу предприятия за помощь в проведении производственной экскурсии.



Обмен мнениями. Директор ООО «Кировский кирпичный завод» Е.С. Чалков (слева), главный инженер ОАО «Павловский завод» Ю.А. Маров



По традиции общая фотография



Экскурсию по заводу автоклавного газобетона ОАО «Комбинат стеновых материалов Кубани» провел лично Г.В. Лашин

Недобросовестная конкуренция в области огнезащиты

Основной задачей разработки и принятия Федерального закона № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» являлось наведение порядка в нормативной базе, при испытаниях, сертификации и осуществлении контроля за выпуском продукции пожарно-технического назначения, в том числе огнезащитных материалов и систем, а также контроль над выполнением работ по их монтажу.

Закон предусматривает ряд процедурных мероприятий, предшествующих нормативно-правовой возможности использования огнезащитных материалов на строительных площадках. Предприятие-производитель должно подать заявку в аккредитованный сертификационный орган, а специалисты органа по сертификации – выехать на предприятие, провести анализ состояния производства, проверить всю техническую документацию и оформить соответствующие акты. Затем осуществляется отбор образцов испытуемых материалов и проводятся огневые испытания защищенных конструкций в аккредитованной испытательно-пожарной лаборатории. По результатам испытаний выдается сертификат на огнезащитную эффективность покрытия или на фактическую огнестойкость строительных конструкций и инженерных сетей. В течение всего срока действия сертификата специалисты органа по сертификации осуществляют периодический инспекционный контроль производства.

К сожалению, в течение последних лет наблюдается массовое появление огнезащитных материалов и систем, которых при анализе технических показателей иначе как контрафактом охарактеризовать нельзя. А ведь огнезащитные материалы играют первостепенную роль в сохранении человеческих жизней и материальных ценностей в случае возникновения пожара.

Пользуясь законодательной лазейкой – принципом «что не запрещено, то разрешено», в стране начали появляться коммерческие сертификационные центры. Сотрудники этих центров, зачастую работая в режиме home office, заваливают производителей заманчивыми предложениями оформления сертификата без инспекции производства, отбора образцов и без испытаний, а только на основании изучения «техническим экспертом» предоставленной документации. В результате появляются чудовищные по

своим показателям «сертифицированные» материалы и системы. В таблице приведен ряд наиболее сомнительных показателей некоторых компаний и для сравнения характеристики огнезащитной системы ОАО «ТИЗОЛ».

Квалифицированный специалист в области эффективности огнезащитных покрытий подтвердит тот факт, что при огневых испытаниях стандартного образца несущей металлоконструкции (двутавр № 20, приведенная толщина металла ≈ 3,4 мм) каждый миллиметр толщины любого покрытия (базальтовая вата, жидкостекольные мастики, легкие и средние штукатурные составы или пенококсовая шуба вспучивающихся красок) повышает огнестойкость конструкции не более чем на 6 мин. Например, система «ЕТ Профиль», разработанная ОАО «ТИЗОЛ» – одним из законопослушных предприятий, соблюдающих все этапы сертификации систем, характеризуется пределом огнестойкости R90. Такой показатель достигается при общей толщине покрытия 17,5 мм (по расчетам не менее 15 мм). Некоторые производители предлагают огнезащиту аналогичной конструкции с покрытием общей толщиной до 8 мм, которая почти в два раза меньше реальной. Такая конструкция при пожаре не выстоит и половины временного предела, указанного в сертификате. При этом риски человеческих и материальных потерь возрастают в разы.

В связи с вышеизложенным Союз предприятий стройиндустрии Свердловской области выступает инициатором проведения независимых публичных огневых испытаний огнезащитных материалов и систем. Полученные результаты помогут добросовестным изготовителям защищать свои интересы во всех инстанциях, вплоть до судебных разбирательств.

В заключение хочется поздравить всех производителей огнезащитных материалов и работ, структуры, корректно проводящие огневые испытания и оформляющие соответствующие сертификаты, надзорные органы, производителей строительных материалов и строителей с наступающим Новым годом Черной Водяной Змеи. Надеемся, что «черные» протоколы испытаний и сертификаты исчезнут, вследствие чего строительная пожарная безопасность значительно возрастет.

Огнезащита несущих металлоконструкций материалами типа МБОР (материал базальтовый огнезащитный рулонный) и жидкостекольными мастиками

Наименование предприятия	Предел огнестойкости/расчетная толщина огнезащитного покрытия				№ сертификата, дата выдачи	Орган, выдавший сертификат
	R60/10 мм	R90/15 мм	R120/20 мм	R150/25 мм		
	Толщина покрытия по сертификату, мм (базальтовый материал + клеевая мастика)					
ОАО «ТИЗОЛ», г. Нижняя Тура Свердловской обл.	8+1,5=9,5 мм				C-RU.ПБ12.В.00042 от 28.12.09	ОС «Уралпозсерт» ООО УЦИ «Уралсертификат», Екатеринбург
		16+1,5=17,5 мм			C-RU.ПБ12.В.00172 от 02.12.11	
ООО «КРОЗ», Москва		5+2,9=7,9 мм			C-RU.ПБ07.В.00074 от 20.09.10	МОУ Региональный сертификационный центр «Опытное» г. Балашиха Московской обл.
				10+3,7=13,7 мм	C-RU.ПБ07.В.00022 от 09.11.09	
ООО «БИЗОН», Брянск		5+3=8 мм		10+3=13 мм	C-RU.ПБ52.В.01123 от 28.03.12	ООО «Центр сертификации «Норматест», Москва
		8+3=11 мм		20+3=23 мм	C-RU.ПБ51.В.00092 от 03.06.11	ООО «Центр оценки соответствия», Москва
ООО «ЦЕНТР СИСТЕМЫ ОГНЕЗАЩИТЫ», Ижевск		8+1,7=9,7 мм			C-RU.ПБ57.В.01332 от 21.09.12	ОС ООО «ПожСтандарт», Москва
				10+2,4=12,4 мм	C-RU.ПБ57.В.01333 от 21.09.12	
ООО «БРЯНСКИЙ ЗАВОД ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ», Брянск		8+1,8=9,8 мм		13+1,8=14,8 мм	C-RU.ПБ05.В.01278 от 14.10.10	«Пожполисерт» АНО ПО Сертификации «Электросерт», Москва
ООО «НПП «ПОЖКРАСКА», Нижний Новгород	5+1,3=6,3 мм	8+1,3=9,3 мм	8+1,7=9,7 мм	13+2,5=15,5 мм	C-RU.ПБ34.В.00700 от 15.08.11	ОС ООО НТЦ «Пожаудит», Москва

Экспертный совет Союза предприятий стройиндустрии Свердловской области

БАЗАЛЬТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ **ТИЗОЛ** – МАКСИМАЛЬНАЯ ОГНЕЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ



Материал
базальтовый огнезащитный
рулонный (МБОР)
производства ТИЗОЛ после
1,5 ч огневого воздействия
при температуре 1000 °С



Рулонные базальтовые материалы других производителей после 1 ч огневого воздействия при температуре 1000 °С



624223 Свердловская обл, г. Нижняя Тура, ул. Малышева 59

Отдел огнезащитных материалов: (34342) 2-61-35, 2-62-70, e-mail: oom@tizol.com

Отдел продаж: 2-62-44, 2-62-80, 2-62-08, e-mail: market@tizol.com

www.tizol.com

Проще, быстрее, надежнее

КНАУФ информирует: применение гипсокартона становится еще удобнее

Группа КНАУФ СНГ — ведущий мировой производитель строительных отделочных материалов на основе гипса сообщает об изменениях в своей производственной политике.

Новость номер один: компания вводит единый для российских и европейских предприятий стандарт кромки для гипсокартонных листов.

Новость номер два: КНАУФ-листы повышенной огнестойкости, помимо специальной маркировки теперь можно узнать и по особому розовому цвету лицевого картона. Таким образом, можно будет легко визуально отличить друг от друга различные виды гипсокартонных листов как в процессе поставки, так и на строительном объекте.

Проще, быстрее, надежнее

Воплощение многих строительных идей в настоящее время невозможно представить без гипсокартонных листов — строительного-отделочного материала, применяемого для облицовки стен, устройства перегородок, подвесных потолков, огнезащитных покрытий конструкций, а также для изготовления декоративных и звукопоглощающих конструкций. При использовании КНАУФ-листов в отделке исключаются мокрые процессы, значительно возрастает производительность труда, открывается возможность реализации самых разнообразных архитектурных решений, достигается общая экономия затрат на строительство за счет сокращения трудозатрат и облегчения конструкции здания, обеспечивается не только экологическая чистота, но и благоприятный для здоровья микроклимат в помещении.

В настоящее время производственные предприятия группы КНАУФ СНГ могут предложить рынку четыре вида различных гипсокартонных листов с пятью видами кромок и в широком ассортименте геометрических размеров.

Кромка листа может быть утоненной, полукруглой утоненной, прямой, закругленной или полукруглой. При этом представители компании КНАУФ в России сообщают, что в настоящее время стандартом для всех российских предприятий компании становится выпуск гипсокартонных листов с полукруглой утоненной кромкой. Для производителей Европейского союза данный тип кромки является стандартом де-факто. Изменения в производственной политике фирмы в России связаны с тем, что именно полукруглая утоненная кромка позволяет выполнять заделку швов между листами без использования армирующей ленты. КНАУФ-листы с иными видами кромок также можно будет приобрести, но по специальному заказу.

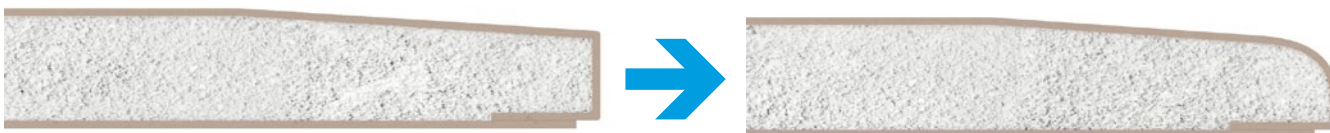
Данная унификация по всей производственной базе — это очередной шаг КНАУФ к повышению качества обслуживания клиентов. С введением единого стандарта поставка материалов может осуществляться из любой произведенной партии, с различных предприятий без решения сложных логистических задач.

Швы, сформированные при монтаже КНАУФ-листов с полукруглой утоненной кромкой, проще штукатурить. Если для этих целей используется специальная шпаклевочная смесь КНАУФ-Унифлот, то проклейка шва армирующей лентой не требуется, а заделанный шов отличается высокой устойчивостью к образованию трещин.

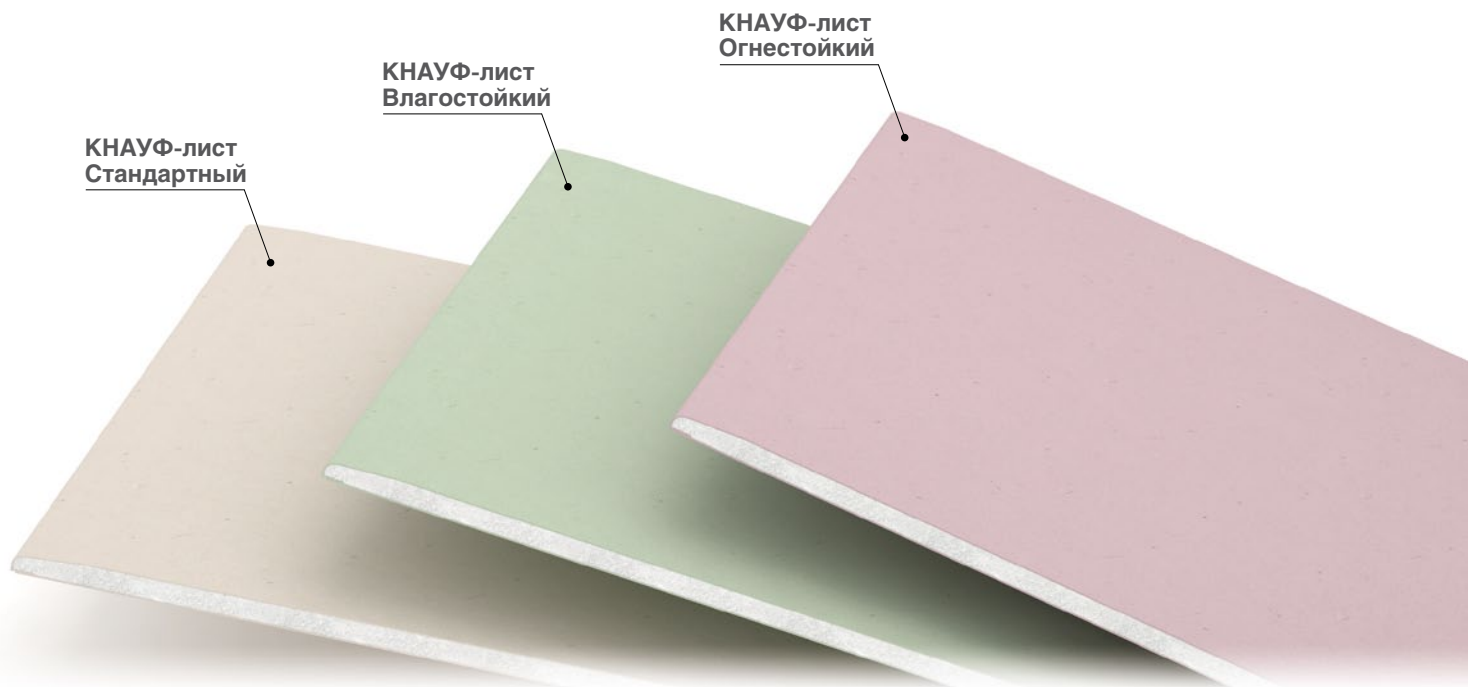
В зависимости от сферы и условий применения рекомендуется использовать обычные, влагостойкие, огнестойкие КНАУФ-листы или влагостойкие с повышенной степенью сопротивляемости воздействию открытого пламени. Стандартные КНАУФ-листы имеют серую лицевую поверхность, влагостойкие — зеленую, огнестойкие — розовую. Помимо особого цвета картона каждый тип КНАУФ-листов снабжен специальной маркировкой. Цветовая дифференциация облегчит визуальный контроль и поможет избежать недоразумений как в процессе поставок материалов на строительные объекты, так и в процессе их монтажа.

Анатомия КНАУФ-листа

Основой производства гипсокартонных листов служит тонкоизмельченный строительный гипс. Как и все материалы на основе гипса, КНАУФ-листы всех типов обладают способностью регулировать влажность воздуха в помещениях. Применяемое в строительной практике гипсовое вяжущее производится в основном из природного гипсового камня — двуводного сульфата



Вместо существующей утоненной кромки на всех КНАУФ-листах появится круглая утоненная кромка

КНАУФ-лист
СтандартныйКНАУФ-лист
ВлагостойкийКНАУФ-лист
Огнестойкий

кальция. Для того чтобы гипсовый камень превратился в вяжущее, его подвергают тепловой обработке, во время которой происходит обезвоживание. При обычных условиях вода выделяется в виде пара, а при повышенном давлении она может быть получена в капельном состоянии. Такая вода из кристаллов — самая чистая в природе, а гипсовое вяжущее, как и вся продукция на его основе, — экологически чистый негорючий строительный материал.

Для достижения необходимых показателей гипсового сердечника, характеризующих его прочность, плотность и другие важные качества, в него добавляются специальные компоненты, повышающие его эксплуатационные свойства. Для повышения пределов огнестойкости различных конструкций с применением гипсокартонных листов в качестве облицовочного материала компания КНАУФ рекомендует использовать КНАУФ-листы повышенной огнестойкости. Сердечник таких листов содержит минеральные волокна и специальные добавки, которые увеличивают их сопротивление воздействию пламени.

Другим важнейшим компонентом КНАУФ-листа является облицовочный картон, сцепление которого с гипсовым сердечником обеспечивается за счет применения клеящих добавок. По своим физическим и гигиеническим свойствам картон идеально подходит для отделки помещений различного назначения. Картон играет роль как армирующего каркаса, так и прекрасной основы для нанесения любого финишного отделочного покрытия — декоративной штукатурки, обоев, краски, керамической плитки и др.

Качество без компромиссов

При производстве всех видов КНАУФ-листов соблюдаются самые строгие требования к качеству, поэтому все они соответствуют по своим характеристикам ГОСТу и немецким стандартам (DIN 18 180).

В компании КНАУФ разработаны специальные процедуры контроля качества и испытаний производимой продукции, в соответствии с которыми в производственных лабораториях, оснащенных современным оборудованием, осуществляется непрерывная проверка соответствия продукции установленным требованиям. Контроль и испытания проводятся высококвалифицированным персоналом на всех стадиях производственного процесса: поступление сырья, которое допускается в производство только после подтверждения его качества; пооперационный контроль качества, производимый каждым работником предприятия на своем рабочем месте; приемочный (окончательный) контроль готовой продукции.

Фирма КНАУФ поставляет на рынок не только отдельные строительные и отделочные материалы, но и комплектные системы — набор материалов для решения тех или иных строительных задач, будь то возведение перегородки, устройство подвесного потолка или огнезащитной облицовки конструкций. Все компоненты системы идеально подходят друг к другу; собранные вместе с правильным соблюдением технологии, они гарантируют результат, полностью соответствующий заявленным показателям — звукоизоляции, огнестойкости и др.

KNAUF
Немецкий стандарт

По вопросам крупных оптовых поставок и за консультациями по применению продукции обращайтесь в сбытовые структуры ООО «КНАУФ ГИПС»

Московская сбытовая дирекция, Красногорск, тел. +7 (495) 937 95 95;

Северо-Западная сбытовая дирекция, Санкт-Петербург, тел. +7 (812) 718 81 94;

Юго-Западная сбытовая дирекция, Новомосковск, тел. +7 (48762) 29 291;

Южная сбытовая дирекция, Краснодар, тел. +7 (861) 267 80 30;

Уральская сбытовая дирекция, Челябинск, тел. +7 (351) 774 21 45;

Восточная сбытовая дирекция, Иркутск, тел. +7 (3952) 290 032

Радиационная безопасность силикатных материалов

Один из ключевых критериев выбора строительных материалов для строительства собственного жилья – гигиеническая чистота, что подразумевает под собой радиационную и химическую безопасность. В настоящее время радиационное техногенное загрязнение среды обитания человека и аварии на ядерных объектах вызвали всплеску радиофобии среди населения в мире. Некоторые средства массовой информации, пользуясь неосведомленностью граждан в этом вопросе, формируют истерическую реакцию на тему радиации.

Прежде чем обсуждать вопросы загрязнения строительных материалов, необходимо рассмотреть основные факторы, формирующие естественный радиационный фон.

Радиоактивность – неустойчивость ядер некоторых атомов, проявляющаяся в их способности к самопроизвольным превращениям (распаду), сопровождающимся испусканием ионизирующего излучения или радиацией. Необходимо отметить, что сама радиация, воздействуя на организм, не образует в нем радиоактивных веществ и не превращает его в новый источник радиации. Таким образом, человек не становится радиоактивным после рентгеновского или флюорографического обследования. Мерой радиоактивности служит активность. Измеряется в Беккерелях (Бк), что соответствует одному распаду в секунду. Содержание активности в веществе часто оценивают на единицу массы вещества (Бк/кг) или объема (Бк/м³).

Естественный радиационный фон формируется космическим излучением и излучением радионуклидов космического и земного происхождения. Годовая доза ионизирующего космического излучения зависит от широты местности и высоты над уровнем моря. Естественная радиоактивность существует миллиарды лет, она присутствует буквально повсюду. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее образования. Любой человек слегка радиоактивен: в тканях человеческого тела источниками радиации являются ⁴⁰K и ⁸⁷Rb, причем не существует способа от них избавиться. Содержание в почве радионуклидов земного происхождения определяется как активностью исходных горных пород, так и характером почвообразования.

К естественным радионуклидам относятся ⁴⁰K, ²³²Th, ²³⁸U и дочерние продукты распада двух последних. Неравномерное распределение естественных радионуклидов (от 7 до 4700 Бк/кг) в горных породах и ископае-

мых, используемых для производства строительных материалов, обуславливает необходимость исследования строительных материалов на радиоактивность.

Помимо естественного радиационного фона человечество внесло свой вклад в радиоактивное загрязнение окружающей среды, связанное с испытаниями ядерного оружия и авариями на атомных электростанциях. Для строительных материалов антропогенные радионуклиды вообще не нормируются. При этом подразумевается полное их отсутствие.

Дополнительным фактором радиационного воздействия на человека является инертный одноатомный радиоактивный газ радон ²²²Rn, источником выделения которого является земная кора. Радон встречается во многих материалах, в том числе строительных, откуда диффундирует в окружающую среду. При нормальных условиях радон – газ без цвета, вкуса и запаха, в 7,5 раз тяжелее воздуха. Как следствие, концентрация радона в верхних этажах многоэтажных домов значительно ниже, чем на первом этаже. Радон скапливается в подвальных помещениях, станциях метро, колодцах, где его активность в воздухе более чем на порядок превышает активность в строительных материалах. Иными словами, определяющими факторами в данном вопросе является не количество выделяемого строительными материалами радона, а местоположение над уровнем моря, этажность, наличие вентиляции, регулярность проветривания, а также погодные условия, наличие снежного покрова, дожди. Влияние радона на организм человека до конца не изучено. В малых концентрациях он не оказывает вреда, напротив, в медицине используется для приготовления радоновых ванн с целью лечения заболеваний нервной системы, органов дыхания, болезней обмена веществ, гинекологических заболеваний.

В отношении радиоактивности существует много норм, причем нормы различны для рядового населения и тех, чья профессиональная деятельность связана с радиоактивностью. Далее будем рассматривать только нормы для населения, которые напрямую связаны с обычной жизнедеятельностью, опираясь на Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 05.12.96 и «Нормы радиационной безопасности (НРБ 99). Санитарные правила СП 2.6.1.1292.03».

Для строительных материалов нормируется содержание радиоактивных веществ из семейства урана

Наименование материала	Концентрация радионуклидов (средняя величина), Бк/кг			Норма выделения Бк/м ² ·h при толщине 100 мм	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K		
Силикатные изделия	11	7	384	0,6	52,8
Керамический кирпич	40	30	771	0,2	144,8
Блоки из естественной пемзы	81	59	888	0,9	233,77
Бетон (безгранитный)	55	15	415	0,4	109,9
Пенобетон	11	20	200	0,7	54,2
Естественный гипс	20	9	70	1,1	37,7
Промышленный гипс из фосфоритов	518	19	74	24,1	549,2

и тория, также калий-40 (в соответствии с НРБ-99) удельная эффективная активность ($A_{эфф}$) естественных радионуклидов в строительных материалах, используемых для вновь строящихся жилых и общественных зданий (1-й класс):

$A_{эфф} - A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085 A_K$ не должна превышать 370 Бк/кг, где A_{Ra} и A_{Th} — удельные активности радия-226 и тория-232, находящиеся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого семейств; A_K — удельная активность калия-40 (Бк/кг).

Также применяется ГОСТ 30108–94 «Материалы и изделия строительные. Определение уровня эффективной активности естественных радионуклидов», согласно которому за результат определения удельной эффективной активности в контролируемом материале и установления класса материала принимается значение $A_{эфф м}$:

$$A_{эфф м} = A_{эфф} + \Delta A_{эфф},$$

где $\Delta A_{эфф}$ — погрешность определения $A_{эфф}$.

Удельные активности естественных радикалов существенно отличаются для различных стройматериалов, более того, они зависят от места происхождения одного и того же материала. Сравнительные усредненные характеристики естественной радиоактивности различных стройматериалов представлены в таблице.

Таким образом, известь и силикатный кирпич относятся к низкорadioактивным объектам, соответствуют 1-му классу радиационной безопасности, пригодны во всех видах строительства без ограничения.

Для более наглядного представления, что такое 370 Бк/кг, или 370 распадов/с, приведем следующие данные. В 1 кг силикатного кирпича содержится приблизительно $4 \cdot 10^{25}$ атомов, и 370 из них крайне ничтожная величина. Энергия, выделенная при распаде одного

ядра урана, составляет величину порядка 10^{-12} Дж, а затрачиваемая комаром на один взмах крыла — величину порядка 10^{-7} Дж. Таким образом, энергия одного взмаха комариного крыла равна энергии, выделяемой при распаде приблизительно 10 тыс. ядер урана.

В обыденной жизни крайне мала вероятность столкнуться с источником радиации, представляющим непосредственную угрозу для здоровья. По разработанной в США шкале относительной опасности различных видов антропогенного воздействия на человека радиация находится на 26-м месте, а первые два места занимают тяжелые металлы и химические токсины.

Итак, радиация далеко не главная причина для постоянного беспокойства; любой специалист в области радиационной безопасности легко объяснит, что большинство сообщений СМИ на тему радиации не более чем способ увеличения тиражей изданий, выгодная спекуляция словами-раздражителями. Ситуацию может изменить естественная осторожность, внимательное изучение опыта и вдумчивое отношение к принимаемым техническим решениям в противовес радиофобии.

Список литературы

1. Физика микромира. Маленькая энциклопедия / Гл. ред. Д.В. Широков. М.: Советская энциклопедия, 1980. 528 с.
2. Химическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1955. Т. 4. С. 174–639.
3. Уткин В.И., Юрков А.К. Динамика выделения радона из массива горных пород как краткосрочный предвестник землетрясения // Доклад РАН, 1998. Т. 358. № 5. С. 675–680.





международный
выставочно-деловой центр
имени Карена Мурадяна

14-17
МАЯ
2013
КРАСНОЯРСК



ВЫСТАВКА

■ **СТРОИТЕЛЬНЫЕ
И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

■ **МАЛОЭТАЖНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ**

■ **ЖКХ И ЭКОЛОГИЯ**

Организатор – ВК «Красноярская ярмарка»
Официальная поддержка:






**МВДЦ «СИБИРЬ» г. Красноярск, ул. Авиаторов, 19,
тел.: (391) 22-88-611 (круглосуточно) www.krasfair.ru**



Министерство регионального развития РФ
 Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
 Центральный научно-исследовательский и проектный институт
 жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)
 ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг»



Объединенная редакция научно-технических журналов
 «Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®

III Международная научно-практическая конференция «Развитие крупнопанельного домостроения в России»

4-5 апреля 2013 г.

г. Ростов-на-Дону, Конгресс-Отель Don-Plaza



Тематика конференции:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Опыт модернизации предприятий КЖД
- Оборудование и технологии для предприятий крупнопанельного домостроения
- Гибкая технология полносборного домостроения
- Архитектурно-планировочные решения крупнопанельных домов
- Качество и энергоэффективность полносборных зданий
- Расчёт и конструирование узлов сборных панельных элементов
- Применение архитектурного бетона
- Проблемы армирования ЖБК и КЖД
- Опыт строительства крупнопанельного жилья в России

Программа конференции включает:

Пленарное заседание

Секции:

- «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»
- «Гибкая технология предприятий ДСК и КЖД»

Посещение

ЗАО «Комбинат крупнопанельного домостроения»,
 предприятие ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг»

Посещение

жилого района «Западные ворота»

Спонсоры
 конференции:



Партнеры
 конференции:



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» №3–2013 г. и «Строительные материалы»® №3–2013 г., в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Предоставление докладов до 5.03.2013

Организационный комитет:

Телефон/факс: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08

E-mail: kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3
 редакция журнала «Жилищное строительство»

Г.В. КУЗНЕЦОВА, доцент, Н.Н. МОРОЗОВА, канд. техн. наук,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Влияние компонентов известково-кремнеземистого вяжущего на связность формовочной массы для прессования

В настоящее время более 100 заводов в России выпускают силикатный кирпич [1]. За это время в ассортименте кирпича сделан акцент с одинарного на утолщенный. Появление ряда заводов по польской технологии с прессами RA-550 в 70-х гг. XX в. позволило ввести в их ассортимент камень пустотелый. Сейчас мелкоштучный кирпич плавно дополняется силикатными прессованными блоками [2].

Силикатный кирпич широко используется в различных областях строительства от жилья до промышленных и общественных зданий. Расширилась его цветовая гамма. Высокая декоративность силикатного кирпича и хорошая звукоизоляция позволяют строить здания, способные поразить своим многообразием. Производится кирпич фасонный окрашенный и неокрашенный, околотый под природный камень и колотый, обнажающий зернистую структуру.

Использование силикатного кирпича для облицовки зданий обуславливает новые требования к внешнему виду силикатного кирпича [2]. Исчерпаны далеко не все возможности силикатного кирпича как отделочного и звукоизолирующего материала.

Отечественные технологии базируются на использовании известково-кремнеземистого вяжущего собственного производства на своей извести. Кремнеземистый компонент или пески применяются в основном те, что есть в ближайшем окружении, и это, как правило, пески намывные или овражные с насыпной плотностью 1,3–1,5 т/м³, моно- или двухзерновые.

Термин «известково-кремнеземистое вяжущее» (ИКВ) стал использоваться с 1960 г. В настоящее время общепризнанно, что в силикатном бетоне вяжущим является не известь, а тонкомолотая известково-кремнеземистая смесь. Тонкомолотые компоненты, определяющие свойства вяжущего – это его составляющие: известь-кипелка, известь-пушонка, известняк или недожженная известь и молотый песок. Известь-пушонка входит в состав извести-кипелки и участвует в определении активности вяжущего. Известь-кипелка с увеличением влажности песка, применяемого в изготовлении вяжущего, и срока его хранения переходит в известь-пушонку. Активность определяет количество недожженного известняка, входящего в состав вяжущего. Изменение качества извести и количества песка влияет минералогический состав и свойства ИКВ. Изменение минералогического состава ИКВ от качества и количества составляющих представлено в табл. 1.

Использование высокоактивной извести позволяет получить ИКВ, почти не содержащее молотого известняка. Использование низкоактивной извести приводит к получению ИКВ, содержащего в равных количествах известь, песок и известняк.

Как видно из табл. 1, вяжущее активностью 32% при использовании извести разной активности может обеспечиваться разным минералогическим составом. Чем выше активность извести, тем большее количество песка можно ввести в состав ИКВ и тем меньшее количество известняка, и наоборот.

Таблица 1

Активность печевой извести	Состав по соотношению И:П											
	1:0,5			1:1			1:1,2			1:1,5		
	СаО	Добавка		СаО	Добавка		СаО	Добавка		СаО	Добавка	
		песок молотый	известняк		песок молотый	известняк		песок молотый	известняк		песок молотый	известняк
48	32	33	35	24	50	26	–	–	–	–	–	–
52,8	35,2	33	31,8	26	50	24	–	–	–	–	–	–
54	36	33	31	27	50	23	--	–	–	–	–	–
56	37,3	33	29,7	28	50	22	–	–	–	–	–	–
60	40	33	27	30	50	20	--	–	–	–	–	–
61,6	41	33	26	30,8	50	19,2	28	54	18	–	–	–
64	42,6	33	24,4	32	50	18	29	54	17	–	–	–
67,5	45	33	22	33,7	50	16,3	30,6	54	15,4	–	–	–
70	46,6	33	20,4	35	50	15	31,8	54	14,2	28	60	12
70,4	–	–	–	35,2	50	14,8	32	54	14	28,1	60	11,9
72	–	–	–	36	50	14	32,7	54	13,3	28,8	60	11,2
79,2	–	–	–	–	–	–	36	54	10	31,7	60	8,3
80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	32	60	8
90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	36	60	4

Таблица 2

Вид сырца	Сырцовая прочность, МПа, по методике ($R_{сж}^{сыр}$)	
	Два кирпича постель на постель	Один кирпич на постель
Полнотельный кирпич	0,35–0,4	0,6–0,7
Лицевой кирпич	0,45	0,8
Пустотелый кирпич	$1,25 \times R_{полн}^{сыр}$	1
Пустотелые камни	$1,5 \times R_{полн}^{сыр}$	$1,5 \times R_{полн}^{сыр}$

Исследования, проведенные ранее, ставили целью использование других кремнеземосодержащих пород, отходов промышленности и замены песка для организации производства силикатного кирпича. Результат считали по получению автоклавной прочности [3].

При производстве силикатного кирпича большое значение имеет сырцовая прочность, обеспечивающая сохранность продукции, и, как следствие, внешний вид в процессе съема с пресса и транспортировки в автоклав. Требования оптимальной сырцовой прочности в зависимости от метода испытания кирпича-сырца (полнотелого, пустотелого кирпича и пустотелого камня) объединены в табл. 2 [4, 5].

Показатели сырцовой прочности зависят от вида прессуемых изделий. Увеличение размеров изделий и пустотности ставит задачу получения требуемых сырцовых прочностей. Зарубежные технологии, базирующиеся на прямой технологии, в рецептуре используют 8–10% извести. Дальнейшее увеличение ее содержания экономически невыгодно.

Производство изделий из силикатного плотного бетона способом вибрационного формования, не требующего фиксированных показателей сырцовой прочности, обеспечивает марку 150–200 с содержанием активных СаО+MgO в смеси 4,5–6,5% [6].

Роль воды в формовочной силикатной смеси сводится к созданию дисперсной среды для коллоидных частиц, обеспечивающей адгезию к поверхности более крупных зерен и уменьшающей трение между каркасообразующими зёрнами песка [5].

В лаборатории ТСМИК КГАСУ проведены исследования влияния компонентов известково-кремнеземистого вяжущего на связность формовочной смеси при прессовании. Исследовалось влияние на связность формовочной смеси каждого ингредиента в отдельности при прессовании с усилием 20 МПа. Интервал формовочной влажности составлял 2–8%. Результат оценивался по получаемой сырцовой прочности. Для песчаной смеси использовался песок $M_{кр}=1,36$. При изготовлении образцов использовалась известь с активностью 86%.

Из результатов испытаний видно (рис. 1), что молотый песок, вводимый в песчаную смесь в количестве 20–30%, позволил получить сырцовую прочность прессованного образца в пределах 0,035–0,063 МПа. Молотый известняк, введенный в песчаную смесь в количестве 20–30%, позволил получить сырцовую прочность прессованного образца в пределах 0,15–0,32 МПа. Соответственно известь в количестве 8–10% позволила получить сырцовую прочность прессованного образца в пределах 0,14–0,32 МПа. При влажности менее 4% образцы рассыпались, а при влажности более 6% происходило снижение прочности.

Состав из молотого песка показал минимальную прочность. Молотый известняк активно участвует в повышении сырцовой прочности прессованных изделий и может частично заменить известь. Кремнеземистые

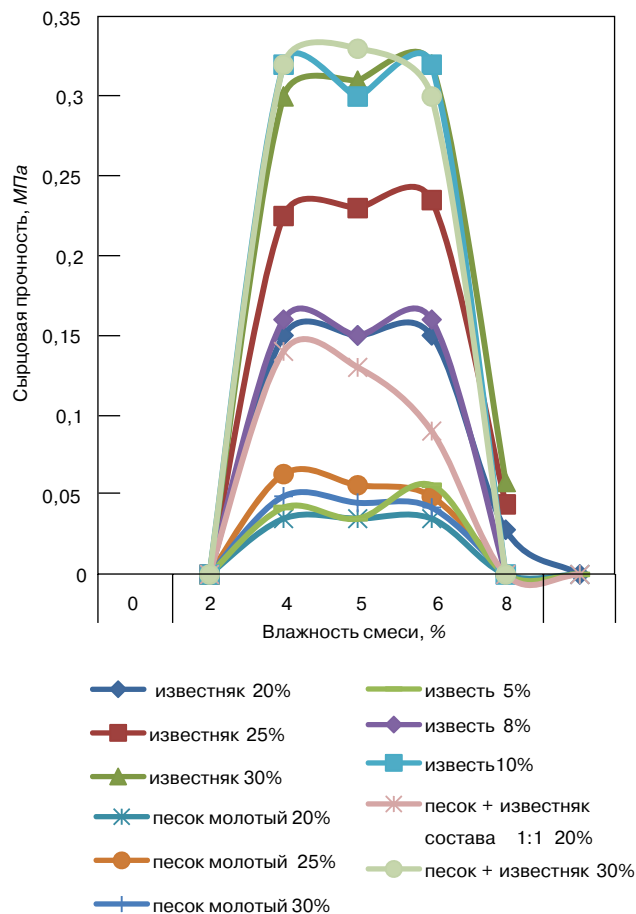


Рис. 1. Влияние составляющих известково-кремнеземистого вяжущего на связность при прессовании

тонкомолотые компоненты обладают слабыми связующими свойствами.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что известь и известняк – основные компоненты ИВК обеспечивают связность прессованной смеси.

Для подтверждения полученных результатов на известково-кремнеземистом вяжущем с разным количеством добавки молотого известняка изготовлены прессованные образцы с активностью смеси, равной $A_{см} = A_{вяж}/4$ [7]. Исследованы сырцовые параметры, и образцы запарены в автоклаве по режиму 2+6+2 при давлении 0,8 МПа.

Результаты представлены в табл. 3.

Активность снизилась с 8,2 до 5,9% за счет введенной добавки. Доля молотого песка в ИВК при этом уменьшилась. При пересчете на известь активностью 70% ее расход составил соответственно 433, 417, 396, 364, 322 и 311 кг/тыс. шт. кирпича.

Автоклавная прочность при введении добавки молотого известняка снизилась на 10–18%, но удержалась на уровне 20 МПа. Ранее проведенные испытания показывали, что прочностные характеристики образцов, приготовленных на карбонатных заполнителях и подвергнутых автоклавной обработке, в лучшем случае равны, а иногда и меньше пропаренных образцов. Образцы с заполнителем из известняка после запаривания характеризуются меньшей прочностью, чем на песке.

При работе с известью с низкой активностью не наблюдается такого вида брака, как вздутия. Но стоит увеличить активность, как этот брак появляется, т. е. формовочная смесь становится чувствительной к влажности, однако при введении молотого известняка брака не образуется.

Таблица 3

Параметры вяжущего	Количество молотого известняка, %					
	0	10	20	30	40	50
Активность вяжущего, %	32,9	31,5	30	27,7	24,4	23,5
Активность смеси, %	8,2	7,9	7,5	6,9	6,1	5,9
Доля молотого песка в вяжущем, %	50	44,4	40,1	37,2	35,2	32,6
Сырцовая прочность, МПа	0,71	0,78	0,8	0,73	0,68	0,75
Автоклавная прочность, МПа	28,1	23	24,3	25,3	25	23,9

Для исследования этого явления с вяжущим, содержащим разное количество добавки молотого известняка и при переменной влажности изготовили образцы и проверили сырцовую прочность (рис. 2).

Как видно из результатов, сырцовая прочность контрольных образцов составила 0,49–0,46 МПа при влажности 5,8–6,8%. При введении молотого известняка в состав вяжущего в количестве 10% сырцовая прочность возрастает при влажности 5,8–6,8% с 0,54 до 0,62 МПа, а при введении 20% молотого известняка, с 0,63 до 0,74 МПа, при введении 30% молотого известняка, с 0,75 до 0,92 МПа.

Данное исследование позволило получить сырцовую прочность при более низкой формовочной влажности.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено следующее:

- известь и известняк, обладающие клеящими свойствами, участвуют в формировании сырцовой прочности прессованных изделий;
- молотый известняк повышает сырцовую прочность и может частично заменить известь;
- кремнеземистый тонкомолотый компонент обладает очень слабыми связующими свойствами в обеспечении сырцовой прочности;
- молотый известняк позволяет получить оптимальную сырцовую прочность при более низкой формовочной влажности;
- производство крупных прессованных блоков, требующее сырцовую прочность не менее $1,5R_{полн}^{сыр}$, можно обеспечить введением добавки молотого известняка, являющегося часто отходом производства;
- добавка молотого известняка в ИКВ, повышая сырцовую прочность, позволяет прессовать изделия с повышенной пустотностью;
- добавка приводит к снижению автоклавной прочности, но оно незначительно и обеспечивает получение требуемой автоклавной прочности, равной 15–20 МПа.

Ключевые слова: сырцовая прочность, известняк, песок, известь, влажность, силикатный кирпич.

Список литературы

1. Пономарев И.Г. Российский рынок силикатного кирпича // Строительные материалы. № 9. 2009. С. 11
2. Шелер Р., Ферстер В., Пирогов П.П. Типоразмеры силикатного кирпича и блоков. Основные требования. Применение кирпича в России в настоящее время // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 44.

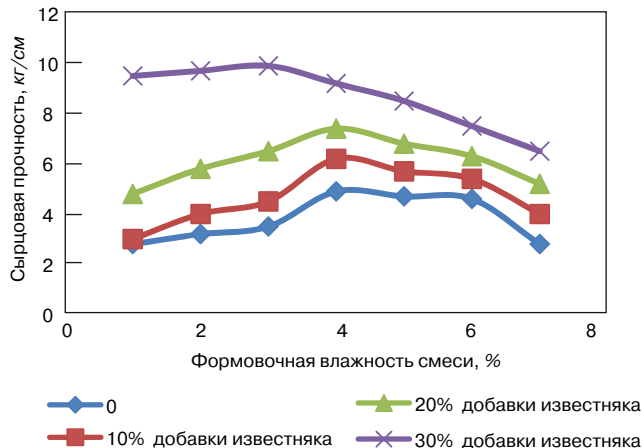


Рис. 2. Влияние добавки молотого известняка в ИКВ на сырцовую прочность в зависимости от влажности формовочной смеси

3. Куатбаев К.К. Силикатные бетоны из побочных продуктов промышленности. М.: Стройиздат. 1981. 248 с.
4. Кузнецова Г.В., Санникова В.И. Некоторые аспекты применения методики определения сырцовой прочности силикатного кирпича. // Строительные материалы. 2009. №11. С. 98.
5. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982. 384 с.
6. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2001. 528 с.
7. Кузнецова Г.В. Оптимизация расчетов составов известково-песчаной смеси для формирования силикатного кирпича // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 20.

Техноприбор ОАО

работа с сыпучими материалами


интралогические решения


специальные транспортные решения

428032, Чебоксары, Российская Федерация,
ул. Композиторов Воробьевых, 16
Т/ф: +7-8352-62-24-90;
Т: +7-8352-62-22-49

www.technopribor.com texnocon@mail.ru



Софье Федоровне Кореньковой исполняется 75 лет!

Софья Федоровна Коренькова родилась 22 декабря 1937 г. в Приморском крае. По окончании в 1961 г. Куйбышевского инженерно-строительного института им. А.И. Микояна работала на производстве технологом, начальником лаборатории.

В 1964 г. Софья Федоровна Коренькова пришла в институт НИИКерамзит на скромную должность инженера. Здесь началось ее увлечение научной работой. Она стала старшим научным сотрудником, руководителем группы. В 1973 г. С.Ф. Коренькова продолжила научную деятельность в КуИСИ на кафедре строительных материалов, где прошла путь от ассистента до заведующего кафедрой (1997–2008 гг.).

Кандидатская диссертация (1974 г.) С.Ф. Кореньковой была посвящена получению керамзитового гравия из загрязненного сернистыми примесями глинистого сырья, а в 1996 г. она успешно защитила докторскую диссертацию на тему «Теоретические и технологические принципы применения шламовых отходов в производстве строительных материалов».

На протяжении всей научной деятельности важнейшим направлением исследований Софьи Федоровны является разработка широкой гаммы материалов общестроительного и специального назначения на основе промышленных отходов и их внедрение в производство. Ею были разработаны: дорожные асфальтобетоны на базе органоминеральных шламов; технология получения легких пористых заполнителей на базе невспучивающихся глин; составы легких и тяжелых бетонов с добавкой карбонатного шлама ТЭЦ, разработанные С.Ф. Кореньковой, внедрены в производство, и на их базе выпускаются различные железобетонные конструкции на заводах ЖБИ Самары и др. Разработана и запатентована технология получения кладочных и штукатурных строительных растворов с применением карбонатсодержащего шлама водоподготовки.

Профессор, д-р техн. наук С.Ф. Коренькова ведет активную научно-педагогическую деятельность: является руководителем докторантов, аспирантов, магистров, руководит научно-исследовательскими и дипломными работами студентов. В течение ряда лет является руководителем Самарской школы материаловедов и участвует в выполнении научно-исследовательских работ по проблеме «Разработка экологически чистых технологий и утилизации отходов», развивает перспективное научное направление использования нового нанотехногенного сырья и других промышленных отходов.

Результаты научной деятельности С.Ф. Кореньковой отражены более чем в 300 работах, в том числе монографиях и учебных пособиях. Она является автором 35 авторских свидетельств и патентов. Под ее руководством подготовлены и защищены 15 кандидатских и 12 магистерских диссертаций.

С.Ф. Кореньковой присвоено звание «Почетный работник высшей школы», «Заслуженный изобретатель СССР», она является академиком Международной академии МАНЭБ, членом-корреспондентом Российской экологической академии.

Ректорат, коллектив кафедры строительных материалов СГАСУ, редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»[®] сердечно поздравляют Софью Федоровну Коренькову с юбилеем и желают благополучия и дальнейших творческих успехов.

УДК 553.57:691.217

Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, д-р техн. наук, М.Н. БАРАНОВА, канд. техн. наук,
С.Ф. КОРЕНЬКОВА, д-р техн. наук, Самарский государственный
архитектурно-строительный университет

Свойства кремнистых пород

По распространению, запасам и опыту применения кремнистые породы представляют большой интерес. Наиболее полная классификация кремнистых (или опал-кристаллитовых) пород предложена У.Г. Дистановым [1], в которой выделено две группы.

К первой группе относятся породы, состоящие из кремниевых скелетов микроорганизмов (панцирей диатомовых водорослей, радиолярий, спикул губок): диатомиты, спонголиты, радиоляриты. Ко второй группе — породы химического осаждения, представленные бесструктурными, глобулярными частицами опала: опоки, трепелы. Спонголиты и радиоляриты менее востребованы ввиду малых запасов.

Существенный вклад в изучение структуры и свойств кремнистых пород внесли С.И. Дружинин, Е.В. Костырко, В.Н. Иваненко, А.А. Крупин, У.Г. Дистанов, И.В. Хворова, А.Л. Дмитрук и другие. Однако химический и минералогический состав, особенности микро- и макроструктуры разных групп были изучены недостаточно.

Наиболее полные всесторонние исследования по ряду месторождений кремнистых пород были проведены начиная с 1980-х гг. НИИКерамзит и на кафедре строительных материалов Самарского государственного

архитектурно-строительного университета. По результатам исследований 35 месторождений кремнистых опал-кристаллитовых пород европейской территории Российской Федерации, а также 75 проявлений кремнистых месторождений севера Тюменской области М.Н. Барановой установлено изменение микро- и макроструктуры, минерального и химического составов [2]. Были изучены окремненные, нормальные и выветрелые опоки; плотные и рыхлые трепелы; диатомиты и глинистые диатомиты; а также кремнистые глины.

Исходный вид, а также макро- и микроструктура характерных представителей кремнистых пород представлены в табл. 1, а их основные свойства в табл. 2.

Опоки — легкие плотные тонкопористые породы, состоящие из мельчайших, размером менее 0,005 мм, изометрических и неправильных частиц опал-кристаллитового состава. Цвет: от темно-серых до светло- и желто-серых для выветренных разновидностей.

Поровое пространство между блоками и глобулами в опоках имеет трещинно- и шелевидную форму с сообщающимися каналами. Распределение пор неравномерное. У светлых и выветрелых опок, как правило, развиты макропоры.

Таблица 1

Макро- и микроструктура кремнистых пород

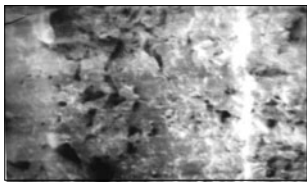
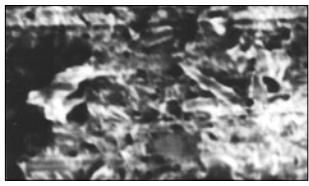
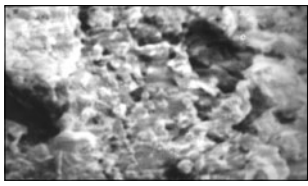
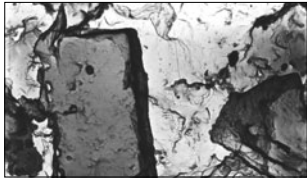
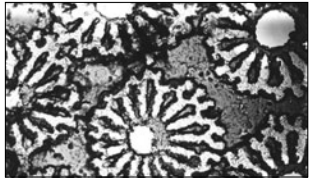
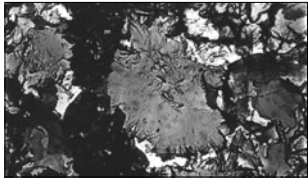
	Опока Балашейского месторождения (нормальные опоки)	Диатомит Шапловского месторождения	Трепел Табьяхинского месторождения (рыхлые трепелы)
Макроструктура породы, х 72			
Микроструктура породы, х 25000			

Таблица 2

Основные свойства кремнистых пород

Показатель	Основные свойства кремнистых пород		
	Опоки	Трепелы	Диатомиты
Средняя плотность, г/см ³	1,2–1,6 [1] 1–1,4 [2]	0,7–1,2 [2]	0,25–0,7 [1] 0,43–0,8 [2]
Истинная плотность, г/см ³	2–2,2 [2]	2,2–2,5 [2]	2–2,6 [2]
Пористость, %	Менее 60 [1] 15–50 [2]	60–64 [2]	90–92 [2]
Размер пор, Å	30–100 [2] С мелкими порами Преобладающий радиус переходных пор 15–45 [2]	До 100 [1] 30–60 и более [2] С мелкими порами	До 1000 С крупными порами
Удельная поверхность, м ² /г	≥ 110	60–90	20–50
Прочность при сжатии, кг/см ²	50–160 [1] 20–40 [2]	28–32 [1] 30–35 [2]	7,3–34,3 [1] 5–35 [2]
Твердость по шкале Мооса	3–6		1–3
Пластичность	Не пластичные	Пластичные	Среднепластичные
Физическое состояние	Окремнелые, нормальные, мягкие	Рыхлые	Мягкие

Микроструктура опок глобулярная, с глобулами опала, пронизанными кристаллами кристобалита. Они характеризуются псевдоупорядоченным блочным строением с сообщающимися каналами (табл. 1). Наряду с этим микрочастицы опок могут иметь вид призматических блоков. По мнению М.Н. Барановой, блоки представлены криптокристаллическим веществом из опала и кристаллов кварца. В этом криптокристаллическом веществе присутствуют многочисленные включения зерен кварца, иногда полевого шпата, а также равномерно распределенные агрегаты глинистых минералов, чаще всего гидрослюдистого состава.

Диатомиты – легкие тонкопористые породы, сложенные мельчайшими опаловыми обломками скелетов диатомовых водорослей. Окраска светло-серая, светло-кремовая.

Макроструктура диатомитов отличается более развитой и равномерно распределенной микропористостью.

Микроструктура диатомитов имеет органогенное строение с многочисленными микропорами сферических форм, равномерно распределенными в преобладающей массе (табл. 1).

При петрографическом исследовании в проходящем свете микроскопа преобладающая масса (до 50%) представлена хорошо сохранившимися остатками диатомий в виде округлых, правильно сферических, треугольных, цилиндрических форм и обломков из этих форм.

Все они состоят из опала, а пустотные пространства в них заполнены глинистыми минералами (гидрослюды с возможной примесью монтмориллонита). В породе равномерно присутствуют включения мелких угловатых зерен кварца и полевого шпата, а иногда округлые зерна глауконита.

Трепелы – легкие тонкопористые породы. Они являются разновидностью опоки, но меньшей плотности. По внешнему виду напоминают диатомиты. Цвет светло-серый с темно- и буровато-серым оттенком.

Микроструктура трепелов неоднородная. Характеризуется неупорядоченным распределением псевдоизометрических частиц опала, агрегатами полиминеральных глин с трещинками и порами (табл. 1). Петрографическое исследование в поляризованном свете микроскопа показало преобладание бесструктурных частиц опала и кристобалита со следами растворения поверхности.

Из рассматриваемых разновидностей опоки имеют наименьшую пористость и относятся к наиболее тяжелым (самые высокие значения средней плотности) кремнистым породам. Величина пористости колеблется в пределах 15–50%. В диатомитах самая высокая пористость из кремнистых пород – 90–92%. Трепелы занимают промежуточное положение. Истинная плотность изменяется в небольших пределах и зависит от содержания обломочных материалов.

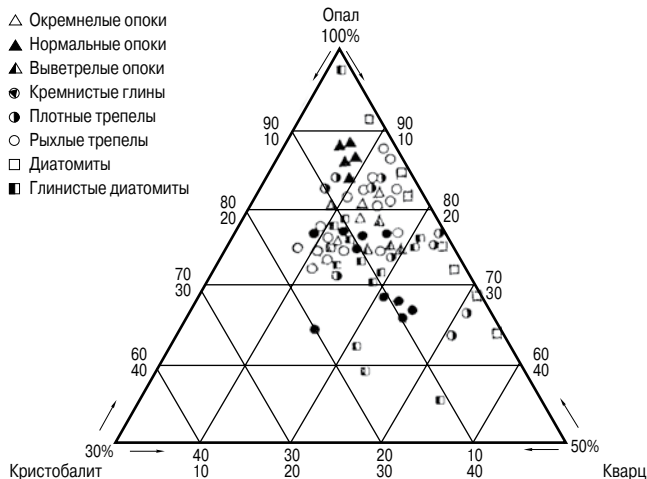


Рис. 1. Минеральный состав кремнистых пород

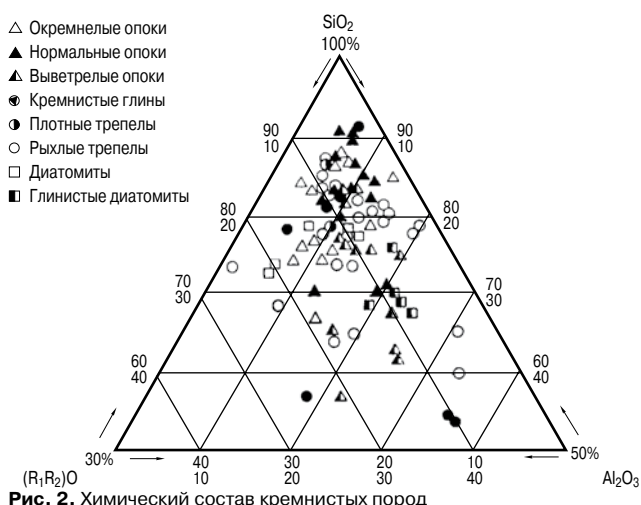


Рис. 2. Химический состав кремнистых пород

Ополки и трепелы имеют мелкие поры от 30 до 100Å. Размер пор в диатомитах на порядок выше – до 1000Å, и они относятся к породам с крупными порами.

Удельная поверхность прежде всего определяется размерами пор. Наибольшее значение (более 100 м²/г) характерно для опок, несколько меньшее – для трепелов. Диатомиты, несмотря на наибольшую пористость, имеют удельную поверхность в несколько раз меньше.

Прочность определяется количественным соотношением основных компонентов, степенью метаморфизации пород, а также пористостью и варьируется в широких пределах. Высокие показатели (до 14 МПа) имеют наиболее плотные разновидности опок, а наименьшие – 2–3 МПа – светлые выветрелые разновидности. Самая низкая прочность у диатомитов. Стабильные прочностные показатели характерны для трепелов.

Твердость пород определяется их прочностью. Ополки характеризуются большой твердостью. Твердость по шкале Мооса колеблется от 3 до 6. Они крепкие, звонкие при ударе, с полураковистым и раковистым изломом, не пластичные. Диатомиты – породы мягкие, среднепластичные. Твердость по шкале Мооса колеблется от 1 до 3. Трепелы – рыхлые пластичные породы.

Водонасыщение и степень размягчения опок варьируются в широких пределах.

Адсорбционные свойства и гидравлическая активность кремнистых пород зависят от микропористости и содержания аморфного кремнезема. Гидравлическая активность по связыванию СаО составляет: для опок – до 200, трепелов – до 100 и диатомитов 60–80 мг/г.

Таблица 3

Содержание основных минералов в кремнистых породах

Вид кремнистой породы	Номер на рис. 2	Содержание минералов, мас. %		
		Опал	Кварц	Кристобалит
Исходные кремнистые породы				
Окремненные ополки	1	84–88	6–10	4–7
Нормальные ополки	2	78–83	12–13	4–12
Плотные трепелы	5	64–84	13–31	3–15
Диатомиты	7	64–92	8–35	0–2
Кремнистые породы, подверженные разной степени выветривания				
Выветрелые ополки	3	75–78	15–20	6–10
Рыхлые трепелы	6	73–87	8–18	2–17
Кремнистые глины	4	65–77	9–25	6–20
Глинистые диатомиты	8	56–98	3–35	1–17

Таблица 4

Минеральный состав кремнистых пород

Минеральный состав	Минерал	Наличие минералов в кремнистых породах			
		Ополки	Диатомиты	Трепелы	
Основные минералы	Опал	+	+	+	
	Кварц	+	+	+	
	Кристобалит	+	–	+	
Примеси и включения	Часто встречаются	Полевые шпаты	+	+	+
		Гидрослюда	+	+	+
		Гематит	+	+	–
		Каолинит	+	+	–
		Монтмориллонит	+	+	+
		Тридимит	+	–	+
	Редко встречаются	Глауконит	+	–	–
Цеолит		–	–	+	

Кремнистые породы состоят из трех основных минералов: опала, кварца и кристобалита. Преобладающим является аморфный кремнезем – опал (SiO₂xnH₂O). В зависимости от условий образования различают две разновидности опала: опал, который отлагается при относительно низкой температуре из воды, содержащей кремнезем, и в большинстве случаев представлен затвердевшим коллоидным кремнеземом, образованным за счет осаждения коллоидных частиц; и опал, который содержится в губках, радиоляриях и диатомовых водорослях.

Расположение исследованных кремнистых пород на диаграмме опал-кристобалит-кварц приведено на рис. 1.

Все исследованные кремнистые породы были условно разделены на две группы: исходные кремнистые породы, кремнистые породы разной степени выветривания. В результате петрографического и количественного рентгеноструктурного анализа выявлено содержание минералов в исследуемых породах (табл. 3).

Данные табл. 3 показывают, что преобладающим минералом кремнистых пород является опал. Кроме основных минералов, в кремнистые породы в виде примесей и включений входят полевые шпаты и гидрослюда. Часто встречаются гематит, глинистые минералы каолинит и монтмориллонит. В опоках и трепелах может присутствовать тридимит. Глауконит обнаружен в опоках, а цеолит – в трепелах (табл. 4).

Минеральный состав кремнистых пород определяет химический состав. Предельные содержания оксидов в исследуемом кремнистом сырье по результатам химического анализа приведены в табл. 5.

Пределы содержания оксидов в главных группах кремнистых породах

Вид кремнистой породы	Содержание оксидов, мас. %						ППП
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	(R, R ₂)O				
			Fe ₂ O ₃ (общ.)	CaO	MgO	R ₂ O	
Опоки	79–84	3–6	1,8–3,3	0,4–0,8	1,3–1,7	2–5	3,1–5,8
Диатомиты	66–78	5–7	3,2–4,8	0,2–0,8	2,5–3,8	1,5–4,5	6,3–8,9
Глинистые диатомиты	68–73	5–10	4,4–5,2	1,4–1,7	1,5–3	1,7–4,6	9–10
Трепелы	48–61	12–16	6,1–12,2*	1–1,9*	2,5–4*	3–5,5*	8–13*

Таблица 6
Пределы содержания оксидов SiO₂, Al₂O₃ и (R, R₂)O в кремнистых породах

Вид кремнистой породы	Номер на рис. 2	Содержание оксидов, мас. %		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	(R, R ₂)O
Исходные кремнистые породы				
Окремненные опоки, нормальные опоки	1, 2	70–92	5–20	4–18
Плотные трепелы	5	78–87	5–10	8–12
Диатомиты	7	73–78	5–14	9–22
Кремнистые породы, подверженные разной степени выветривания				
Выветрелые опоки	3	62–78	11–26	5–22
Рыхлые трепелы	6	60–87	2–34	2–25
Кремнистые глины	4	54–92	5–37	2–25
Глинистые диатомиты	8	48–76	6–12	6–12

Каждая группа кремнистого сырья занимает определенное место на диаграмме SiO₂ – Al₂O₃ – (R, R₂)O, представленной на рис. 2.

Пределы содержания SiO₂, Al₂O₃ и (R, R₂)O в химическом составе кремнистых пород приведены в табл. 6.

Данные табл. 6 показывают, что преобладающим оксидом в кремнистых породах является SiO₂, вторым преобладающим компонентом является – Al₂O₃. Максимальное содержание SiO₂ – у опок и кремнистых глин. Минимальное – у глинистых диатомитов (до 76%). Диапазон изменения SiO₂ у опок наиболее широкий (от 70 до 92%), а у диатомитов – самый узкий (от 73 до 78%). Трепелы занимают промежуточное положение. Диапазон изменения расширяется при выветривании. Самый большой интервал у кремнистых глин (от 54 до 92%).

При выветривании диапазон содержания (R, R₂)O расширяется и в рыхлых трепелах и кремнистых глинах может достигать 25%. По сравнению с исходными кремнистыми породами в рыхлых трепелах и кремнистых глинах минимальное содержание понижается до 2%. Такие значения можно объяснить меньшим содержанием (R, R₂)O в примесях и включениях, попадающих в исходные кремнистые породы при их выветривании.

Происхождение пород оказывает существенное влияние на их структурные особенности. И.В. Хворова и А.Л. Дмитрук [4], изучая микроstructures кремнистых пород электронно-микроскопическими методами, установили, что в диатомитах микроstructure неоднородная, имеет губчатую поверхность, а кристалломорфные кремнистые частицы отсутствуют. Микроstructure опок, по мнению этих авторов, сложная глобулярная, встречаются участки коллоидного строения. Для многих образцов характерно сгустково-глобулярное строение или микрофрагментарное.

По Р.К. Айлеру и У.А. Диру [3], опал состоит из чрезвычайно малых частиц или пористых агрегатов с развитой внутренней поверхностью.

Структура, пластичность, размоkanie

Опоки. При петрографическом исследовании установлено различие в структуре исследованных опок: от плотной с раковистым изломом до рыхлой с землистым изломом.

Диатомиты. Все пробы исследуемых диатомитов размокают в воде, по числу пластичности относятся к среднепластичному сырью.

Трепелы. В структуре исследуемых трепелов преобладает разрыхленное строение, часто с землистым изломом. При петрографическом исследовании наблюдается формирование сложных коллоидных агрегатов.

Основные свойства разнородности кремнистых пород представлены в табл. 2. По генезису, макро- и микроstructure породы отчаются, что проявляется в свойствах и влияет на область их применения. В настоящее время использование кремнистых пород в производстве строительных материалов стремительно расширяется [5–8]. Их используют в производстве силикатного кирпича в качестве кремнеземистого заполнителя, в производстве керамических стеновых материалов, как методом пластического формования, так и полусухим прессованием, получая при этом широкую номенклатуру изделий, от облицовочных до теплоизоляционных. Учитывая широкое распространение и большие запасы кремнистых пород, их вовлечение в производство строительных материалов будет расширяться.

Ключевые слова: кремнистые породы, свойства, химический и минеральный состав, пористость, макроstructure, микроstructure.

Список литературы

1. Кремнистые породы СССР / отв. ред. У.Г. Дистанов. Казань: Татарское кн. изд-во, 1976. 412 с.
2. Баранова М.Н. Возможности получения заполнителей бетонов из кремнистых пород / Новые технологии строительного производства и систем транспортирования газа: Труды Самарского филиала секции Строительство РИА. Вып. 4. Самара, 1996. С. 169–174.
3. Айлер Р. Химия кремнезема М.: Мир, 1982. С. 545–555.
4. Хворова И.В., Дмитрук А.Л. Микроstructure кремнистых пород. М.: Наука, 1972. 84 с.
5. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строительные материалы. 2007. № 2. С. 31–33.
6. Котляр В.Д., Талпа Б.В., Черевкова Я.В. Перспективы производства силикатного кирпича с улучшенными теплофизическими свойствами на основе кремнистых пород // Строительные материалы. 2008. № 11. С. 57–58.
7. Котляр В.Д. Классификация кремнистых опоквидных пород как сырья для производства стеновой керамики // Строительные материалы. 2009. № 3. С. 36–39.
8. Ашмарин Г.Д., Ласточкин В.Г., Илюхин В.В., Минаков А.Г., Татьяначиков А.В. Инновационные технологии высокоэффективных керамических строительных изделий на основе кремнистых пород // Строительные материалы. 2011. № 7. С. 28–30.



К 60-летию Сергея Николаевича Кучихина

Исполнилось 60 лет С.Н. Кучихину, д-ру экономических наук, канд. техн. наук, почетному строителю России, вице-президенту Союза строителей России, президенту холдинга «Строймаш-Вибропресс».

Сергей Николаевич Кучихин родился в г. Кимры Тверской области. По окончании в 1975 г. Московского института инженеров транспорта (МИИТ) работал в различных строительных организациях, где прошел путь от инженера до руководителя. Высокий профессионализм и организаторские способности были отмечены руководством отрасли, и в 1987 г. С.Н. Кучихин был приглашен на работу в Министерство оборонной промышленности на должность начальника управления.

В 1990 г. С.Н. Кучихина назначили генеральным директором объединения «Строймаш», в который входили машиностроительные предприятия оборонного комплекса. В 1994 г. Сергей

Николаевич возглавил совместное российско-испанское предприятие «Строймаш-Вибропресс», выросшее в многофункциональный холдинг, президентом которого в настоящее время является.

За годы работы в строительном комплексе Сергей Николаевич Кучихин много сделал для сохранения и развития его машиностроительной базы. В 1995 г. он по решению Министерства строительства РФ возглавлял Программу структурной перестройки промышленной базы стройиндустрии, являлся соавтором Государственных программ «Жилище» и «Доступное жилье», руководил разработкой комплексных региональных программ по созданию базы стройиндустрии в республиках Татарстан, Башкортостан, Кабардино-Балкария, Чечня, Ингушетия, в Ставропольском крае.

С.Н. Кучихин – автор бизнес-проекта «Домостроительный комбинат XXI века». Предприятиями, входящими в холдинг «Строймаш-Вибропресс», построено 68 домостроительных комплексов в Чеченской Республике, Ставропольском крае, Московской и Ленинградской областях, в Челябинске, г. Старый Оскол Белгородской обл., г. Новокузнецке Кемеровской обл. и др. Реконструировано более 200 предприятий.

Сергей Николаевич Кучихин – автор 23 патентов на изобретения и на полезную модель, им опубликовано множество статей не только по технике и технологии, но и по стратегии развития промышленной базы строительства. Он автор более 50 проектов каркасного домостроения с использованием зарубежного опыта. Выпущенная в 2010 г. книга «Производство железобетонных преднапряженных изделий на длинных стендах. Варианты расчетов конструкций» сразу стала бестселлером.

Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»[®], коллеги сердечно поздравляют Сергея Николаевича Кучихина с 60-летием, желают ему здоровья, неиссякаемой энергии и успехов в деле развития строительной индустрии России.

Запущено первое в РФ производство стеклокомпозитных оконных профилей

В столице Республики Мордовия Саранске начато серийное производство оконных профилей из стекловолоконного композита – стеклокомпозита.

Производством будет заниматься ООО «Новые Композитные Материалы» – проектная компания, получившая финансирование из венчурного фонда Республики Мордовия.

ООО «НКМ» впервые в России разработало и организовало производство широкой номенклатуры профилей для производства окон, балконных рам, распашных дверей. На производстве установлены две пултрузионные линии компании Pultrusion Concepts (США), каждая из которых способна выпускать до 1,5 м профиля в минуту. В производстве находятся четыре профиля: рамы (коробки), imposta и створки – оконной и балконной дверной.

Большинство светопрозрачных конструкций – оконных блоков выполнено из разнородных материалов: дерева, стекла, алюминия (стали) и стекла, поливинилхлорида и стекла. Стеклокомпозитный переплет оконного блока на 60% состоит из стекловолокна и имеет близкие термические коэффициенты линейного расширения с флоат-стеклом, образующим стеклопакет. Поэтому такие характеристики окна с блоками со стеклокомпозитными переплетами, как звукоизоляция, воздухо- и водонепроницаемость, не зависят от климатических условий и сохраняются неизменными зимой и летом и не требуют сезонной регулировки фурнитуры.

Механические свойства (прочность при растяжении и изгибе) стеклокомпозита очень высоки, соответствуют уровню стали. Стеклокомпозитные оконные профили не требуют дополнительного армирования, как профили из ПВХ. По результатам испытаний долговечность стеклокомпозитных оконных профилей превышает 50 условных лет.

По итогам 2012 года цементная отрасль России выйдет на докризисный уровень

Согласно реалистичному прогнозу специалистов ИА INFOLine, составленному в ходе исследования «Цементная отрасль России 2012–2015 гг. Инвестиционный климат. Логистика и структура потребления цемента», совокупный объем потребления цемента в России по итогам 2012 г. составит около 62 млн т. При этом 95% потребления будет обеспечено российскими производителями, в то время как остальные 5% придутся на импортные поставки (преимущественно из Турции и Беларуси).

Традиционно самая большая доля потребления цемента у Московского региона (Москва и Московская область):

в 2012 г. на долю этого региона приходится около 18% от общего объема потребления цемента в России. На втором месте по объемам потребления цемента в 2012 г. находится Краснодарский край, где потреблялось около 10%. В первую пятерку крупнейших регионов-потребителей также вошли Санкт-Петербург, Свердловская область и Республика Татарстан.

Лидерство в сфере производства цемента в 2012 г. удерживает Белгородская область, где производится около 10% всего цемента; второе и третье места занимают Краснодарский край и Республика Мордовия соответственно.

По материалам информационного агентства INFOLine

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**«ЕВРОЦЕМЕНТ груп»
наградил лучших аспирантов**

Холдинг «ЕВРОЦЕМЕНТ груп» наградил победителей III Международного конкурса молодых ученых и аспирантов, прошедшего в рамках выставки «ЕвроСет-2012».

Победителями семинара-конкурса молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонных и сухих смесей, стали Сергей Котов, номинированный на 1-ю премию «За лучшую работу в сфере применения инновационных подходов к модернизации цементных предприятий», и Александр Бойко, занявший второе место.

Цель «ЕВРОЦЕМЕНТ груп» — это энергоэффективное и экологически безопасное производство. В этом направлении компания не только ориентируется на лучшую мировую практику, но и активно сотрудничает с молодыми учеными и внедряет инновационные решения. Поддержка молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей, является важным

направлением по работе холдинга с молодыми специалистами. Работы победителей конкурса впоследствии получат возможность быть реализованными на действующих предприятиях отрасли.

Холдинг «ЕВРОЦЕМЕНТ груп» традиционно поддерживает молодых специалистов как отрасли в целом, так и собственных молодых сотрудников. Так, в компании реализуется программа поддержки молодых специалистов «Окрыленные успехом», которая охватывает 16 регионов присутствия холдинга. В рамках программы ежегодно проводятся научно-технические конференции по обмену опытом и наставничеству, а также тренинги и семинары для молодых сотрудников предприятий. На них молодые специалисты представляют научные работы по менеджменту, логистике, применению энерго- и ресурсосберегающих технологий на цементном производстве.

По материалам пресс-службы «ЕВРОЦЕМЕНТ груп»

**Holcim (Rus) объявляет о новом
инвестиционном проекте**

Holcim (Rus) объявляет о новом инвестиционном проекте по реконструкции и модернизации своего цементного завода в г. Вольске (Саратовская область) — ОАО «Вольскцемент». Решение об инвестициях в размере 350 млн евро было принято исполнительным комитетом Holcim Ltd. с целью реконструкции и модернизации существующего завода с использованием передовых технологий, установки новейшего технологического оборудования, повышения качества выпускаемой продукции и существенного снижения вредного воздействия на окружающую среду. Вольский проект модернизации завода включает установку новой производственной линии по полусухому способу производства производительностью 4,5 тыс. т в день. Новый проект будет внедрен на заводе в

соответствии со стратегией развития компании, концепцией социальной и экологической ответственности и при полном соблюдении законодательства об охране окружающей среды, охране труда и промышленной безопасности, а также гарантии эксплуатационной надежности. Разработку предпроектной и проектной документации планируется завершить в 2013 г. Период строительных работ займет ориентировочно два года. Ввиду того что реконструкция завода в основном будет происходить с минимальной остановкой существующего производства, проект планируется разбить на этапы. Начало строительных-монтажных работ ожидается во II квартале 2013 г., пуск в эксплуатацию новой линии предполагается в III квартале 2016 г.

По материалам ОАО «Хольцим Рус»

ГВСУ «Центр» модернизирует производство

ГВСУ «Центр» подписал контракт на поставку новых технологических линий для 198-го комбината железобетонных изделий (198 КЖИ) в г. Можайске (Московская область). Сумма контракта составляет более 7,3 млн евро.

В рамках подписанного ранее с фирмой Sommer (Германия) меморандума о модернизации производства ГВСУ «Центр» заключило контракт на поставку полностью автоматизированной технологической линии циркуляции поддонов для изготовления массивных железобетонных изделий. В результате производственная мощность предприятия возрастет до 90 тыс. м³ в год. Запуск линии запланирован на ноябрь 2013 г.

Всего на модернизацию 198 КЖИ будет потрачено 9,4 млн евро. Инвестиции направят на строительство нового производственного цеха, обновление технологических линий и создание нового арматурного производства.

По итогам реализации программы модернизации в ГВСУ «Центр» ожидают рост производительной мощности к 2013 г. до 550 тыс. м² в год (в 2012 — 360 тыс. м²), уменьшения трудоемкости производства (экономии энергии, трудозатрат и пр.) — до 30%, снижения стоимости производства одного кубометра ЖБИ — на 18–20%.

По материалам пресс-службы ГВСУ «Центр»

Рынок контрафакта к 2015 г. вырастет

Эксперты признают, что очень трудно оценить объем мирового рынка контрафактной продукции, поскольку это нелегальный, черный рынок. Проведенные исследования Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) показывают, что всемирный рынок контрафактной и пиратской продукции составляет около 860 млрд USD. Оценки же на 2015 г., основанные на росте торговли, расширении покупательской базы и распространении Интернета, составляют 1,5 трлн USD. Поддельная и контрафактная продукция и пиратство не являются проблемой исключительно в России. Это всемирная проблема, которая влияет на все страны и затраги-

вает все секторы. Контрафактные товары составляют около 20% всей продукции на российском рынке. Если посмотреть по сферам экономики, то по промышленности и продовольственным товарам контрафакт составляет примерно 15–17%, в текстильной и легкой промышленности доля контрафактной продукции доходит до 30%. Большая часть контрафакта поступает в Россию из стран Юго-Восточной Азии, в частности из Китая, транзитом через Казахстан и другие азиатские страны. Так же активно заняты в производстве «серой» продукции выходцы из КНР, живущие в России.

По материалам информационного агентства «РосБизнесКонсалтинг»

Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 2012 г.*

Отраслевые проблемы материальной базы строительства
Актуализация нормативной документации как одна из приоритетных задач Ассоциации производителей силикатных изделий № 9. С. 34
Баталин Б.С., Карманов В.В., Кетов А.А. Пожарная опасность пенополистирола самозатухающего .. № 8. С. 69
Горохов С.В. Практика выхода крупного предприятия стройиндустрии на оптовый рынок электроэнергии и мощности № 10. С. 68
Жерновский И.В., Строкова В.В. Некоторые вопросы понятийного аппарата наносистемного строительного материаловедения № 3. С. 8
Клюцина О.М. Государственная поддержка модернизации цементной промышленности: принципы и критерии выбора предприятий № 7. С. 76
Курденкова И.Б., Трофименко Ю.В., Чернобровкин П.В. Проблемы радиационно-гигиенической оценки каменных материалов № 1. С. 48
Ланге Й. Инвестиционный климат в российском стройкомплексе глазами зарубежного предпринимателя № 2. С. 16
Лощенко А.Л. Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года как основа сбалансированного развития строительной индустрии № 10. С. 46
Нейман С.М. Новые формы отношений науки и производства в хризотилцементной отрасли № 3. С. 35
Пугин К.Г. Вопросы экологии использования твердых отходов черной металлургии в строительных материалах № 8. С. 54
Рабинович Ф.Н. Какой бетон нужен строителям? .. № 6. С. 77
Федулов А.А. О государственных стандартах России на сухие строительные смеси № 1. С. 19
Шилова Л.А., Соловьев Д.А. Использование и размещение объектов приливной энергетики .. № 6. С. 34
Янковский Л.В. Долговечность цементных бетонов в свете перехода на европейские стандарты № 1. С. 16

Материалы и конструкции

Абызов А.Н., Рывгин В.М., Абызов В.А., Перепелицын В.А., Григорьев В.Г. Жаростойкие и огнеупорные бетоны на основе вяжущих и заполнителей из шлаков ферросплавного производства № 11. С. 67
Артамонова Т.А., Савченкова Г.А., Пашуныкина О.В. Герметизирующие материалы серии Абрис® для защиты транспортных сооружений № 3. С. 70
Асадуллина З.У. Механизм старения и пластификации вторичного битума гудроном № 1. С. 51
Бабков В.В., Гафурова Э.А., Резвов О.А., Асянова В.С., Ломакина Л.Н. Состав продуктов высолообразования из наружных стен на основе вибропрессованных бетонных изделий № 11. С. 74
Бабков В.В., Латыпов В.М., Ломакина Л.Н., Шигапов Р.И. Модифицированные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости и гипсокерамзитобетонные стеновые блоки для малоэтажного жилищного строительства на их основе № 7. С. 4
Баранов И.М. Достоинства и проблемы магнезиальных полов № 1. С. 4
Баранов И.М. Композиционные минералполимерные строительные материалы на основе акриловых сополимеров № 2. С. 68

Безручко С.К., Безлер Ю. Энергосбережение и снижение стоимости в строительстве с помощью инновационной химии № 8. С. 76
Белов В.В., Курятников Ю.Ю., Образцов И.В. Сухие готовые смеси для получения газозолобетона с оптимизированной структурой связующей матрицы № 7. С. 94
Бердов Г.И., Ильина Л.В., Зырянова В.Н., Никоненко Н.И., Сухаренко В.А. Влияние минеральных микрозаполнителей на свойства строительных материалов № 9. С. 79
Бессонов И.В. Характеристики влагопереноса пеногипса № 7. С. 34
Бессонов И.В., Сапелин А.Н. Коэффициенты структуры как критерий оценки теплотехнического качества строительных материалов № 6. С. 28
Богданов М.Н. Универсальная металлическая сетка Родмеш, используемая для различных типов армирования № 10. С. 18
Богдановский А.Л., Пищик А.В. Применение глин месторождения Большая Карповка в производстве строительной керамики № 5. С. 22
Бондаренко Г.В., Грызлов В.С., Каптюшина А.Г. Методика получения многокомпонентного минерального вяжущего на основе техногенных отходов промышленности № 3. С. 26
Варфоломеев А.Ю. Учет динамики биологической деструкции древесины при расчете эксплуатируемых конструкций № 7. С. 107
Величко Е.Г. Морозостойкость бетона с оптимизированным дисперсным составом № 2. С. 81
Величко Е.Г. Структурные зависимости морозостойкости ячеистого бетона № 4. С. 73
Верховский А.А., Нанасов И.И., Елизарова Е.В., Гальцев Д.И., Щередин В.В. Мультифункциональное стекло как фактор энергосбережения № 6. С. 44
Вешнякова Л.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Михайлова О.Н., Махова Т.А. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов № 10. С. 53
Возный С.И., Крылов В.К., Евтеева С.М., Артеменко А.А. Рецептуры термопласта для дорожной разметки № 11. С. 38
Войтович В.А., Яворский А.А. Реалии и перспективы силикатного кирпича № 4. С. 62
Вылегжанин В.П., Пинскер В.А. Составные панели из автоклавного газобетона № 4. С. 12
Выгчиков Ю.С., Дементьева А.А., Горин В.М. Теплофизический расчет трехслойной керамзитобетонной стеновой панели № 11. С. 82
Гнип И.Я., Веялис С., Вайткус С. Теплопроводность полистирольного пенопласта (ВПС) при средней температуре +10°C № 4. С. 56
Голунов С.А., Сивков С.П. Причины снижения адгезии базовых штукатурных составов к минераловатным плитам в фасадных теплоизоляционных композиционных системах № 8. С. 72
Гришина А.Н., Королев Е.В. Прочность жидкостекольных композитов, отвержденных ферроборовым шлаком № 6. С. 68
Гуров Н.Г., Наумов А.А., Иванов Н.Н. Пути повышения морозостойкости кирпича полусухого прессования № 3. С. 40

* В указатель не вошли статьи, опубликованные в данном номере. Содержание номера см. на с. 1–3.

- Гуров Н.Г., Наумов А.А., Юдин А.Н.** Повышение морозостойкости керамического камня полусухого прессования минеральной модифицирующей добавкой № 5. С. 78
- Гурьева В.А., Прокофьева В.В.** Строительная керамика на основе композиции техногенного серпентинитового сырья и низкосортных глин № 8. С. 20
- Гусев Б.В., Ин Иен-Лянь С., Кривобородов Ю.Р.** Повышение активности золосодержащих цементов и бетонов на их основе № 8. С. 60
- Дамдинова Д.Р., Павлов В.Е., Алексеева Э.М.** Пеностекло как основа для получения облицовочных материалов с регулируемой поровой структурой № 1. С. 44
- Данильян Е.А., Асельдеров Б.Ш., Печеный Б.Г.** Оптимизация качества асфальтобетонов с прерывистой гранулометрией заполнителей № 1. С. 54
- Дашкевич А.В.** Сборные звукоизолирующие полы КНАУФ: защита от шума № 5. С. 112
- Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Житковский В.В.** Расчет составов мелкозернистого гипсобетона на плотных заполнителях № 10. С. 48
- Долгоров В.А.** Системный подход к сравнительной оценке смесей для наливных полов № 7. С. 46
- Езерский В.А., Панферов А.И.** Каолинистая глина Новоорского месторождения – эффективная добавка в производстве лицевого кирпича и клинкера ... № 5. С. 19
- Жерновский И.В., Строкова В.В., Бондаренко А.И., Кожухова Н.И., Соболев К.Г.** Структурные преобразования кварцевого сырья при механоактивации № 10. С. 56
- Жигушкин В.Г.** Достоверность расчетов деревянных элементов цельного сечения № 6. С. 71
- Жолнерович В.Г., Безирганян А.К.** Монолитные полимерные кровли эксплуатационного назначения № 2. С. 72
- Задирака Г.Н., Щербак Н.Н., Нейман С.М., Созинов С.В.** Опыт эксплуатации кровель с покрытием на основе плоского прессованного хризотил-цементного листа № 11. С. 58
- ЗАО «Самарский гипсовый комбинат»** – лидер российского рынка высокопрочных гипсовых вяжущих № 7. С. 44
- Изотов В.С., Ибрагимов Р.А.** Влияние новой комплексной добавки на основные свойства цементных композиций № 6. С. 65
- Ильиных Г.В.** Оценка потенциала твердых бытовых отходов при использовании продуктов их переработки в строительной отрасли № 8. С. 49
- Инновации КНАУФ для здоровья.** № 3. С. 79
- Инчик В.В.** Определение прочностных и деформационных характеристик кирпичных столбов, работающих в нормальной и агрессивной средах № 5. С. 98
- Ищук М.К., Ширай М.В.** Прочность и деформации кладки из крупноформатных керамических камней с заполнением пустот утеплителем № 5. С. 93
- Калашников В.И.** Что такое порошково-активированный бетон нового поколения № 10. С. 70
- Калашников В.И., Демьянова В.С., Володин В.М., Гусев А.Д.** Ресурсосберегающие порошковые фибробетоны с использованием техногенных отходов № 8. С. 52
- Калинина Е.В., Вайсман Я.И.** Обоснование возможности выпуска строительных материалов на основе отходов производства кальцинированной соды № 9. С. 64
- Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Киселева Ю.А.** Особенности системы контроля качества высокопрочных бетонов № 2. С. 63
- Капустин Ф.Л., Рыжкова И.В.** Безобжиговый зольный гравий – эффективный заполнитель для конструкционных бетонов № 8. С. 57
- Карпеев С.В., Дорошенко О.И., Евтеева С.М., Кочетков А.В.** Инновационные решения вертикальной дорожной разметки № 10. С. 38
- Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Петров А.Н.** Малоитерационный подход к физически нелинейному расчету железобетона с трещинами № 6. С. 9
- Касиков А.Г., Тюкавкина В.В., Гуревич Б.И., Майорова Е.А.** Водостойкие магнезиальные вяжущие на основе продуктов переработки шлака цветной металлургии № 11. С. 70
- Кетов П.А.** Получение строительных материалов из гидратированных полисиликатов № 11. С. 22
- КНАУФ-Акустика** – новое решение в области шумопоглощения № 7. С. 60
- Кожухова Н.И., Жерновский И.В., Строкова В.В.** Оценка биопозитивности геополлимерных вяжущих на основе низкокальциевой золы-уноса № 9. С. 84
- Кокодева Н.Е., Москалев О.Ю.** Расчет срока службы дорожной одежды переходного типа, армированной геоячейками (на основе теории риска) № 1. С. 58
- Колчеданцев Л.М., Ступакова О.Г., Мустафин Р.Р.** Применение разогретых бетонных смесей для повышения прочности стыка сборно-монолитных зданий ... № 4. С. 17
- Композитное будущее КПД.** № 4. С. 35
- Корнеева Е.В.** Исследования шлаков сталеплавильного производства с целью вторичного использования № 8. С. 62
- Коровяков В.Ф., Чан Туан Ми.** Литые бетонные смеси для дорожного строительства № 10. С. 7
- Корочкин А.В.** Износ жестких дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием № 3. С. 66
- Корочкин А.В.** Исследование асфальтобетонного покрытия жесткой дорожной одежды на Алтунфьевском шоссе № 7. С. 98
- Котляр В.Д., Терехина Ю.В.** Классификационные признаки пресс-порошков на основе опок при управлении качеством производства керамического кирпича № 5. С. 74
- Кочетков А.В., Евтеева С.М., Кокодева Н.Е., Аржанухина С.П., Глухов Т.А.** Принципы составления и управления рецептурами дорожно-строительных материалов № 10. С. 10
- Кочкин А.А.** Звукоизоляция слоистых вибродемпфированных элементов светопрозрачных ограждающих конструкций № 6. С. 40
- Кролевецкий Д.В.** Сырьевые решения от компании Сибелко для керамической промышленности ... № 5. С. 26
- Кудяков А.И., Аниканова Л.А., Редлих В.В., Саркисов Ю.С.** Влияние сульфата и сульфата натрия на процессы структурообразования фторангидридных композиций № 10. С. 50
- Кузнецов Д.А., Высоцкая М.А., Барабаш Д.Е.** Влияние адгезионных добавок на интенсивность деградационных процессов дорожных битумов № 10. С. 24
- Кузнецова Г.В., Хозин В.Г.** Влияние пигментов на свойства гашеной силикатной формовочной смеси № 9. С. 25
- Кузнецова Н.В., Стерхов И.И.** Использование отходов литейного производства для получения мелкозернистых бетонов № 6. С. 15
- Лебедев М.С., Строкова В.В., Жерновский И.В., Потапова И.Ю.** Изменение свойств минеральных порошков из алюмосиликатного сырья под влиянием термической модификации № 9. С. 68
- Леонович С.Н., Полейко Н.Л., Журавский С.В., Темников Ю.Н.** Эксплуатационные характеристики бетона строительных конструкций с применением системы «Кальматрон» № 11. С. 64
- Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Беланович А.Л., Шукин Г.Л., Савенков В.П., Карпушенков С.А.** Продление срока годности растворов смесей № 10. С. 74

- Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Карпушенков С.А., Шукин Г.Л., Беланович А.Л., Савенко В.П., Гуринович В.Ю. Физико-механические свойства бетона и коррозия арматуры в среде хлорида натрия: влияние аминоспиртов. № 1. С. 34
- Леонович С.Н., Шукин Г.Л., Беланович А.Л., Савенко В.П., Карпушенков С.А. Формирование пористой структуры силикатных теплоизоляционных материалов. № 4. С. 84
- Литвиненко С.В. Применение замедлителя схватывания для гипсовых вяжущих Retardan 225P. № 7. С. 26
- Логанина В.И., Макарова Л.В., Сергеева К.А. Свойства известковых композитов с силикатсодержащими наполнителями. № 3. С. 30
- Лукаш Е.В., Кузьменков М.И. Неавтоклавный пенобетон на основе магнезиального цемента. № 11. С. 33
- Маневич В.Е., Никифоров Е.А., Виноцкий А.Л., Мешков А.В., Сенник Н.А., Субботин Р.К. Высокоэффективный теплоизоляционный материал на основе диатомового сырья. № 11. С. 18
- Маркова С.В., Клевакин В.А., Турлова О.В., Клевакина Е.В. Внедрение разжижителей ООО «Полипласт-Новомосковск» в производстве кирпича. № 5. С. 90
- Маркова С.В., Кормина И.В., Турлова О.В. Применение пластификаторов серии «Литопласт М» в керамической промышленности. № 5. С. 32
- Мелехов В.И., Бызов В.Е. Макроструктура сердцевинных конструкционных пиломатериалов больших сечений. № 11. С. 36
- Мельниченко С.А. Совершенствование технологии производства глины на карьерах — основа успехов клиентов компании UMG. № 5. С. 28
- Могнонов Д.М., Аюрова О.Ж., Ильина О.В., Шестаков Н.И., Мангутов А.Н., Буянгуев С.Л., Битуев А.В. Улучшение деформационно-прочностных свойств асфальтобетона базальтовыми волокнами. № 10. С. 28
- Моргун В.Н., Богатина А.Ю., Моргун Л.В., Смирнова П.В. Конструкционные возможности фибропенобетона неавтоклавного твердения. № 4. С. 14
- Мороз М.Н., Калашников В.И., Володин В.М., Василик П.Г. Изменение длительной водостойкости композиционных материалов, содержащих водостойкий и неводостойкий компоненты. № 1. С. 42
- Надежное основание для красивого пола. № 6. С. 17
- Недосеко И.В., Бабков В.В., Юнусова С.С., Гаитова А.Р., Ахмадулина И.И. Гипсовые и гипсошлаковые композиции на основе природного сырья и отходов промышленности. № 8. С. 66
- Нелюбова В.В., Жерновский И.В., Строкова В.В., Безродных М.В. Силикатные материалы автоклавного твердения с наноструктурированным модификатором в условиях высокотемпературных воздействий. № 9. С. 8
- Овсянников С.Н., Самохвалов А.С. Окна в раздельных переплетах с высокой теплозвукоизоляцией. № 6. С. 42
- Овчинников И.И., Мигунов В.Н. Долговечность железобетонной балки в условиях хлоридной агрессии. № 9. С. 61
- Орехов В.Ю. Неорганические пигменты для окрашивания силикатного кирпича. № 9. С. 28
- Орешкин Д.В., Семенов В.С., Капцов П.В. Свойства кладочных растворов на основе экструдированных растворных смесей. № 9. С. 58
- Павленко Н.В., Строкова В.В., Череватова А.В., Жерновский И.В., Нелюбова В.В., Капуста М.Н. Эффективность применения наноструктурированного вяжущего при получении ячеистых композитов. № 6. С. 12
- Панченко Ю.Ф., Зимакова Г.А., Степанов О.А., Панченко Д.А. Теплоизолирующее покрытие на основе жидкой фольги и полых микросфер. № 8. С. 83
- Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Полеонова Ю.Ю., Бурьянов А.Ф. Использование отходов природного гипсового камня в производстве безобжиговых материалов. № 7. С. 28
- Пичугин А.П., Батин М.О., Банул В.В. Полы из модифицированных полимерными композициями материалов в сельском строительстве. № 8. С. 80
- Платова Р.А., Аргынбаев Т.М., Стафеева З.В. Влияние дисперсности каолина месторождения Журавлиный Лог на пуццолановую активность метакаолина. № 2. С. 75
- Попов В.П., Давиденко А.Ю. Разрушение бетона одноосным сжатием с точки зрения механики разрушения. № 3. С. 16
- Потапова Е.Н., Исаева И.В. Повышение водостойкости гипсового вяжущего. № 7. С. 20
- Пронь В.В., Вострокнутов С.М., Самохин А.Ю., Малыгина Е.А. Инновационные разработки по укреплению земляного полотна в дорожном строительстве. № 4. С. 50
- Прохоров С.Б. Рынок газообразователей в России. Критерии оценки и тенденции развития. № 9. С. 40
- Пузанков А.Н., Щеголев Д.Л. Исследование влияния краевого демпфирования светопрозрачных ограждений на их звукопроницаемость. № 6. С. 38
- Рахимов Р.З., Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р. Композиционные гипсовые вяжущие с использованием керамзитовой пыли и доменных шлаков. № 7. С. 13
- Резван И.В. Самоуплотняющийся высокопрочный напрягающий бетон для трубобетонных колонн. № 6. С. 62
- Салахов А.М., Герашенко В.Н., Салахова Р.А., Морозов В.П., Кабиров Р.Р. Энергоэффективные керамические стеновые материалы из нетрадиционного сырья. № 11. С. 9
- Салахов А.М., Тагиров Л.Р., Морозов В.П., Кабиров Р.Р., Салахова Р.А., Фасеева Г.Р. Керамика с высоким содержанием силикатов кальция. № 8. С. 32
- Сарсенбаев Б.К., Момышев Т.А., Исаков Т.У., Сарсенбаев Н.Б., Аубакирова Т.С. Производство шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе. № 11. С. 56
- Седельникова М.Б., Лисенко Н.В., Погребенков В.М. Пигменты на основе двухкальциевого силиката для окрашивания строительной керамики. № 8. С. 25
- Сергиевич О.А. Особенности гранулометрического и минералогического составов каолинов месторождений Республики Беларусь. № 8. С. 17
- Сеськин И.Е., Баранов А.С. Прочность прессованного фибробетона. № 10. С. 72
- Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П. Композиты на основе анортозитов и их свойства. № 1. С. 64
- Старченко А.Ю., Клименко С.В., Братчун В.И., Бармотин А.А., Кожемяка С.В., Игнатенко Р.И., Косик А.Б. Исследование стыков гипсокартонных плит КНАУФ при изгибе. № 7. С. 56
- Стаховская Н.Э., Червонный А.И. Пеностекло из несортированных отходов стекла. № 11. С. 24
- Строкова В.В., Алфимова Н.И., Черкасов В.С., Шаповалов Н.Н. Прессованные силикатные материалы автоклавного твердения с использованием отходов производства керамзита. № 3. С. 14
- Строкова В.В., Череватова А.В., Жерновский И.В., Войтович Е.В. Особенности фазообразования в композиционном наноструктурированном гипсовом вяжущем. № 7. С. 9
- Титов М.Ю. Бетоны с повышенной прочностью на основе расширяющих добавок. № 2. С. 84
- Ткаченко Г.А., Ерофеев В.П., Ерофеев А.П. Повышение адгезии бетона и предварительно напряженной арматуры в струнобетонных шпалах. № 6. С. 54
- Токарев Ю.В., Яковлев Г.И., Бурьянов А.Ф. Ангидритовые композиции, модифицированные ультрадисперсной добавкой на основе MgO. № 7. С. 17

- Толмачев С.Н., Беличенко Е.А.** Повышение долговечности тяжелого бетона путем комплексной активации структурных уровней № 9. С. 76
- Тысячук В.В., Губарева М.А., Куприна А.А., Свиначев А.В.** Буферные пенобетонные стяжки при реконструкции плоских кровель № 11. С. 60
- Умнякова Н.П., Егорова Т.С., Черкас В.Е., Белогуров П.Б., Андрейцева К.С.** Повышение энергоэффективности зданий за счет повышения теплотехнической однородности наружных стен в зоне сопряжения с балконными плитами № 6. С. 19
- Урханова Л.А., Ефременко А.С.** Применение золы террикоников в качестве активной минеральной добавки в легком высокопрочном бетоне № 1. С. 33
- Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Бардаханов С.П.** Бетон повышенной прочности на композиционном вяжущем № 3. С. 23
- Федоров С.В., Мещеряков Ю.Г.** Производство гранул и строительных изделий из фосфополугидрата .. № 7. С. 32
- Федорова Г.Д., Винокуров А.Т., Кравцова О.Н., Тимофеев А.М.** Экспериментальное исследование прочности бетона с комплексной добавкой. № 4. С. 70
- Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Шишков Ю.В.** Моделирование двустороннего одномерного высокотемпературного воздействия на бетон. № 1. С. 37
- Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С., Манохина Ю.В., Шестеркин М.Е.** Особенности математического моделирования массопереноса при коррозии бетона второго вида. Решение для малых чисел Фурье .. № 3. С. 11
- Фомина Е.В., Жерновский И.В., Строкова В.В.** Особенности фазообразования силикатных ячеистых изделий автоклавного твердения с алюмосиликатным сырьем № 9. С. 38
- Хуммель Х.-У., Кремер Г.** Технологии внутренней изоляции помещений на основе гипсокартонных плит № 7. С. 48
- Чухланов В.Ю., Ионова М.А.** Полиуретановое покрытие, модифицированное алкоксисиланом с повышенными эксплуатационными свойствами № 4. С. 60
- Шабалина Е.А., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Фишер Х.-Б.** Торфомагнезиальная композиция . № 3. С. 32
- Швецова И.Н., Батракова Г.М., Ширинкина Е.С.** Оценка экологической опасности строительных материалов после эксплуатации в агрессивной производственной среде № 8. С. 46
- Шейнфельд А.В., Киселева Ю.А., Путырская Л.В.** Контроль качества высокопрочных бетонов классов В60 и В90 при возведении монолитных конструкций № 1. С. 7
- Шепетева Л.С., Агапитов Д.А., Штейнберг Ю.М., Горелик Р.А., Искрина Ю.А., Балыбердин В.Н.** Повышение термостабильности асфальтобетона путем применения модификатора «МКА Эластен» № 10. С. 32
- Ядыкина В.В., Гридичин А.М., Тоболенко С.С.** Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона из отходов промышленности ... № 8. С. 64
- Янковский Л.В.** Оценка и прогноз состояния цементобетонов, эксплуатирующихся в условиях воздействия климата северных территорий. № 10. С. 4
- Ярмаковский В.Н., Семенов П.Н., Родевич В.В., Юдин И.В.** Полифункциональные легкие бетоны для ресурсоэнергосберегающего индустриального домостроения № 4. С. 4
- Александров А.С., Александрова Н.П., Долгих Г.В.** Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов № 10. С. 14
- Артамонов А.В., Гаркави М.С.** Применение центробежно-ударных измельчителей в производстве известки .. № 2. С. 48
- Бабель А.** Дозирование пигментов для окрашивания силикатного кирпича № 9. С. 22
- Баженов М.И., Харченко А.И., Харченко И.Я.** Технологические особенности применения особо тонкодисперсного вяжущего Микродур в геотехническом строительстве. № 10. С. 65
- Бажиров К.Н., Мархаева Б.А.** Управление инновационным процессом технологического развития предприятия стройиндустрии № 6. С. 78
- Баранов И.М.** Практическая методика определения рациональных составов специальных бетонов ... № 7. С. 87
- Беляев Д.С.** Оценка состояния дорожных конструкций анализом спектра виброскорости при проезде транспортных средств. № 5. С. 68
- Богомолов О.В.** Как сократить затраты на тепловую энергию? № 4. С. 20
- Бондаренко В.П.** Современный подход в строительстве новых заводов производства известки № 2. С. 40
- Буткевич Г.Р.** Самоходные дробильно-грохотильные комплексы. Опыт и перспективы использования № 1. С. 24
- В Туле сдан в эксплуатацию завод БРАЕР.** № 2. С. 54
- Васильев Ю.Э., Илюхин А.В., Колбасин А.М., Марсова Е.В.** Учет влияния случайных возмущений на работу системы экстремального регулирования топочного устройства при оптимизации процесса сушки компонентов бетонной смеси № 2. С. 88
- Васильев Ю.Э., Либенко А.В., Алехина М.Н., Мотин Н.В.** Особенности последовательно-параллельного способа циклического связанного дозирования компонентов строительных смесей № 6. С. 50
- Васильев Ю.Э., Марсова Е.В., Бокарев Е.И., Тихоненкова Т.Г.** Принципы формирования многоуровневых систем связанного дозирования. ... № 3. С. 38
- Васюков В.В., Карманова С.В.** Утилизация автомобильного стекла с получением пеностекла № 7. С. 103
- Ветегрове Х.** Улучшение качества гипсового вяжущего на основе технологии SmartGyp Process компании Claudius Peters. № 7. С. 37
- Галеев И.А.** Прессовое и смесительное оборудование для заводов по производству силикатного кирпича .. № 9. С. 20
- Гималетдинов Р.Х., Гулаков А.А., Тухватулин И.Х.** Производство бандажей для строительной индустрии из перспективных материалов № 5. С. 60
- Гнездов Е.Н., Гнездов Н.Е., Марченко Ю.И., Пережигин Е.А., Лопатина М.В., Цветкова М.С.** Технологический энергоаудит туннельной печи для обжига керамических изделий № 5. С. 54
- Горошков И.А.** Самоходные дробильные комплексы Tegex Finlay для производства нерудных материалов. ... № 4. С. 68
- Граник М.Ю., Григорьева П.И., Плаксенко Н.В.** Механизированное изготовление декоративных ковров для заводской отделки крупнопанельных зданий. № 4. С. 30
- Еремин А.В., Пустовгар А.П.** Современные подходы к рентгенофазовому анализу гипсовых вяжущих. ... № 7. С. 62
- Кардумян Г.С.** Низкотермичные бетоны с компенсированной усадкой, модифицированные комплексной добавкой «ЭМБЭЛИТ», для водонепроницаемых конструкций по системе «Белая ванна» № 11. С. 49
- Карпов Д.Ф., Павлов М.В., Синецкая А.А., Калягин Ю.А., Погодин Д.А.** Аналитико-эмпирическая верификация экспериментальных результатов определения теплопроводности силикатного кирпича. № 6. С. 25

Технологии, оборудование и приборы

- WKB Systems GmbH** – связь человека и технологии. № 9. С. 10
- Азаров В.Н., Боровков Д.П.** Применение закрутки потока в системах аспирации на предприятиях строительной индустрии № 5. С. 64

- Кобылин А.В.** Выбор транспортного оборудования для производства строительных материалов № 2. С. 42
- Кобылин В.В.** Транспортное оборудование для производства силикатного кирпича № 9. С. 30
- Королев Е.В., Иноземцев А.С.** Эффективность физических воздействий для диспергирования наноразмерных модификаторов № 4. С. 76
- Красовицкий Ю.В., Панов С.Ю., Романюк Е.В., Архангельская Е.В., Гасанов З.С.** Коагуляция частиц дисперсной фазы в пылегазовых потоках при производстве строительных материалов № 4. С. 66
- Красовицкий Ю.В., Панов С.Ю., Романюк Е.В., Гасанов З.С., Макарова Ю.И., Мануковская В.П.** Рациональное измерение влажности, температуры и подсосов воздуха в пылегазовых трактах при производстве строительных материалов № 1. С. 22
- Крупнейший в России Рябовский завод керамических изделий** оборудован самой современной массоподготовительной и формирующей техникой компании HÄNDLE № 5. С. 34
- Курносов В.В., Полетаев А.К., Кораблин М.Н., Горячев М.В.** Конвективно-инжекционная камерная сушилка № 5. С. 51
- Курносов В.В., Прибытков И.А., Тихонова В.Р.** Нефутерованная вращающаяся печь № 5. С. 58
- Леонович С.Н., Прасол А.В.** Модели периода иницирования коррозии арматуры № 9. С. 74
- Ливада А.Н.** Инновационные технологии в производстве керамических изделий на кирпичном заводе «Ключишинская керамика» № 8. С. 36
- Липилин А.Б., Векслер М.В., Коренюгина Н.В., Морозов А.М.** Тонкий помол и кинетическая сушка растительного сырья в комбинированной мельнице-нагревателе № 6. С. 56
- Ломакин А.Д.** Глубокая пропитка древесины средствами защиты от биоразрушения и возгорания № 6. С. 74
- Ломакин А.Д.** Пропитка древесины способом нанесения на поверхность № 7. С. 110
- Макридин Н.И., Максимова И.Н., Суков И.А.** Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня. Часть 3. Идентификация процесса разрушения № 7. С. 83
- Мамаев А.Н., Литвинова Г.Д., Мангилев О.Н.** Особенности обжига известняка в шахтных печах с газораспределительным керном № 2. С. 29
- Маневич В.Е., Никифоров Е.А., Мешков А.В., Сеник Н.А., Субботин Р.К.** Подготовка пенообразующей смеси для получения пеностекла на основе диатомита № 7. С. 100
- Мелешко В.Ю., Якимчук Н.В., Селенский В.А.** Возможность получения кирпича керамического рядового и лицевого различного цвета из сырья Брянской области № 5. С. 41
- Монастырев А.В.** Проекты эффективных шахтных и вращающихся печей мощностью 200–600 т/сут. № 2. С. 26
- Некрасова С.А., Гаркави М.С., Панферова А.Ю.** Влияние искусственного старения на формирование структуры гипсового камня № 7. С. 24
- Нелюбова В.В., Чареев Д.А., Строкова В.В., Фомина Е.В., Алтынник Н.И., Осадчий Е.Г.** Лабораторный автоклав для гидротермального синтеза строительных материалов № 3. С. 18
- Никонов В.З., Галиахметов Р.Ф.** Программный комплекс для производства извести в роторных печах № 2. С. 32
- Одабаи-Фард В.В., Петров И.В.** Решение вопросов экологии в Германии при разработке месторождений нерудного сырья № 9. С. 52
- Оратовская А.А., Сеницин Д.А., Галева Л.Ш., Бабков В.В., Шатов А.А.** Использование отходов производства кальцинированной соды для получения известьсодержащих вяжущих и строительных материалов на их основе № 2. С. 52
- Павлов М.В., Карпов Д.Ф., Сеницын А.А.** Решение краевой задачи термовлагопереноса в слое сыпучего дисперсного материала в условиях инфракрасно-лучистого обогрева № 6. С. 30
- Перевёртов В.А.** Применение подшипников АФЗ при производстве силикатных изделий № 9. С. 44
- Пономарев Д.А.** Конвейерные системы RUD Ketten для транспортировки извести и мела № 2. С. 44
- Проекты фирмы Masa** и опыт их реализации на заводах силикатного кирпича № 9. С. 14
- Райхардт И.** Сушка-помол, сепарирование и гидратирование известняка и извести на оборудовании компании Гебр. Пфайффер № 2. С. 34
- Рябовский завод керамических изделий** – крупнейший в России производитель лицевого клинкера и крупноформатных стеновых блоков № 5. С. 36
- Рябовский завод керамических изделий.** Самый крупный и инновационный кирпичный завод в России построила немецкая фирма «ЛИНГЛ» № 3. С. 43
- Сандуляк А.В., Орешкин Д.В., Сандуляк А.А., Ершов Д.В., Ершова В.А.** Результаты нелимитированного сканирующего магнитоконтроля ферропримесей кварцевого песка № 4. С. 80
- Свежинский В.Н.** Новый этап полевых испытаний материалов для дорожной разметки № 10. С. 34
- Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Патрахальцев Н.Н., Иванов В.Н.** Совершенствование технологии бетонных работ в монолитном домостроении № 1. С. 28
- Столбушкин А.Ю., Иванов А.И., Зоря В.Н., Стороженко Г.И., Дружинин С.В.** Особенности грануляции техногенного и природного сырья для стеновой керамики № 5. С. 85
- Стороженко Г.И., Чивелев В.Д., Гуров Н.Г., Котлярова Л.В., Столбушкин А.Ю., Никитин А.И., Галин Р.Б.** Опытнo-промышленная апробация технологии тонкого помола минерального, техногенного и глинистого закарбонизированного сырья для производства стеновой керамики № 5. С. 48
- Тарасова М.В., Прокопец В.С.** Технологическое обеспечение качества дорожного цементогрунта № 1. С. 46
- Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н.** Линия безопалубочного формования – завод КПД с гибкой технологией № 4. С. 22
- Тихомирова И.Н., Макаров А.В.** Механоактивация известково-кварцевых вяжущих № 9. С. 4
- Универсальность садки** благодаря новому «модулярному» программированию № 7. С. 119
- Усов С.М., Горшков В.Г.** Энергосберегающая технологическая линия для производства кирпича – источник тепловой энергии № 8. С. 28
- Федосов С.В., Бобылев В.И., Ибрагимов А.М., Козлова В.К., Соколов А.М., Сокольский А.И.** Математическое моделирование набора прочности бетоном при электротепловой обработке № 4. С. 36
- Филатов А.Н., Вудвуд Т.Н., Иваненко В.А.** Поризация сырьевой смеси в технологии ячеистого бетона № 11. С. 28
- Фролова М.А., Тутыгин А.С., Айзенштадт А.М., Махова Т.А., Лесовик В.С.** Неразрушающий контроль качества бетонных строительных композитов № 3. С. 20
- Чирков А.С.** Расчет выхода продуктов дробления при эксплуатации щековых и роторных дробилок № 9. С. 55
- Шестаков Н.И., Аксенчик К.В.** Методика расчета термо- и влагонапряженного состояния бетонных плит, подвергаемых тепловлажностной обработке № 11. С. 77
- Шихтозапасники** компании TALLERES FELIPE VERDÉS S.A (Испания) № 5. С. 96
- Шлегель И.Ф.** Некоторые аспекты полусухого прессования кирпича № 11. С. 6

- Шлегель И.Ф. Пятый мелющий элемент. № 9. С. 49
- Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Андрианов А.В., Рукавицын А.В., Кукушкин В.А., Молодкина Л.Н. Опыт реконструкции завода для выпуска объемно-окрашенного кирпича № 5. С. 44
- Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Рукавицын А.В., Носков А.В., Слемнев Д.А. Определение эффективности смешивания при пластической подготовке сырья. № 8. С. 22
- Юрченко В.В. Упаковка как лицо производителя. Экономическая эффективность различных видов упаковки № 5. С. 62
- Янковский Л.В. Полнофакторный эксперимент по оптимизации параметров геоимплантатных конструкций № 6. С. 48
- Конгрессы, семинары, выставки**
- 5pEXPO-2012 новые возможности для развития отечественной выставочной индустрии № 7. С. 121
- CERAMITEC продемонстрировала поступательное развитие отрасли № 7. С. 114
- III Международный научно-практический семинар «Инновационные технологии для кирпичных заводов средней и малой мощности» № 3. С. 54
- III научно-практической конференции «Материалы для дорожного строительства: ДОР-СМ 2011» № 1. С. 60
- Technargilla-2012 № 11. С. 12
- VI Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий» — 10 лет успешного развития № 10. С. 41
- X Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России» № 8. С. 4
- Ведущий мировой эксперт по композитной арматуре выступил в «РОСНАНО» по приглашению ООО «Гален». № 11. С. 81
- Возрождение крупнопанельного домостроения позволит решить жилищные проблемы в России № 7. С. 69
- Встреча коллег на международной конференции *ibausil* в Веймаре. № 10. С. 62
- Инновационные технологии производства извести-2012 № 5. С. 104
- Нанотехнологии вне революций и политической нестабильности № 6. С. 22
- Новая площадка. Большие перспективы (выставка «СтройСиб/SibBuild») № 3. С. 64
- Оборудование Группы компаний MASA № 11. С. 48
- Отечественные строительные материалы-2012. № 3. С. 60
- Польские «Дни бетона» № 11. С. 84
- Проектирование и строительство долговечного, энергоэффективного, пожаробезопасного, экологически чистого и доступного по цене жилья с применением керамзитобетонных изделий и конструкций № 10. С. 59
- Разные взгляды на кризис и пути выхода из него № 2. С. 4
- Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р., Ожован М.И., Суханов Л.П. Цементные системы для иммобилизации радиоактивных отходов. Первый международный симпозиум «Материалы на основе цемента для иммобилизации радиоактивных отходов» № 1. С. 39
- Республика Бурятия развивает строительство и строительную науку. № 8. С. 78
- Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации техногенных отходов. № 8. С. 42
- Юмашева Е.И. Издательский многопрофильный проект КЕРАМТЭК — новый формат научно-информационного обеспечения отрасли. № 5. С. 4
- ATLAS Russia: дело в качестве. № 3. С. 68
- CLEIA: история успешной «перезагрузки» № 5. С. 82
- ЕВАВЕ — технология завоевывает Восточную Европу. № 7. С. 74
- Green tec by LINGL — оптимальные решения для снижения затрат на энергию № 8. С. 38
- IPA Group S.p.A. — прошлое, настоящее, будущее № 5. С. 76
- Александра Ивановна Бойкова. № 3. С. 4
- Буткевич Г.Р. Посткризисный этап развития промышленности нерудных строительных материалов № 2. С. 21
- Введены в действие новые стандарты в области фасадных теплоизоляционных композитных систем с наружными штукатурными слоями № 2. С. 25
- Волошина О.А. Закономерности и особенности развития рынков минеральных вяжущих в годы кризиса № 2. С. 12
- ВСГУТУ — ведущий научно-образовательный центр Восточной Сибири и Дальнего Востока. № 4. С. 42
- Вячеслав Андреевич Чайка, Слава! № 8. С. 10
- Еремин А.Ю., Орлова О.Н. О формировании и ведении Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления. № 8. С. 44
- Жиронкин П.В., Герашенко В.Н., Гринфельд Г.И. История и перспективы промышленности керамических строительных материалов в России. № 5. С. 13
- Инновации в производстве керамической продукции. № 8. С. 14
- Кириак Самсонович Завриев. № 9. С. 72
- Компания BEDESCHI s.p.a. развивает успех на рынке строительной керамики России № 3. С. 50
- Компания BEDESCHI s.p.a. развивает успех на рынке строительной керамики России № 5. С. 46
- Корпорация ВОЛМА® — есть чем гордиться! № 1. С. 15
- Кошачковский кирпичный завод крупнейший производитель лицевого кирпича в Татарстане № 3. С. 48
- «ЛСР-ЦЕМЕНТ» — новое слово в цементной отрасли. № 7. С. 80
- Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В., Тихонов Ю.М. О межгосударственных стандартах на сухие строительные смеси на гипсовом вяжущем. № 7. С. 42
- Мир обойденных величин № 11. С. 16
- Научная школа № 3. С. 5
- Новая история Сочинского междуречья № 11. С. 43
- Памяти С.Ф. Военушкина. № 2. С. 80
- Пономарев И.Г. Итоги работы строительного комплекса России в 2011 г. и прогноз развития строительства в 2012 г. № 2. С. 6
- Резник В.И. Расширить ассортимент лицевого кирпича и получить клинкерный кирпич поможет Центр качества керамики ПГ «Кислотоупор» № 5. С. 30
- Российской академии строительства и архитектуры 20 лет № 6. С. 6
- Савкин Ю.В. Российский рынок пенополистирола: задачи, достижения, перспективы. № 2. С. 18
- Семенов А.А. Ситуация на российском рынке извести № 5. С. 107
- Семенов А.А. Состояние российского рынка мобильных и передвижных дробильно-сортировочных установок. № 9. С. 46
- Семенов А.А. Текущее состояние и тенденции развития промышленности строительных материалов № 2. С. 9
- Успешное участие фирмы LINGL в выставке CERAMITEC. № 7. С. 120
- «ЧЕРКЕССКСТРОМ» — 20 лет успешного развития. № 7. С. 66
- Шестая жизнь гончарного заведения в Павловском Посаде Московской области. № 7. С. 118

Разные статьи

- 15 лет деятельности Некоммерческой организации «Хризотилловая ассоциация»: итоги и перспективы № 4. С. 46

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–5 лет в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/aytoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://www.rifsm.ru/page/7>