



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016»,
ПОСВЯЩЁННОЙ ГОДУ ОБРАЗОВАНИЯ
В СОДРУЖЕСТВЕ НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2016 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых учёных
«Перспектив Свободный-2016»,
посвящённой Году образования
в Содружестве Независимых Государств

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля
2016 г.

Красноярск, 2016



ПЕРСПЕКТИВ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2016 г.

«Строительные материалы и технологии строительства»



ЗАМЕДЛЕНИЕ СХВАТЫВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСАН-R-ИМИНО-БИС (МЕТИЛФОСФОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ)

Арасланкин С.В., Исмаилов А.Р., Карпунин В.В.

научный руководитель канд. хим. наук Кострюков С.Г.

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

Гипсовые вяжущие вещества и изделия на их основе являются на сегодняшний день одними из наиболее востребованных современных строительных материалов. К данным материалам относятся сухие строительные смеси (штукатурные, шпаклевочные, клеевые и напольные), гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, гипсовые пазогребневые и гипсостружечные плиты и гипсовые блоки. Сухие строительные смеси гипсовых материалов занимают лидирующее положение, и год от года продолжает расти их производство. Учитывая тот факт, что гипсовые вяжущие вещества, в отличие от портландцемента, схватываются в течение короткого промежутка времени (около 6-15 минут), возникает необходимость в их модифицировании специальными химическими добавками – замедлителями (ингибиторами) схватывания и твердения. Применение замедляющих агентов широко практикуется на предприятиях, изготавливающих сухие строительные смеси на гипсовом вяжущем. Однако спектр изученных и применяемых замедляющих агентов невелик и, как правило, ограничен ациклическими ди- и трикарбоновыми кислотами, такими как, винная, яблочная, янтарная, лимонная кислота и т.д. Таким образом, проблема поиска эффективных замедлителей продолжает оставаться актуальной. Всестороннее решение данной проблемы может привести к выявлению наиболее эффективного ингибирующего агента, а также позволит расширить информационную базу о замедляющем действии некоторых органических соединений.

Целью данной работы явилось установление замедляющего влияния некоторых N-R-имино-бис(метилфосфоновых кислот) на схватывание гипсового вяжущего. На первом этапе нами были синтезированы N-(2-гидроксиэтил)имино-бис(метилфосфоновая кислота) (I) и N-(карбоксиметил)имино-бис(метилфосфоновая кислота) (II) по реакции Манниха. Соединение (I) было получено путем добавления 37% раствора формальдегида к перешиваемой смеси моноэтаноламина, фосфористой кислоты в соляной кислоте при 110⁰С по методике, предложенной в работе [1]. Соединение (II) получали аналогичным способом, используя в качестве исходного вещества глицин [1].

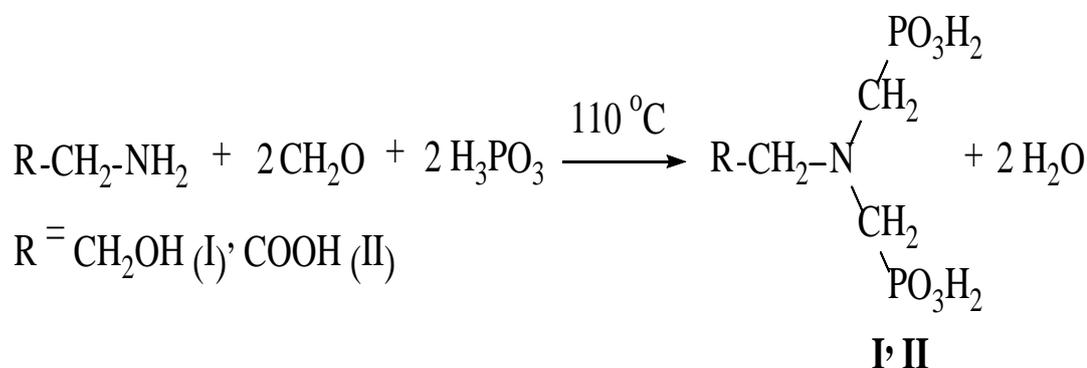


Рис.1 - Схема синтеза N-R-имино-бис(метилфосфоновых кислот)

Строение полученных соединений было подтверждено с помощью ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C и ^{31}P спектроскопии.

Оценку влияния соединений (I) и (II) на изменение времени начала схватывания модифицированного гипсового теста определяли ножевым методом [2]. Основой модифицированного гипсового теста являлась сухая смесь гипсового вяжущего марки Г-5 Б II ГОСТ 125-79 (97,9 % масс.), гашеной извести 1 сорта ГОСТ 9179-77 (2,0 % масс.) и N-R-имино-бис (метилфосфоновая кислота) (0,1 % масс.).

Ножевым методом было измерено время начала схватывания, которое согласно данному методу [2] определяется как время, прошедшее с начала прекращения вымешивания гипсового теста до момента, когда сделанный разрез ножа на поверхности теста переставал заполняться. Для этого образцы были предварительно смешаны с водой при постоянном водотвердом отношении равном 0,65. Свежеприготовленный раствор выливался на поверхность стекла для исключения поглощения воды в основание. Гипсовое тесто было растянуто по поверхности стекла до диаметра приблизительно равного 100-120 мм. Далее производился разрез ножом гипсового раствора через равные промежутки времени до момента, пока смесь не стала настолько густой, что разрез оставался открытым до его полной глубины и длины и сохранялся минимум на 1 мин. Прошедшее время до наблюдения данного явления фиксировалось как время начала схватывания модифицированного гипсового теста.

Результаты измерений времени начала схватывания гипсового вяжущего модифицированного соединениями (I) и (II) приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Время начала схватывания гипсового вяжущего модифицированного иминодиметилендифосфовыми кислотами

Состав гипсового вяжущего	Гипсовое вяжущее без замедляющего агента	Гипсовое вяжущее модифицированное соединением (I)	Гипсовое вяжущее модифицированное соединением (II)
Гипс Г-5 Б II ГОСТ 125-79, % по массе	98,00	97,90	97,90
Известь гидратная 1 сорт ГОСТ 9179-77, % по массе	2,00	2,00	2,00
N-R-имино-бис (метилфосфоновая кислота), % по массе	0,00	0,10	0,10
Время начала схватывания, мин	8,3	66,2	47,4

Как известно, твердение гипсовых вяжущих веществ, как правило, обусловлено гидратацией полугидрата сульфата кальция и кристаллизацией дигидрата. Поэтому скорость схватывание гипсового теста напрямую зависит от кинетики гидратации полугидрата сульфата кальция. Введение N-R-имино-бис (метилфосфоновых кислот), в гипсовое тесто приводит к уменьшению скорости реакции гидратации полугидрата.

Данное обстоятельство вызвано адсорбцией дифосфоновых кислот на поверхности кристаллов полугидрата, при этом замедляется их растворение, и адсорбцией на поверхности растущих кристаллов дигидрата, тем самым замедляется их рост. Как было доказано в более ранних работах [3], комплексообразование органических соединений с ионами кальция не оказывает существенного влияния на изменение скорости реакции гидратации. Наиболее прочное связывание N-R-имино-бис(метилфосфоновых кислот), с поверхностью кристалла достигается только в щелочных средах, так как при этом обеспечивается максимальная степень ионизации кислоты в растворе. Таким образом, на поверхности кристаллов полугидрата и дигидрата преимущественно адсорбируются депротонированные формы кислот, обеспечивая при этом максимальную для данных соединений прочность связи с поверхностью кристаллов.

Как видно из таблицы 1, соединение (I) и (II) оказывают существенное влияние на замедление схватывания гипсового вяжущего. Причем соединение (I) проявляет больший замедляющий эффект по сравнению с соединением (II). Нормативно-технические требования, предъявляемые к штукатурным сухим строительным смесям на гипсовом вяжущем для ручного нанесения (в соответствии с ГОСТ 31377-2008), устанавливают время начала схватывания с момента затворения смеси водой не менее 45 минут. Учитывая данный факт, мы рекомендуем использование указанных N-R-имино-бис(метилфосфоновых кислот), для производства штукатурных смесей на гипсовом вяжущем. Однако для окончательного установления пригодности использования соединений (I) и (II) в качестве замедляющих агентов требуются дополнительные исследования.

Список литературы

1. Moedritzer K., Irani R.R. The Direct Synthesis of α -Aminomethylphosphonic Acids. Mannich-Type Reactions with Orthophosphorous Acid // J. Org. Chem. 1966. Vol. 31, № 5. P. 1603-1607.
2. DIN EN 13279-2:2014-03 (D) Gipsbinder und Gips-Trockenmörtel - Teil 2: Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 13279-2:2014.
3. Singh N.B., Middendorf B. Calcium sulfate hemihydrate leading to gypsum crystallization // Prog. Cryst. Growth Charact. Mat. 2007. Vol. 53, № 3. P. 57-77.



ДЕКОРИРОВАННЫЙ КИРПИЧ НА ОСНОВЕ НИЗКОСОРТНОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

Батурин А.Г., Соколов Г.Я., Трошкин А.А.
научный руководитель канд. техн. наук Никифорова Э.М.,
канд. техн. наук Еромасов Р.Г.
Сибирский федеральный университет

В настоящее время архитекторы и дизайнеры охотно используют керамику в оформлении фасадов зданий, поскольку она органично сочетается с живой природой. Современная керамическая отрасль помимо решения вопросов механизации и автоматизации, а также совершенствования технологии обращает внимание на организацию выпуска лицевых керамических строительных материалов и изделий, в том числе архитектурно-отделочного назначения.

Лицевой керамический кирпич выполняет одновременно конструктивные и декоративные функции. По виду фактуры лицевой поверхности керамические кирпичи могут быть торкретированными минеральной крошкой, ангобированными, с окрашенным черепком, двухслойного формования, глазурованными, с кремнийорганическими и полимерными цветными покрытиями.

Торкретированный кирпич, как правило, изготавливают из легкоплавких глин с образованием микрорельефного фактурного слоя с интересными цветовыми эффектами за счет нанесения на ложковую и тычковую поверхности бруса стеклокрошки, песка, фарфора и т.д. Ангобированный кирпич получают нанесением декоративного керамического покрытия - ангоба в виде, например, беложгущейся глины, стеклобоя и минеральных красителей на высушенный сырец [1,2].

Для изготовления лицевого кирпича выбраны и исследованы легкоплавкий красножгущийся суглинок Кубековского месторождения и тугоплавкая светложгущаяся глина Кантатского месторождения.

Составы масс для получения торкретированного кирпича выбраны на основе заводских шихт предприятия «Сибирский элемент».

В качестве основы для торкретирования выбран состав (масс.%):

суглинок кубековский-80

глина кантатская-20

Без декорирования поверхность обожженного керамического кирпича характеризуется невыразительным, зачастую пятнистым видом.

Спеченная структура основы для торкретирования представлена на рисунке 2 (а) и характеризуется значительной открытой пористостью, что делает перспективным нанесение защитного декоративного слоя на ложковую и тычковую поверхность

В качестве торкрет-масс выбраны составы, содержащие бой стекла различной цветовой гаммы при возможном сочетании стеклобоя с огнеупорной и керамзитовой крошкой[3].

Отдельные составы экспериментальных торкретмасс приведены в таблице 1. В состав массы для торкретирования вводили крошку с зернами фр. -5+2 мм и получали крупнозернистую грубошероховатую фактуру, при зернах фр.-2+1 мм - среднезернистую шероховатость, а при зернах фр. -1+0,5 мм - сравнительно гладкую поверхность со сплошным покрытием.

Экспериментальная фактурная поверхность отдельных торкретированных образцов после обжига приведена на рисунке 1.



Рис.1 - Фактурные поверхности торкрет - масс

Таблица 1 - Составы фактурного слоя

Компоненты	Количество, %
Огнеупорная крошка	80
Бой легкоплавкого стекла молочного цвета	20
Огнеупорная крошка	50
Бой легкоплавко-темнозеленого стекла	50
Керамзитовая крошка	50
Бой легкоплавкого стекла молочного цвета	50
Керамзитовая крошка	80
Бой легкоплавко-темнозеленого стекла	20

Установлена экспериментальная зависимость толщины декоративного слоя в зависимости от размера фракций торкретмассы и удельного усилия вдавливания торкрет-порошка (рисунок 2-5).

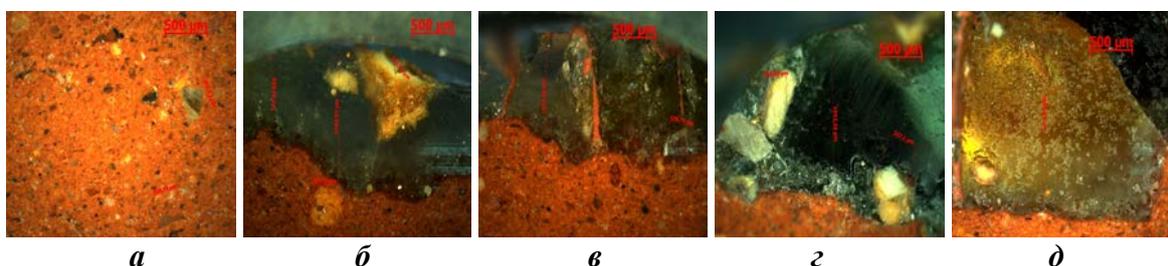


Рис.2 - Структура спеченной основы заводской массы ООО «Сибирский элемент» (а), декоративного слоя торкрет-массы фракции $-1,0+0,5\text{мм}$ (б), фракции $-5,0+2,0\text{мм}$ (в,д), фракция $-5,0+0,5\text{мм}$ (г)

Выявлена закономерность взаимосвязи толщины декоративного покрытия от размера фракций торкрет-массы и усилия вдавливания. Закономерность представлена в графике 1:

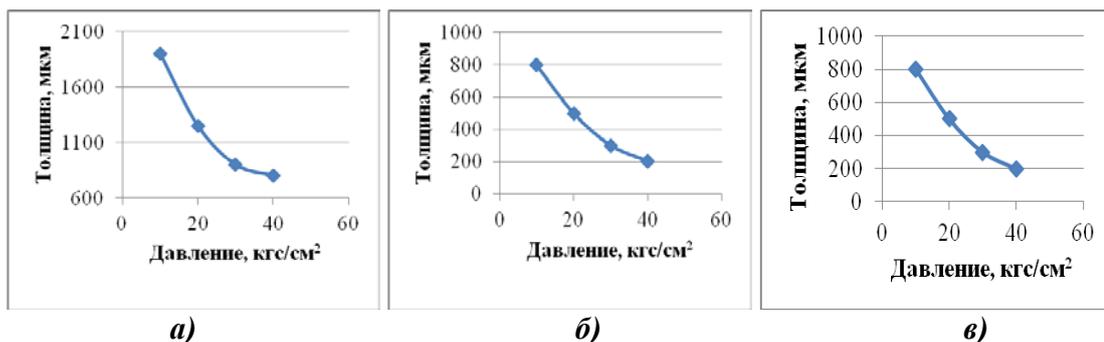


График 1 - Зависимость толщины покрытия от усилия вдавливания и размера фракции: а) -фр.-5,0+2,0 мм, б) фр.-2,0+1,0 мм, в) фр.-1,0+0,5мм

В качестве ангобных масс выбраны составы, содержащие бой стекла, огнеупорную беложгущую глину Кантатского месторождения, кварцевый песок и оксиды Cr, Ti, Mn [3].

Исследования проведены в два этапа:

- 1 изучение процесса спекания ангобных масс с использованием различного содержания стеклообразующего компонента;
- 2 расширение цветовой гаммы ангобного покрытия за счет введения красящих оксидов Cr, Ti, Mn.

Результаты определения водопоглощения и усадки в зависимости от концентрации стеклобоя приведены в таблице 2 и на графике 2 (а-в), содержание песка в составах ангобных масс составляло 10 масс.%.

Таблица 2 - Водопоглощение и усадка в зависимости от концентрации стеклобоя

№	Содержание стеклобоя, %	Водопоглощение W, %	Усадка L, %		
			Воздуш.	Огневая	Общая
1	0	3,7	11,3	4,44	15,34
2	5	1,9	10,9	4,9	16,2
3	10	1,4	10,7	5,1	16,1
4	15	0,7	10,7	5,3	15,8
5	20	0,5	9,9	5,4	15,8
6	25	0,4	9,7	5,9	15

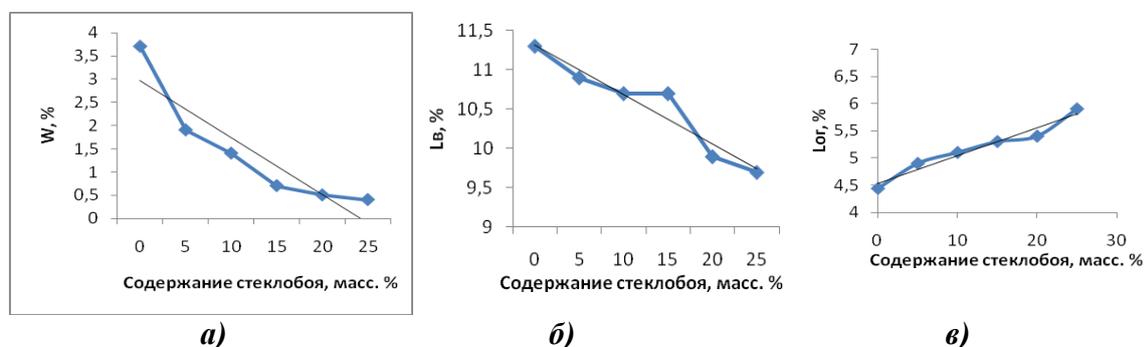


График 2 - Зависимость водопоглощения (а), воздушной усадки (б), огневой усадки (в) от концентрации стеклобоя

При увеличении стеклобоя водопоглощение снижается, что свидетельствует о течении жидкофазного механизма спекания, сопровождающегося образованием расплава при достаточно низких температурах. Данная закономерность подтверждается увеличением огневой усадки с вводом стеклобоя. Признанно целесообразным введение 10 масс. % стеклобоя, обеспечивающих течение процесса жидкофазного спекания. В тоже время введение такого количества минерализатора экономически оправдано.

Экспериментальная фактурная поверхность отдельных ангобированных образцов после обжига приведена на рисунке 2.

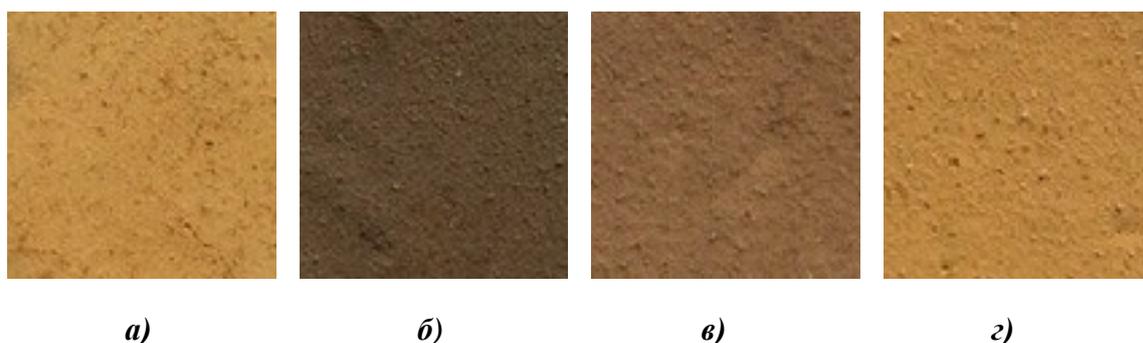


Рис. 2 - Основа ангоба (а) и фактурные поверхности ангобированных образцов с добавлением оксида Cr (б), оксида Mn (в), оксида Ti (г)

Выявлена возможность регулирования цветовой гаммы ангобного покрытия, изготовленного из низкосортного глинистого сырья с целью улучшения декоративных свойств керамического кирпича за счет ввода отдельных оксидных компонентов.

Список литературы

1. Добрынина, Г.Г. Художественная керамика, Учебно – практическое пособие. М.: Изд-во ВГУЭС, 2013. – 80 с.
2. Строительная керамика. Производство кирпича и огнеупоров [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.km.ru/referats/>
3. Облицовочные керамические материалы [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-104-stroymaterialy/39.htm>

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Борисенко В.А.

научный руководитель канд. техн. наук, проф. Василевская Н.Г.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время особенно важной задачей является использование местного сырья и отходов промышленности для производства сухих строительных смесей на их основе. В Красноярском крае имеются минеральные сырьевые ресурсы и производственные отходы, являющиеся полноценным сырьем для изготовления сухих строительных смесей.

Особенно важной задачей является увеличение производства сухих строительных смесей с использованием отходов промышленности, а именно шлака.

Шлак - побочный продукт или отход от производства металла, после очистки от остатков ценных компонентов отправляемый в отвал. Однако в некоторых случаях основным продуктом плавки, содержащим наиболее ценный компонент сырья, является именно шлак. Шлак применяется для изготовления стройматериалов (кирпич, черепица), в качестве добавки к цементу (существуют также цементы, полностью изготавливаемые из шлака), как удобрение. Также шлаки твердые отходы некоторых химических производств и спекшаяся зола от сжигания твердого и мягкого топлива (например, каменного угля или мазута).

Целью исследования явилось изучение влияния Челябинского шлака на предел прочности изгиба и сжатия в сухих строительных смесях.

Возможность использования шлака выдвинула задачу изучения его свойств.

Из рабочих составов в лабораторных условиях изготавливались образцы-балочки размером 4x4x16 см, часть которых испытывались в возрасте 7 и 28 суток. Исследовалось влияние расхода шлака на прочность и изгиб замесов представленных в таблице 1.

Количество шлака, добавляемого в сухую строительную смесь в замен вяжущего вещества, составило от 30-50%, как показано в таблице 1 и на рисунке 1 и 2.

Таблица 1 – Влияние количество шлака на прочности

№ образца	Шлак, %	Цемент, %	R изгиба, МПа	R сжатия, МПа
1	-	25	5,7	6,95
2	25	25	7,46	7,15
3	7,5	17,5	5,16	7,25
4	17,5	7,5	5,35	5,43

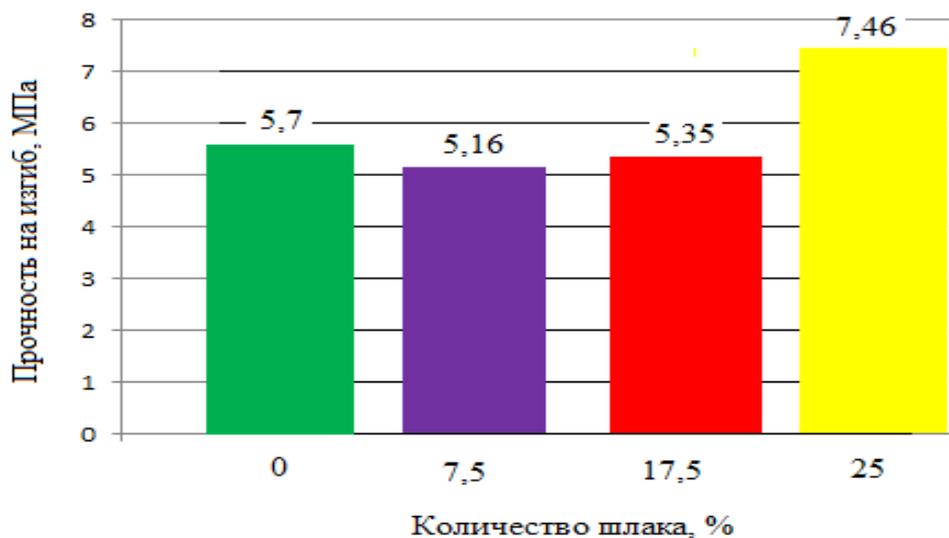


Рис.1 - Влияние количества шлака в составе на прочность изгиба образцов

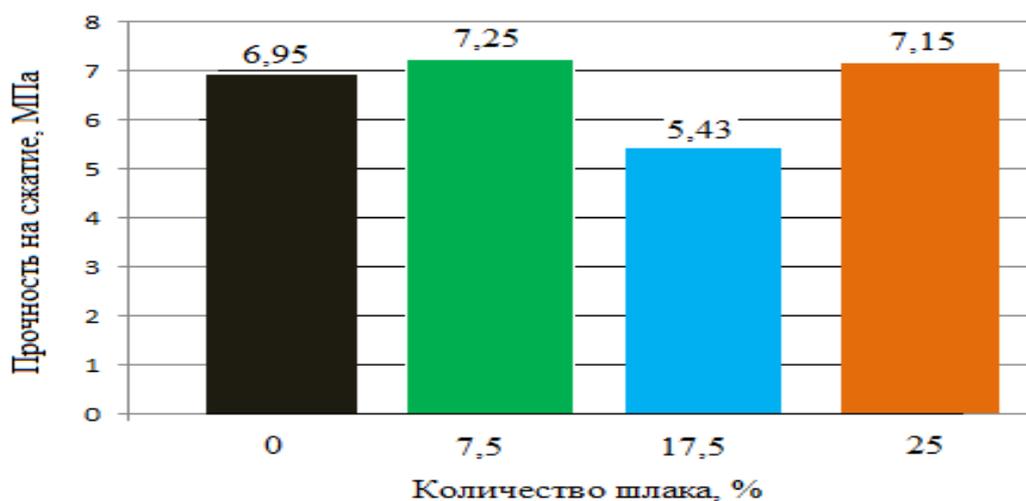


Рис.2 - Влияние количества шлака в составе на прочность сжатия образцов

Анализ полученных результатов показал, что с увеличением количества шлака взамен вяжущего в различном соотношении приводит к увеличению прочности на изгиб и сжатие, как показано на рисунке 1;2. Это объясняется тем, что Челябинский шлак имеет вяжущие свойства и вполне может быть заменой дорогостоящего вяжущего.

Список литературы

1. Строительные материалы: учебно-справочное пособие. - Издание 4-е, перераб. и доп. Айрапетов Г.А. 2009 г. 699 с.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/stroitel/5892>.
3. ГОСТ 31357-2007 Сухие строительные смеси на цементном вяжущем. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2009 – М.: Стандартинформ, 2007, 16 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН В КРАСНОЯРСКЕ

Винтер А.В., Мезенцев В.В., Хованский М.Е., Дроздов В.А.
 научный руководитель старший преподаватель Криворотов А.П.
 Сибирский федеральный университет

Из-за особенностей рельефа города Красноярска возникает острая необходимость применения подпорных стен в благоустройстве городской среды. Кроме того, применение данной конструкции может носить в себе и архитектурный замысел. Строительство и реконструкция подпорных стен остается одной из актуальнейших проблем нашего города.

На данный момент в Красноярске построены 203 подпорные стены, из них: 61 конструкции находятся в аварийном состоянии, 83 требуют дополнительного инструментального обследования, 27 подпорных стенок - в удовлетворительном состоянии. В 2014 году реконструировано 20 подпорных стен, а в 2015 году власть города обещает реконструировать 8 конструкций. Как минимум 4 стены полностью разрушены. Средний возраст подпорных стен в Красноярске – 50 лет.

Из всего этого мы можем сделать вывод, что практически все стены нуждаются в срочном ремонте и укреплении. В случаях, когда реконструкция подпорной стены становится экономически нецелесообразной, требуется её демонтаж с последующим строительством новой стенки.

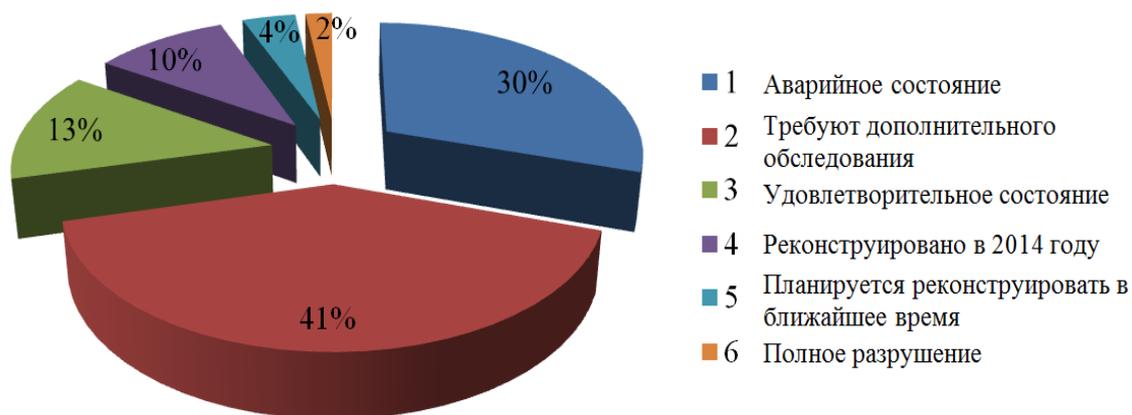


Рис.1 – Анализ состояния подпорных стен в городе Красноярске

Основными причинами деформации подпорных стен являются:

- процессы физического выветривания из-за проникновения влаги в тело стенки;
- давление на стенку со стороны подпора – действие гравитационных сил (выдавливание). Стенка подпирает собой часть тротуара, на котором всегда довольно интенсивное движение. Тем самым, грунты, которые находятся под основной дорогой, давят на подпорную стенку. Она начинает крениться, бетон, из которого она сделана, трескается;
- оседание грунтов основания подпорной стенки – действие суффозионных процессов. Суффозионные процессы - вынос мелких минеральных частиц породы фильтрующейся через неё водой.

Следует заметить, что отсутствие своевременной реконструкции или неправильная реконструкция также становятся наиболее частыми причинами отказа подпорных стен и их разрушения. Следствием чего могут стать человеческие жертвы.

Примером этому может послужить неправильная реконструкция и дальнейшее разрушение подпорной стены на проспекте Свободный в 2013 году. Подробно рассмотрим эту ситуацию.

Обрушение стены произошло в 11 часов 55 минут 2 августа 2013 года при морозящем дожде и безветренной погоде. В результате обрушения стены на проезжий участок проспекта Свободный погиб водитель и пассажир. По материалам предварительного следствия установлено, что отклонение составляло до 180 мм, длина трещины 40 м, глубина оценивалась до 1 м, а провалы до 1,5 м шириной и глубиной около 1 м.

Причинами разрушения являются:

- нарушение требований СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;
- несоответствие фактического исполнения монолитной железобетонной конструкции подпорной стены, представленным проектным решениям по геометрическим параметрам;
- нарушение требований ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Фактически 27 июля 2013 года работниками муниципального предприятия «Красмостдоринж» были проведены работы по ремонту тротуара на высоте 5,6 м. рядом с подпорной стеной, а не ремонт непосредственно ее самой. В месте образования трещины и провала удалили часть асфальта, расчистили площадку, после чего засыпали трещину и провал тротуара 5-6 кубами асфальтобетонной крошки (вырубки), что составляет около 6-7 тонн асфальтобетонного покрытия на место указанного провала и трещины вдоль тротуара подпорной стены. Вследствие этого появилась дополнительная горизонтальная нагрузка из-за замачивания грунтов, обратной засыпки и подсыпки с уплотнением грунта.

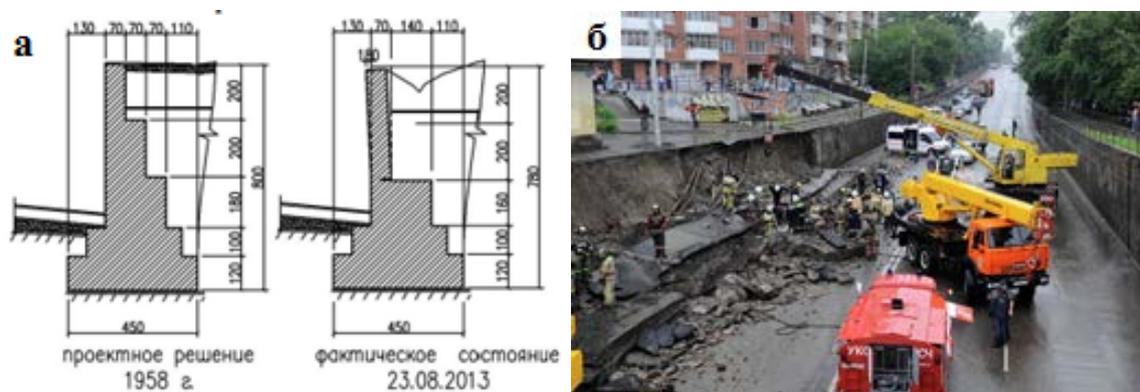


Рис.2 – Разрушение подпорной стены на проспекте Свободный: а) анализ состояния на 23.08.2013; б) разбор завалов после разрушения

Яркими примерами стен, находящихся в аварийном состоянии, являются подпорные стены, расположенные по адресу:

- ул. Петра Слобцова, 4;
- ул. Гусарова, 14;
- пер. Боготольский, 6;
- ул. Карла Маркса, 6.

Безусловно, это не все стены, состояние которых можно оценить как аварийное.

Во многих случаях наблюдается бездействие и безответственность со стороны власти. По их словам, у нашего города не хватает бюджета на снос и новое

строительство подпорных стен, хотя даже небольших реконструкций для увеличения сроков службы стен практически не проводится.



Рис. 3 – Подпорные стены, находящиеся в аварийном состоянии: а) ул. Петра Словова, 4; б) ул. Гусарова, 14; в) пер. Боготольский, 6; г) ул. Карла Маркса, 6

Мы проанализировали разработки в сфере строительства подпорных стен и выяснили, что есть альтернативные технологии, не требующие серьезных денежных затрат. Основными современными технологиями строительства подпорных стен, которые легко могут найти свое применение в городе Красноярске, являются:

- 1) Система армогрунтовых подпорных стен «Тенсар»;
- 2) Система подпорных стен из габионных конструкций (габионов).

Список литературы

1. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. Под ред. С.Б. Ухова. — 4-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2007. — 566 с.
2. СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция. СНиП 12-01-2004».
3. ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
4. Почти 100 подпорных стенок Красноярска признаны аварийными [Электрон. ресурс] URL: <http://krasnoyarsk.dk.ru/news/pochti-100-podpornyx-stenok-krasnoyarska-priznany-avarijnymi-236757321>
5. Армогрунтовые стены и откосы «Tensar» [Электрон. ресурс] URL: <http://www.tensar.ru/Применение/Армогрунтовые-подпорные-стены-и-откосы/Retaining-Walls>
6. Применение габионов при возведении подпорных стен [Электрон. ресурс] URL: <http://www.td-geo.ru/materials/gabions>

ОГНЕУПОРНЫЙ КИРПИЧ НА МЕСТНОМ СЫРЬЕ

Гутенкова Е.Е.

научный руководитель канд. техн. наук Василевская Н.Г.

Сибирский федеральный университет

Керамический кирпич является древнейшим строительным материалом и в настоящее время он продолжает оставаться самым востребованным стеновым материалом.

Простой надёжный способ строительства, сравнительно низкие затраты, так же весьма веские аргументы в пользу керамических материалов. Если к сказанному добавить невысокие эксплуатационные издержки и долговечность сооружений, а кирпичные стены практически не требуют какого-либо обслуживания и ремонта, то это можно рассматривать как дополнительную прибыль.

Важным является сохранность окружающей среды, экологические благоприятные для жизни человека свойства используемого исходного сырья и материалов, замкнутость производственного цикла и возврат всех выбросов в производство. По всем этим проблемам производство керамических строительных материалов является образцовым и представляет определенный интерес.

В настоящее время выпуск огнеупорных материалов на основе глинистого сырья очень невысок. Заводы, выпускающие огнеупорную керамику сосредоточены в Европейской части континента, следовательно, стоимость таких изделий для России очень высока. Заводы по выпуску огнеупорного кирпича имеются в районе Урала, но их изделия обладают очень низким качеством.

В Красноярском крае есть достаточно сырья, из которого можно изготавливать огнеупорный керамический кирпич, поэтому актуальность темы несомненна.

Целью данной работы как раз является изучение местного сырья, так же необходимо разработать состав шихты для огнеупорного кирпича.

Огнеупорный керамический кирпич получают несколькими способами: сухое прессование, мокрое (пластическое) формование, формование очень тощих масс, литье и способ, применяемый в производстве красного строительного кирпича.

В качестве добавки была выбранная вспученная горная порода, а именно вермикулит.

Химический состав концентрата вермикулита Татарского месторождения приведен в таблице 1 и выражается содержанием и соотношением различных оксидов.

Таблица 1 - Химический анализ вермикулита

Наименование	Содержание оксидов, массы %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	K ₂ O	H ₂ O
Вермикулит Татарского месторождения	40,29	10,92	14,47	-	17,94	4,08	-

Коэффициент вспучивания – 5...9 в зависимости от крупности.

Физико-химические исследования показали, что вермикулит Татарского месторождения относится к биотитовому ряду с достаточно высокой степенью вермикулитизации биотита.

Вермикулит Татарского месторождения относится к магниевому вермикулиту. Цвет руды темно-бурый из-за присутствия окисного и закисного железа, в сумме превышающие 10%. Цвет вспученного вермикулита после обжига светло-золотистый.

В исследованиях использовали глину «Солнечного» месторождения Красноярского края, основные характеристики которой представлены в таблицах 2,3 и на рисунке 1. Как видно из рисунка 1, суглинок «Солнечный» попадает в область глин, пригодных для производства полнотелого кирпича.

Таблица 2 - Химический состав глинистого сырья

Наименование	Содержание оксидов, массы %									
	п.п. П	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Σ
Суглинок «Солнечный»	9,8	64,04	16,05	3,82	1,94	1,82	0,15	0,31	1,8	99,73

Таблица 3 - Гранулометрический состав глины

Наименование глинистого сырья	Размер фракций, %		
	Песчаные частицы (>0,02 мм)	Пылеватые частицы (0,02-0,002) мм	Глинистые частицы (менее 0,002) мм
Суглинок «Солнечный»	35,80	45,70	18,50

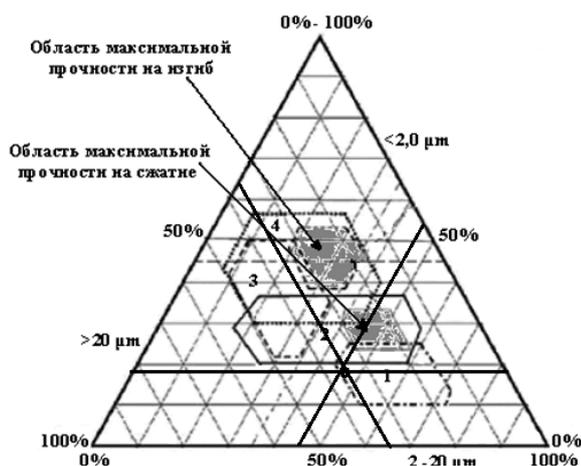


Рис.1 - Диаграмма распределения глин по размерам зерен (% по массе): 1 - полнотелый кирпич; 2 - блоки с вертикальными пустотами; 3 - щелевые блоки/потолочные блоки; 4 - клинкерный кирпич/кровельная черепица

При производстве керамических изделий с добавкой вспученного вермикулита использовался метод пластического формования.

Пластинчатые зерна вермикулита недостаточно прочные, но зато они врастают в каркас.

В дисперсной системе пластической керамической массы поверхностный золь, возникающий как продукт пептизации водой гидрофильного глинистого материала,

проникает не только в межзерновые пустоты, но и между пластинками вспученного вермикулита в пределах зерна, упрочняя систему. Кроме того, слабая адгезия гладких поверхностей зерен вермикулита ко многим неорганическим связующим устраняется, согласно правилу Ребиндера, природой глинистого сырья, сходной по составу с вермикулитом, представляющим собой сложные алюмосиликаты. Удельная поверхность зерна при вспучивании увеличивается в несколько раз, соответственно площадь контакта с золам увеличивается.

В работе использовались фракции вермикулита 2 и 1,25. Так как вермикулит является очень легким материалом, замещение производится по объему. Рабочие составы шихты приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Рабочие составы шихт с добавками

Наименование глинистого сырья	Количество глины, %	Количество вермикулита, %
Суглинок «Солнечный»	100	0
		Фракции 2мм
	95	5
	93	7
	90	10
		Фракции 1,25мм
	95	5
	90	10

Для изготовления образцов готовили шихту: глину смешивали с вермикулитом, затем добавляли воду, в количестве соответствующем формовочной влажности.

Приготовленные образцы с различным содержанием добавки вермикулита в глиняную массу Солнечного месторождения обжигались в муфельной печи по необходимому режиму. У обожженных образцов определяли огневую и воздушную усадки, физико-механические и эксплуатационные свойства, такие как прочность, плотность, теплопроводность и водопоглощение. Визуально оценивали цвет обожженного черепка. Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 6.

При чем можем рассчитать, что с увеличением введенного вермикулита в массу шихты (таблица 5) в зависимости от огнеупорности керамический кирпич из группы огнеупорных ($t_{пл}$ 1580-2000⁰С) переходит в область тугоплавких керамических изделий ($t_{пл}$ 1350-1580⁰С).

$$t_{пл} = \frac{360 + Al_2O_3 - R}{0,228}$$

где Al_2O_3 – содержание глинозема в глине, рассчитанное при условии, что $Al_2O_3 + SiO_2 = 100\%$;

R – сумма плавней, рассчитанная при том же условии.

Содержание Al_2O_3 при условии, что $Al_2O_3 + SiO_2 = 100\%$; $16,05 + 64,04 = 80,09$;

переводной множитель $100:80,09 = 1,25$

Содержание $Al_2O_3 = 16,05 \cdot 1,25 = 20,04\%$

$R = (TiO_2 + Fe_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O) \cdot 1,25 = (0+3,8+1,94+1,82+1,8+0,31) \cdot 1,25 = 12,07\%$

отсюда $t_{пл} = \frac{360 + 16,05 - 12,07}{0,228} = 1596^0C$

Таблица 5 - Химический состав шихты с введением 10% вермикулита

Наименование	Содержание оксидов, массы %									
	п.п. П	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Σ
Суглинок «Солнечный»		57,64	14,45	22,21	1,75	1,64	0,14	0,28	1,62	99,73

Содержание Al₂O₃ при условии, что Al₂O₃ + SiO₂ = 100%; 14,45 + 57,64 = 72,08; переводной множитель 100:72,08 = 1,39

Содержание Al₂O₃ = 14,45 · 1,39 = 20,04%

$R = (TiO_2 + Fe_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O) \cdot 1,39 = (0+22,21+1,75+1,64+1,62+0,28) \cdot 1,39 = 38,13\%$

отсюда $t_{пл} = \frac{360 + 14,45 - 38,13}{0,228} = 1475^{\circ}C$

Уменьшая температуру обжига таким образом, это прежде всего целесообразно в экономических целях.

Таблица 6 - Физико-механические свойства обожженных образцов

Глина, %	Вермикулит, %	Усадка, %		Плотность ρ, кг/м ³	Прочность при сжатии МПа	Водопоглощение, %	Теплопроводность, Вт/м·°C
		Воздушная усадка L _{возд} , %	Огневая усадка L _{огн} , %				
Вермикулит Татарского месторождения фракции 1,25							
100	-	8,9	3,1	1630	14	1,5	-
95	5	8,2	3	1200	6,9	26,5	0,110
93	7	7,2	1,6	1170	6,28	28	0,108
90	10	5,2	1,6	1100	6,1	30,9	0,105
Вермикулит Татарского месторождения фракции 2							
100	-	8,9	3,1	1630	14	13,5	-
95	5	0	0	1160	6,1	22,5	0,093
93	7	0	0	1055	5,7	23,5	0,090
90	10	0	0	990	5,5	26	0,085

Анализируя полученные результаты видим, что введение вспученного вермикулита Татарского месторождения фракции 2 снижает усадку при сушке и при обжиге до 0. С увеличением добавки вермикулита фракции 1,25, снижается воздушная усадка на 58% и огневая усадка на 51%.

С увеличением вермикулита в общей массе шихты, снижается плотность и прочность обожженных образцов. Результаты испытаний показали, что увеличение размера фракции приводит также к повышению водопоглощения, что объясняется,

очевидно, низкой механической прочностью зерен вермикулита вследствие слабой связи между отдельными пластинками, расщепляемостью по плоскостям спайности.

С увеличением количества вспученного вермикулита в системе плотность снижается с 1630 кг/м^3 (Класс средней плотности изделия 2,0) до 1100 кг/м^3 при введении фракции 1,25 (Класс средней плотности изделия 1,2) и до 990 при введении фракции 2,0 (Класс средней плотности изделия 1,0). В соответствии с [1] группы изделий по теплотехническим характеристикам следующие: класс 2,0 – малоэффективные, класс 1,2 – эффективные, класс 1,0 – повышенной эффективности.

Результаты изменения теплопроводности от количества добавки вермикулита показали, что с увеличением количества вермикулита в общей массе шихты, снижается теплопроводность обожженных образцов. В соответствии с [1] теплопроводность ниже $0,20 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ соответствует по теплотехническим характеристикам группе изделий с высокой эффективностью.

Полученный керамический кирпич обладает широким диапазоном свойств и может применяться как для строительной теплоизоляции, но что более важно - для высокотемпературной.

Список литературы

1. ГОСТ 530-12 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.- М.: ФГУП Стандартиформ, 2013.- 27с.

2. Васильевская, Н.Г. Структура керамического черепка с добавками вермикулита при разных способах формования/Н.Г. Васильевская, И.Г. Енджиевская, Г.П.Баранова, Н.М.Кочеткова. - Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3



ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Дятлова М.С.

научный руководитель канд. техн. наук, проф. Шевченко В.А.

Сибирский федеральный университет

Географическое расположение России в северной части континента и отрицательные температуры не благоприятно влияют на свойства материалов. Частые перепады температур способствуют попеременному замораживанию и оттаиванию, что плохо влияет на прочность. В настоящее время бетон и железобетон являются основными строительными материалами. Так как строительный процесс протекает постоянно, возникает вопрос бетонирования конструкций в условиях низких температур, поэтому тема противоморозных добавок в бетон, является актуальной на сегодняшний день.

Бетон XXI века – это модифицированный бетон. Основными модификаторами бетонов и растворов служат добавки различной природы. Основные цели противоморозных добавок в технологии бетона: набор требуемой прочности в условиях отрицательных температур.

При зимнем бетонировании необходимо создать температурный режим твердения бетона, который могут быть созданы на конкретном объекте:

- разогревом бетона при его приготовлении;
- выдерживанием бетона в утепленных опалубках (метод термоса);
- внесением в бетон химических добавок, снижающих температуру замерзания;
- тепловым воздействием на свежееуложенный бетон греющих опалубок; электродным прогревом; инфракрасными источниками теплоты.

Технологический прием выбирают исходя из учета бетонирования, экономичности или особенностей бетона.

Основная причина отсутствия набора прочности при отрицательных температурах – замерзание в них воды. Всем известно, что содержание в воде солей резко снижает температуру ее замерзания. Отсюда следует, если в процессе приготовления в бетонную смесь вводить определенное количество солей, то процесс твердения будет протекать и при температуре ниже 0 °С.

В качестве противоморозных добавок служит: нитрит натрия, хлорид натрия, поташ, формиат натрия и другие. Наибольшей эффективностью обладают добавки, специально синтезируемые в условиях специализированных производств.

На рынке г. Красноярска к настоящему моменту присутствуют несколько крупных производителей химических добавок – фирма «Полипласт», фирмы Basf и Sika, из них наиболее популярны добавки фирмы «Полипласт».

Цель работы – оценить эффективность действия противоморозных добавок на способность бетона твердеть и набирать прочность в условиях отрицательных температур. Исследования по эффективности добавок были проведены по ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов. Методы определения эффективности». Объектами исследований были добавки: ПМП-1; Nord; Криопласт.

Влияние добавок на свойства цементного теста и цементного камня, а также на прочность тяжелого бетона, твердеющего в условиях положительных и отрицательных температур было изучено в соответствии с методикой ГОСТ. Условия выдерживания бетона были приняты естественными, т.е. при температуре в период декабрь – март 2014 – 2015 г.г., и искусственными, т.е. при постоянной отрицательной температуре в

лабораторной морозильной камере. Составы бетона для всех видов добавок были приняты одинаковыми.

Температурный график естественных условий выдерживания образцов бетона представлен на рисунке 1. За указанный период температура наружного воздуха опускалась до -32°C и поднималась до $+8^{\circ}\text{C}$.

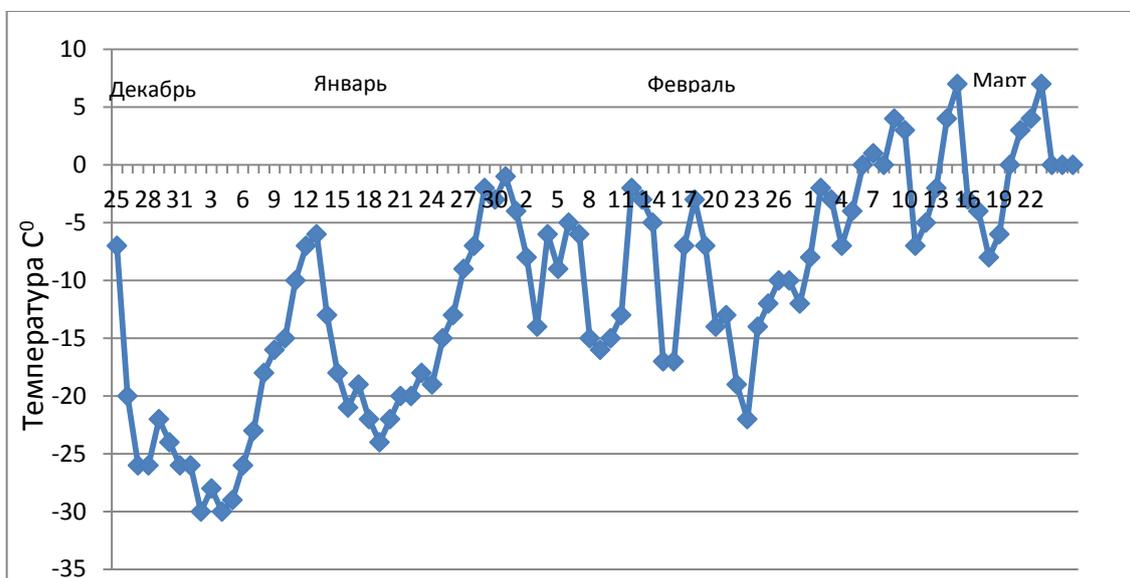


График 1 – Температурный график выдерживания образцов бетона в естественных условиях

Полученные результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица 1 – Влияние вида добавок и условий твердения на прочность бетона

Виды добавок	Прочность при сжатии, МПа / %, условия твердения		
	нормальные	естественные	при -20°C
Без добавки	51,2 / 100	13,2 / 26	-
ПМП-1	60,1 / 117	29,3 / 57	12 / 23,4
Nord	57,6 / 113	20,1 / 39	10,7 / 21,0
Криопласт	57,3 / 112	21,9 / 43	11,7 / 22,8

Понятие «зимнее бетонирование» при производстве бетонных работ, когда среднесуточная температура воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$, и опускается ниже 0°C в течении суток. Это и есть отличие от обычного твердения бетона, при нормальных температурных условиях, в камере нормального твердения. Темп набора прочности бетона представлен на графике 2. Где синяя линия представляет твердение при температуре 20°C , красная линия твердение при 15°C , зеленая – твердение при 10°C .



График 2—Темп набора прочности от возраста бетона

Согласно полученным данным, наибольшую относительную прочность (в сравнении с контрольными образцами) после выдерживания в условиях отрицательных температур показали образцы с комплексной противоморозной добавкой ПМП-1.

Следует отметить, что указанные противоморозные добавки одновременно являются и ускорителями твердения, о чем свидетельствует прирост прочности образцов, выдержанных в нормальных условиях, в сравнении с прочностью бездобавочных бетонов.

Список литературы

1. ГОСТ 30459-2008 Добавки для бетонов. Методы определения эффективности. – М.:ФГУП Стандартиформ 2010.
2. Информационный научно-технологический журнал – Технологии бетонов. – М.: «Композит XXI век» 2015г – 40 с.
3. Сборник статей 2 часть «Актуальные проблемы науки XXI века» – М.: Международная исследовательская организация "Cognitio" 2015г.– 141с.
4. Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин, У.Х. Магдеев. Технология бетона, строительных изделий и конструкций : Учебник для вузов / - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. - 350 с., с илл.
5. Никогосян Р.В. Противоморозные добавки в бетон. Технологии бетонов. 2013 (10):12-13/

ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ
Козьмин А.Д., Григорьева В.А., Чехлов М.К., Одинцов К.В.
научные руководители канд. техн. наук, доц. Енджиевская И.Г.,
канд. техн. наук, проф. Василовская Н.Г.
Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день строительная промышленность - это предприятия целиком ориентированные на получение прибыли, поэтому большое внимание специалистов привлекает экономическая эффективность применяемых технологий. Как правило, она зависит от различных потерь в процессе производства, где одну из самых больших долей занимают производственные потери при использовании высоких температур. В связи с этим ключевую роль в сокращении тепловых потерь играют материалы для устройства футеровок тепловых агрегатов и температурных контуров.

Технический прогресс предъявляет высокие требования к современным теплоизоляционным материалам, такие материалы обязаны быть высоко экологичными, иметь низкую теплопроводность, высокую огнестойкость, доступность, и технологичность. Исследования показывают, что подобными свойствами может обладать материал изготовленный на основе вермикулита – гидрослюда внешне представляющей собой пластинчатые кристаллы желтовато-бурого цвета. После нагревания вермикулит превращается во вспученный вермикулит, при этом его объем увеличивается в 4-12 раз в зависимости от сырья. Это позволяет получить высокую пористость готовых изделий и как следствие низкую теплопроводность. Также вермикулит не содержит тяжелых металлов и токсичных компонентов и не вступает в реакцию со щелочами и кислотами, что позволяет получать изделия стойкие агрессивным средам. Кроме того, этот минерал не подвержен гниению и разложению под воздействием природных и биологических факторов. Частицы вермикулита позволяют получать изделия, которые будут работать дополнительно как отражающая теплоизоляция, что очень существенно при высоких температурах.

В исследованиях использовали вермикулиты нескольких месторождений – Татарского, Инаглинского, Hebei Китай (Alibaba). В качестве вяжущего применяли натриевое жидкое стекло (водный щелочной раствор силикатов натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$), что позволяет сохранить стойкость готового материала к агрессивным средам, при высокой температуре использования и требуемой прочности. Ускорителем твердения служил кремнефтористый натрий (NaSiO_2F) для сокращения режима тепловой обработки.

В первой серии испытаний был использован комплексный метод изучения влияния содержания компонентов – исследовалось влияние гранулометрического состава вермикулита на качество изделий, разногорасхода жидкого стекла, при этом варьировалась его плотность, а также количество и способ введения добавки (в сухом виде или в виде водного раствора).

В ходе исследования была выявлена необходимая фракция вермикулита (0,3-1,25). Для проведения испытаний были изготовлены образцы с различным гранулометрическим составом. Выделив 3 фракции, удалось получить 3 состава с сопоставимыми прочностными характеристиками и разными плотностями (370, 420, 500). Однако, стоит отметить, что в образцах где использовался вермикулит со средними размерами зерен были получены наилучшие результаты. Этот эффект, как

показали эксперименты, обусловлен более рациональным расположением зерен по отношению друг к другу после прессования.

Было установлено, что оптимальныерасходы:

Вязущего - жидкого стекла находится в пределах 5,3-5,5% с плотностью 1,4 кг/м³;

Добавки–10% от массы вязущего.

При использовании жидкого стекла с меньшей плотностью былоотмеченоснижение прочности готовых образцов. Так же было выявлено отрицательное воздействие стекла пониженной плотности на процесс прессования – образцы имели большие поперечные деформации. Такие эффекты, как показали исследования, обусловлены большим содержанием воды в образцах. При прессовании в таких образцах, зерна вермикулита адсорбировали большее количество влаги из жидкого стекла, что приводило к неравномерному ее распределению и деформациям при прессовании. А при последующей тепловой обработке такие образцы наоборот выделяли влагу, которая при приложении давления, создавала большие внутренние напряжения, что способствовало разрушению еще хрупких связей образованных твердением жидкого стекла и связей между частицами, полученных при прессовании.

Наибольший эффект от введения ускоряющей добавки – кремнефтористого натрия был достигнут при введении ее в вермикулит в виде предварительно измельченного порошка.Перемешивание продолжали до тех пор, пока не будут видны включения добавки.

Зависимости прочности при сжатии образцов от способов введения добавки, плотности жидкого стекла и его количества представлены нарисунках 1 и 2.

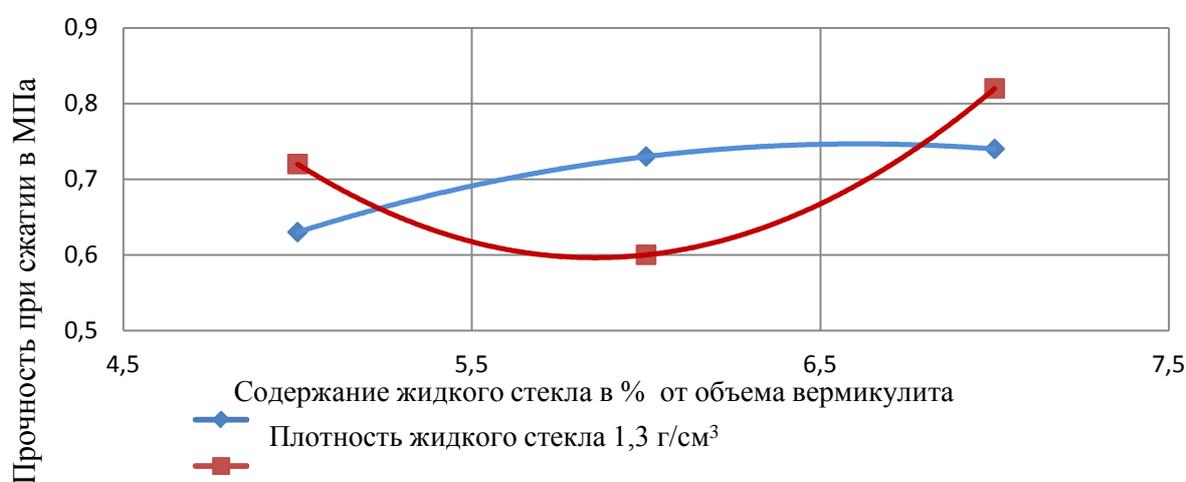


Рис.1 - Введение добавки в сухом виде

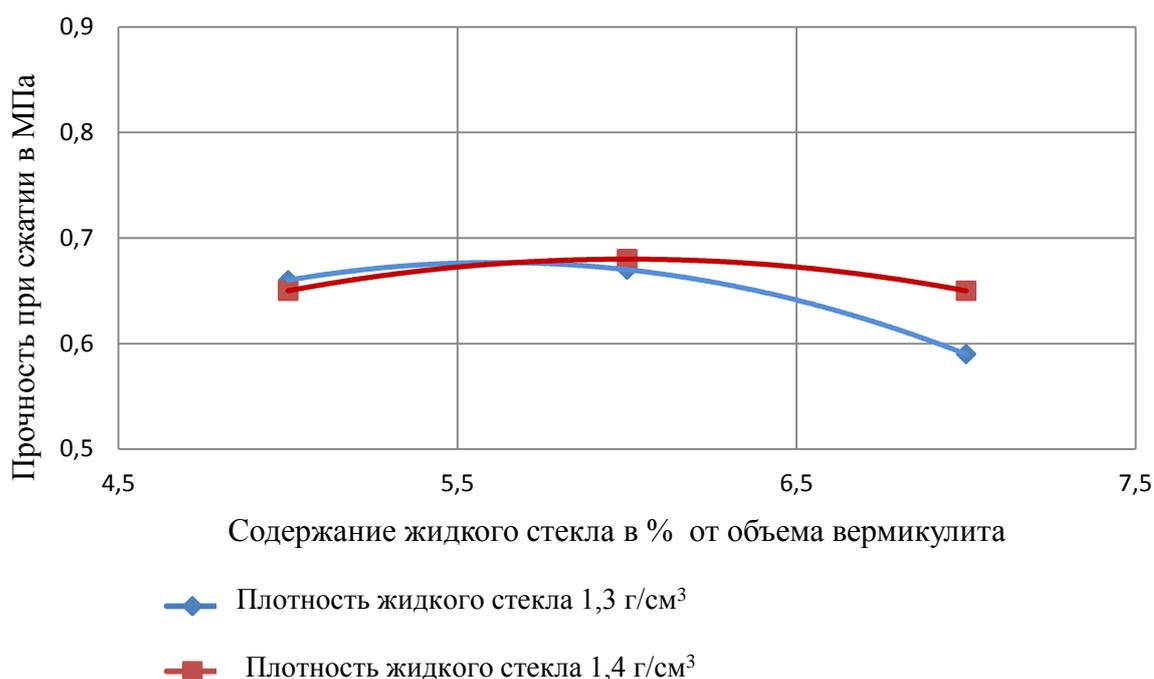


Рис.2- Введение добавки растворенной в воде

Следующие испытания были направлены на выявление влияния степени (коэффициента) прессования при формовании на физико-механические свойства изделий. Кроме того, варьирование этого параметра позволяло получать изделия разной плотности, что очень важно при формировании сортамента изготавливаемых теплоизоляционных материалов.

Результаты исследования по подбору степени прессования, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Подбор степени прессования изделий.

№ образца	Кпрес.	ρ , кг/м куб.	Рсж, Мпа	Рсж в партии
1,1	1,16	239	0,12	0,12
1,2	1,2	249	0,14	
1,3	1,16	239	0,10	
2,1	1,72	328	0,43	0,37
2,2	1,64	329	0,33	
2,3	1,61	322	0,35	
3,1	2,7	554	1,92	1,75
3,2	2,62	534	1,79	
3,3	2,57	523	1,53	

В результате было выявлено, что с увеличением коэффициента прессования возрастает прочность и плотность, что можно наблюдать на рисунке 3.

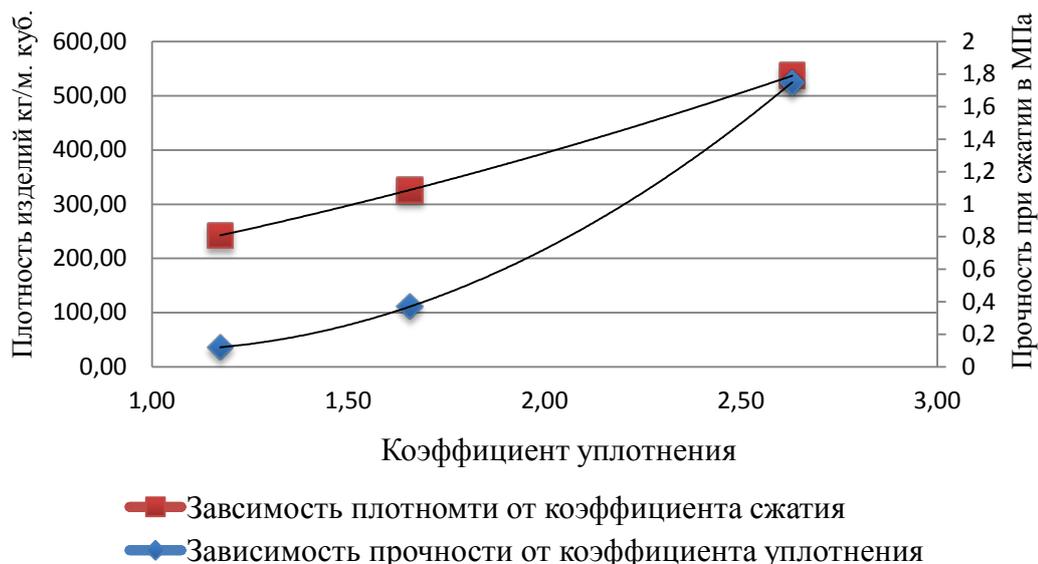


Рис.3 - Изменение прочности и плотности в зависимости от коэффициента прессования

Далее подбирали температурный режим обработки изделий, изготовленные образцы прошли тепловую обработку при температуре от 100 до 200 градусов, при этом варьировалось время обработки. Исследования проводились на подобранном оптимальном составе с расходом жидкого стекла в пределах 5,3-5,5% с плотностью 1,4 кг/м³ при сухом способе введения добавки.

Увеличение температуры не давало характерных изменений прочности, но происходило предсказуемое изменение плотности готового изделия. Добавка кремнефтористого натрия (NaSiO_2F) позволила снизить температуру термической обработки до 100°C и сократить время выдержки до пяти часов.

В процессе исследований была проведена оценка технологических параметров, оказывающих влияние на качество изделий для высокотемпературной изоляции на основе жидкого стекла и вермикулита и свойства материала, а именно:

- 1) фракция используемого вермикулита должна быть 0,3-1,25 мм;
- 2) в качестве вяжущего вещества выбрано жидкое стекло ($\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$) плотностью 1,4 г/см³ с расходом 5,3-5,5 %;
- 3) ускорителем твердения является кремнефтористый натрий (NaSiO_2F) в количестве 10 % для сокращения температуры режима тепловой обработки, применение которого позволило снизить температуру обжига (до 100°C) и время обработки до 5 часов, что в свою очередь, существенно скажется на экономических показателях производства такого материала;
- 4) наилучшим способом введения кремнефтористого натрия стал сухой способ предварительно измельченной добавки;

Исследованные параметры позволят получать высокотемпературный теплоизоляционный материал для различных целей стабильной структуры и качества.

Список литературы

1. ГОСТ 12865-67 Вермикулит вспученный. – Введ 01.07.68 – Москва: Стандартиформ, 2012. – 20с.
2. Енджиевская И.Г. Составы для огнезащитных покрытий на основе вспученного вермикулита Татарского месторождения /Василовская Н.Г., Слакова О.В.// Вестник Томского государственного Архитектурно-строительного университета / Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета; Томск, 2012, № 1. – С. 117-122.
3. Енджиевская И.Г. Теоритические аспекты процесса вспучивания вермикулита Татарского месторождения /Василовская Н.Г., Слакова О.В., Баранова Г.П. // Журнал Сибирского Федерального Университета / Сибирский Федеральный Университет; Красноярск, 2012. – Т. 5, № 3. – С. 294-300.



ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ И ИХ ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Король В.Р., Репин В.П.

научный руководитель канд. техн. наук, проф. Шевченко В.А.

Сибирский федеральный университет

Успехи химии в области синтеза полимеров открывают практически неограниченные возможности для изготовления материалов с самыми разнообразными свойствами. Открыты множество новых видов полимеров, которые находят применения в зависимости от своих свойств и в зависимости от условий, где полимеры будут использоваться.

Дефицитность полимерного сырья и влияние отходов полимерной промышленности на окружающую среду предполагает их повторную переработку, так как пластмассовые отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом для получения новых материалов.

Решение данного вопроса требует значительных финансовых вложений, так как стоимость обработки и уничтожения отходов пластмасс в разы дороже, чем аналогичные действия с другими бытовыми отходами. Это связано со специфической особенностью пластмасс, затрудняющих или делающих непригодными известные методы уничтожения твердых отходов.

Отсюда можно сделать вывод, что использование отходов полимеров позволяет существенно сэкономить первичное сырьё (нефть) и электроэнергию, так как с каждым годом их количество растёт. Но процент использования отходов до сих пор мал.

Использование вторичного сырья в качестве новой ресурсной базы — одно из наиболее динамично развивающихся направлений переработки полимерных материалов в мире.

Промышленность строительных материалов - базовая отрасль строительного комплекса. Она относится к числу наиболее материалоемких отраслей промышленности. Материалоемкость определяется отношением количества или стоимости израсходованных на производство продукции материальных ресурсов к общему объему продукции. Учитывая, что многие минеральные и органические отходы по своему химическому составу и техническим свойствам близки к природному сырью, а во многих случаях имеют и ряд преимуществ (предварительная термическая обработка, повышенная дисперсность и др.), применение в производстве строительных материалов промышленных отходов является одним из основных направлений снижения материалоемкости этого массового многотоннажного производства. В то же время снижение объемов разрабатываемого природного сырья и утилизация отходов имеет существенное экономико-экологическое значение. В ряде случаев применение сырья из отвалов промышленных предприятий практически полностью удовлетворяет потребности отрасли в природных ресурсах.

Способы переработки полимерных отходов зависят естественным образом от вида полимера и его происхождения, однако наиболее эффективным способом утилизации отходов полимерных отходов является их повторное использование. В таблице 1 представлены различные варианты повторного использования.

Таблица 1 - Использование полимеров после переработки

Символ	Название полимера	Обозначение по ГОСТ 24888-81	Использование после переработки
	Полиэтилентерефталат	ПЭТФ	Нетканые волокна, спальные мешки, новые бутылки для напитков и подсолнечного масла, бутылки для технических жидкостей, одежда, спортивная обувь, сумка упаковочная лента, детали для автомобилей и др.
	Полиэтилен низкого давления	ПЭНД	Дренажные трубы; ящики, бутылки для жидкостей: шампунь, мыло; ручки, скамейки, мусорные контейнеры, заборы, строительные доски и т.д.
	Поливинилхлорид	ПВХ	Настил пола, облицовочные панели, брызговики, водосточные желоба, половые доски, кабели, плитка и др.
	Полиэтилен высокого давления	ПЭВД	Пленки, черепица, прокладочный материал, почтовые конверты, мебель, мусорные баки и т.д.
	Полипропилен	ПП	Мешки, биг-бэги, одноразовая посуда, фары, расчески, зубные щетки, аккумуляторы, вешалки, паллеты и т.д.
	Полистирол	ПС	Упаковка для яиц, линейки, контейнеры для хранения различных вещей, теплоизоляция, клапаны, упаковка из пенопласта и т.д.
	Другие		Пластиковые доски для строительства и др.

Определить вид пластмассы, если имеется маркировка, достаточно легко. Но при отсутствии такой маркировки можно использовать практические методы определения пластмассы. Методика достаточно проста: анализируются физико-механические особенности пластмасс (твердость, гладкость, эластичность и т. д.) и их поведение в пламени спички (зажигалки). Может показаться странным, но различные виды пластмасс и горят по-разному. Например, одни ярко вспыхивают и интенсивно сгорают (почти без копоти), другие, наоборот, сильно коптят. Пластмассы даже издадут

разные звуки при своем горении. Поэтому так важно по набору косвенных признаков точно идентифицировать вид пластмассы, ее марку.

Наиболее распространенные виды термопластичных полимеров, которые можно использовать повторно, представлены ниже.

ПЭВД (полиэтилен высокого давления, низкой плотности). Горит синеватым, светящимся пламенем с оплавлением и горящими потеками полимера. При горении становится прозрачным, это свойство сохраняется длительное время после гашения пламени. Горит без копоти. Горящие капли, при падении с достаточной высоты (около полутора метров), издают характерный звук. При остывании капли полимера похожи на застывший парафин, очень мягкие, при растирании между пальцами - жирны на ощупь. Дым потухшего полиэтилена имеет запах парафина. Плотность ПЭВД: 0,91-0,92 г/см. куб.

ПЭНД (полиэтилен низкого давления, высокой плотности). Более жесткий и плотный чем ПЭВД, хрупок. Проба на горение – аналогична ПЭВД. Плотность: 0,94 - 0,95 г/см. куб.

Полипропилен. При внесении в пламя полипропилен горит ярко светящимся пламенем. Горение аналогично горению ПЭВД, но запах более острый и сладковатый. При горении образуются потеки полимера. В расплавленном виде - прозрачен, при остывании - мутнеет. Если коснуться расплава спичкой, то можно вытянуть длинную, достаточно прочную нить. Капли остывшего расплава жестче, чем у ПЭВД, твердым предметом давятся с хрустом. Дым с острым запахом жженой резины, сургуча.

Полиэтилентерефталат. Прочный, жесткий и легкий материал. Плотность ПЭТФ составляет 1,36 г/см. куб. Обладает хорошей термостойкостью (сопротивление термодеструкции) в диапазоне температур от - 40 до + 200 °С. ПЭТФ устойчив к действию разбавленных кислот, масел, спиртов, минеральных солей и большинству органических соединений, за исключением сильных щелочей и некоторых растворителей. При горении образует сильно коптящее пламя. При удалении из пламени самопроизвольно гаснет.

Полистирол. При сгибании полоски легко гнется, потом резко ломается с характерным треском. На изломе наблюдается мелкозернистая структура. Горит ярким, сильно коптящим пламенем (хлопья копоти тонкими паутинками взмывают вверх). Запах сладковатый, цветочный. Полистирол хорошо растворяется в органических растворителях (стирол, ацетон, бензол).

Поливинилхлорид (ПВХ). Эластичен. Трудногорюч (при удалении из пламени самозатухает). При горении сильно коптит, в основании пламени можно наблюдать яркое голубовато-зеленое свечение. Очень резкий, острый запах дыма. При сгорании образуется черное, углеподобное вещество (легко растирается между пальцами в сажу). Растворим в четыреххлористом углероде, дихлорэтаноле. Плотность: 1,38-1,45 г/см. куб.

Утилизация приведенных выше наиболее распространенных полимеров и пластмасс на их основе в настоящее время может производиться в нескольких направлениях. Одно из них – повторное использование для получения различных строительных композиций и изготовление из них изделий.

Использование вторичного сырья в качестве новой ресурсной базы является динамично развивающимся направлением переработки полимерных материалов в мире. В таких странах как Германия, Франция, Швеция, Япония, где охране окружающей среды придают большое значение, объемы переработки вторичных полимеров постоянно увеличиваются. Законодательство обязывает юридических и физических лиц помещать полимерные отходы в специальные контейнеры для их последующей утилизации. Сегодня на повестку дня становится не только задача утилизации отходов полимерных материалов, но и восстановления ресурсной базы.



В мировой индустрии сохраняется устойчивая тенденция внедрения в строительной и промышленной сферах полимерных материалов и изделий - самых перспективных на сегодняшний день. Полимерные отходы обладают достаточной прочностью, легкостью, хорошими защитными свойствами, относительной дешевизной и легкостью дальнейшей переработки. Использование полимеров в качестве материала для строительства означает разнообразие методов обработки и декорирования.

В г. Красноярске имеется завод по утилизации твердых бытовых отходов, включающий линию по извлечению из общей массы мусора изделий из пластмасс и их последующую переработку в гранулированный полуфабрикат для дальнейшего использования.

Цель наших исследований заключалась в изучении технологических свойств такого полуфабриката с последующей разработкой композиций для строительных изделий.

Основными технологическими свойствами полимерного вторичного полуфабриката, которые были определены, являлись плотность и температура плавления, показанные в табл.2.

Таблица 2 - Технологические свойства полимерного полуфабриката

Свойства	Показания
Температура плавления, С°	157
Плотность, г/см ³	0,910

Дальнейшие исследования направлены на получение полимерпесчаных композиций оптимальных составов и разработке технологии изготовления из них кровельных и других материалов.

Список литературы

1. Научный журнал «Фундаментальные исследования» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32837>
2. Ла Мантия Ф. Вторичная переработка пластмасс. – СПб.: Профессия, 2007–400 с.
3. Вторичное использование полимерных материалов / Под ред. Е.Г.Любешкиной. — М.: Химия, 1985. — 192 с.
4. Власов С.В., Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс
5. Джон Шайер Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика. Издательство: научные основы и технологии. 2012 – 635 с.
6. Recycling – повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://recyclingforum.ru/showthread.php/336-utilizaciya-polimernyh-materialov-ispolz-зуemyh-v-stroitel-stve>
7. Утилизация полимерных материалов, используемых в строительстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.e-plastic.ru/specialistam/vtorichnaya-pererabotka/utilizaciya-polimernyx-materialov-ispolz-зуemykh-v-stroitelstve>
8. Переработка полимерных отходов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.poliiolefins.ru/stat/polimer/683-pererabotka-polimernyx-otxodov.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

Кулик В.А., Авакумова В.В.

научные руководители канд. техн. наук, проф. Василевская Н.Г.,

канд. техн. наук, доц. Енджиевская И.Г.

Сибирский федеральный университет

Керамика была придумана и создана человеком многие тысячелетия назад. Изделия из керамики с давних времен и по наши дни имеют широкое применение в различных сферах жизни: как в повседневном быту, так и в различных отраслях промышленности.

Что касается строительства, наибольшее распространение получили стеновые изделия, такие как керамический кирпич, камни, блоки. Такая популярность объясняется рядом положительных свойств, а именно высокой прочностью, долговечностью, морозостойкостью, паропроницаемостью, простотой изготовления, а также повсеместным распространением сырья для их производства. Стены из керамического кирпича обладают свойством сохранять и равномерно распределять тепло, что особенно необходимо во время отопительного сезона, т.к. тепло, сохраненное в кирпичном фасаде, улучшает уровень энергии строения. Перечисленные качества позволяют применять стеновые керамические изделия для строительства качественных зданий и сооружений. С применением новых технологий стеновая керамика получила второе дыхание.

Необходимым условием для развития керамических стеновых материалов является расширение сырьевой базы за счет освоения новых месторождений глинистого сырья. Целью работы является изучение глинистого сырья из аллювиального суглинка, расположенного в Емельяновском районе города Красноярск, с анализом его пригодности для применения в производстве керамических стеновых изделий.

Для исследования были отобраны две пробы глинистого сырья из рабочей зоны карьера, которые отличались расположением по глубине залегания. Образцы испытаны на соответствие с ГОСТ 9169-75 «Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация» и ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний» с целью определения возможности его использования в производстве керамического кирпича. Исследовались следующие показатели: химический, гранулометрический состав, влажность глинистого сырья, пластичность, воздушная и огневая усадка (ГОСТ 19609.20-89), механические свойства обожженной глины.

В первую очередь были определены число пластичности и карьерная влажность глинистого сырья по методике ГОСТ 21216-2014. Результаты представлены в таблице 1. Определение пластичности проводится по методу, который по своей физической сущности основан на определении способности глины связывать воду. Чем пластичнее глина, тем шире интервал влажности, в котором она проявляет пластичность.

Таблица 1 - Число пластичности и карьерная влажность глинистого сырья

Номер пробы	Число пластичности	Наименование группы	Карьерная влажность
1	10,1	умереннопластичная	18,80
2	8,6	умереннопластичная	20,86

Верхний предел влажности, при котором глина сохраняет пластические свойства, - предел текучести W_T . При больших значениях влажности глиняная масса теряет способность сохранять форму – течет. Нижний предел влажности глины, обладающей пластическими свойствами, - граница раскатывания W_p . Ниже этого предела глина приобретает хрупкие свойства. Разность между абсолютными влажностями «предела текучести» и «границы раскатывания» количественно характеризует пластичность и называется числом пластичности. Физическое значение числа пластичности заключается в том, что оно указывает пределы содержания воды, соответствующие пластическому состоянию глиняной массы. Физические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Физические характеристики

Номер пробы	Влажность грунта, %	Число пластичности, I_p , %	Показатель текучести, I_L , д.е.	Классификация грунта, ГОСТ 25100-2011 (пп. Б.2.9, Б.2.10, Б.2.12)
1	18,8	10,15	0,30	Суглинок ($7 < I_p \leq 17$); легкий песчанистый ($7 < I_p \leq 12$, $песч \geq 40$); тугопластичный ($0,25 < I_L \leq 0,50$)
2	20,9	8,60	0,29	

Для дальнейшего определения пригодности глинистого сырья к использованию его в керамической промышленности необходимо проанализировать его усреднённый химический состав из рабочей зоны карьера (таблица 3).

Таблица 3 - Усреднённый химический состав глинистого сырья из рабочей зоны карьера

Компонентный состав, %									
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	iO	ппп
58,76	14,52	5,22	6,71	1,83	1,68	1,44	-		8,90

Определение группы пригодности глинистого сырья в производстве тех или иных видов керамической продукции осуществляется с помощью диаграммы размещения главнейших групп оксидов (по А.И.Августинику), представленной на рисунке 1.

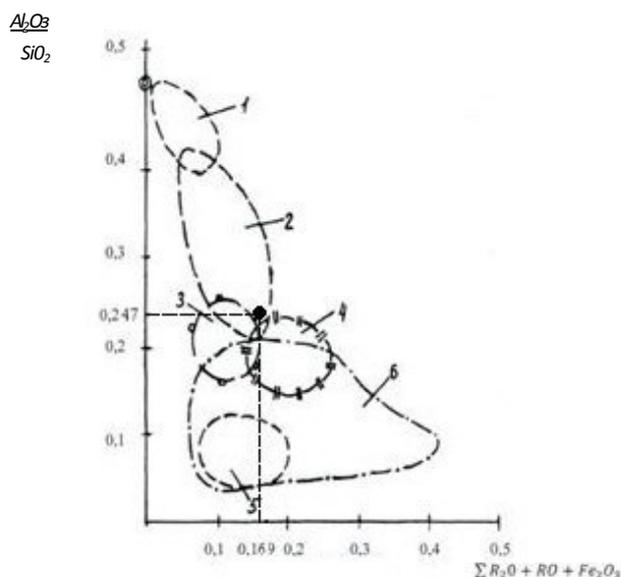


Рис.1 - Диаграмма размещения главных групп оксидов в соответствии с техническим назначением глин (по А.И. Августинику): 1- глины, пригодные для огнеупоров; 2 - глины, пригодные для производства плиток; 3 - гончарные и терракотовые глины; 4- черепичные глины; 5- глины для производства мостового клинкера; 6- глины для производства керамического кирпича

По химическому составу глинистое сырье относится к группам глин, пригодных для производства плиток. В зависимости от содержания Al_2O_3 в прокаленном состоянии (15,93%) глинистое сырье относят к группе полукислых (требования ГОСТ - менее 28 до 14%). В зависимости от содержания красящих оксидов ($Fe_2O_3 + FeO$ 5,72%) глинистое сырье относят к группе - с высоким содержанием красящих оксидов (требования ГОСТ Fe_2O_3 - Св. 3,0).

Определение гранулометрического состава проводилось с помощью метода Рутковского, сущность которого заключается в оценке зернового состава с выделением трёх основных фракций: глинистой - с размером частиц менее 5 мкм (0,005 мм), пылеватой - с размером частиц 5 - 50 мкм (0,005 – 0,05) мм, песчаной - с размером частиц от 50 мкм и более (0,05 – 2) мм. Результаты испытаний проб представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Гранулометрический состав

Номер пробы исследуемого сырья	Содержание фракций, % мас.		
	Песчаные частицы (1-0,05) мм	Пылеватые частицы (0,05-0,005) мм	Глинистые частицы (менее 0,005) мм
1	40,00	49,64	10,36
2	40,10	48,55	11,35

Полученные результаты наносятся на диаграмму распределения глин по размерам зерен (рисунок 2).

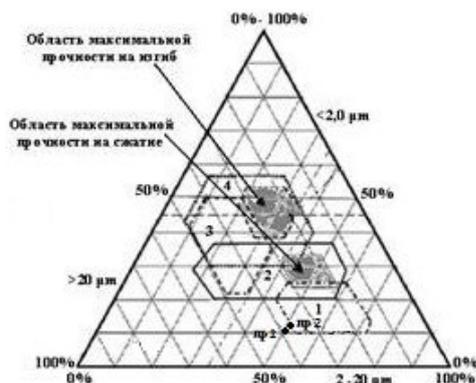


Рис.2 - Диаграмма распределения глин по размерам зерен (% по массе): 1 - полнотелый кирпич; 2 - блоки с вертикальными пустотами; 3 - щелевые блоки/потолочные блоки; 4 - клинкерный кирпич/ кровельная черепица

По данным гранулометрического анализа исследуемые глинистые породы в рабочей зоне карьера относятся к суглинкам и являются пригодными для изготовления для полнотелого кирпича.

Результаты определения усадки представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Усадка глинистого сырья

Номер пробы, глубина залегания	Усадка линейная воздушная, %	Усадка линейная огневая, %
1 и 2 (раб. зона карьера)	3,2	0

Определение чувствительности глин к сушке проведена по следующей шкале:

- высокочувствительные глины - менее 100 с;
- среднечувствительные глины - 100-180 с;
- малочувствительные глины - более 180 с.

Исследуемая глина относится к малочувствительным (> 180 с).

В представленном на испытание глинистом сырье практически отсутствуют каменные включения, оно достаточно однородно, что позволит исключить из технологического процесса механизмы выделения каменных включений из глины (дезинтеграторные ребристые вальцы, винтовые камневыделительные вальцы). Рыхление кусков глины можно сразу осуществлять глинорыхлителем. После грубого дробления глину подвергают тонкому измельчению, предварительно увлажняя ее в глиномялке (или лопастном смесителе), предназначенной для проминки масс. Прочность сырца, изготовленного из глины, обработанной таким образом, возрастет в два с лишним раза.

Из выше изложенного следует, что исследуемое глинистое сырье из аллювиального суглинка, расположенного в Емельяновском районе города Красноярск, пригодно для применения его в производстве стеновых керамических изделий. Данное месторождение способно пополнить сырьевую базу среди уже существующих глинистых месторождений.

Список литературы

1. ГОСТ 9169-75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. – Введ. 01.07.76 – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1976, - 6с.
2. ГОСТ 21216-2014. Сырье глинистое. Методы испытаний. – Введ. 01.07.2015 – М.: Стандартиформ, 2015, - 44с.
3. Сырье для получения керамических материалов и изделий [электронный ресурс].
Режим доступа: http://baurum.ru/library/?cat=ceramic_general_data&id=493



ЛЕГКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ**Одинцов К.В., Чехлов М.К.****научный руководитель канд. техн. наук, доц. Енджиевская И.Г.***Сибирский федеральный университет*

В настоящее время в связи с увеличением в России объема производства крупноформатных керамических камней, блоков, и приходом их на Красноярский строительный рынок, возникает вопрос об изготовлении строительных растворов, которые будут удовлетворять теплофизическим свойствам данных материалов. При возведении кладки из поризованого камня и аналогичных ему материалов теплоизоляционные кладочные растворы гарантируют однородную высокую теплоизоляцию стены без образования мостиков холода.

Задачей современного строительства является необходимость создания строительных растворов с высокими теплозащитными характеристиками на основе местного сырья и современных добавок. Поэтому целью исследования является поиск возможностей получения таких растворов.

В качестве заполнителя цементных кладочных растворов применялись следующие материалы: горелые породы (глиежи), керамзитовый песок, а также кварцевый песок месторождения Песчанка. В качестве вяжущего в работе был использован портландцемент Красноярского цементного завода марки ЦЕМ I 42,5Н Красноярск.

В процессе эксперимента подобраны составы растворов и исследовались их свойства: 1 - Цемент: Песок кварцевый (Ц:П) = 1:2,73; 2 - Цемент: Песок керамзитовый (Ц:ПК) = 1:2,73; 3 - Цемент: Кварцевый песок: керамзитовый песок (Ц:П:ПК) = 1:1,36:1,36; 4 - Цемент: Глиеж (Ц:Г) = 1:2,73; 5 - Цемент: Глиеж: песок кварцевый (Ц:Г:ПК) = 1:1,36:1,36.

Растворы изготавливали равноподвижными.

Свойства используемых заполнителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Свойства заполнителей

Заполнители	Свойства заполнителей								Нормативный документ
	Гранулометрический состав, %						Мк	$\rho_{нас},$ кг/м ³	
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0			
Песок кварцевый	12,5	20,5	29	40,2	90,2	100	1,9	1550	ГОСТ 8735-88
Песок керамзитовый	3,2	36,2	53	64,6	77,2	100	2,3	700	ГОСТ 32496-2013
Глиеж	0	0,1	39,7	54,9	67	100	1,6	1100	ГОСТ 22263-76

При изготовлении раствора вводились следующие химические добавки фирмы MS-Vauchemie:

MS PowerFlow 1124 – гиперпластификатор на основе эфиров поликарбоксилатов.

Centrament Air 202 - вовлекает в бетонную смеси мельчайшие пузырьки воздуха. Бетонные смеси, приготовленные с воздухововлекающей добавкой Centrament Air 202, содержат множество воздушных пор. Они равномерно распределяются в затвердевшем цементном камне.

Murapor Kombi 756 использовался во всех вышеперечисленных составах для снижения расхода воды затворения, что особенно важно в присутствии мелких пористых заполнителей с развитой удельной поверхностью, для получения требуемой пластичности. Общая пористость легких заполнителей 40 ... 75%, причем большинство пор обычно сообщаются между собой и открыты для доступа воды. Кроме того, зерна дробленого песка - глиежа не имеют спекшейся оболочки и поэтому обладают повышенной водопотребностью и пониженной прочностью. Пористая структура заполнителей значительно снижает их прочность в 50 и более раз. Сокращение количества воды затворения способствует повышению прочности кладочного раствора. Поэтому в составы с керамзитовым песком и глиежом для снижения их водопотребности добавляли гиперпластификатор.

В качестве контрольного состава назначали раствор состава Ц:П. Плотность легкого строительного раствора, согласно ГОСТ 28013-98, не должна превышать 1500 кг/м³. Для снижения плотности был использован комплекс добавок: Centrament Air 202, Murapor Kombi 756, MC PowerFlow 1124. В составах, отличных от контрольного, были использованы добавки: Murapor Kombi 756, MC PowerFlow 1124.

Диаграмма зависимости изменения плотности растворной смеси на кварцевом песке от количества вводимой добавки представлена на рисунке 1.

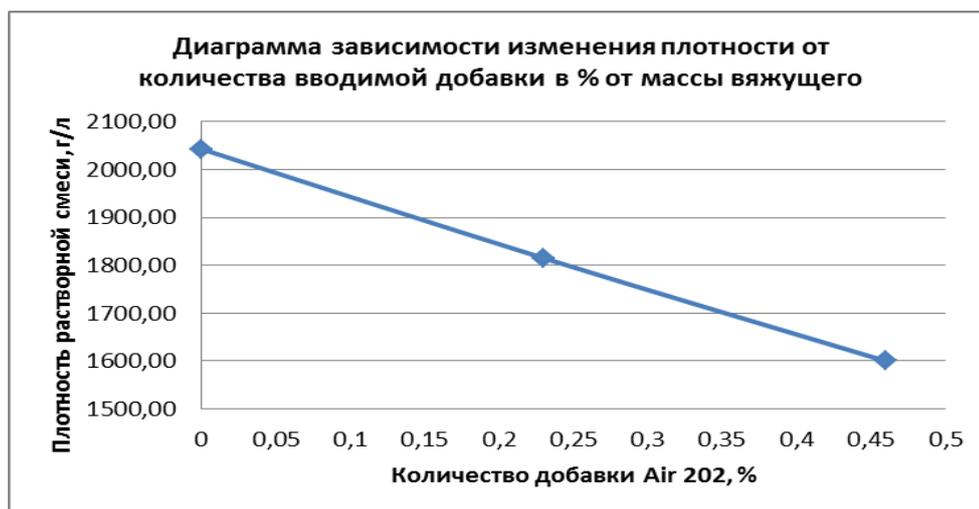


Рис.1 - Диаграмма зависимости изменения плотности от количества вводимой добавки, % от массы вяжущего

Проводились исследования по определению плотности растворной смеси на легких заполнителях, а также плотности затвердевшего раствора естественной влажности и в абсолютно сухом состоянии. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Плотность растворной смеси и затвердевшего кладочного раствора

№	Состав раствора	Плотность растворной смеси, кг/м ³	Плотность затвердевшего раствора естественной влажности, кг/м ³	Плотность затвердевшего раствора в сухом состоянии, кг/м ³
1	Ц:П	1600,00	1556,02	1487,42
2	Ц:ПК	1241,00	1106,35	1056,06
3	Ц:П:ПК	1533,00	1444,75	1381,93

4	Ц:Г	1783,71	1768,72	1722,21
5	Ц:Г:ПК	1604,00	1572,80	1475,23

Плотность раствора первого состава снижена от 1920 до 1600 дополнительным введением добавки Centrament Air 202. Отмечено значительное воздухововлечение, которое составило более 10%.

Исследования жизнеспособности растворов представлены на рисунке 2.

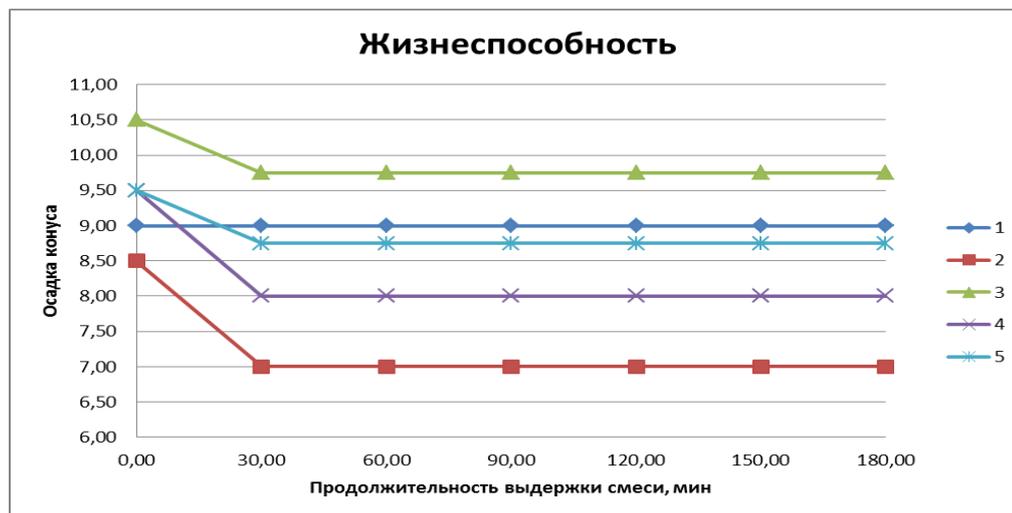


Рис.2 - Диаграмма жизнеспособности растворов. Составы: 1 – Ц:П; 2 – Ц:ПК; 3 – Ц:ПК:П; 4 – Ц:Г; 5 – Ц:Г:П

Жизнеспособность растворов обеспечивается введением добавки Murarog Kombi 756. Растворы на пористых заполнителях теряют подвижность в первые 15 минут в связи с тем, что последние впитывают постепенно воду затвердения, а затем подвижность остается постоянной в течение не менее 3 часов. У состава с использованием кварцевого подвижность остается неизменной в течение указанного времени.

Прочность растворов зависит от водоцементного отношения. Добивались наибольшей возможной прочности с учетом подвижности кладочных растворов (ПК) 8 см. Чаще всего для кладочных работ применяются растворы с маркой по прочности М75 и М100. Полученные прочности приведены в таблица 3.

Таблица 3 - Физико-механические характеристики растворов

№	Состав	Плотность ρ , кг/м ³	Прочность $R_{сж}$, кгс/см ²
1	Ц:П	1572	78,84
2	Ц:ПК	1106	50,34
3	Ц:П:ПК	1444	95,49
4	Ц:Г	1783	136,62
5	Ц:Г:ПК	1572	123,25

На контрольном составе, наблюдается пониженная прочность, по сравнению с четвертым и пятым составом, в связи с использованием воздухововлекающей добавки Centrament Air 202, которая позволила значительно снизить плотность. Снижение прочности обусловлено воздухововлечением, которое составило более 10%.

У второго состава перерасход воды привел также к снижению прочности.

Высокая прочность раствора на заполнителе из глин, возможно, объясняется его пуццолановой активностью.

Таким образом, все разработанные составы могут применяться в качестве теплоизоляционных растворов.

Список литературы

1. ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общие технические условия. – Введ.29.12.1998 – М.:Госстрой России, 1999, 19 с.
2. ГОСТ 32496-2013. Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия. – Введ. 30.12.2013 – М.: Стандартиформ, 2014, 23 с.
3. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний. – Введ.05.10.1998 – М.: Стандартиформ, 2006, 45 с.



ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Санникова Е.О., Кочеткова Н.М.

научный руководитель канд. техн. наук Василевская Н.Г.

Сибирский федеральный университет

Возросшее развитие строительства жилых и общественных зданий в Красноярском крае требует энергичного вовлечения местных сырьевых ресурсов в производство строительных материалов. Глины месторождений края являются весьма перспективным материалом, позволяющим полностью удовлетворить потребности производства строительной керамики.

В условиях ужесточения норм термического сопротивления для ограждающих конструкций, использование особолегких пустотелого-пористых керамических стеновых материалов (кирпича, камня) для многих регионов РФ не обеспечит нормативные ресурсы сбережения при эксплуатации зданий и сохранений однородной стены из этих материалов.

Разработка более эффективных керамических материалов плотностью 700 кг/м^3 и теплопроводностью менее $0,175 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$ является актуальной задачей.

Отличительной особенностью этого эффективного кирпича является наличие внутренних пустот. В соответствии со своим названием главным отличием этого кирпича является наличие внутренних пустот – отверстий или щелей, которые могут иметь разную форму (круглые, квадратные, прямоугольные и овальные), объем (13-50 % внутреннего объема) и ориентацию (вертикальные и горизонтальные). Наличие пустот делает этот кирпич менее прочным, более легким и теплым, на его изготовление идет меньше сырья. Пустотелый кирпич применяют для кладки облегченных наружных стен, перегородок, заполнения каркасов высотных и многоэтажных зданий и иных ненагруженных конструкций.

Второй, новейший, способ обеспечения легкости и теплоты кирпича – поризация. Наличие большего числа мелких пор в кирпиче достигают, добавляя в глиняную массу при его формовке сгораемые включения – торф, мелко нарезанную солому, опилки или уголь, от которых после обжига остаются лишь маленькие пустоты в массиве либо вспученные добавки такие как вермикулит и перлит.

Зачастую полученный таким образом кирпич называют «легким» или «сверхэффективным». Поризованный кирпич обеспечивает лучшую тепло- и звукоизоляцию, по сравнению с щелевым. Достоинства таких материалов: великолепные теплоизоляционные свойства, звуконепроницаемость, меньший вес. Используется в строительстве наружных и внутренних стен, значительно повышая теплозащитные свойства дома. Наружные стены из поризованного камня возводятся быстрее, чем стены из обычного пустотелого кирпича, сокращается количество растворных швов. Плотность его на 30 % меньше, он легче, что ведёт к снижению нагрузок на конструкцию фундамента.

В качестве объекта исследований были выбраны глины пяти месторождений: Контатская, Компановская, Кубековская, Козульская, Богучанская.

Химический состав глинистого сырья представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав глинистого сырья

Наименование	Содержание оксидов, массы %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	п.п.п.	Σ
Кантактская	65,9	18,84	2,99	1,22	0,88	-	0,14	2,26	1,02	8,7	102
Компановская	60,26	13,72	5,88	5,76	2,85	0,2	1,84	1,62	-	7,6	99,67
Кубековская	56,4	13,8	5,78	7,18	2,3	-	1,9	1,25	0,25	10,7	99,56
Козульская	61,28	15,79	5,76	3,6	2,51	0,21	2	2	0,41	8,2	101,7
Богучанская	63,07	12,04	4,4	5,59	2,8	0,17	2,25	2,07	0,1	7,5	99,99

Для снижения плотности изделий, повышения их эффективности в керамическую шихту вводили вспученный вермикулит Татарского месторождения.

Химический состав концентрата вермикулита Татарского месторождения выражается содержанием и соотношением различных оксидов, важнейшими из которых являются: SiO₂ - 40,29-40,42; Al₂O₃ - 10,48-10,92; Fe₂O₃+ FeO - 11,0-14,47; MgO - 17,94-22,28; K₂O - 3,99-4,08; CaO - 1,29-1,35; Na₂O - 0,60-1,0; F - 0,91; P₂O₅ - 0,633; MnO - 0,467; TiO₂ - 0,466. Коэффициент вспучивания - 5-9 в зависимости от крупности, основная фракция КВТ-1.

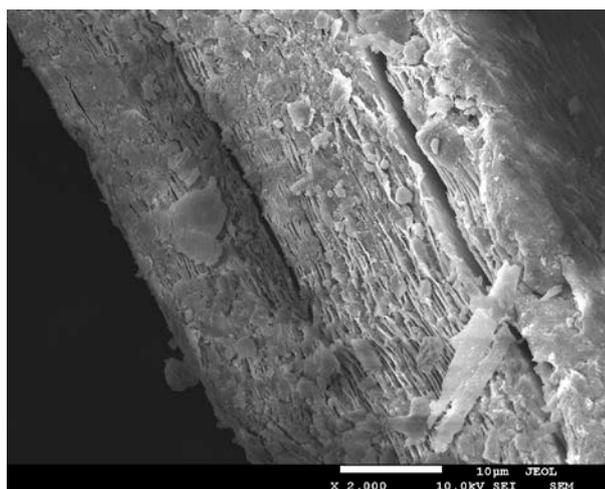


Рис.1 - Микроструктура частицы вермикулита Татарского месторождения

При формовании изделий из шихты пластичной консистенции с добавками вспученного вермикулита Татарского месторождения (ВВТ) использовали две фракции: ВВТ 1,25 и ВВТ 2,5. Результаты испытаний показали, что с увеличением

размера фракции наблюдалось снижение прочности, повышение водопоглощения, что объясняется, очевидно, низкой механической прочностью зерен вермикулита вследствие слабой связи между отдельными пластинками, расщепляемостью по плоскостям спайности и высокой открытой пористостью зерен, соответственно способностью адсорбировать воду. Поэтому целесообразно работать с мелкими фракциями вспученного вермикулита, выход которых при вспучивании значительно больше и они по стоимости дешевле. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-механические свойства керамических изделий пластического формования с добавкой вспученного вермикулита

Месторождение глинистого сырья	Количество добавки ВВТ, %	Плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение по массе, %	Теплопроводность, Вт/м°С
Кантатская	0	1600	14	-	0,175
	10	1190	6,1	13,5	0,093
	20	1160	5,7	26,5	0,090
Компановская	0	1500	10	-	0,179
	10	1000	3,9	30,0	0,156
	20	790	3,5	46,0	0,148
Кубековская	0	1550	9	-	0,180
	10	1000	3,8	33,0	0,139
	20	790	3,5	45,6	0,130
Козульская	0	1689	16	-	0,182
	10	1210	7,4	14,8	0,14
	20	1160	6,0	26,6	0,135
Богучанская	0	1651	10,6	-	0,176
	10	1100	4,3	15,7	0,148
	20	1000	3,7	30,1	0,145

Анализируя полученные результаты видно, что с увеличением количества в составе вспученного вермикулита несколько снижается прочность, плотность и увеличивается водопоглощение. Это связано с тем, что в дисперсной системе керамической массы поверхностный золь, возникающий как продукт пептизации водой гидрофильного глинистого материала, проникает не только в межзерновые пустоты, но и между пластинками вспученного вермикулита в пределах зерна, и упрочняет систему.

Список литературы

1. Канаев, В.К. Новая технология строительной керамики/ В.К. Канаев.- М.: Стройиздат, 1990.-264 с.
2. Дудеров, И.Г. Общая технология силикатов/ И.Г. Дудеров, Г.М. Матвеев, В.Б. Суханова.- М.: Стройиздат, 1987.-560 с.



КОНСЕРВАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Свердлова Ю.А.

научный руководитель Лямзина П.В.

Сибирский федеральный университет

Благосостояние людей и качество жизни населения напрямую зависит от экономического роста страны. Строительный сектор России, отражая общий упадок в экономике, находится в состоянии рецессии, то есть наблюдается умеренный спад и замедление темпов роста, развития отрасли.

Согласно данным Росстата и социологическим опросам, которые были проведены в семи тысячах строительных компаний, осенью 2015 года темп роста по строительству составил 91%. Этот показатель ниже аналогичного за этот же период 2014 года на 10%.

Спад обусловлен, в первую очередь, ухудшением инвестиционного потребительского спроса: в последние 11 месяцев наблюдается значительное снижение доходов российского населения. В связи с этим многие строительные компании не могут завершить уже начатое строительство.

Прекращение инвестиций может произойти на разных этапах строительства. Чтобы сохранить уже возведенные части зданий или сооружений, объект необходимо консервировать.

Согласно действующему "Порядку консервации объектов капитального строительства различного назначения, строительство которых приостановлено", **консервация объекта капитального строительства** - это «временное приостановление строительства на срок более шести месяцев и приведение объекта и территории, использованной для строительства, в состояние, обеспечивающее прочность, устойчивость и сохранность основных конструкций, а также безопасность объекта для населения и окружающей среды».

Решение о консервировании принимает застройщик, орган местного самоуправления или соответствующий орган, выдавший разрешение на строительство. Решение о проведении консервации и порядок консервации объектов капитального строительства устанавливается и утверждается руководителем организации застройщика (заказчика).

На территории Российской Федерации на данный момент существуют два основных документа, в которых регламентируется консервация капитального строительства. Основными документами являются "Порядок консервации объектов капитального строительства различного назначения, строительство которых приостановлено", а также СП 48.13330.2011 «Организация строительства». Согласно требованиям последнего, консервация зданий и сооружений выделяется как отдельный вид строительных работ.

Порядок устанавливает общие требования к консервации объектов капитального строительства различного назначения, строительство которых приостановлено, подробно раскрывает порядок, нормы и правила оформления рабочей документации при консервировании зданий. При этом в данном документе отсутствует перечень работ, необходимых при остановке строительства объекта. В Порядке говорится о том, что разработка рабочих чертежей на проведение работ по консервации объекта производится по соглашению, заключенному между заказчиком и проектной организацией. То есть в перечень работы по консервации будут входить только те работы, которые заказчик и проектная организация посчитают нужными.

Однако, пренебрежение к обеспечению прочности, устойчивости и сохранности основной конструкции может привести к частичному или полному разрушению, при котором возможно причинение вреда жизни, здоровью человека или вреда окружающей среде.

В связи с этим появляется необходимость внесения в Порядок дополнения в виде регламента по выполнению перечня минимальных обязательных работ по консервации объектов капитального строительства.

В зависимости от выполненных строительно-монтажных работ на объекте рассматриваются следующие этапы строительства, к которым необходимо регламентировать минимальные требования общестроительных работ, обязательных для каждого этапа:

1. Устройство котлованов под фундаменты;
2. Возведение фундаментов;
3. Монтаж цокольного (подвального) этажа;
4. Монтаж наземной части этажа (яруса);
5. Закрытие теплового контура и отделочные работы.

1 Требования по консервации открытых котлованов под фундаменты

1.1 Дно открытых котлованов под фундаменты должно быть засыпано непучинистым грунтом, толщина слоя которого должна соответствовать требованиям проектной документации.

1.2 Котлован должен быть обвалован по контуру на расстоянии 50 см от его верхней бровки с устройством нагорной канавы и других элементов для отвода поверхностных ливневых вод и защиты котлована от подтопления.

1.3 Для предотвращения попадания в котлован посторонних лиц, в том числе детей, котлован должен быть огражден, выставлены защитные (предохранительные) ограждения с соответствующими знаками об опасной зоне.

1.4 Крутизна откосов котлована, в зависимости от вида грунта, должна быть принята в соответствии с требованиями СП 45.13330.2012 "Земляные сооружения, основания и фундаменты".

1.5 Для предохранения пучинистых грунтов от избыточного увлажнения в проектной документации следует предусматривать выполнение требований 1.2, а также планировку территорий со стоком воды по канавам или лоткам. При высоком уровне подземных вод также должны выполняться требования проектной документации.

2 Требования по консервации фундаментов

2.1 При консервации свайных фундаментов должны быть выполнены:

- срубка свай методами, исключающими нарушение защитного слоя бетона сваи ниже ее среза;

- засыпка грунтом до уровня верха головы сваи или до отметки низа сборного оголовка, если он смонтирован, или до низа монолитного ростверка, если он забетонирован;

- усиление свай с поперечными и наклонными трещинами шириной раскрытия более 0,3 мм железобетонной обоймой с толщиной стенок не менее 100 мм или их замены.

2.2 При консервации ленточных или столбчатых фундаментов должна быть выполнена засыпка грунтом фундаментных подушек до уровня их верха.

При высоте конструкции фундаментов, превышающей высоту фундаментных подушек, засыпку производить одновременно с обеих сторон до верха выполненных конструкций фундамента. При расположении отметки пола подвала ниже отметки выполненных конструкций фундамента, засыпка производится на 100 мм ниже отметки низа конструкции пола.



2.3 В случаях, когда низ фундаментов и пол подвала находятся в слабо фильтрующих грунтах (пылевато-глинистые, глины, суглинки, реже супеси), должен быть выполнен пластовый или кольцевой дренаж.

2.4 Основание фундаментов и конструкции, находящиеся в пучинистых грунтах, подвергающихся сезонному промерзанию и оттаиванию, должны быть проверены расчетом с учетом морозного пучения грунтов. В проектную документацию на консервацию объекта должны быть включены противопучинистые мероприятия, исключающие деформацию выполненных конструкций.

3 Требования по консервации конструкций цокольного этажа (подвала)

3.1 При смонтированных конструкциях цокольного этажа (подвала) должны быть выполнены:

- перекрытие над цокольным этажом (подвалом); постоянные крепления стен цокольного этажа (подвала), т.е. запрещается оставлять временные крепления — струбцины или монтажные связи;

- заделка швов между сборными элементами, а также температурно-усадочных швов;

- защита плит перекрытий от намокания и размораживания одним слоем гидроизоляционного материала, уложенного насухо, с приклейкой кромок на ширину 25 см. Нахлест листов гидроизоляционного материала должен быть не менее 100 мм.

3.2 Все металлические связи между элементами должны быть обетонированы, закладные детали и другие металлические элементы защищены от коррозии в соответствии с требованиями СП 28.13330.2012.

3.3 Должна быть выполнена обратная засыпка пазух с уплотнением грунта согласно проектной документации с уклоном от здания и водоотвод для предотвращения подтопления цокольного этажа (подвала) поверхностными ливневыми водами.

До обратной засыпки пазух необходимо выполнить обмазочную или оклеечную гидроизоляцию наружной поверхности стен цокольного или подвального этажа.

Устойчивость конструкций при засыпке пазух должна быть подтверждена расчетом, выполненным проектной организацией, и, при необходимости, выданы рекомендации по креплению стен, которые должны быть выполнены на объекте.

3.4 Виды грунта для засыпки пазух, методы и степень уплотнения засыпки, сроки ее выполнения должны назначаться с таким условием, чтобы в период консервации сооружения касательные силы морозного пучения, действующие на фундамент и конструкции, находящиеся в грунте, не превышали сумму сил, удерживающих фундамент от выпучивания.

4 Требования по консервации надземной части конструкции

4.1 Монтажный горизонт на всем здании или по отсекам должен быть завершен.

Оставлять стеновые панели, закрепленные струбцинами или монтажными связями, не допускается. Конструкции должны быть закреплены плитами перекрытия, швы между сборными элементами заделаны, выполнены температурно-усадочные швы.

4.2 Должна быть выполнена защита панелей перекрытия от намокания и размораживания по 3.1.

4.3 Все металлические связи между элементами, закладные детали и другие металлические элементы должны быть защищены согласно п. 3.2.

4.4 Верхняя грань панелей наружных стен, стыки между ними и зона утеплителя за гребнем панели должны быть защищены от намокания проклейкой полосы гидроизоляционного материала. В стыках между наружными панелями должен быть установлен герметик.

4.5 Должны быть установлены временные ограждения по периметру верхнего перекрытия, лестничных клеток, а также на всех балконах и лоджиях, не имеющих стандартных ограждений, в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001.

4.6 Все отверстия вентиляционных шахт, шахт лифтов и другие проемы должны быть надежно закрыты закрепленными щитами.

4.7 Должен быть исключен доступ посторонних лиц в здание путем установки металлических или деревянных щитов на оконные и дверные проемы первого этажа.

4.8 Все оконные проемы возведенных этажей должны быть закрыты пленкой или фанерой, чтобы предотвратить попадание в помещение влаги.

5 Требования по консервации после закрытия теплового контура и до начала отделочных работ

5.1 Должен быть выполнен один слой кровли и обеспечен отвод воды с крыши, в том числе по возможности — отвод воды в ливневую канализацию.

5.2 Все оконные проемы должны быть остеклены или закрыты пленкой или фанерой, чтобы предотвратить попадание в помещение влаги.

5.3 Здание должно быть обесточено, водоснабжение и отопление в нем отключены.

5.4 Работы должны быть выполнены в соответствии с требованиями 4.6.

Минимальные обязательные работы по консервации объектов капитального строительства позволят гарантировано защитить конструкцию от внешних физических и атмосферных воздействий, а также защитить детали и изделия от полного или частичного разрушения под воздействием биологических факторов.

Список литературы

1. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 2011-05-20. -М.:ОАО "ЦНС", 2011.

2. Порядок консервации объектов капитального строительства различного назначения, строительство которых приостановлено. Введ. 2008-10-01. - М: ОАО "ЦНС", 2008.

3. П4-02 к СНиП 3.03.01-87 Консервация строящихся объектов. Введ. приказ Министерства архитектуры и строительства РБ от 28.06.2002 №288

4. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс]. Режим доступа: www.gks.ru/

5. Современное состояние строительной отрасли [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.k-see.ru/st/chto-zhdyot-stroiteljnuyu-otraslj-rossii-v-2016-godumneniya-ekspertov/>



МОНОЛИТНЫЙ ПЕНОБЕТОН ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЙ БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ ПО МЕТОДУ «СУХОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ»

Чудаева А.А., Савченко В.А.

научный руководитель канд. техн. наук, доц. Калугин И.Г.

Сибирский федеральный университет

К числу эффективных стеновых материалов принадлежат пенобетоны. Наиболее актуальна разработка и применение монолитных пенобетонов. Перспективное направление производства монолитных пенобетонов по «классической» технологии имеет ряд недостатков и нуждается в улучшении качества готовой продукции.

Основными недостатками ячеистых бетонов являются:

1. Пониженный модуль упругости, по сравнению с обычными бетонами, поэтому они более подвержены деформациям;
2. Повышенная ползучесть;
3. Низкая сопротивляемость растягивающим напряжениям и повышенная хрупкость, в результате чего изделия приобретают нежелательные сколы и трещины при изготовлении, транспортировании, монтаже.

Монолитные ячеистые бетоны характеризуются повышенной усадкой, что приводит к интенсивному трещинообразованию и даже разрушению изделий.

Способами устранения этих недостатков являются:

1. Правильный выбор способа производства для обеспечения наиболее устойчивой пористой структуры;
2. Дисперсное армирование для улучшения прочностных и деформативных свойств;
3. Точное выполнение технологических требования при приготовлении монолитных пенобетонов заданной структуры.

Обеспечение наиболее прочной пористой структуры начинается с выбора пены. Взаимосвязь структуры пены и свойств получаемого пенобетона очень высока. Считается, что пена должна выполнять роль несущего каркаса, в котором твердые частицы раствора удерживаются во взвешенном состоянии силами вязкого трения.

Структура пены и её технологические характеристики существенно изменяются в зависимости от её кратности. Низкократные пены кратностью 2 - 6 характеризуются сферической формой пор, отсутствием жесткого структурного каркаса, повышенной текучестью и избытком воды. Но при введении в такую низкократную пену сухих компонентов процессы удаления жидкости из пены существенно замедляются либо прекращаются вовсе. Сухие компоненты закупоривают каналы Плато, на уровне сорбционных процессов, тем самым упрочняя пенный пузырек или другими словами «бронируя» пенный пузырек. Кроме того, реакция гидратации воды в пене с сухими компонентами существенно снижает количество «лишней» воды в системе. В результате всех выше описанных процессов стойкость пено-минеральной массы существенно выше, чем пены. Данные процессы могут быть обеспечены при выборе способа производства сухой минерализации. Когда в готовую пену нужной кратности вводят сухие компоненты.

Еще одним способом устранения этих недостатков является дисперсное армирование монолитного пенобетона базальтовыми волокнами, обеспечивающее существенное улучшение прочностных и деформативных свойств материала.

Преимущества рационального применения базальтопенобетонных композиций состоят в следующем:

1. Не одна из модификаций искусственных волокон не обладает такой исходной сырьевой базой;

2. Производство и применение базальтового волокна в отличие, например от природных волокон на основе асбеста являются экологически безопасными;

3. Базальтовое волокно обладает высокой прочностью, сопоставимой с прочностью стеклянных волокон, а модуль упругости на 15-20% выше, чем у стеклянных волокон;

4. Процесс изготовления базальтового волокна менее трудоемок и энергозатратен, что снижает себестоимость базальтового волокна по сравнению со стекло-волокном.

Дисперсная арматура (фибра) отличается от остальных компонентов в бетонной смеси, своей формой. Частицы минерального вяжущего и заполнителя имеют шарообразную форму. У базальтового волокна один из размеров не менее чем в 1000 раз больше остальных двух. Именно эта особенность предполагает улучшение конструктивных свойств бетона.

Основываясь на теоретическом обосновании выше изученных способов повышения качества монолитных пенобетонов неавтоклавного твердения, можно предположить, что применение метода «сухой минерализации», и дисперсное армирование базальтовыми волокнами позволит добиться стабильной структуры, а так же повысить эксплуатационные свойства, с учетом технологических особенностей производства.

Для улучшения структуры пены и правильности введения в нее сухих компонентов, во избежание разрушения пены и пузырьков необходимо обратить внимание на интенсивность перемешивания. Для получения низкократной устойчивой пены необходимы высокие обороты смесителя, а для перемешивания сухих компонентов с пеной необходимы низкие обороты. Для этих целей лучше всего применять двух ступенчатый турбулентный смеситель.

Так же следует обратить внимание, что насыщение фиброй положительно влияет на эксплуатационные свойства бетонов до тех пор, пока не образуются комковых включения «ежи». Для устранения этих комковых включений следует учитывать правильный способ введения этих армирующих волокон.

Таким образом, при производстве монолитных пенобетонов методом «сухой минерализации» и соблюдении данных технологических операций, а так же при введении базальтовых волокон можно получать пенобетоны низкой плотности с высокими физико-механическими характеристиками соответствующими требованиям нормативных документов.

Список литературы

1. Ружинский С. «Все о пенобетоне. – 2-е изд., улучшенное и дополненное. / С. Ружинский, А.Портик, А. Савиных. – Спб, ООО «Строй Бетон», 2006, 630с.

2. Меркин А.П. Пенобетон «сухой минерализации» для монолитного домостроения / А.П. Меркин // Изв. Вузов. Строительство.: 1993. №9. – С.56-58.

3. Калугин И.Г. Дисперсное армирование ячеистых бетонов базальтовым волокном / И. Г. Калугин // Актуальные проблемы строительной отрасли. 65-я научно-техническая конференция. Новосибирск. НГАСУ (Сибстрин), 2008 – С. 41–4.

4. Кобидзе Т.Е. Получение низкоплотного пенобетона для производства изделий и монолитного бетонирования / Т.Е. Кобидзе, В.Ф. Коровяков, С.А. Самборский // Строит материалы. 2004. № 10. С. 56–58.



ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОАО «РУСАЛ» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Шелковников Р.А., Сергеев А.А., Белов Ю.В.
научный руководитель д-р техн. наук Бурученко А.Е.,
ст. преподаватель Мушарапова С.И.
Сибирский федеральный университет

При производстве керамических материалов используется самое разнообразное сырье, в том числе как природное, так и вторичное, в виде отходов промышленности [1-2]. Насколько достаточно полно изучены структурные изменения в сырье в процессе его обжига позволяет дать оценку его качества и предопределить свойства изделий, изготавливаемые из него. [3-4]

Нами была исследована возможность получения строительных материалов на основе тугоплавкой глины Кантатского месторождения, легкоплавкой глины Новосибирского месторождения с использованием отходов ОАО «Русал» в виде шлама газоочистки.

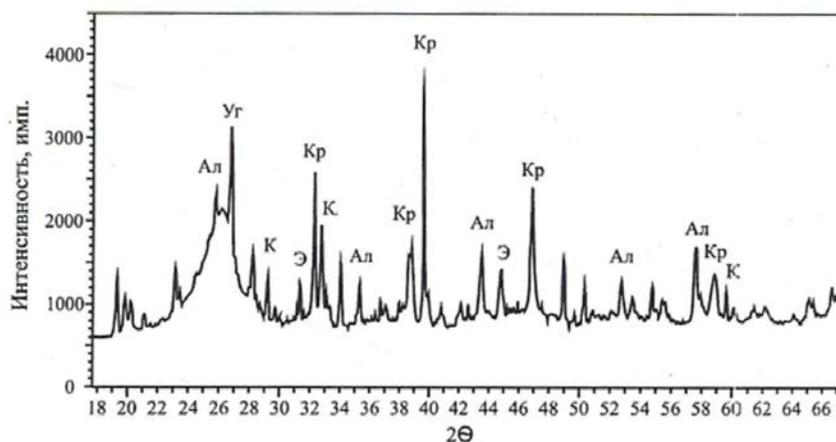


Рис. 1 - Дифрактограмма шлама газоочистки ОАО "Русал": Ал- оксид алюминия, Уг- углерод, К- фтористый калий, Э- эльпазолит, КР- криолит

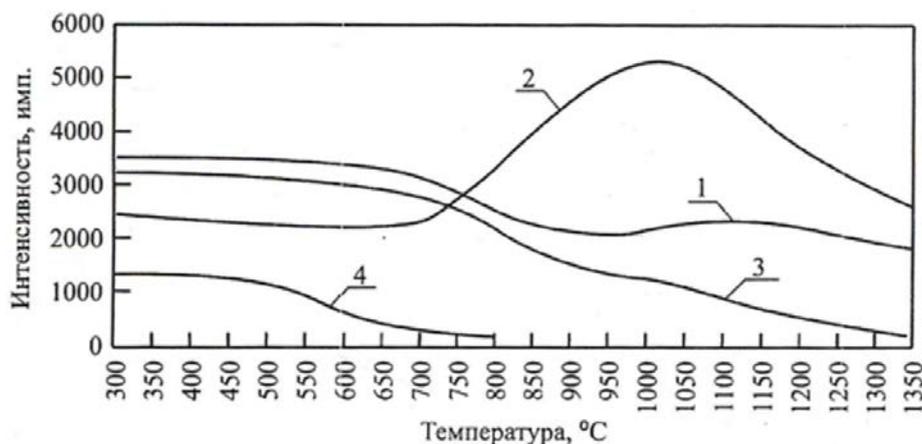


Рис.2 - График изменения линий интенсивности минерала шлама газоочистки в зависимости от температуры обжига: 1- криолит, 2- оксид алюминия, 3-углерод, 4- эльпазолит

Для оценки возможности использования шлама газоочистки алюминиевого завода "Русал" в керамическом производстве, были проведены рентгеноструктурные исследования образцов, отформованных из данного сырья и обожженных на температуры 300-1350 °С с интервалом 50 °С. Исследования производились на установке "Дрон-3" порошковым методом. Основными минералами, составляющими шлам газоочистки, являются криолит, оксид алюминия, углерод и сульфат натрия. В незначительном количестве фиксируются эльпазолит, фторид натрия, оксид железа и ряд других минералов.

Следует отметить, несмотря на проходящие в образцах физико-химические процессы, прочностных свойств они не приобретают. Наибольшая прочность достигается при 900 °С и при дальнейшем повышении температуры обжига она существенно не меняется.

Таким образом, проведенные исследования шлама газоочистки алюминиевого завода "Русал" показали, что в процессе обжига в образцах происходит разрушение структур, входящих в него минералов, которые затем могут вступать в реакцию с минералами керамических масс и тем самым обеспечить изделиям высокие прочностные характеристики.

Присутствие в шламе фтористого калия, эльпазолита и криолита, которые в керамической массе способствуют формированию жидкой фазы, должным образом обеспечивает хорошее спекание образцов и повышение физико-механических свойств изделий. С этой целью мы вводили шлам в легкоплавкую Новосибирскую глину в количестве 10 и 20 %. Глину сушили, размалывали до остатка на сите 0,05 мм не более 5 %. Формовались образцы цилиндрической формы диаметром и высотой 2 см, полусухим способом при давлении 20 МПа. Затем образцы сушили, обжигали при температуре 800-1150 °С, с интервалом 50 °С и выдержкой при конечной температуре 10 минут. После обжига, рассчитывали линейную огневую усадку, водопоглощение, прочность на сжатие и проводили рентгенофазовый анализ.

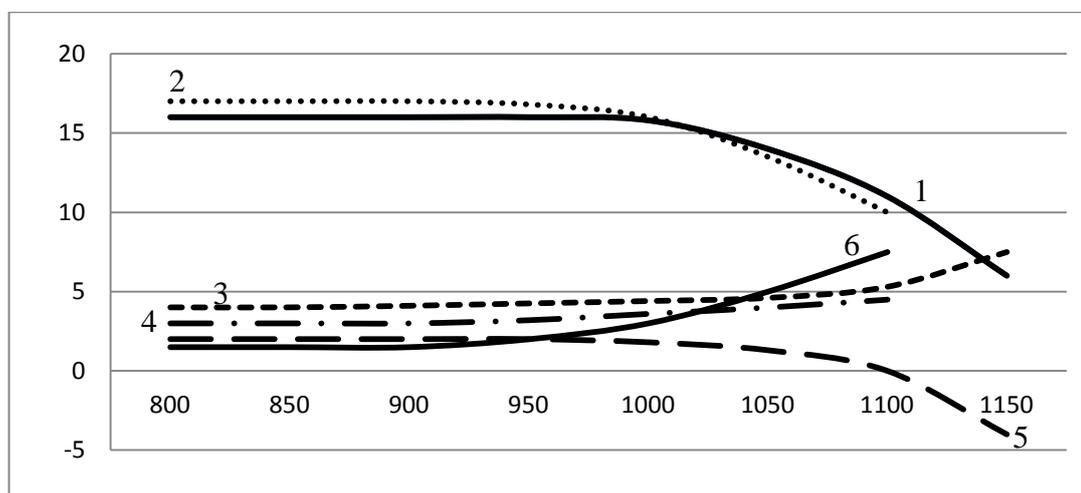


Рис. 3 - График изменения водопоглощения, усадки и прочности образцов при обжиге. 1- водопоглощение 100 % глины, 2- водопоглощение смеси (90 % глина+10 % шлам), 3- прочность при сжатии 100 % глины, 4- прочность смеси (90 % глина+10 % шлам), 5- огневая усадка 100 % глины, 6- огневая усадка смеси (90 % глина+10 % шлам)

Как видно из графика (рис.3) для образцов, изготовленных из суглинков Новосибирского месторождения с введением шлама в количестве 10 %,

водопоглощение и усадка начинают изменяться с 1000 °С, что обуславливает начало увеличения прочности. При увеличении содержания шлама до 20 %, начало изменения водопоглощения и увеличения прочности смещается в область более низких температур.

Затем мы добавляли шлам в количестве 10 % и 20 % в тугоплавкую глину Кантатского месторождения. Глину также сушили, размалывали до остатка на сите 0,05 мм не более 5 %. Формовались образцы цилиндрической формы диаметром и высотой 2 см, полусухим способом при давлении 20 МПа. Затем образцы сушили, обжигали при температуре 800-1250 °С, с интервалом 50 °С и выдержкой при конечной температуре 10 минут. После обжига, рассчитывали линейную огневую усадку, водопоглощение, прочность на сжатие и проводили рентгенофазовый анализ.

В результате проведенных исследований получены графики зависимости линейной усадки, водопоглощения и прочности образцов от температуры обжига (рис. 4, 5, 6).

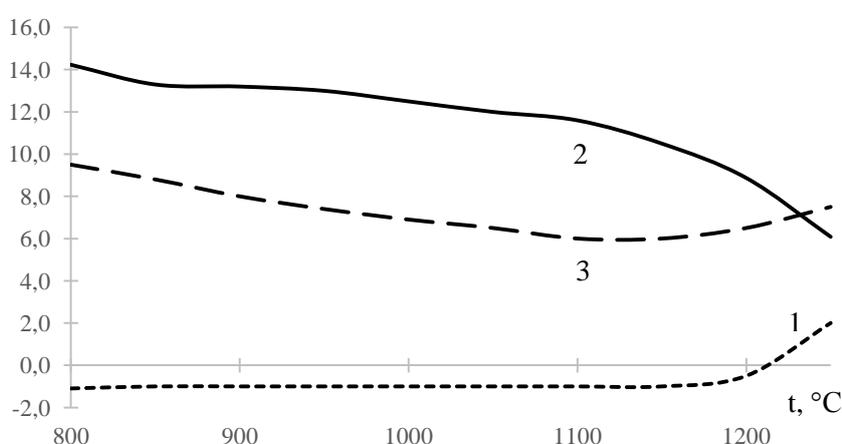


Рис.4 - График зависимости: 1 – линейной усадки ΔL , %; 2 – водопоглощения W , %; 3 – прочности σ , МПа образцов от температуры обжига для Кантатской глины

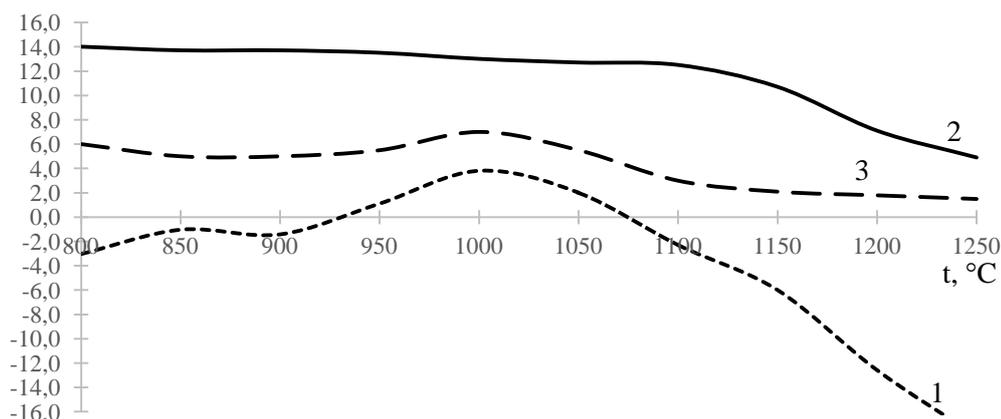


Рис.5 - График зависимости: 1 – линейной усадки ΔL , %; 2 – водопоглощения W , %; 3 – прочности σ , МПа образцов от температуры обжига для состава Кантатская глина 90 % + шлам газоочистки ОАО «Русал» 10 %

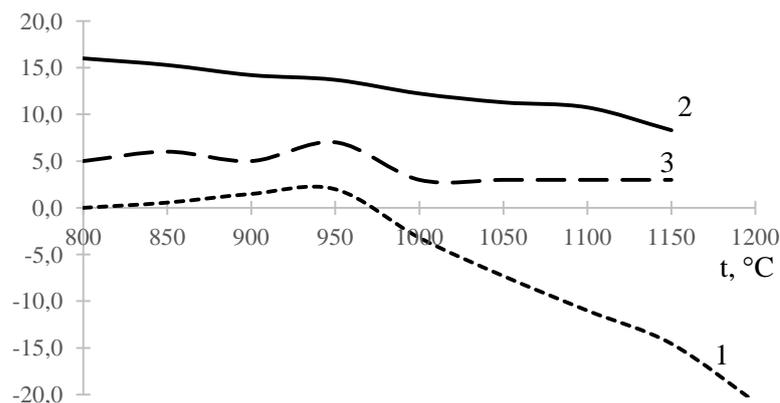


Рис.6 - График зависимости: 1 – линейной усадки ΔL , %; 2 – водопоглощения W , %; 3 – прочности σ , МПа образцов от температуры обжига для состава: Кантатская глина 80 % + шлам газоочистки ОАО «Русал» 20 %

Из анализа кривых видно, что с увеличением количества введенного в керамическую массу шлама газоочистки, температура начала спекания понижается. Так, для состава из чистой глины эта температура равна 1150-1200 °С, для состава, содержащего шлам в количестве 10 % - 1000-1050 °С, для состава, содержащего шлам в количестве 20 % - 950-1000 °С. Прочностные свойства уменьшаются в пределах от 10 МПа до 7 МПа. Линейная усадка образцов до оптимальной температуры практически не изменяется.

Таким образом, шлам газоочистки способствуют более интенсивному прохождению реакций в процессе обжига, и при этом температура обжига смещается в область более низких температур.

Изучения физико-механических свойств образцов показали, что наиболее качественными могут быть получены изделия, когда в керамические массы добавляют шлам в количестве 10-15 %.

Составы керамических масс на основе легкоплавких глин с введением 10-15 % шлама могут быть рекомендованы для облицовочных изделий стеновой керамики с оптимальной температурой обжига 950-1000 °С, а составы керамических масс на основе тугоплавкой глины для фасадной керамической плитки с оптимальной температурой обжига 1000-1050 °С.

Список литературы

1. Столбоушкин А.Ю. Влияние добавки волластонита на формирование структуры стеновых керамических материалов из техногенного и природного сырья // Строительные материалы. 2014 г. №8. С. 13-17
2. Бурученко А.Е. Мушарапова С.И. Исследование фазовых превращений в керамике при введении отходов цветной промышленности. «Сборник научных трудов по материалам Международной конференции». Новосибирск, НГАУ, 2011 г, С. 133-139
3. Ашмарин Г.Д., Курносков В.В., Ласточкин В.Г. Энерго - и ресурсосберегающая технология керамических стеновых материалов // Строительные материалы. 2010 г. №4. С. 24-27.
4. Бурученко А.Е. Мушарапова С.И. Строительная керамика с использованием суглинков и отходов алюминиевого производства // Строительные материалы 2010, №12 С. 28-30